

ศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารของปลากะพงข้างปาน
(*Lutjanus russellii*)

MICROPLASTIC CONTAMINATION IN THE FOOD CHAIN OF RUSSELL'S
SNAPPER (*Lutjanus russellii*)



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2568

KMITL-2025-AG-M-081-462

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROPLASTIC CONTAMINATION IN THE FOOD CHAIN OF RUSSELL'S
SNAPPER (*Lutjanus russellii*)



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE
DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN FISHERIES SCIENCE
SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2025

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*KMITL-2025-AG-M-081-462



COPYRIGHT 2025

SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในห่วงโซ่
อาหารของปลากระพงข้างปาน (*Lutjanus
russellii*)

ชื่อนักศึกษา

นางสาวศิริลักษณ์ ประชุมวงษ์

รหัสประจำตัว

62604057

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์การประมง

พ.ศ.

2568

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร. วัลย์ลดา กลางนุรักษ์

บทคัดย่อ

การปนเปื้อนของไมโครพลาสติก (MPs) ในสิ่งแวดล้อมทางทะเลในปัจจุบันซึ่งเกิดจากการสะสมของพลาสติกที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และมีอัตราการสะสมของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ สิ่งมีชีวิตอาจได้รับไมโครพลาสติกโดยตรงจากสิ่งแวดล้อม หรือสิ่งมีชีวิตที่สูงกว่าอาจได้รับไมโครพลาสติกผ่านการกินสิ่งมีชีวิตลำดับที่ต่ำกว่าตามลำดับห่วงโซ่อาหาร ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกินอาหารของปลากระพงข้างปาน เพื่อรวบรวมชนิดของเหยื่อในธรรมชาติ จากนั้นศึกษารูปร่าง สี ชนิดพอลิเมอร์ และปริมาณไมโครพลาสติกที่พบจากระบบทางเดินอาหารของปลากระพงข้างปานและเหยื่อ เพื่อศึกษาการถ่ายเทไมโครพลาสติกจากเหยื่อไปสู่ผู้ล่า ซึ่งเก็บตัวอย่างจากอ่าวไทยตอนล่าง บริเวณอำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร จากผลการศึกษานี้พบว่ามีชนิดอาหารในระบบทางเดินอาหารพบว่ามีปลากระพงข้างปาน เป็นปลากินเนื้อ ภายในระบบทางเดินอาหารพบลูกปลา ครัสเตเชียน สัตว์เปลือกแข็ง เป็นหลัก และเมื่อศึกษาถึงความแตกต่างของร้อยละจำนวนอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากระพงข้างปาน ระหว่างฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่าอาหารชนิดหลักที่ปลากระพงข้างปานกิน ได้แก่ ปลา กุ้ง เคย และปู มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ระหว่างฤดูกาลทั้งสอง ซึ่งอาจสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของการเข้าถึงแหล่งอาหารหรือความชุกชุมของเหยื่อในแต่ละช่วงฤดูกาล ขณะที่อาหารประเภทกุ้ง ที่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อศึกษาไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากระพงข้างปาน และอาหารที่เป็นเหยื่อ พบว่าเส้นใยเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างหลักที่พบในปลากระพงข้างปานและเหยื่อ พบสีที่แตกต่างกัน จำนวน 4 สี ประกอบด้วย สีแดง ดำ น้ำเงิน และเหลือง ในปลากระพงข้างปานและเหยื่อ และพบสีเพิ่มเติมคือ น้ำเงิน-แดง ซึ่งพบเฉพาะในตัวอย่างไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหยื่อเท่านั้น (*Stolephorus* sp., *Sphyraena* sp., *Harpiosquilla* sp., *Mesopodopsis* sp.) และเมื่อศึกษาถึงชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกพบชนิดพอลิเมอร์หลักในปลากะพงข้างปาน 3 ชนิด ประกอบด้วย ABS (28%) PET (22%) และ PA (11%) และในเหยื่อพบ PES (22%) PET (15%) และ ABS (11%) ตามลำดับ เมื่อศึกษาถึงการถ่ายทอดไมโครพลาสติกระหว่างผู้ล่าคือปลากะพงข้างปาน และเหยื่อ พบว่ามีการถ่ายทอดไมโครพลาสติกกันระหว่างปลากะพงข้างปาน และปู *Portunus* sp. เนื่องจากพบไมโครพลาสติกจาก ปู *Portunus* sp. ถึงปลากะพงข้างปาน โดยมีขนาดรูปร่าง และชนิดของพอลิเมอร์ที่เหมือนกัน จากผลการศึกษานี้จึงสามารถยืนยันได้ว่า มีการถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากเหยื่อไปยังปลากะพงข้างปานผ่านการกิน โดยปลากะพงข้างปานซึ่งเป็นผู้ล่าในลำดับสูงของห่วงโซ่อาหาร กินเหยื่อที่มีไมโครพลาสติกปนเปื้อน เช่น ปู (*Portunus* sp.) จึงส่งผลให้ไมโครพลาสติกที่อยู่ในตัวเหยื่อถูกส่งต่อไปยังปลากะพงข้างปาน ซึ่งการตรวจพบไมโครพลาสติกที่มีลักษณะ ขนาด สี และชนิดพอลิเมอร์เหมือนกันทั้งในเหยื่อและผู้ล่า สะท้อนให้เห็นถึงการถ่ายทอดไมโครพลาสติกตามลำดับขั้นของการกินในระบบนิเวศทางทะเล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|----------------|---|
| Thesis Title | Microplastic contamination in the food chain of Russell's snapper (<i>Lutjanus russellii</i>) |
| Student Name | Ms. Siriluk Prachumwong |
| Student ID | 62604057 |
| Degree | Master of Science |
| Program | Fisheries Science |
| Year | 2025 |
| Thesis Advisor | Asst. Prof. Dr. Wanlada Klangnurak |

Abstract

Microplastic (MPs) contamination in the marine environment has resulted from the long-term accumulation of widely used plastic materials since the past. The rate of MP accumulation in the environment continues to increase, causing adverse effects on both ecosystems and marine organisms. Marine species may ingest MPs either directly from the environment or indirectly through the consumption of prey that already contain MPs, resulting in transfer along the food chain. This study aimed to examine the diet of *Lutjanus russellii* in order to identify natural prey species, and subsequently analyze the shape, color, polymer type, and quantity of MPs found in the digestive tracts of both *L. russellii* and its prey. Specimens were collected from the lower Gulf of Thailand, specifically in Pathio District, Chumphon Province. The analysis of stomach contents revealed that *L. russellii* is carnivorous, mainly consuming juvenile fish and crustaceans. Statistical analysis showed significant differences ($p < 0.05$) in the percentages of major food items—including fish, shrimp, *Acetes* shrimp, and crabs—between the northeast and southwest monsoon seasons. These differences may relate to seasonal variations in prey availability or accessibility. In contrast, no significant difference was found in the proportion of mantis shrimp consumed between the two seasons. Regarding microplastics, fibers were the dominant shape observed in both *L. russellii* and its prey. Four fiber colors—red, black, blue, and yellow—were found in both the predator and prey species. Additionally, a red-blue color was found only in prey samples (*Stolephorus* sp.,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sphyraena sp., *Harpiosquilla* sp. and *Mesopodopsis* sp.). The main polymer types found in *L. russellii* were acrylonitrile butadiene styrene (ABS, 28%), polyethylene terephthalate (PET, 22%), and polyamide (PA, 11%), while the prey species mainly contained polyester (PES, 22%), PET (15%), and ABS (11%). Microplastic transfer between predator and prey was evident, particularly between *L. russellii* and *Portunus* crabs, as identical MPs in terms of shape, color, and polymer composition were found in both. These findings confirm that MPs can be transferred from prey to predators through feeding. As a higher trophic-level predator, *L. russellii* consumes prey such as *Portunus* sp. that may already contain MPs, thereby passing those MPs up the food web. The detection of MPs with matching characteristics in both prey and predator supports the occurrence of trophic transfer of microplastics within the marine ecosystem.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จาก ผศ.ดร. วัลย์ลดา กลางนุรักษ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา และคำแนะนำในการดำเนินงานวิจัยตลอดจนตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตั้งแต่เริ่มดำเนินการ จนกระทั่งดำเนินการเสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้าขอกราบขอบขอบคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณครอบครัวประจุมวงษ์ และครอบครัวปานอ่อน ของข้าพเจ้า ที่ได้ให้กำลังใจ และส่งเสริมสนับสนุนกำลังใจทั้งในทางทฤษฎีและการปฏิบัติในการศึกษาเล่าเรียนจนข้าพเจ้าสำเร็จการศึกษานี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตการประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ห้องปฏิบัติการ และความช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ รวมถึงเพื่อนและพี่น้องที่เป็นผู้ช่วยในการเก็บข้อมูล ภาคสนามเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์จากความสำเร็จของการศึกษานี้ ข้าพเจ้าขอมอบเป็นเครื่องบูชาบิดา มารดาบูรพาจารย์ ตลอดจนถึงผู้ที่มีอุปการะคุณทุกท่าน ให้ประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิตและในหน้าที่การงาน

นางสาวศิริลักษณ์ ประจุมวงษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

| | |
|---|----------|
| บทคัดย่อ..... | ก |
| Abstract..... | ข |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ง |
| สารบัญ..... | จ |
| สารบัญตาราง..... | ฉ |
| สารบัญภาคผนวก ก..... | ญ |
| สารบัญภาคผนวก ข..... | ฎ |
| สารบัญภาพ..... | ฏ |
| สารบัญตัวย่อ..... | ด |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา..... | 2 |
| 1.3 สมมติฐานของการศึกษา..... | 2 |
| 1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย..... | 3 |
| 1.5 ขอบเขตการวิจัย..... | 4 |
| บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 6 |
| 2.1 ปลากะพงข้างปาน (<i>Lutjanus russellii</i>)..... | 6 |
| 2.1.1 องค์ประกอบชนิดอาหารในกระเพาะอาหารของปลากะพง Lutjanidae..... | 8 |
| 2.1.2 การกินอาหารของเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารของปลากะพง Lutjanidae..... | 14 |
| 2.2 ไมโครพลาสติก (MPs)..... | 15 |
| 2.2.1 การศึกษาไมโครพลาสติกในประเทศไทย..... | 16 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|-----------|
| 2.2.2 ไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำของประเทศไทย..... | 17 |
| 2.2.3 ไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตในทะเล..... | 20 |
| 2.2.4 ไมโครพลาสติกในปลากะพง Lutjanidae..... | 24 |
| 2.3 การถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากเหยื่อไปยังผู้ล่า..... | 25 |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย..... | 33 |
| 3.1 อุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมี..... | 33 |
| 3.2 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา..... | 34 |
| 3.3 ชนิดและองค์ประกอบของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของ ปลากะพงข้างปาน..... | 35 |
| 3.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลชนิดและปริมาณอาหารในปลากะพงข้างปาน..... | 36 |
| 3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 38 |
| 3.4 ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน และ อาหารที่เป็นเหยื่อของปลากะพงข้างปาน..... | 38 |
| 3.4.1 การเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่เป็นเหยื่อของปลากะพงข้างปาน..... | 38 |
| 3.4.2 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างปลากะพงข้างปาน..... | 39 |
| 3.4.3 วิธีวิเคราะห์ไมโครพลาสติก..... | 40 |
| 3.4.4 จำแนกรูปร่าง สี และขนาดของไมโครพลาสติก..... | 41 |
| 3.4.5 การระบุชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติก..... | 42 |
| 3.4.6 การถ่ายทอดไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหาร..... | 42 |
| บทที่ 4 ผลและอภิปรายผล..... | 44 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

| | | |
|---|---|-----------|
| 4.1 | เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของ ปลากะพงข้างปานทั้งสองฤดูกาล..... | 44 |
| 4.2 | ชนิดและองค์ประกอบของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน และร้อยละดัชนีความสัมพันธ์ (%IRI) ในฤดูกาลที่แตกต่างกัน..... | 48 |
| 4.3 | ไมโครพลาสติกในผู้ล่าและเหยื่อ..... | 54 |
| 4.3.1 | ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน..... | 54 |
| 4.3.2 | ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของตัวอย่างมีชีวิตที่เป็นเหยื่อของ ของปลากะพงข้างปาน..... | 56 |
| 4.3.3 | จำนวนของไมโครพลาสติกที่พบในระบบทางเดินอาหารของ ปลากะพงข้างปานและเหยื่อ..... | 70 |
| 4.3.4 | รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน และเหยื่อ..... | 72 |
| 4.3.5 | สีของไมโครพลาสติกที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน และเหยื่อ..... | 75 |
| 4.3.6 | ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน และเหยื่อ..... | 77 |
| 4.3.7 | ชนิดของพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกที่พบในระบบทางเดินอาหารของ ปลากะพงข้างปานและเหยื่อ..... | 79 |
| 4.4 | การถ่ายทอดไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารของปลากะพงข้างปานและเหยื่อ..... | 84 |
| บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ..... | | 90 |
| เอกสารอ้างอิง..... | | 92 |
| ภาคผนวกที่ ก | | 108 |
| ภาคผนวกที่ ข | | 127 |
| ประวัติผู้เขียน..... | | 130 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้าที่ |
|--|---------|
| 2.1 ผลการศึกษาแหล่งที่อยู่อาศัยของปลากะพงข้างปาน ในอ่าวไทย และทะเลจีนใต้..... | 7 |
| 2.2 ข้อมูลการกินอาหารของปลากะพง <i>L. fulviflamma</i> จากประเทศแทนซาเนีย..... | 9 |
| 2.3 ตารางแสดงชนิดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลากะพงข้างปาน ที่ประเทศอินโดนีเซีย..... | 10 |
| 3.1 วิธีการเก็บตัวอย่างปลากะพงข้างปาน จากแหล่งประมงต่าง ๆ ในจังหวัดชุมพร..... | 34 |
| 4.1 องค์ประกอบอาหาร และการวิเคราะห์องค์ประกอบในระบบทางเดินอาหาร ของปลากะพงข้างปาน จากทั้งสองฤดูกาล..... | 45 |
| 4.2 จำนวนและร้อยละของปลากะพงข้างปานจากทั้งสองฤดูกาล ที่พบและไม่พบอาหาร ในระบบทางเดินอาหาร..... | 47 |
| 4.3 จำนวนและร้อยละของปลากะพงข้างปานจากฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่พบ และไม่พบอาหารในระบบทางเดินอาหาร..... | 48 |
| 4.4 จำนวนและร้อยละของปลากะพงข้างปานจากฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ที่พบ และไม่พบอาหารในระบบทางเดินอาหาร..... | 48 |
| 4.5 องค์ประกอบอาหาร และการวิเคราะห์องค์ประกอบในระบบทางเดินอาหาร ของปลากะพงข้างปาน ในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ..... | 50 |
| 4.6 องค์ประกอบอาหาร และการวิเคราะห์องค์ประกอบในระบบทางเดินอาหาร ของปลากะพงข้างปาน ในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้..... | 50 |
| 4.7 การทดสอบ Kruskal–Wallis H test เพื่อเปรียบเทียบอาหารที่พบใน ปลากะพงข้างปานทั้งสองฤดูกาล..... | 52 |
| 4.8 การทดสอบ Mann-Whitney U, $p \leq 0.05$, เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง ของไมโครพลาสติก (MPs) ระหว่างปลากะพงข้างปานและเหยื่อ | 85 |
| 4.9 ค่าเฉลี่ยของขนาดไมโครพลาสติกระหว่าง เหยื่อไปยังปลากะพงข้างปาน..... | 86 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก ก

| ภาคผนวกที่ ก | หน้าที่ |
|--|---------|
| 1 ความยาว น้ำหนัก ชนิดและจำนวนของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหาร ของปลากะพงข้างปาน..... | 109 |
| 2 อาหารของปลากะพงข้างปาน และอาหารของตัวอย่างที่เป็นเหยื่อ ของปลากะพงข้างปาน..... | 121 |
| 3 รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในระบบทางเดินอาหารของ ปลากะพงข้างปานและเหยื่อ..... | 123 |
| 4 สีของไมโครพลาสติกที่พบในระบบทางเดินอาหารของ ปลากะพงข้างปานและเหยื่อ..... | 124 |
| 5 ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในระบบทางเดินอาหารของ ปลากะพงข้างปานและเหยื่อ..... | 125 |
| 6 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกที่พบในระบบทางเดินอาหารของ ปลากะพงข้างปานและเหยื่อ..... | 126 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก ข

ภาคผนวกที่ ข

หน้าที่

- 1 ตัวอย่างองค์ประกอบของอาหารในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน.....128
- 2 ตัวอย่างปลากะพงข้างปานที่เก็บตัวอย่างโดยใช้เบ็ดและเหยื่อจากธรรมชาติ.....128
- 3 ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่เป็นอาหารของปลากะพงข้างปานที่เก็บตัวอย่างโดยใช้วนรุนเคย.....129



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.1 ปลากะพงข้างปาน (<i>Lutjanus russellii</i>)..... | 7 |
| 2.2 สถานีที่ศึกษาตัวอย่างปลากะพงข้างปาน ในแนวปะการัง ของอ่าวไทย และทะเลจีนใต้..... | 8 |
| 2.3 ชนิดและเปอร์เซ็นต์อาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของ ปลากะพง <i>L. argentiventris</i> ประเทศเม็กซิโก..... | 11 |
| 2.4 (%) IRI ต่อการเปลี่ยนแปลงของเหยื่อที่ศึกษาจากขนาดของ ปลากะพง <i>L. fulviflamma</i> | 12 |
| 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของปลากะพง <i>L. synagris</i> กับ IRI ของเหยื่อ..... | 13 |
| 2.6 ไมโครพลาสติกที่พบ จากจังหวัดชลบุรี..... | 19 |
| 2.7 สีของไมโครพลาสติกที่พบเมื่อจำแนกรูปร่างระหว่าง เส้นใยกับ เศษชิ้นส่วนพลาสติก จากจังหวัดชลบุรี..... | 19 |
| 2.8 สีของไมโครพลาสติกที่พบในอ่าวบ้านดอน สุราษฎร์ธานี..... | 20 |
| 2.9 สีของไมโครพลาสติกที่พบในอ่าวบ้านดอน สุราษฎร์ธานี..... | 22 |
| 2.10 รูปร่าง(ก) ขนาด (ข) และสี (ค) ของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ ในหอยแมลงภู่ (M) หอยนางรม (O) หอยแครง (C) และหอยตลับ (Cl) ที่เก็บตัวอย่างจากพื้นที่ศึกษาที่ต่างกัน..... | 23 |
| 2.11 ชนิดของพอลิเมอร์ ของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ ในหอยแมลงภู่ (M) หอยนางรม (O) หอยแครง (C) และหอยตลับ (Cl) ที่เก็บตัวอย่างจากพื้นที่ศึกษาที่ต่างกัน..... | 24 |
| 2.12 ห่วงโซ่อาหารระหว่างลำดับการกิน (TL)..... | 26 |
| 2.13 ค่าเฉลี่ยของจำนวนและขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในปลาขนาดใหญ่..... | 28 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.14 ไมโครพลาสติกที่มีขนาดต่างกันที่มองเห็นได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ฟลูออเรสเซนซ์..... | 31 |
| 3.1 สถานีเก็บตัวอย่างปลากะพงข้างปาน ในอำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร..... | 35 |
| 4.1 ร้อยละดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ (%IRI) ของทุกกลุ่มอาหารที่พบ ในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน ทั้ง สองฤดูกาล..... | 45 |
| 4.2 ร้อยละดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ (%IRI) ของทุกกลุ่มอาหารที่พบ ในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน ในช่วงฤดูลมมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ..... | 51 |
| 4.3 ร้อยละดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ (%IRI) ของทุกกลุ่มอาหารที่พบ ในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน ในช่วงฤดูลมมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้..... | 51 |
| 4.4 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ ปลากะพงข้างปาน..... | 55 |
| 4.5 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ ปลากะพงข้างปาน..... | 55 |
| 4.6 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ ปลากะพงข้างปาน..... | 56 |
| 4.7 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ ปลา <i>Stolephorus</i> sp..... | 57 |
| 4.8 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ ปลา <i>Stolephorus</i> sp..... | 57 |
| 4.9 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ ปลา <i>Stolephorus</i> sp..... | 58 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตั้งชื่ออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 4.10 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ ปลา <i>Sphyraena</i> sp..... | 59 |
| 4.11 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ ปลา <i>Sphyraena</i> sp..... | 59 |
| 4.12 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ ปลา <i>Sphyraena</i> sp..... | 60 |
| 4.13 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ กุ้ง <i>Penaeus</i> sp..... | 61 |
| 4.14 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ กุ้ง <i>Penaeus</i> sp..... | 61 |
| 4.15 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ กุ้ง <i>Penaeus</i> sp..... | 62 |
| 4.16 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ กั้ง <i>Harpisquilla</i> sp..... | 63 |
| 4.17 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ กั้ง <i>Harpisquilla</i> sp..... | 63 |
| 4.18 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ กั้ง <i>Harpisquilla</i> sp..... | 64 |
| 4.19 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ เคย <i>Acetes</i> sp..... | 65 |
| 4.20 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ เคย <i>Acetes</i> sp..... | 65 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 4.21 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ เคย <i>Acetes</i> sp..... | 66 |
| 4.22 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ เคย <i>Mesopodopsis</i> sp..... | 67 |
| 4.23 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ เคย <i>Mesopodopsis</i> sp..... | 67 |
| 4.24 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ เคย <i>Mesopodopsis</i> sp..... | 68 |
| 4.25 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ ปู <i>Portunus</i> sp..... | 69 |
| 4.26 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ ปู <i>Portunus</i> sp..... | 69 |
| 4.27 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ ปู <i>Portunus</i> sp..... | 70 |
| 4.28 จำนวนไมโครพลาสติกที่พบจากตัวอย่างปลากะพงข้างป่าน และตัวอย่างกลุ่มอาหารของปลากะพงข้างป่าน..... | 70 |
| 4.29 รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบจากตัวอย่างปลากะพงข้างป่าน และตัวอย่างกลุ่มอาหารของปลากะพงข้างป่าน..... | 73 |
| 4.30 รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบทั้งในตัวอย่างปลากะพงข้างป่านและเหยื่อ..... | 73 |
| 4.31 สีของไมโครพลาสติกที่พบจากตัวอย่างปลากะพงข้างป่าน และตัวอย่างกลุ่มอาหารของปลากะพงข้างป่าน..... | 75 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 4.32 สีของไมโครพลาสติกที่พบทั้งในตัวอย่างปลากะพงข้างปานและเหี่ยว..... | 75 |
| 4.33 ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบจากตัวอย่างปลากะพงข้างปาน และตัวอย่างกลุ่มอาหารของปลากะพงข้างปาน..... | 77 |
| 4.34 ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบทั้งในตัวอย่างปลากะพงข้างปานและเหี่ยว..... | 78 |
| 4.35 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกที่พบจากตัวอย่างปลากะพงข้างปาน และตัวอย่างกลุ่มอาหารของปลากะพงข้างปาน..... | 80 |
| 4.36 เปรียบเทียบไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของ ปลากะพงข้างปานและเหี่ยว โดยใช้ Heatmap..... | 87 |
| 4.37 สายใยการกินอาหารของปลากะพงข้างปาน..... | 87 |

สารบัญตัวย่อ

| อักษรย่อ | ชื่อเต็ม |
|---------------------|---|
| <i>L. russellii</i> | <i>Lutjanus russellii</i> |
| MPs | Microplastic |
| TL | Trophic level |
| FTIR | Fourier Transform Infrared Spectroscopy |
| PE | Polyethylene |
| PP | Polypropylene |
| PS | Polystyrene |
| THf | Tetrahydrofuran |
| PVC | Polyvinyl chloride |
| PES | Polyester |
| LLDPE | Linear Low-Density Polyethylene |
| SBR | Styrene-Butadiene Rubber |
| CR | Chloroprene Rubber |
| PTFE | Polytetrafluoroethylene |
| CPE | Chlorinated polyethylene |
| PA | Polyamide |
| HDPE | High Density Polyethylene |
| NBR | Nitrile or Acrylonitrile-Butadiene Rubber |
| ABS | Acrylonitrile butadiene styrene |
| EVA | Ethylene-vinyl acetate |
| EVOH | Ethylene vinyl alcohol |
| PVDF | Polyvinylidene Fluoride |
| PE-PP | Polyethylene-Polypropylene |
| PVAL | Polyvinyl alcohol |
| POM | Polyoxymethylene |
| PU | Polyurethane |
| PAM | Polyacrylamide |
| PL | Polymer- Laden MPs |
| NaOH | Sodium Hydroxide |
| Cm | Centimetre |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญย่อ (ต่อ)

| อักษรย่อ | ชื่อเต็ม |
|----------|--|
| G | Gram |
| N | Numerical composition |
| W | Weight composition |
| F | frequency of occurrence |
| IRI | Percentage of index of relative importance |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปลากะพงข้างปาน (*Lutjanus russellii*) เป็นปลากินเนื้อ (carnivorous) ที่พบได้ทั่วไปตามแนวชายฝั่งทะเล บริเวณใกล้ปากแม่น้ำ ป่าชายเลน และแนวปะการัง ทั้งในอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ โดยกินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก ปลาขนาดเล็ก และสิ่งมีชีวิตบริเวณหน้าดิน เนื่องจากเป็นปลานักล่าที่อยู่ในลำดับบนของห่วงโซ่อาหาร จึงมีบทบาทสำคัญในการควบคุมประชากรของสิ่งมีชีวิตลำดับล่าง เพื่อช่วยรักษาสมดุลของระบบนิเวศทางทะเล ทั้งนี้ องค์ประกอบของอาหารที่ปลากะพงข้างปานกินเข้าไปสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่สำคัญในการประเมินความสมบูรณ์ของระบบนิเวศทางทะเล โดยเฉพาะเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของชนิดสัตว์น้ำในพื้นที่

ไมโครพลาสติก (Microplastics: MPs) เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่มีขนาดเล็กตั้งแต่ 1 นาโนเมตรจนถึง 5 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถแพร่กระจายได้ในแหล่งน้ำ ทะเล และพื้นที่ชายฝั่งทั่วโลก ปัจจุบันประเทศไทยได้รับการจัดอันดับให้เป็นประเทศที่มีการทิ้งขยะลงสู่ทะเลมากเป็นอันดับ 6 ของโลก ส่งผลให้ปัญหาขยะทะเล (marine debris) โดยเฉพาะไมโครพลาสติก กลายเป็นประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมที่ต้องได้รับความใส่ใจอย่างเร่งด่วน ไมโครพลาสติกซึ่งมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงสามารถปะปนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้ทั้งในระบบนิเวศบนบกและในน้ำ การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ใช้วิธีการกรองกินอาหาร ซึ่งอาจกลืนกินไมโครพลาสติกโดยไม่รู้ตัว ซึ่งไมโครพลาสติกสามารถดูดซับและนำพาสารพิษ เช่น สารเคมีอินทรีย์ตกค้างหรือโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตผ่านกระบวนการกินต่อเนื่องในห่วงโซ่อาหาร ทำให้สิ่งมีชีวิตในลำดับการกินที่สูงขึ้นได้รับสารปนเปื้อนสะสมเพิ่มขึ้นตามเวลา และหากเกิดการสะสมในระดับสูงเป็นเวลานาน อาจส่งผลกระทบต่อสรีรวิทยา การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และสุขภาพโดยรวมของสิ่งมีชีวิตนั้นในระยะยาว

จังหวัดชุมพร โดยเฉพาะบริเวณอำเภอปะทิว เป็นพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่มีความหลากหลายทางระบบนิเวศ เช่น ป่าชายเลนและแนวปะการัง ซึ่งเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำชายฝั่ง โดยเฉพาะปลากะพงข้างปานที่พบได้อย่างชุกชุมในพื้นที่ และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจในท้องถิ่น อีกทั้งจังหวัดชุมพรยังเป็นแหล่งทำการประมงชายฝั่งและประมงพาณิชย์ที่สำคัญของภาคใต้ ทำให้สามารถเก็บตัวอย่างปลากะพงข้างปานได้ในปริมาณที่เหมาะสม จากพื้นที่แนวปะการังและแนว

หินที่เป็นแหล่งอาศัยหลักของปลากะพงชนิดนี้ อย่างไรก็ตาม พื้นที่นี้กำลังเผชิญกับปัญหามลพิษทางเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทะเลจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การท่องเที่ยว และการทิ้งน้ำเสีย จากชุมชนและการเกษตร ส่งผลให้เกิดการสะสมไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทางน้ำ การเลือกพื้นที่ จังหวัดชุมพรจึงมีความเหมาะสมในการศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารของ ปลากะพงข้างปาน เพื่อประเมินระดับความเสี่ยงทางระบบนิเวศและเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการ แก้ไขปัญหาการจัดการทรัพยากรทางทะเลอย่างยั่งยืนได้

ปัจจุบัน การทิ้งขยะลงสู่แหล่งน้ำ การทำประมงในบริเวณชายฝั่งและการทำประมงเชิงพาณิชย์ ล้วนส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทางทะเล ดังนั้น การศึกษาพฤติกรรม การกินอาหารของปลากะพงข้างปาน รวมทั้งการวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารภายในระบบ ทางเดินอาหารของปลาชนิดนี้ จึงถือเป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีความสำคัญ เนื่องจากสามารถนำมาใช้ ตรวจสอบการส่งผ่านของไมโครพลาสติก ผ่านลำดับการกินในห่วงโซ่อาหาร ตั้งแต่สิ่งมีชีวิตลำดับล่าง ไปจนถึงผู้ล่าลำดับบน นอกจากนี้ปลากะพงข้างปานจัดเป็นปลากินเนื้อที่กินเหยื่อได้หลายชนิด และ อยู่ในตำแหน่งลำดับบนของห่วงโซ่อาหาร ด้วยเหตุนี้การศึกษาองค์ประกอบของอาหารในระบบ ทางเดินอาหารจึงช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ของการกินอาหารตามธรรมชาติ และการปนเปื้อนของ ไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารทางทะเลได้ดียิ่งขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอาหารของปลากะพงข้างปาน เช่น ฤดูกาล และความหลากหลายของเหยื่อ รวมถึงการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหาร ผ่านการกิน เพื่อทำความเข้าใจผลกระทบของมลพิษทางทะเลที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ จึงแบ่ง ออกเป็นประเด็น ดังนี้

- 1.2.1 เพื่อศึกษาองค์ประกอบชนิดของอาหารในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน
- 1.2.2 เพื่อศึกษาจำนวน รูปร่าง สี และชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในปลากะพงข้างปาน และเหยื่อ
- 1.2.3 เพื่อศึกษาการถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากเหยื่อไปยังผู้ล่าในห่วงโซ่อาหาร

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

จากการศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารของปลากะพงข้างปาน ซึ่งเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของจังหวัดชุมพร พบว่า เหยื่อของปลาชนิดนี้ เช่น กุ้ง ปู และ ปลาขนาดเล็ก มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกภายในร่างกาย โดยไมโครพลาสติกเหล่านี้มีแหล่งที่มา จากสิ่งแวดล้อมทางทะเล เช่น ตะกอนดิน ทราย และเศษชิ้นส่วนไมโครพลาสติกที่แขวนลอยในน้ำ ซึ่งสัตว์หน้าดินหรือสัตว์ที่กินอาหารแบบกรองกินอาจกลืนกินเข้าไปโดยไม่ตั้งใจ เมื่อระบบทางเดิน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีไมโครพลาสติกตกค้างอยู่ ปลากระพงข้างปานในฐานะผู้ล่าที่อยู่ในลำดับบนของห่วงโซ่อาหารจึงสามารถได้รับไมโครพลาสติกผ่านการกินเหยื่อโดยตรง ซึ่งเป็นการถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากสิ่งมีชีวิตลำดับล่างสู่สิ่งมีชีวิตลำดับบนในระบบนิเวศทางทะเล โดยในการศึกษานี้ได้วิเคราะห์การถ่ายทอดดังกล่าวผ่านการจำแนกรูปร่างของไมโครพลาสติก ชนิดของพอลิเมอร์ และขนาดของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบทั้งในตัวปลาและในเหยื่อ เพื่อศึกษาการถ่ายทอดภายในห่วงโซ่อาหารของปลากระพงข้างปาน ดังนี้

1.3.1 รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างทั้งเหยื่อและปลากระพงข้างปาน ต้องเป็นรูปร่างเดียวกัน

1.3.2 ชนิดของพอลิเมอร์ชนิดหลักที่พบในตัวอย่างทั้งเหยื่อและปลากระพงข้างปาน ต้องเป็นชนิดเดียวกัน

1.3.3 ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในเหยื่อต้องมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในปลากระพงข้างปาน

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

ปลากระพงข้างปาน เป็นปลานักล่าที่พบได้ในน่านน้ำเขตร้อนและเขตอบอุ่นทั่วโลก โดยเฉพาะในมหาสมุทรอินเดียและแปซิฟิกตะวันตก มีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศทางทะเล ในฐานะสัตว์ผู้ล่าลำดับบน ซึ่งหมายความว่าปลากระพงข้างปานสามารถเป็นทั้งปลาผู้ล่าของสัตว์ที่มีขนาดเล็กกว่า และเป็นเหยื่อของนักล่าที่กินสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่กว่า ปลากระพงข้างปานเป็นปลาที่กินเหยื่อได้หลากหลายชนิด ตั้งแต่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น กุ้ง, ปู และเคย ไปจนถึงปลาขนาดเล็ก การที่ปลากระพงข้างปานสามารถปรับตัวกินอาหารได้หลายชนิด ทำให้เป็นตัวชี้วัดสำคัญของระบบนิเวศทางทะเล ดังนั้นการตรวจพบสารปนเปื้อนที่เป็นอันตรายในปลาชนิดนี้ อาจบ่งชี้ถึงระดับของมลพิษที่มีการแพร่กระจายในแหล่งอาศัยตามธรรมชาติ (Bax, 1998)

ประเทศไทยได้รับการจัดอันดับให้เป็นหนึ่งในประเทศที่มีปัญหาการทิ้งขยะลงสู่ทะเลในระดับสูง (Barnes *et al.*, 2009; Horton and Dixon, 2018; Horton *et al.*, 2017; Jambeck *et al.*, 2018; Jiang, 2018) โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นพื้นที่รอยต่อระหว่างปากแม่น้ำและทะเลอ่าวไทยตอนบน ซึ่งมีลักษณะเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมและมีการคมนาคมทางน้ำสูง ทั้งยังเป็นทางผ่านของมลพิษต่าง ๆ รวมถึงขยะพลาสติกขนาดต่าง ๆ จึงส่งผลให้พื้นที่บริเวณนี้มีการสะสมของไมโครพลาสติกเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ ในภาคตะวันออกของประเทศ โดยเฉพาะจังหวัดชลบุรี ระยอง และตราด ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของกิจกรรมอุตสาหกรรม การประมง และ

การท่องเที่ยวสูง พบไมโครพลาสติกในตะกอนบริเวณชายหาดในปริมาณค่อนข้างสูง โดยชนิดที่พบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ผ่านการอนุมัติทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากที่สุด ได้แก่ เส้นใย และเศษพลาสติกขนาดเล็ก ซึ่งมีหลากหลายสี เช่น สีใส น้ำเงิน และดำ ในขณะเดียวกัน บริเวณพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย โดยเฉพาะจังหวัดชุมพร ซึ่งเป็นแหล่งประมงสำคัญของประเทศ ก็มีรายงานการตรวจพบไมโครพลาสติกในตะกอนทรายในระดับสูงเช่นกัน โดยชนิดที่พบมากที่สุดคือเส้นใย และมีสีดำเป็นสีหลักที่ตรวจพบ (Jualaong *et al.*, 2021; Ta and Babel, 2020; Thepwilai *et al.*, 2021) การสะสมของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมชายฝั่งไม่เพียงก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและเคมีต่อระบบนิเวศ แต่ยังส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในลำดับล่างของห่วงโซ่อาหาร เช่น แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และปลาขนาดเล็ก ซึ่งอาจกินกินไมโครพลาสติกโดยไม่รู้ตัว เมื่อสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ถูกล่าโดยผู้ล่าลำดับสูงกว่า เช่น ปลากระพงข้างปาน จึงนำไปสู่การถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากลำดับล่างสู่ลำดับบนของห่วงโซ่อาหาร ซึ่งให้เห็นว่าการสะสมในร่างกายสัตว์น้ำ และอาจส่งผลกระทบต่อมนุษย์ในฐานะสิ่งมีชีวิตลำดับสุดท้าย

จากสมมติฐานของการศึกษาหากมีการถ่ายทอดไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหาร ไมโครพลาสติกทั้งในเหยื่อและผู้ล่าต้องมีรูปร่าง และชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกแบบเดียวกัน และขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในผู้ล่าจะต้องมีขนาดเล็กกว่าที่พบในเหยื่อ เนื่องจากไมโครพลาสติกที่เข้าสู่ระบบทางเดินอาหารของเหยื่อในลำดับแรก เกิดการแตกหักเป็นชิ้นที่มีขนาดเล็กลงจากกระบวนการย่อยอาหารภายในร่างกายของเหยื่อเองก่อน เมื่อผู้ล่ากินเหยื่อที่มีไมโครพลาสติกค้างอยู่ อาจส่งผลให้ไมโครพลาสติกแตกหักเพิ่มเติมหรือย่อยเป็นชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กลงไปอีก จึงส่งผลให้ไมโครพลาสติกที่พบในผู้ล่ามีขนาดเล็กกว่าที่พบในเหยื่อ และเพื่อพิสูจน์สมมติฐานดังกล่าวจึงได้ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของขนาดไมโครพลาสติกที่พบในลำไส้ของปลากระพงข้างปาน ซึ่งเป็นผู้ล่าเพื่อเปรียบเทียบกับขนาดของไมโครพลาสติกที่มีรูปร่าง และชนิดเดียวกันที่พบในเหยื่อแต่ละชนิดที่ปลากระพงข้างปานกินเป็นอาหาร (Farrell and Nelson, 2013; Santana *et al.*, 2017; Setala *et al.*, 2014)

1.5 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารของปลากระพงข้างปาน โดยมีพื้นที่ศึกษาอยู่ในบริเวณจังหวัดชุมพร ซึ่งเป็นแหล่งทำประมงที่สำคัญ และมีแนวโน้มที่จะพบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตทางทะเล โดยมุ่งเน้นไปที่ปลากระพงข้างปาน และ เหยื่อ ได้แก่ ปลา *Stolephorus* sp. และปลา *Sphyraena* sp., กุ้ง *Penaeus* sp. และกุ้ง *Metapenaeus* sp., เคย *Acetes* sp. และเคย *Mesopodopsis* sp., กุ้ง *Harpisquilla* sp. และปู *Portunus* sp. โดยศึกษาอาหารในระบบทางเดินอาหารของปลากระพงข้างปานภายในห้องปฏิบัติการ จากจำนวนของอาหาร (numerical composition: N) ปริมาณอาหาร (weight composition: W) และความถี่ของอาหารที่พบ (frequency of occurrence: F) ก่อนนำข้อมูลที่ได้มาศึกษาความสัมพันธ์ของอาหารแต่ละชนิด (percentage of index of relative importance: IRI) การศึกษานี้มีเป้าหมาย เพื่อวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่ภายนอกการวิจัย
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การถ่ายทอดของไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารทางทะเล โดยมุ่งเน้นที่ความสัมพันธ์ระหว่างปลาพะพงข้างปาน ซึ่งเป็นปลาผู้ล่ากับสัตว์น้ำกลุ่มเหยื่อที่ถูกกิน ตัวอย่างปลาและเหยื่อจะถูกนำมาวิเคราะห์ไมโครพลาสติกที่พบภายในร่างกาย โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ Olympus BX51 เพื่อแยก รูปร่าง สี และขนาดของไมโครพลาสติก และใช้เทคนิค Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy เพื่อระบุชนิดของพอลิเมอร์ที่พบ จากนั้นจึงนำข้อมูลรูปร่าง ขนาด และชนิดของพอลิเมอร์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับกัน โดยใช้ สถิติ Mann-Whitney U Test เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดของไมโครพลาสติกระหว่างปลาผู้ล่าและเหยื่อ เพื่อประเมินโอกาสของการถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากเหยื่อไปยังปลาผู้ล่า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปลากระพงข้างปาน (*Lutjanus russellii*)

ปลากระพงข้างปาน เป็นปลากระดูกแข็งที่มีรูปร่างเพรียวยาวและแบนด้านข้าง หัวใหญ่ ปากกว้าง ริมฝีปากหนา กระดูกหน้าแก้มเป็นหยักเล็ก ๆ ฟันมีลักษณะเป็นซี่เล็ก ๆ คล้ายเลื่อย ใช้สำหรับบดและกัดเหยื่อเป็นอาหาร ครีบหลังมีฐานครีบยาว ครีบอกยาวปลายแหลม ครีบหางเว้า เล็กน้อย จุดเด่นที่สำคัญคือบนเส้นข้างตัวมีจุดแต้มสีดำรูปไข่ 1 จุด (รูปที่ 2.1) ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของสายพันธุ์ ปลากระพงข้างปานเป็นปลาน้ำเค็มที่สามารถปรับตัวให้อาศัยอยู่ในน้ำกร่อยหรือน้ำจืดได้ มีแหล่งที่อยู่อาศัยและพบการกระจายพันธุ์ในมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิก ตั้งแต่ชายฝั่งแอฟริกาตะวันออกไปจนถึงออสเตรเลียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมถึงในประเทศไทยทั้งทางฝั่งทะเลอันดามันและอ่าวไทย โดยทั่วไปปลากระพงข้างปานสามารถพบได้ในแนวชายฝั่งทะเลใกล้ปากแม่น้ำ ป่าชายเลน และแนวปะการัง ในอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ ปลากระพงข้างปานสามารถพบได้ในบริเวณน้ำตื้นถึงน้ำลึกปานกลาง โดยมีรายงานการพบในระดับความลึกตั้งแต่ประมาณ 5–12 เมตร ซึ่งเป็นช่วงความลึกที่พบได้ทั่วไปบริเวณแนวชายฝั่งที่มีโครงสร้างพื้นที่ตื้นน้ำที่หลากหลาย เช่น แนวปะการัง ซากหิน หรือแหล่งอาศัยของสัตว์หน้าดิน ทั้งนี้ลูกปลาวัยอ่อนมักอาศัยอยู่บริเวณปากแม่น้ำและป่าชายเลน ก่อนจะย้ายออกไปหาอาหารในแนวปะการังเมื่อโตเต็มวัย ปลากระพงข้างปานเป็นปลากินเนื้อ อาหารหลักของปลากระพงประกอบด้วย ปลาขนาดเล็ก แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เนื่องจากปลากระพงเป็นปลาที่กินอาหารได้หลากหลายชนิดกินสิ่งมีชีวิตที่เล็กกว่าเป็นอาหาร (Allen, 1985; Chan *et al.*, 2019) ในประเทศไทยมีการศึกษาความหลากหลายของชนิดปลาบริเวณแนวปะการังในเขตอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ โดยครอบคลุมพื้นที่สำรวจจำนวน 8 สถานี ใน 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี ระยอง และตราด ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีแหล่งแนวปะการังชายฝั่งและมีความหลากหลายทางระบบนิเวศสูง เพื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐานด้านชนิดพันธุ์ปลาและการประเมินสถานภาพของทรัพยากรแนวปะการังในเขตทะเลไทย (รูปที่ 2.2) ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 5 เมตร จนถึงระดับความลึก 12 เมตร พบวงศ์ปลากระพง (Lutjanidae) จำนวน 9 สปีชีส์ ได้แก่ *Lutjanus argentimaculatus*, *L. carponotatus*, *L. decussatus*, *L. fulviflamma*, *L. johnii*, *L. lemniscatus*, *L. lutjanus*, *L. russellii* และ *L. vitta* จากการสำรวจชนิดปลาบริเวณแนวปะการังในเขตอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ พบปลากระพงข้างปาน ซึ่งเป็นหนึ่งใน 9 สปีชีส์ที่อยู่ในวงศ์

ปลากระพง โดยมีรายงานการพบปลากระพงข้างปานในแนวปะการังจำนวน 5 สถานี กระจายอยู่ในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี และระยอง ซึ่งพื้นที่เหล่านี้เป็นแหล่งแนวปะการังที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงและมีความสำคัญต่อระบบนิเวศ (ตารางที่ 2.1) จากข้อมูลการสำรวจในหลายพื้นที่พบว่าปลากะพงข้างปานเป็นชนิดปลาที่มีการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวางในทะเลของประเทศไทย โดยสามารถพบได้ในแหล่งอาศัยตามธรรมชาติหลากหลายประเภท เช่น แนวปะการัง ไซดหิน และพื้นที่หน้าดินบริเวณชายฝั่งทั้งในอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ ซึ่งเป็นระบบนิเวศที่มีความอุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ซึ่งลักษณะของแหล่งอาศัยดังกล่าวจึงเอื้อต่อการพบของปลากะพงข้างปานในฐานะผู้ล่าอันดับบนของห่วงโซ่อาหาร ที่มักกินสัตว์หน้าดินหรือสัตว์ขนาดเล็กที่พบในบริเวณเดียวกัน (Satapoomin, 2000)



รูปที่ 2.1 ภาพถ่ายของปลากะพงข้างปาน

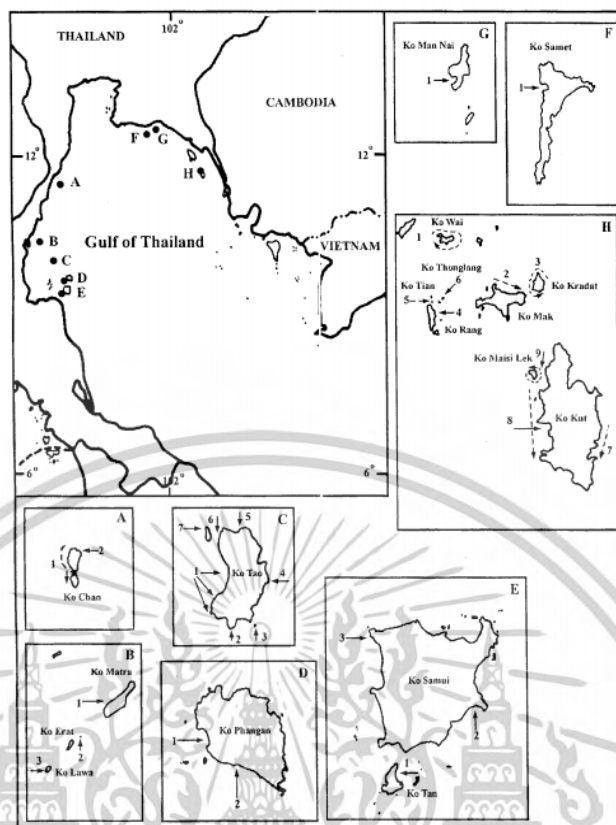
ที่มา: www.google.com/search/ปลากะพงข้างปาน

ตารางที่ 2.1 สำรวจชนิดปลาบริเวณแนวปะการังของอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ พบปลากะพงข้างปานกระจายอยู่ใน 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (สถานี A: เกาะจาน), จังหวัดสุราษฎร์ธานี (สถานี C: เกาะเต่า, D: เกาะพะงัน และ E: เกาะสมุย) และจังหวัดระยอง (สถานี F: เกาะเสม็ด)

| taxa | Site | | | | | | | | Distribution |
|---------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|--------------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | |
| <i>Lutjanus russellii</i> | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | INWP |

ที่มา: Satapoomin (2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 สถานที่ศึกษาปลาในแนวปะการังของอ่าวไทยและทะเลจีนใต้จำนวน 8 สถานี ใน 5 จังหวัด ประกอบด้วย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี ระยอง และตราด
ที่มา: Satapoomin (2000)

2.1.1 องค์ประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของปลากะพง (Lutjanidae)

การศึกษาส่วนประกอบของอาหารในกระเพาะปลากะพงเป็นความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาที่ช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมการกินของปลาได้ดียิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นชนิดของอาหารที่กิน การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการกินตามอายุหรือขนาดของปลา ตลอดจนการแข่งขันเพื่อแย่งชิงอาหารทั้งภายในสายพันธุ์เดียวกันและระหว่างสายพันธุ์ต่าง ๆ นอกจากนี้องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะปลายังสามารถสะท้อนถึงความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรและระบบนิเวศในแหล่งที่อยู่อาศัย ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ประเมินสถานะของทรัพยากรธรรมชาติ รวมถึงช่วยวางแผนการจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.1 การศึกษาองค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลากะพงเมื่อศึกษาจากปลาต่างชนิด

การศึกษาองค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหาร โดย Nuraini *et al.* (2007) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารของปลากะพงข้างปาน ซึ่งเก็บตัวอย่างจากพื้นที่จำนวน 3 บริเวณในอ่าวบันเทิน ประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งเป็นพื้นที่ชายฝั่งที่มีลักษณะน้ำตื้นและมีแหล่งหญ้าทะเลที่อุดมสมบูรณ์ ซึ่งถือเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยสำคัญของสัตว์น้ำวัยอ่อนและสัตว์น้ำจำพวกกุ้ง, ปู และปลาขนาดเล็ก โดยสุ่มเก็บตัวอย่างโดยใช้อวนลากในบริเวณแหล่งหญ้าทะเล เก็บรักษาตัวอย่างด้วยสารบัฟเฟอร์ฟอร์มาลดีไฮด์ 4% และทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารในระบบทางเดินอาหารของปลา จากการตรวจสอบองค์ประกอบอาหารในกระเพาะของปลากะพงข้างปาน พบว่าอาหารหลักประกอบด้วยปลา ปู และกุ้ง โดยผลการวิเคราะห์ชี้ว่า กุ้งเป็นแหล่งอาหารหลัก ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง 80.7% ของอาหารทั้งหมดที่พบในกระเพาะอาหาร ซึ่งพบมากที่สุดเมื่อเทียบกับอาหารกลุ่มอื่น (ตารางที่ 2.2) ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าปลากะพงข้างปาน มีการกินอาหารแบบนักล่า และกินกุ้งเป็นอาหารหลักในแหล่งที่อยู่อาศัยบริเวณหญ้าทะเล ซึ่งสะท้อนถึงบทบาทสำคัญในระบบนิเวศ (Nuraini *et al.*, 2007)

ตารางที่ 2.2 แสดงอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน ในอ่าวบันเทิน ประเทศอินโดนีเซีย

| | F (%) | W (%) | N (%) | IRI (%) |
|---------------------------|-------|-------|-------|---------|
| <i>Lutjanus russellii</i> | | | | |
| Shrimp | 83.2 | 67.3 | 90.9 | 80.7 |
| Fish | 13.9 | 30.3 | 7.1 | 17.1 |
| Crab | 1.0 | 2.7 | 1.1 | 1.7 |
| Other | 1.0 | 0.0 | 0.6 | 0.5 |

ที่มา: Nuraini *et al.* (2007)

นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาถึงพฤติกรรมการกินอาหารของปลาชนิดอื่นในสกุล *Lutjanus* ซึ่งมีการกินอาหารที่คล้ายคลึงกับปลากะพงข้างปาน โดยเฉพาะในกลุ่มอาหารจำพวกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและปลาขนาดเล็ก โดย Kamukuru and Mgaya (2004) ได้ศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารของปลากะพง *L. fulviflamma* โดยเก็บตัวอย่างจาก 4 พื้นที่ภายในหมู่เกาะมาเฟีย ซึ่งตั้งอยู่ทางตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใต้ของประเทศแทนซาเนีย บนชายฝั่งตะวันออกของทวีปแอฟริกา พื้นที่นี้มีลักษณะเป็นระบบนิเวศชายฝั่งแบบน้ำตื้น ที่อุดมสมบูรณ์ด้วยทรัพยากรทางทะเลหลากหลายชนิด เช่น แนวปะการัง ป่าชายเลน และแหล่งหญ้าทะเล การศึกษาวิจัยวิเคราะห์องค์ประกอบอาหารในระบบทางเดินอาหารของปลาโดยใช้ดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ (IRI – Relative Importance Index) ผลการศึกษาพบว่าอาหารหลักของปลากะพง *L. fulvivflamma* คือปู ซึ่งมีสัดส่วน 47.9 % ของอาหารทั้งหมดที่พบในกระเพาะอาหาร รองลงมาคือปลากระดูกแข็งขนาดเล็ก กุ้ง กุ้ง และครัสเตเชียนชนิดอื่น ๆ (ตารางที่ 2.3) (Kamukuru and Mgaya, 2004)

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลการกินอาหารของปลากะพง *L. fulvivflamma* จากประเทศแทนซาเนีย โดยแสดงปริมาณอาหารที่วิเคราะห์ค่าดัชนีความสำคัญของกลุ่มอาหารแต่ละชนิด

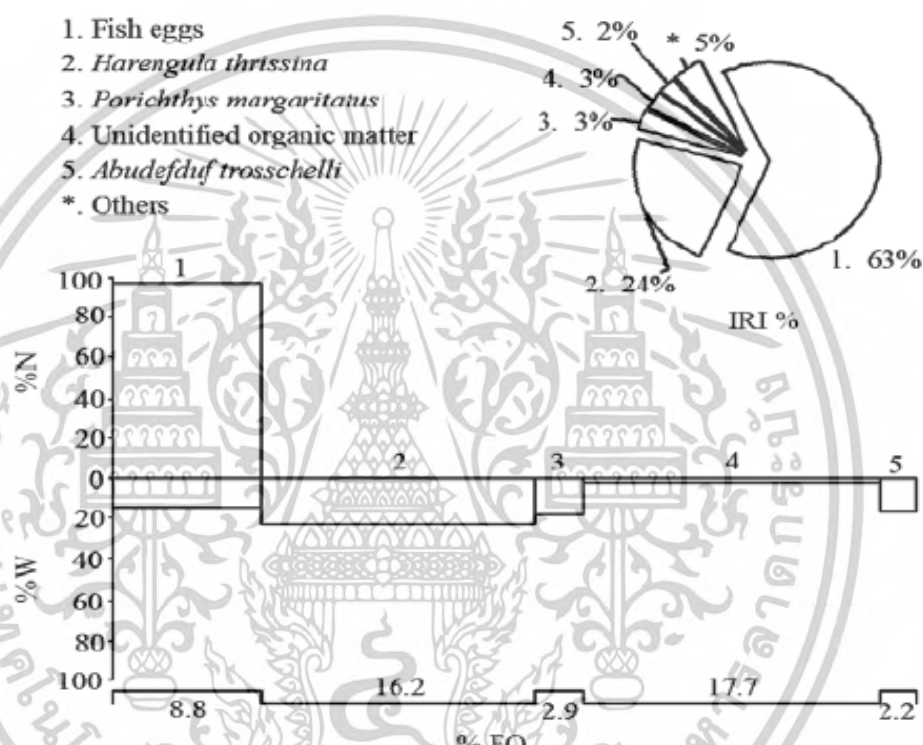
| Prey group | Study area | | | | P | All stations |
|---------------------|---|--|--|--|-----|--------------|
| | Jujima Bay 222.6 ± 1 mm ^a TL (n = 646) | Chole Bay 221.2 ± 1 mm ^a TL (n = 628) | Mfaruni 164.5 ± 1 mm ^b TL (n = 614) | Tumbuju 169.6 ± 1 mm ^c TL (n = 621) | | |
| Brachyura | 41.1 | 52.4 | 48.6 | 37.2 | NS | 47.9 |
| Teleost | 21.6 ^a | 18.5 ^a | 7.6 ^b | 8.8 ^b | *** | 15.9 |
| Stomatopoda | 22.1 | 18.8 | 4.2 | 5.4 | NS | 14.4 |
| Decapoda | 3.5 ^a | 1.5 ^a | 23.5 ^b | 29.3 ^b | *** | 8.9 |
| Micro-crustacea | 8.0 | 6.0 | 4.3 | 11.4 | NS | 7.6 |
| Miscellaneous | 2.6 ^a | 1.0 ^b | 6.0 ^a | 2.8 ^{ab} | *** | 2.6 |
| Mollusca | 0.5 | 0.8 | 2.4 | 2.1 | NS | 1.2 |
| Other crustaceans | 0.2 ^a | 0.2 ^a | 2.6 ^b | 2.3 ^b | *** | 0.8 |
| Annelida | 0.3 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | NS | 0.4 |
| Echiura & Sipuncula | 0.1 ^a | 0.1 ^a | 0.6 ^b | 0.3 ^{ab} | | 0.2 |

Values that are significantly different have different superscript letters in each row following one-way ANOVA and SNK test. NS, not significant; df = 3, ±SE, standard error; n, number of fish. * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001.

ที่มา: Kamukuru and Mgaya (2004)

การศึกษากินอาหารของปลากะพง *L. argentiventris* จากพื้นที่ใกล้เคียงกัน 6 บริเวณในอ่าวลาปาซ ประเทศเม็กซิโก เป็นบริเวณที่ตั้งอยู่ทางชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรบาฮากาลิฟอร์เนีย โดยมีลักษณะพื้นที่เป็นอ่าวน้ำตื้นแบบกึ่งปิด มีระบบนิเวศชายฝั่งที่หลากหลาย เช่น แนวหญ้าทะเล แนวปะการัง หาดโคลน และบริเวณป่าชายเลน ซึ่งเป็นเขตที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง โดยเฉพาะสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก และแพลงก์ตอน และเป็นพื้นที่เพาะพันธุ์และอนุบาลของปลาและสัตว์น้ำวัยอ่อนจำนวนมาก ทำให้ไข่ปลาและลูกปลามีความหนาแน่นสูงในบางฤดูกาล Vazquez *et al.* (2008) ได้ทำการเก็บตัวอย่างปลากะพงด้วยอุปกรณ์ประมงหลายชนิดศึกษาระบบทางเดินอาหารของปลากะพง *L. argentiventris* เก็บระบบทางเดินอาหารไปวิเคราะห์หาค่า IRI จากการศึกษาค่าประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลากะพง *L. argentiventris* พบสิ่งมีชีวิตประกอบไปด้วยปลา ปู หมึก กุ้ง หอย และไข่ปลา ซึ่งไข่ปลาเป็นองค์ประกอบหลักของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่พบมากที่สุดในการเพาะ คัดเป็น 63.6% รองลงมาจะเป็นอาหารประเภทปลาซาร์ดีน (รูปที่ 2.3) ปลากระพง *L. argentiventris* กินอาหารหลากหลายชนิด แต่ไข่ปลาซึ่งพบในการเพาะอาหารมากกว่ากลุ่มอาหารอื่นจึงอาจถือเป็นแหล่งอาหารหลัก ซึ่งอาจสะท้อนถึงความพร้อมของแหล่งอาหารในบริเวณที่อยู่อาศัย โดยการเลือกกินไข่ปลาอาจเกิดจากความซุกซมหรือความอุดมสมบูรณ์ของไข่ปลาในพื้นที่ ทำให้สามารถเข้าถึงได้ง่ายกว่าชนิดอาหารอื่น (Vazquez *et al.*, 2008)



รูปที่ 2.3 ชนิดและเปอร์เซ็นต์อาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากระพง *L. argentiventris* ประเทศเม็กซิโก

ที่มา: Vazquez *et al.* (2008)

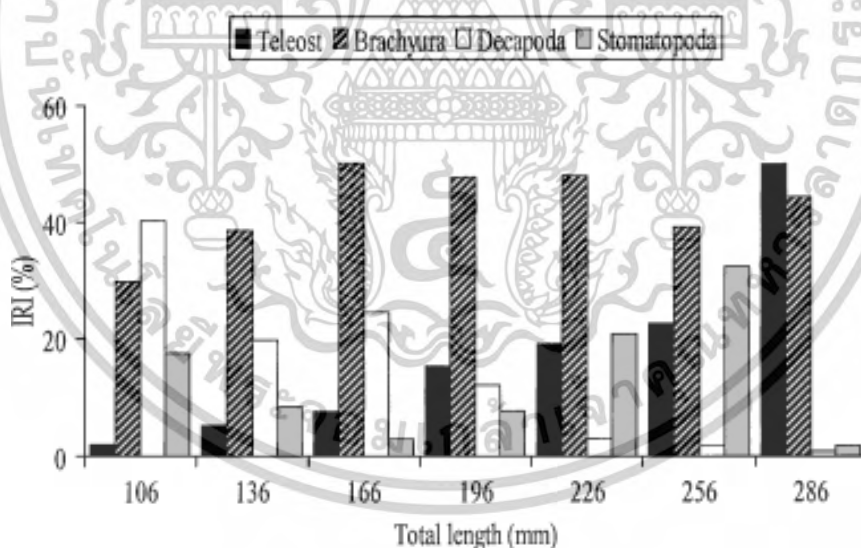
ปลากระพงเป็นปลาชนิดหนึ่งที่สำคัญต่อระบบนิเวศในทะเลและมหาสมุทร โดยเฉพาะความสัมพันธ์ในด้านการกินอาหาร (Bax, 1998) การศึกษาองค์ประกอบของอาหารในการเพาะอาหารของปลากระพง โดยศึกษาตัวอย่างจากปลากระพงต่างชนิดที่มีถิ่นอาศัยแตกต่างกัน เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการทำความเข้าใจความหลากหลายของชนิดอาหารที่ปลากระพงกินเข้าไป โดยเฉพาะเมื่อมีการเปรียบเทียบระหว่างชนิด เช่น ปลากระพงข้างปาน, *L. fulviflamma* หรือ *L. synagris* โดยกลุ่มเหยื่อที่เป็นอาหารจะประกอบไปด้วย ปลาขนาดเล็ก ปู กุ้ง หมึก และ ครัสเตเชียนอื่น ๆ (Kamukuru and Mgaya, 2004; Nuraini *et al.*, 2007; Vazquez *et al.*, 2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นแม้ว่าปลาจะกินแต่ละชนิดจะอยู่ในวงศ์เดียวกัน แต่ลักษณะการเลือกเหยื่ออาจมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านต่าง ๆ เช่น ถิ่นที่อยู่อาศัย ขนาดของปลา ฤดูกาล และความพร้อมของแหล่งอาหารในแต่ละพื้นที่ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีบทบาทสำคัญต่อองค์ประกอบของอาหารที่พบในแต่ละชนิด

2.1.1.2 การศึกษาองค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลากะพงเมื่อปลา มีขนาดต่างกัน

การศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารของปลากะพงที่มีขนาดต่างกัน จากการศึกษาของ Kamukuru and Mgaya (2004) ที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของการกินอาหารกับขนาดของปลา พบว่าการกินอาหารของปลากะพง *L. fulviflamma* มีความแตกต่างกันตามขนาดของปลา โดยเฉพาะในองค์ประกอบอาหารที่พบในกระเพาะอาหาร โดยปลากะพง *L. fulviflamma* ขนาดเล็ก (ช่วงความยาวลำตัวน้อยกว่า 15 เซนติเมตร) มักกินแพลงก์ตอนสัตว์ หรือสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก ขณะที่ปลากะพง *L. fulviflamma* ขนาดใหญ่ (ช่วงความยาวมากกว่า 15 เซนติเมตร) มีแนวโน้มที่จะกินเหยื่อที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เช่น ปูหรือปลาขนาดเล็ก ซึ่งสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของชนิดอาหารที่ปลากะพง *L. fulviflamma* กินเข้าไปตามช่วงวัยที่มีการเปลี่ยนแปลง (รูปที่ 2.4) (Kamukuru and Mgaya, 2004)



รูปที่ 2.4 (%) IRI ต่อการเปลี่ยนแปลงของเหยื่อที่ศึกษาจากขนาดของ *L. fulviflamma* ที่มา: Kamukuru and Mgaya (2004)

จากการศึกษาของ Doncel and Paramo (2010) ได้ศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารของปลากะพง *L. synagris* โดยเก็บตัวอย่างจากเขตตอนเหนือของทะเลแคริบเบียน ประเทศโคลอมเบีย ซึ่งศึกษาปลากะพงหลายขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ ตรวจสอบองค์ประกอบของอาหาร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่พบในกระเพาะและเปรียบเทียบองค์ประกอบอาหารของปลาขนาดเล็ก และปลาขนาดใหญ่ จากการศึกษาพบว่าภายในกระเพาะอาหารของปลากระพง *L. synagris* มีทั้งตัวอย่างกระเพาะอาหารว่าง และตัวอย่างกระเพาะอาหารที่มีอาหารภายในกระเพาะอาหาร พฤติกรรมการกินอาหารที่หลากหลาย โดยอาหารที่พบจะประกอบไปด้วยปู, กุ้ง, กั้ง, หอย และปลา แม้ว่าชนิดของอาหารที่พบจะไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างปลาขนาดเล็กและปลาขนาดใหญ่ แต่ขนาดของเหยื่อมีแนวโน้ม เพิ่มขึ้นตามขนาดของปลา (รูปที่ 2.5) ซึ่งสะท้อนถึงการปรับตัวของปลาต่อแหล่งอาหารที่มีอยู่ในระบบนิเวศ (Doncel and Paramo, 2010)



รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของปลา *L. synagris* กับ IRI ของเหยื่อแต่ละกลุ่ม
ที่มา: Doncel and Paramo (2010)

จากการศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารของปลากระพงขนาดเล็กและขนาดใหญ่ พบว่า องค์ประกอบของเหยื่อหลักยังคงเหมือนกัน โดยอาหารที่กินประกอบด้วยปลาขนาดเล็ก, ปู, กุ้ง และ crustacean อื่น ๆ ซึ่งรูปแบบการกินอาหารของปลากระพงจะมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ระหว่างปลาขนาดเล็กและปลาขนาดใหญ่ โดยปลากระพงขนาดเล็กมักเน้นกินสัตว์จำพวก crustacean เช่น กุ้งและปูขนาดเล็ก ซึ่งหาได้ง่ายและเหมาะสมกับขนาดปาก และความสามารถในการกลืนเหยื่อที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจับเหยื่อของปลาว่ายอ่อน ในขณะที่ปลากะพงขนาดใหญ่มีแนวโน้มเปลี่ยนไปกินปลากระดูกแข็งขนาดเล็กมากขึ้น เนื่องจากเมื่อปลามีขนาดโตขึ้น โครงสร้างทางกายภาพ เช่น ขนาดปาก ความแข็งแรงของฟันและแรงกัดจะเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถล่าเหยื่อที่ว่ายน้ำได้เร็วหรือมีขนาดใหญ่ขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งปลายังเป็นแหล่งพลังงานที่ให้โปรตีนสูง จึงตอบสนองความต้องการทางสรีรวิทยาของปลาขนาดใหญ่ได้ดีกว่าอาหารจำพวกคริสต์เตียน (Doncel and Paramo, 2010; Kamukuru and Mgaya, 2004) นอกจากนี้พฤติกรรมการกินอาหารของปลากะพงมีความสำคัญต่อการทำความเข้าใจชีววิทยาและนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ เนื่องจากช่วยให้ทราบถึงบทบาทของปลากะพงในห่วงโซ่อาหาร การเปลี่ยนแปลงของแหล่งอาหารตามช่วงวัยของปลา และผลกระทบต่อสมดุลของระบบนิเวศ (Gerking, 1994)

2.1.2 การกินอาหารของเหยื่อที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพง (Lutjanidae)

ในระบบนิเวศสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีความสัมพันธ์กันผ่านห่วงโซ่อาหาร (Food chain) ซึ่งเชื่อมโยงทั้งพืชและสัตว์เข้าด้วยกัน ปลากะพงเป็นปลานักล่าที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศทางทะเลและน้ำจืด อาหารของปลากะพงมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับชนิด ขนาด อายุ และแหล่งที่อยู่อาศัย โดยทั่วไปปลากะพงเป็นสัตว์กินเนื้อ และกินเหยื่อที่หลากหลาย เช่น ปลาขนาดเล็ก, ปู, กุ้ง, กุ้ง และคริสต์เตียนชนิดต่าง ๆ (Doncel and Paramo, 2010; Kamukuru and Mgaya, 2004; Nuraini *et al.*, 2007; Vazquez *et al.*, 2008)

เคย (*Acetes* sp. และ *Mesopodopsis* sp.) เป็นสัตว์น้ำขนาดเล็กที่อาศัยบริเวณผิวน้ำ ตั้งแต่ชายฝั่งไปจนถึงน้ำลึก มีลักษณะคล้ายกุ้งแต่ตัวเล็กและบางกว่า โดยกินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร (Metillo *et al.*, 2015) และมักเป็นอาหารสำคัญของปลาและกุ้งหลายชนิด

กุ้ง (*Penaeus* sp. และ *Metapenaeus* sp.) มีพฤติกรรมการกินที่หลากหลายขึ้นอยู่กับแหล่งอาศัย โดยกินสัตว์ขนาดเล็ก เช่น โคพีพอด ตัวอ่อนหอยสองฝา และปู รวมถึงเศษซากอินทรีย์ ที่ย่อยสลายแล้ว ในระบบทางเดินอาหารของ *P. merguensis* ยังพบคริสต์เตียน, หอยกาบคู่, ไข่เดือนทะเล และสาหร่าย (Chong and Sasw Kumar, 1981; Wassenberg and Hill, 1993)

กั้ง (*Harpiosquilla* sp.) มักอาศัยอยู่ในทะเลโคลน ปากแม่น้ำ หรือแนวปะการัง หายใจด้วยเหงือกเช่นเดียวกับกุ้ง จัดอยู่ในไฟลัม Arthropoda โดยกินอาหารหลากหลายชนิด เช่น คริสต์เตียน และปลาขนาดเล็ก (Yan *et al.*, 2015)

ปู (*Portunus* sp.) พบแพร่กระจายกว้างขวางในเขตอินโด-แปซิฟิก (Kailola *et al.*, 1993) และมักอาศัยอยู่ในอ่าวตื้นที่มีพื้นเป็นทราย (Williams, 1981) มีพฤติกรรมการกินเนื้อเป็นหลัก โดยปูม้าวัยอ่อนจะกินคริสต์เตียนและหอยสองฝา ส่วนปูม้าที่โตเต็มวัยจะกินโพลีคีท คริสต์เตียน และยังพบ

กินพืชทะเลและหญ้าทะเล (Wu and Shin, 1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลา *Stolephorus* sp. เป็นปลาผิวน้ำขนาดเล็กที่มักอยู่รวมกันเป็นฝูง อาศัยบริเวณชายฝั่ง มีขนาดเฉลี่ย 2–5 เซนติเมตร โดยกินแพลงก์ตอน, โคพีพอด, กุ้งตัวเล็ก, สัตว์น้ำวัยอ่อน, รวมถึงสัตว์เปลือกแข็ง, หอย และปลาขนาดเล็ก (Rajani Gopal *et al.*, 2018)

ปลา *Sphyraena* sp. มีลำตัวเรียวยาว และมักอยู่รวมกันเป็นฝูง ปลาวัยอ่อนจะอาศัยร่วมกับปลาชนิดอื่น เช่น ปลากระตัก ตามแนวหินหรือปะการัง โดยกินสัตว์น้ำขนาดเล็กและครัสเตเชียน (Barreiros *et al.*, 2002)

ในธรรมชาติสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันในการดำรงชีวิต โดยสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมักใช้สิ่งมีชีวิตอีกชนิดเป็นแหล่งอาหาร และในขณะเดียวกันก็อาจเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตอื่นต่อไป กระบวนการนี้นำไปสู่การถ่ายทอดพลังงานและสารอาหารระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

2.2 ไมโครพลาสติก (MPs)

ไมโครพลาสติกสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ (primary microplastic) เป็นไมโครพลาสติกที่ถูกผลิตขึ้นมาโดยเฉพาะ เช่น ไมโครบีดส์ (microbeads) ซึ่งพบได้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ยาสีฟัน และน้ำยาทำความสะอาด และไมโครพลาสติกทุติยภูมิ (secondary microplastic) เกิดจากการสลายตัวของพลาสติกขนาดใหญ่ จนกลายเป็นชิ้นส่วนขนาดเล็ก ซึ่งสามารถแพร่กระจายไปในสิ่งแวดล้อมได้ง่าย โดยทั่วไปไมโครพลาสติกจะถูกจำแนกเป็นขยะพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร (Arthur *et al.*, 2009) และสามารถจำแนกได้ตามปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ แหล่งที่มา หรือบริเวณที่พบ เช่น ไมโครพลาสติกในทะเล น้ำจืด หรือในดิน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางของปัญหานี้ นอกจากนี้ยังสามารถจำแนกตามการใช้ประโยชน์ เช่น ไมโครพลาสติกในเครื่องสำอาง ในอุตสาหกรรมยานยนต์ หรือการเกษตร รวมถึงการจำแนกตามขนาดที่ไม่เกิน 5 มิลลิเมตร และสามารถแยกย่อยเป็นนาโนพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมโครเมตรได้อีกด้วย สำหรับรูปร่างของไมโครพลาสติกมักพบในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เส้นใย (fibers), ฟิล์ม (films), เม็ด (beads), หรือเศษพลาสติก (fragments) และสุดท้ายคือลักษณะองค์ประกอบของชนิดพอลิเมอร์ ซึ่งสามารถจำแนกตามชนิดพอลิเมอร์ของพลาสติก เช่น โพลีเอทิลีน (PE), โพลีโพรพิลีน (PP), และโพลีสไตรีน (PS) ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในผลิตภัณฑ์พลาสติกทั่วไป ปัจจุบันการใช้พลาสติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากคุณสมบัติที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ความทนทาน ราคาถูก และน้ำหนักเบา อย่างไรก็ตามมลพิษจากพลาสติกกลายเป็นปัญหาสำคัญระดับโลกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะกับสัตว์ทะเล, นก, เต่าทะเล และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเล (Digka *et al.*, 2018; Lusher *et al.*, 2013) การเพิ่มขึ้นของ

ไมโครพลาสติกในมหาสมุทรทำให้สิ่งมีชีวิตในทะเลเสี่ยงที่จะกลืนไมโครพลาสติกเหล่านี้เข้าไป เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ทำให้สัตว์น้ำกินไมโครพลาสติกไปโดยไม่ตั้งใจ จึงคิดว่าเป็นอาหารตามธรรมชาติ เช่น โคฟีพอด (Phillips and Bonner, 2015) เมื่อไมโครพลาสติกถูกกลืนเข้าไปในร่างกาย อาจถูกดูดซึมหรือสะสมในร่างกาย ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น การอุดตันในระบบทางเดินอาหาร ส่งผลกระทบต่อกระบวนการย่อยอาหาร และอาจอยู่ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตเป็นเวลานาน (Browne *et al.*, 2008; Browne *et al.*, 2010; Chan *et al.*, 2019; Herrera *et al.*, 2019) นอกจากนี้ยังมีการตรวจพบไมโครพลาสติกในสัตว์ทะเลที่เพาะเลี้ยงเพื่อการบริโภคของมนุษย์ เช่น หอยแมลงภู่และปลา (Azad *et al.*, 2018; Hongsawat *et al.*, 2024; Mercogliano *et al.*, 2020; Ta *et al.*, 2022; Van Cauwenberghe and Janssen, 2014) รวมถึงผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ได้จากทะเล เช่น เกลือ (Karbalaei *et al.*, 2019) ไมโครพลาสติกยังพบในกระเพาะอาหารของสิ่งมีชีวิตในทะเล ตั้งแต่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังไปจนถึงสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น แพลงก์ตอนสัตว์, หอยสองฝา, สัตว์น้ำที่มีเปลือกแข็ง, ปะการัง, ปลา และนกทะเล โดยพบในแหล่งอาศัยต่าง ๆ เช่น น้ำจืด น้ำกร่อย ทะเล แนวปะการัง ฝิวน้ำ พื้นท้องน้ำ และน้ำลึก (Chan *et al.*, 2019; Digka *et al.*, 2018) เมื่อไมโครพลาสติกเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารอาจถูกส่งต่อไปยังผู้ล่าที่อยู่ในระดับสูงขึ้นรวมถึงมนุษย์ (Chan *et al.*, 2019)

2.2.1 การศึกษาไมโครพลาสติกในตะกอนดินของประเทศไทย

ปัจจุบันในประเทศไทยมีการศึกษาไมโครพลาสติกในบริเวณชายหาด ซึ่งเป็นพื้นที่สำคัญทางเศรษฐกิจที่ใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การพักผ่อน การประมงพาณิชย์ การจราจรทางน้ำ และอุตสาหกรรมในประเทศ กิจกรรมเหล่านี้มักส่งผลกระทบจากการทิ้งขยะพลาสติก โดยเฉพาะพลาสติกขนาดเล็กที่มักถูกมองข้ามในการเก็บและทำความสะอาด ทำให้เกิดการสะสมอย่างต่อเนื่องในพื้นที่ชายหาดและทะเล (de Carvalho Aguiar *et al.*, 2016; Jambeck *et al.*, 2015; Nitivattananon and Srinonil, 2019) งานวิจัยหลายชิ้นที่ศึกษาไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตแสดงให้เห็นถึงการสะสมไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น การกินอาหาร ที่มีบทบาทสำคัญต่อการสะสมของไมโครพลาสติกผ่านการกิน โดยเฉพาะในสิ่งมีชีวิตที่กินอาหารจากหน้าดินหรือแพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีโอกาสปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูง และถิ่นที่อยู่อาศัย เช่น พื้นที่ชายฝั่ง แนวปะการัง ที่มักมีการสะสมของขยะพลาสติกจากกิจกรรมของมนุษย์ จึงเป็นแหล่งสะสมไมโครพลาสติกสำคัญ นอกจากนี้ พฤติกรรมการใช้พื้นที่ของสิ่งมีชีวิต เช่น การเคลื่อนไหวเพื่อหาอาหารหรือการอยู่อาศัยประจำในพื้นที่ที่มีมลภาวะ จะยิ่งเพิ่มความเสี่ยงในการได้รับไมโครพลาสติกเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งปัจจัยทั้งหมดนี้ทำให้เกิดการถ่ายทอดไมโครพลาสติกในระดับห่วงโซ่อาหารทะเลได้อย่างต่อเนื่อง และบริเวณป่าชายเลนซึ่งเป็นระบบนิเวศที่สำคัญเชื่อมโยงระหว่างแผ่นดินและทะเล ทำหน้าที่เป็นแหล่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารและที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำในเขตน้ำขึ้นน้ำลง การปนเปื้อนของเศษพลาสติกในตะกอนดินในป่าชายเลนก็เป็นปัญหาที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ (Pradit *et al.*, 2022; Zheng *et al.*, 2018) นอกจากนี้พบว่าแหล่งสะสมไมโครพลาสติกในบริเวณชายฝั่งของประเทศไทยมีความแตกต่างกันตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ ซึ่งส่งผลต่อการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต โดยบริเวณชายหาดในจังหวัดจันทบุรี ชลบุรี ระยอง และตราด ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีทั้งกิจกรรมท่องเที่ยวชายฝั่ง การประมงพื้นบ้าน และโรงงานอุตสาหกรรม พบไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นใยและเศษชิ้นส่วนที่หลากหลายสี (Jualaong *et al.*, 2021) ในพื้นที่จังหวัดชุมพร โดยเฉพาะบริเวณชายหาดที่อยู่ใกล้ชุมชนและมีการทำประมงเป็นจำนวนมาก มีการตรวจพบไมโครพลาสติกในปริมาณสูงถึง 253 ± 78 ชิ้น/กิโลกรัม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเส้นใยและเศษพลาสติกขนาดเล็กหลากหลายสี เช่น โปรงใส ขาว ดำ น้ำเงิน และแดง (Thepwilai *et al.*, 2021) ปริมาณไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในระดับสูงนี้สะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบริเวณชายฝั่ง เช่น การทิ้งขยะจากชุมชน การทำประมง และการขนส่งทางทะเล รวมถึงการพัดพาของขยะพลาสติกจากแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเล ซึ่งทำให้เกิดการสะสมของไมโครพลาสติกในพื้นที่บริเวณชายฝั่ง ขณะที่การศึกษาที่ จังหวัดภูเก็ตซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวสำคัญระดับนานาชาติ พบการเปลี่ยนแปลงของไมโครพลาสติกตามฤดูกาลโดยมีทั้งเม็ดบีดส์ ฟิล์ม เส้นใย และเศษพลาสติกในหลากหลายสีและชนิดของพอลิเมอร์ (Jivarungrueangkul *et al.*, 2021) ซึ่งสะท้อนถึงกิจกรรมมนุษย์ที่หลากหลาย เช่น การท่องเที่ยว การขนส่ง และการกินที่นำไปสู่การสะสมไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจุบันการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในระบบนิเวศต้องระบอบุญประกอบต่าง ๆ เช่น รูปร่าง สี และชนิดพอลิเมอร์ของพลาสติกที่พบ เพื่อให้ทราบแหล่งที่มาของพลาสติก เส้นทางการแพร่กระจาย (Phaksopa *et al.*, 2021)

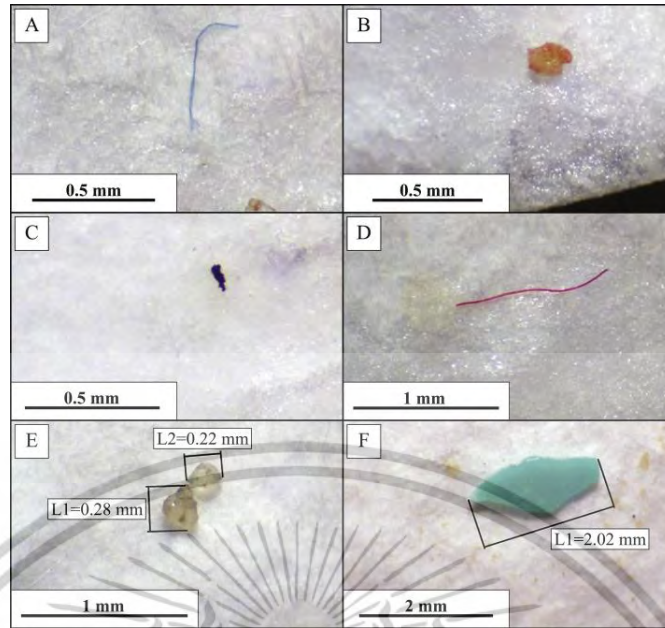
2.2.2 การศึกษาไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำของประเทศไทย

ประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหามลพิษจากไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทางน้ำอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในพื้นที่อ่าวไทยตอนบนและตอนล่าง ซึ่งเป็นพื้นที่สำคัญทางเศรษฐกิจและมีระบบนิเวศที่สำคัญหลายแห่ง สำหรับอ่าวไทยตอนบน ได้แก่ บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งเป็นพื้นที่สำคัญทางเศรษฐกิจและชุมชนของประเทศไทย ครอบคลุมกิจกรรมหลายด้านทั้งอุตสาหกรรม การเดินเรือ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และที่อยู่อาศัย มีการเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณปากแม่น้ำเพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก พบว่าในพื้นที่ดังกล่าวมีไมโครพลาสติกปริมาณสูง สะท้อนถึงผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์โดยตรง ไมโครพลาสติกที่ตรวจพบมีลักษณะเป็นเส้นใยและเศษชิ้นส่วนพลาสติกขนาดเล็ก ซึ่งอาจมาจากแหล่งกำเนิดหลากหลาย เช่น จากเศษบรรจุภัณฑ์พลาสติก

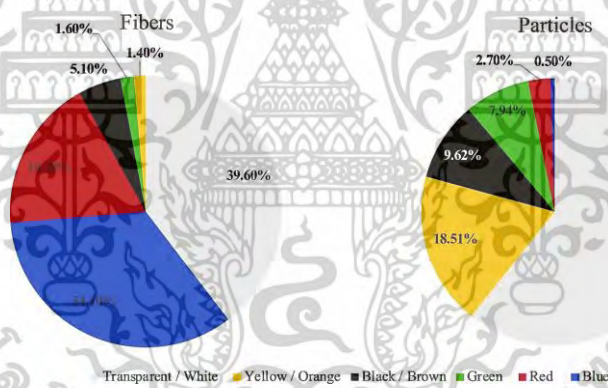
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถุงพลาสติกที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และเส้นใยจากเสื้อผ้า หรืออุปกรณ์ประมง เช่น แห หรืออวน ที่ถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำ การที่พื้นที่ปากแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างแหล่งน้ำภายในประเทศกับอ่าวไทย ทำให้ไมโครพลาสติกจากแม่น้ำสามารถไหลต่อไปสู่ระบบนิเวศทางทะเลได้อย่างต่อเนื่อง (Molle, 2007; Ta and Babel, 2020) นอกจากนี้ในบริเวณชายหาดของจังหวัดจันทบุรี ชลบุรี ระยอง และตราด ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์จากชายฝั่งอย่างหลากหลาย ทั้งในด้านการท่องเที่ยว ที่อยู่อาศัย และกิจกรรมอุตสาหกรรม พบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำชายฝั่งอย่างแพร่หลาย โดยมีรูปร่างหลัก ได้แก่ เส้นใยและเศษชิ้นส่วน (รูปที่ 2.6) ขนาดตั้งแต่มากกว่า 0.5 มิลลิเมตร ถึงประมาณ 3–4 มิลลิเมตร สีที่พบมากที่สุด ได้แก่ สีขาว, สี, น้ำเงิน, แดง, ดำ, เหลือง และเขียว (รูปที่ 2.7) ซึ่งเส้นใยมักมีแหล่งกำเนิดจากการสลายตัวของเสื้อผ้าและอุปกรณ์ตกปลา ส่วนเศษชิ้นส่วนพลาสติกคาดว่าเกิดจากการแตกหักของบรรจุภัณฑ์ เช่น ถุงพลาสติกหรือภาชนะอาหาร (Bissen and Chawchai, 2020; Jualaong *et al.*, 2021) จากผลการศึกษาที่มีการเก็บตัวอย่างทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน พบว่า ไมโครพลาสติกยังคงมีการสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมทางทะเลอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี โดยไม่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างฤดูกาล ซึ่งบ่งชี้ว่า การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในระบบนิเวศชายฝั่งทะเลไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยฤดูกาลโดยตรง แต่อาจเป็นผลมาจากแหล่งกำเนิดที่มีการปล่อยอย่างสม่ำเสมอ เช่น ขยะจากชุมชนชายฝั่ง น้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรม หรือกิจกรรมประมงและท่องเที่ยวที่ดำเนินอยู่ตลอดปี รวมถึงคุณสมบัติของไมโครพลาสติกเองที่มีความคงทนต่อการย่อยสลายแสดงถึงความคงทนของไมโครพลาสติกในระบบนิเวศ เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) สามารถจำแนกชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกได้ถึง 17 ชนิดหลัก เช่น PET, PE, PP, PVC, PS และอื่น ๆ รวมถึงยางและพอลิเมอร์ที่ไม่สามารถระบุชื่อได้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ไมโครพลาสติกที่พบ จากจังหวัดชลบุรี
ที่มา: Bissen and Chawchai (2020)

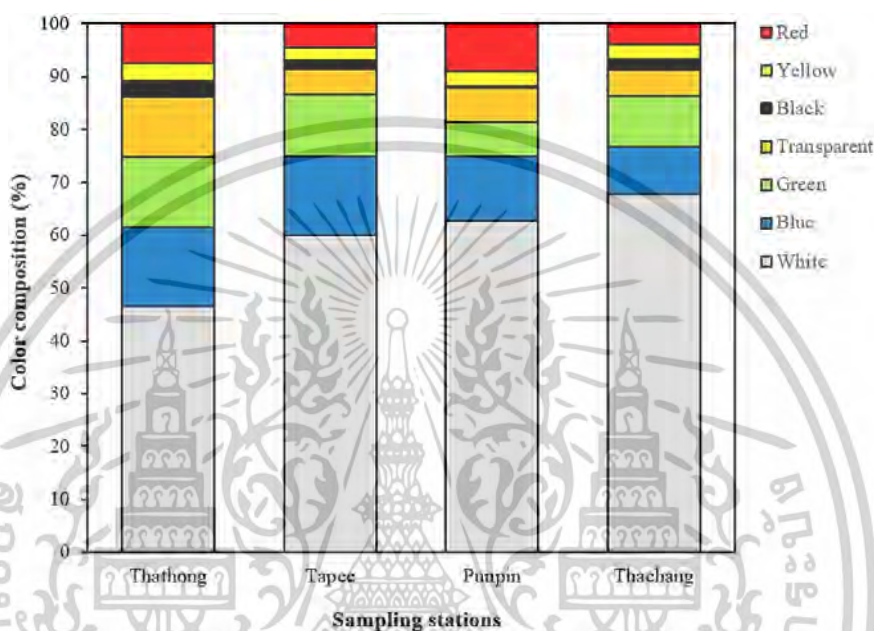


รูปที่ 2.7 สีของไมโครพลาสติกที่พบเมื่อจำแนกรูปร่างระหว่าง เส้นใยกับเศษชิ้นส่วนพลาสติก จากจังหวัดชลบุรี

ที่มา: Bissen and Chawchai (2020)

จากการศึกษาบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง โดยเฉพาะพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีลักษณะเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเชิงพาณิชย์ พื้นที่ท่องเที่ยว และแหล่งที่อยู่อาศัย มีการเก็บตัวอย่างน้ำจากชายฝั่งและปากอ่าวบ้านดอน พบไมโครพลาสติกหลากหลายรูปร่าง ได้แก่ เส้นใย เศษชิ้นส่วนเม็ดปิดส์ ฟิล์ม และโฟม โดยมีสีที่หลากหลาย เช่น สีขาว, ฟ้า, เขียว, แดง, ดำ, เหลือง และใส ซึ่งสีขาวเป็นสีที่พบมากที่สุด (รูปที่ 2.8) (Ruangpanupan *et al.*, 2023; Wang *et al.*, 2020) ลักษณะและองค์ประกอบของไมโครพลาสติกที่พบแสดงให้เห็นถึงแหล่งกำเนิดที่สัมพันธ์กับกิจกรรมในพื้นที่ เช่น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ประมง ได้แก่ แห อวน กระจอบสาน และภาชนะโฟม ตลอดจนขยะจากชุมชนและอุตสาหกรรมริมชายฝั่งที่อาจถูกพัดพาลงสู่ทะเล โดยไมโครพลาสติกส่วนใหญ่เป็นผลจากการแตกหักย่อยสลาย หรือสึกกร่อนของพลาสติกขนาดใหญ่จากกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งในชีวิตประจำวันและกิจกรรมทางเศรษฐกิจ



รูปที่ 2.8 สีของไมโครพลาสติกที่พบในอ่าวบ้านดอน สุราษฎร์ธานี
ที่มา: Ruangpanupan *et al.* (2022)

2.2.3 ไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตในทะเล

จากผลการศึกษาในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย พบว่าไมโครพลาสติกสามารถเข้าสู่ร่างกายสัตว์น้ำได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยทางตรงหมายถึงการกรองน้ำทะเลที่ปนเปื้อนเพื่อกิน เช่น ในหอยและสัตว์หน้าดิน ส่วนทางอ้อมคือการกินเหยื่อที่มีไมโครพลาสติกสะสมอยู่ซึ่งจะพบได้ในปลาทะเลและ สัตว์น้ำล่าชนิดอื่นที่มีลำดับการกินสูง โดยทั่วไปไมโครพลาสติกจะถูกตรวจพบในระบบทางเดินอาหารของสัตว์น้ำ และมีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อระบบย่อยอาหาร การดูดซึมสารอาหาร รวมถึงอาจเป็นพาหะของสารเคมีอันตรายและโลหะหนัก

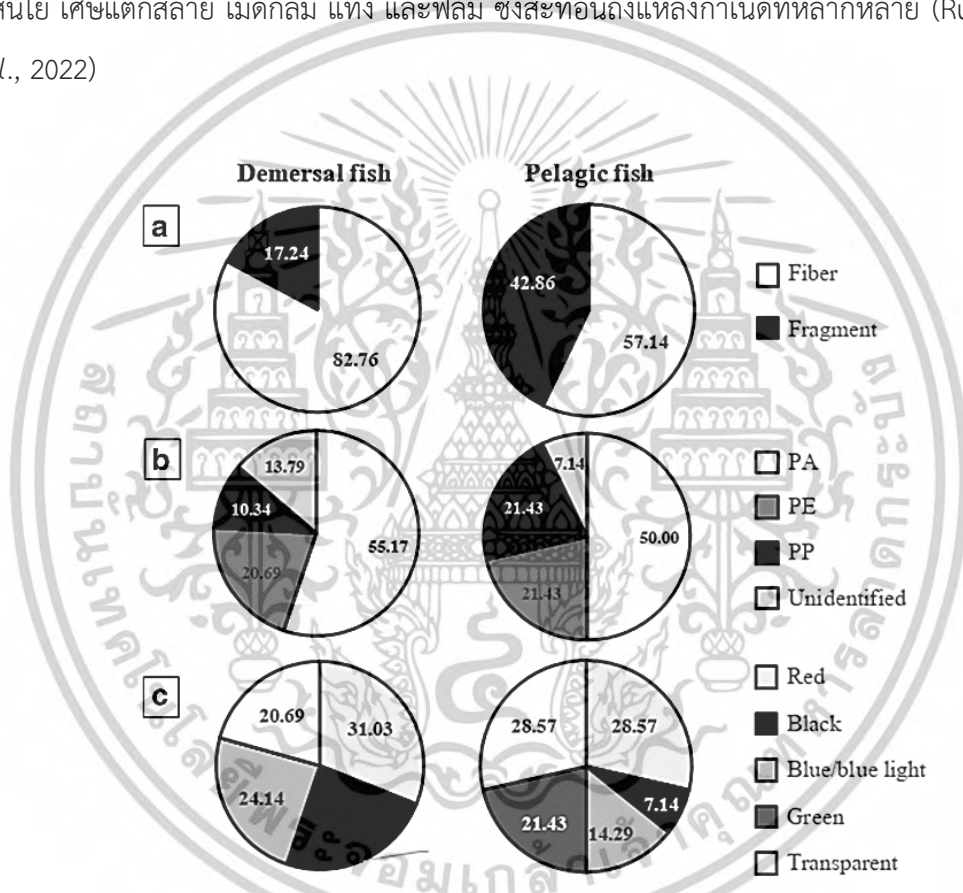
ปลาพื้นท้องน้ำ และปลาผิวน้ำ ในเขตน่านน้ำของประเทศไทยมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติก โดยไมโครพลาสติกที่ตรวจพบมีลักษณะเด่นคือ รูปแบบเส้นใย เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีสีแดงเป็นหลัก และพอลิเมอร์ที่พบมากที่สุดในตัวอย่างปลาทั้งสองกลุ่มคือ PA ซึ่งมักใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ อวนประมง และผลิตภัณฑ์จากไนลอน (รูปที่ 2.9) (Klangnurak and Chunniyom, 2020) นอกจากนี้ยังพบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในปลาพื้นท้องน้ำและปลาผิวน้ำตามชายฝั่งตะวันออกของประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นเส้นใยซึ่งเป็นรูปแบบไมโครพลาสติกที่พบได้บ่อยในทะเล เส้นใยเหล่านี้มักเกิดจากการแตกสลายของขยะพลาสติกรูปร่างเส้นใย เช่น เสื้อผ้า อุปกรณ์สิ่งทอ และอวนจับปลา ดังนั้นเส้นใยไมโครพลาสติกสามารถลอยอยู่ในน้ำได้นานและแพร่กระจายไปในพื้นที่กว้าง จึงทำให้สัตว์น้ำกินเข้าไปได้ง่าย ไมโครพลาสติกที่พบส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเส้นใยสีดำ ซึ่งอาจเกิดจากการสีกร่อนของพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทางทะเลที่ทำให้สีเปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อม หรืออาจมีต้นกำเนิดจากขยะพลาสติกในภาคอุตสาหกรรมที่ผลิตด้วยเม็ดพลาสติกสีดำโดยตรง นอกจากนี้ยังพบว่า PET เป็นพอลิเมอร์ที่ตรวจพบมากที่สุดในการศึกษา ซึ่งเป็นพลาสติกที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ เช่น ขวดน้ำดื่มและภาชนะใส่อาหาร ทำให้มีโอกาสแพร่กระจายและตกค้างในสิ่งแวดล้อมทางทะเลได้สูง (Phaksopa *et al.*, 2021) ในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น เพรียงหิน, หอยนางรมหิน และหอยน้ำจืด พบว่าส่วนใหญ่มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติก ซึ่งไมโครพลาสติกที่สะสมในตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่นำมาศึกษาจะเป็นเส้นใยสังเคราะห์ที่มีรูปร่างคล้ายแท่งและกระจัดกระจาย โดยมีสีหลากหลาย ประกอบด้วย สีแดง, สีน้ำตาล, สีฟ้า, สีขาว และโปร่งใส และพบว่าชิ้นส่วนไมโครพลาสติกที่พบประกอบด้วย PET และ PA (Thushari *et al.*, 2017) จากการศึกษาในหอยสองฝาที่เก็บตัวอย่างจากจังหวัดชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกและใต้ของประเทศไทย ได้แก่ หอยแมลงภู่ หอยนางรม หอยตลับ และหอยแครง พบว่าไมโครพลาสติกปนเปื้อนในหอยโดยเฉลี่ย 74.83% โดยพบทั้งรูปร่างเส้นใย เศษชิ้นส่วน และเม็ดบีดส์ มีขนาดตั้งแต่มากกว่า 100 ถึง 5,000 ไมโครเมตร และมีสีหลากหลาย ได้แก่ สีน้ำเงิน, ดำ, แดง และโปร่งใส เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTIR พบพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกหลายชนิด ได้แก่ PET, PE, PP, PA, PS, Acrylic Polymer, Rayon และ Cotton โดยพบว่าหอยทั้ง 4 ชนิดมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปริมาณใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะ Cotton และ PET ที่พบในสัดส่วนสูง ขณะที่ PP และ Rayon พบในปริมาณน้อย อย่างไรก็ตามไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่งหอยนางรมและหอยแครงที่เก็บตัวอย่างจากจังหวัดสมุทรสาคร สมุทรสงคราม และชุมพร ซึ่งไมโครพลาสติกเหล่านี้พบได้ทั่วไปในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและสิ่งของในชีวิตประจำวัน อย่างไรก็ตามไมโครพลาสติกที่พบในหอยแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันบางประการตามลักษณะการดำรงชีวิต เช่น หอยแมลงภู่และหอยนางรมเป็นหอยที่มีพฤติกรรมกรองน้ำเพื่อหาอาหารโดยตรงจากน้ำทะเล จึงมีแนวโน้มที่จะพบไมโครพลาสติกในรูปของเส้นใยในปริมาณมาก เนื่องจากเส้นใยพลาสติกมักลอยอยู่ในน้ำและสามารถถูกดูดเข้าไปในระบบกรองของหอยได้โดยตรง ในขณะที่หอยตลับและหอยแครงเป็นหอยที่ฝังตัวอยู่ในตะกอนบริเวณพื้นทะเล จึงมีแนวโน้มที่จะรับไมโครพลาสติกที่อยู่ในรูปของเศษชิ้นส่วนขนาดเล็ก ซึ่งตกตะกอนและสะสมอยู่ในตะกอนดินเข้าสู่ร่างกายผ่านการกรองหรือดูดกินตะกอนดินนั้น (รูปที่ 2.10) (รูปที่ 2.11) (Chinfak *et al.*, 2024)

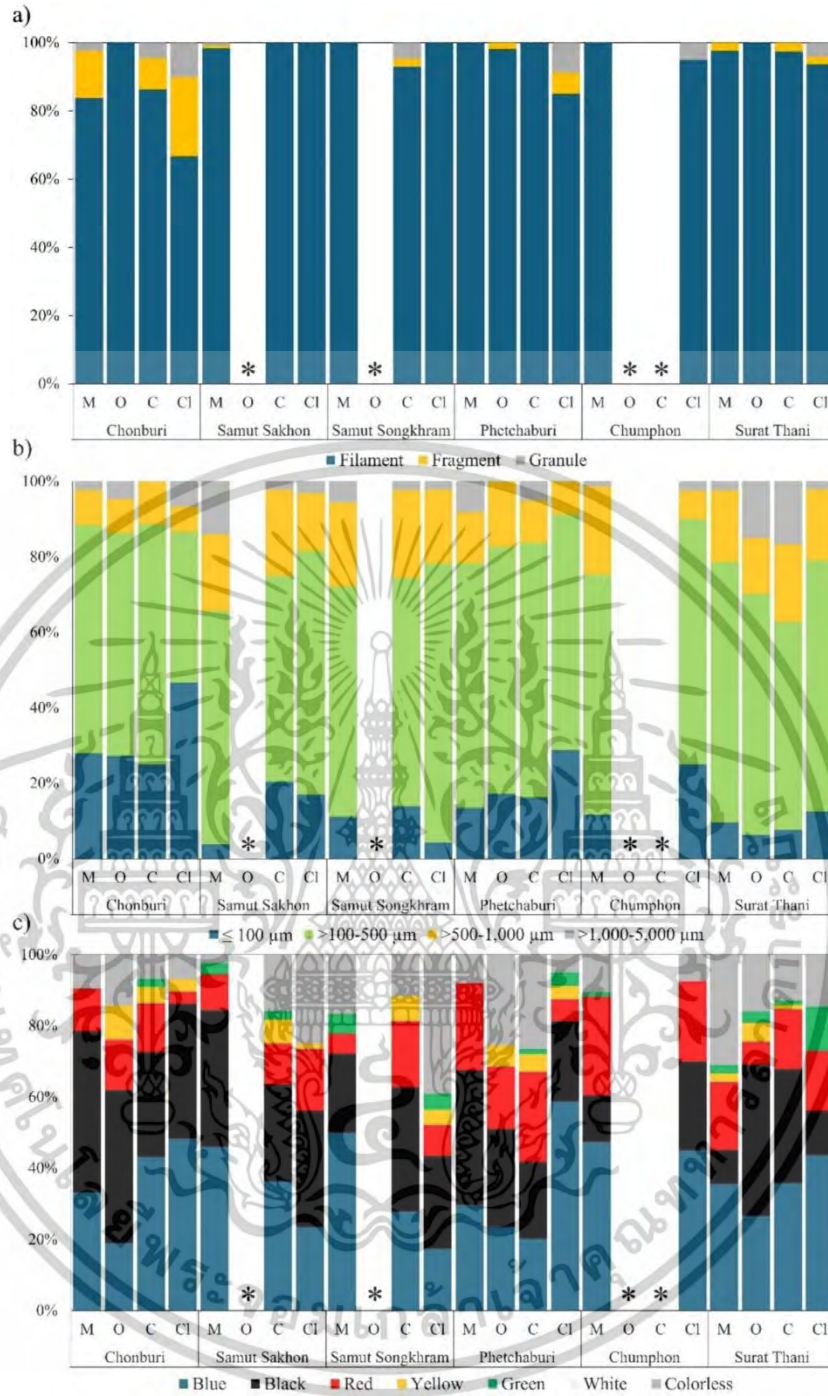
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการศึกษาที่เก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่มะและหอยแครงจากบริเวณปากคลองปากกระแตะ อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งที่สำคัญ พบว่าไมโครพลาสติกสามารถตรวจพบได้ในเนื้อเยื่อของหอยทั้งสองชนิด อย่างไรก็ตาม ในหอยแมลงภู่มะตรวจพบไมโครพลาสติกในปริมาณที่สูงกว่าหอยแครง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากลักษณะทางชีววิทยา โดยเฉพาะระบบการกินอาหารของหอยแมลงภู่มะที่ใช้วิธีการกรองน้ำทะเลเพื่อดักจับอาหาร ทำให้มีโอกาสดูดเอาไมโครพลาสติกที่ลอยอยู่ในน้ำเข้าสู่ร่างกายได้มากกว่า ขณะที่หอยแครงมีพฤติกรรมการกินที่พึ่งพาตะกอนเป็นหลัก จึงมีโอกาสรับไมโครพลาสติกจากสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า นอกจากนี้ ไมโครพลาสติกที่พบยังมีหลายรูปแบบ เช่น เส้นใย เศษแตกสลาย เม็ดกลม แท่ง และฟิล์ม ซึ่งสะท้อนถึงแหล่งกำเนิดที่หลากหลาย (Ruiruen *et al.*, 2022)



รูปที่ 2.9 ความหนาแน่นของไมโครพลาสติก - รูปร่าง (a), ชนิดของพอลิเมอร์ (b) และสีของไมโครพลาสติก (b) ในปลาผิวน้ำและปลาพื้นท้องน้ำ แสดงเป็นร้อยละ
ที่มา: Klangnurak and Chunniyom (2020)

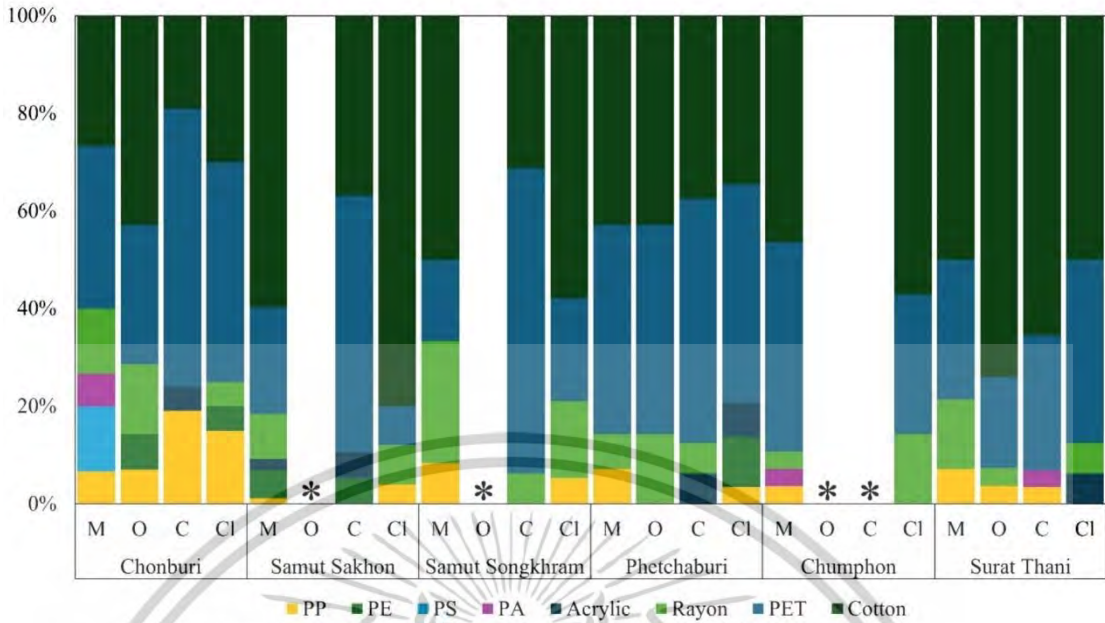
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 รูปร่าง(ก) ขนาด (ข) และสี (ค) ของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในหอยแมลงภู (M) หอยนางรม (O) หอยแครง (C) และหอยตลับ (Cl) ที่เก็บตัวอย่างจากพื้นที่ศึกษาที่ต่างกัน

ที่มา: Chinfak et al. (2024)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ชนิดพอลิเมอร์ ของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในหอยแมลงภู่ (M) หอยนางรม (O) หอยแครง (C) และหอยตลับ (CI) ที่เก็บตัวอย่างจากพื้นที่ศึกษาที่ต่างกัน
ที่มา: Chinfak *et al.* (2024)

รูปร่างไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างสัตว์น้ำในประเทศไทยส่วนใหญ่มักเป็น เส้นใย และเศษพลาสติกชิ้นเล็ก โดยมีสีที่พบบ่อย เช่น สีฟ้า สีขาว และสีใส ซึ่งมีแนวโน้มสอดคล้องกับพลาสติกจากบรรจุภัณฑ์ เสื้อผ้า และผลิตภัณฑ์ในชีวิตประจำวัน การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าพลาสติกชนิด PE, PP, และ PET เป็นชนิดที่พบบ่อยที่สุด ซึ่งทั้งหมดเป็นพอลิเมอร์ที่ใช้กันแพร่หลายในภาชนะบรรจุอาหาร ขวดพลาสติก ถังพลาสติก และเส้นใยสิ่งทอ

2.2.4 ไมโครพลาสติกในปลากระพง (Lutjanidae)

งานวิจัยเกี่ยวกับการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลากระพง (*Lutjanus spp.*) ชี้ให้เห็นว่าปัญหานี้เกิดขึ้นในหลากหลายภูมิภาคทั่วโลก โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยการศึกษาของ Pegado *et al.* (2018) ในบริเวณปากแม่น้ำอเมซอน ประเทศบราซิล ได้เก็บตัวอย่างปลาทะเล 189 ตัวจาก 46 สายพันธุ์ รวมถึง *Lutjanus analis* และ *L. synagris* เพื่อตรวจสอบไมโครพลาสติกในทางเดินอาหาร ผลการศึกษาพบว่าร้อยละ 30 ของตัวอย่างปลาที่นำมาศึกษามีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหาร โดยตัวอย่างที่พบการปนเปื้อนนั้น พบไมโครพลาสติกส่วนใหญ่ร้อยละ 97.4 เป็นเศษชิ้นส่วนขนาดระหว่าง 0.38–4.16 มิลลิเมตร พบ PA, Rayon และ PE เป็นพอลิเมอร์หลัก ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับกิจกรรมประมงและบรรจุภัณฑ์พลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่การศึกษาของ Espiritu *et al.* (2019) ในประเทศฟิลิปปินส์ ตรวจพบไมโครพลาสติกในปลากะพง *Lutjanus kasmira* จากบริเวณปากแม่น้ำบอมบงและชายฝั่งตีกาลัน โดยพบไมโครพลาสติกหลากหลายรูปร่าง ได้แก่ เส้นใย เศษชิ้นส่วน ฟิล์ม และเม็ดปัดสี ซึ่งมีลักษณะเสื่อมสภาพของผิว เช่น รอยแตกและความหยاب บ่งชี้ถึงการสัมผัสสิ่งแวดล้อมทางทะเลเป็นเวลานาน โดยเฉพาะเส้นใยที่อาจมีที่มาจากสิ่งทอหรืออุปกรณ์ประมง เช่น อวนและเชือก ส่วนการศึกษาของ Phillips and Bonner (2015) ในพื้นที่ต้นน้ำของอ่าวเม็กซิโก พบว่าปลากะพง *Lutjanus campechanus* และ *L. griseus* จำนวน 10% มีไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเส้นใยและ เศษพลาสติกขนาดเล็ก โดยพบมากในพื้นที่ใกล้เขตเมืองหรือท่าเรือที่มีการพัฒนาแล้ว เมื่อเทียบกับพื้นที่ธรรมชาติที่ไม่ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งนี้ในประเทศไทยการศึกษาของ Azad *et al.* (2018) ที่เก็บตัวอย่างปลากะพง (*Lutjanus* spp.) จากจังหวัดสงขลา พบว่าร้อยละ 84 ของไมโครพลาสติกในกระเพาะอาหารของปลาส่วนใหญ่เป็นเส้นใย โดยมีสีใสเป็นหลัก (35%) รองลงมาคือ สีฟ้าและดำ ซึ่งเส้นใยเหล่านี้มักพบในพลาสติกจากวัสดุประมง เช่น อวนและเชือก

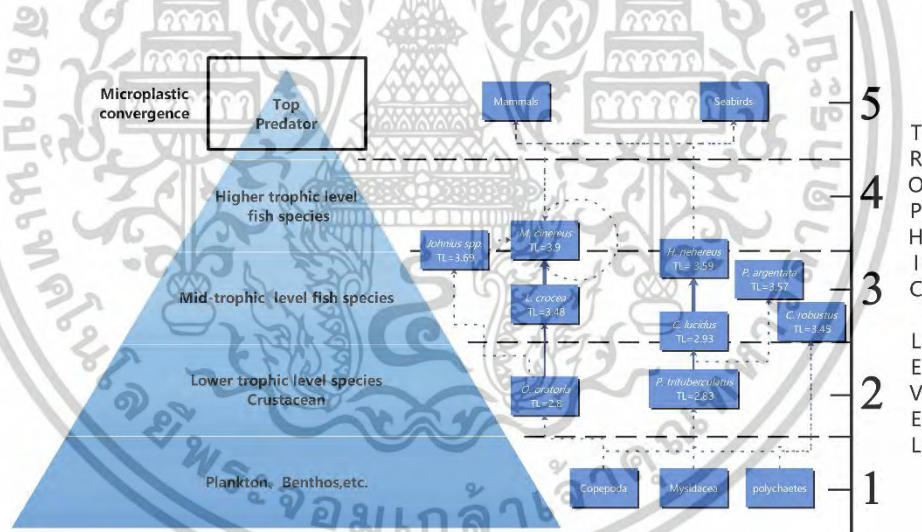
จากการศึกษาวิจัยทั้ง 4 ฉบับที่ศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลากะพงชนิดต่าง ๆ ได้แก่ *L. analis*, *L. synagris*, *L. kasmira*, *L. campechanus*, *L. griseus* และ *Lutjanus* spp. ในหลากหลายภูมิภาคทั่วโลก เช่น บราซิล ฟิลิปปินส์ สหรัฐอเมริกา และประเทศไทย พบข้อมูลที่สอดคล้องกันโดยปลากะพงในแต่ละพื้นที่มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งมีสัดส่วนการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 10–30% ของตัวอย่างทั้งหมด รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบมีความหลากหลาย ได้แก่ เม็ดพลาสติก, เส้นใย, เศษชิ้นส่วน และฟิล์ม โดยเส้นใยเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดในการศึกษา ซึ่งไมโครพลาสติกเหล่านี้อาจเกิดจากการทำกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำการประมง โดย แห อวน เชือก และสิ่งทอที่ใช้ในการทำประมงเหล่านี้เป็นแหล่งกำเนิดหลักของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทางทะเล ขนาดของไมโครพลาสติกอยู่ในช่วงไม่กี่มิลลิเมตร และส่วนใหญ่พบพอลิเมอร์ชนิด PA, Rayon และ PE ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมทั่วไป นอกจากนี้ยังพบว่าปลาที่จับจากพื้นที่ใกล้ชุมชนเมืองหรือบริเวณที่มีกิจกรรมประมงหนาแน่น มักมีการปนเปื้อนสูงกว่าพื้นที่ธรรมชาติที่ไม่ถูกรบกวน โดยเฉพาะในบริเวณปากแม่น้ำ ชายฝั่ง หรือแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากขยะและน้ำเสีย

2.3 การถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากเหยื่อไปยังผู้ล่า

2.3.1 การศึกษาการถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากเหยื่อไปยังผู้ล่าในธรรมชาติ

การถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากเหยื่อไปยังผู้ล่าในห่วงโซ่อาหารเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อสัตว์ในลำดับล่างของห่วงโซ่อาหารกินไมโครพลาสติกเข้าไปจากนั้นถูกสัตว์นักล่ากินต่อเป็นลำดับ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครพลาสติกที่สะสมในร่างกายของเหยื่อจะถูกถ่ายทอดไปยังผู้ล่าผ่านการกินนี้ โดยมีงานวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวถึงการถ่ายทอดไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหาร จากการศึกษาของ Zhang *et al.* (2019) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลำดับการกินของปลาทะเลกับปริมาณและรูปร่างไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหาร โดยสำรวจปลาหลายสายพันธุ์จากทะเลจีนตะวันออกซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ทางชีวภาพและมีการทำการประมงอย่างหนาแน่น โดยนักวิจัยผ่ากระเพาะอาหารของปลาเพื่อตรวจหาไมโครพลาสติกโดยใช้เทคนิค FTIR และกล้องจุลทรรศน์เพื่อตรวจสอบลักษณะและชนิดพอลิเมอร์ พร้อมทั้งประเมินลำดับการกินของปลาแต่ละสายพันธุ์จากฐานข้อมูล FishBase เช่น *Muraenesox cinereus* และ *Harpadon nehereus* ซึ่งมีลำดับการกินเท่ากับ 3.59 และ 3.91 ตามลำดับ พบว่าไมโครพลาสติกโดยเฉพาะเส้นใยและเศษพลาสติกพบได้ทั่วไปในตัวอย่างปลาที่นำมาศึกษา โดยปลาที่มีลำดับการกินสูงมักมีไมโครพลาสติกสะสมในปริมาณมากกว่าปลาที่อยู่ลำดับล่าง และมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างลำดับการกินกับจำนวนไมโครพลาสติก (รูปที่ 2.12)



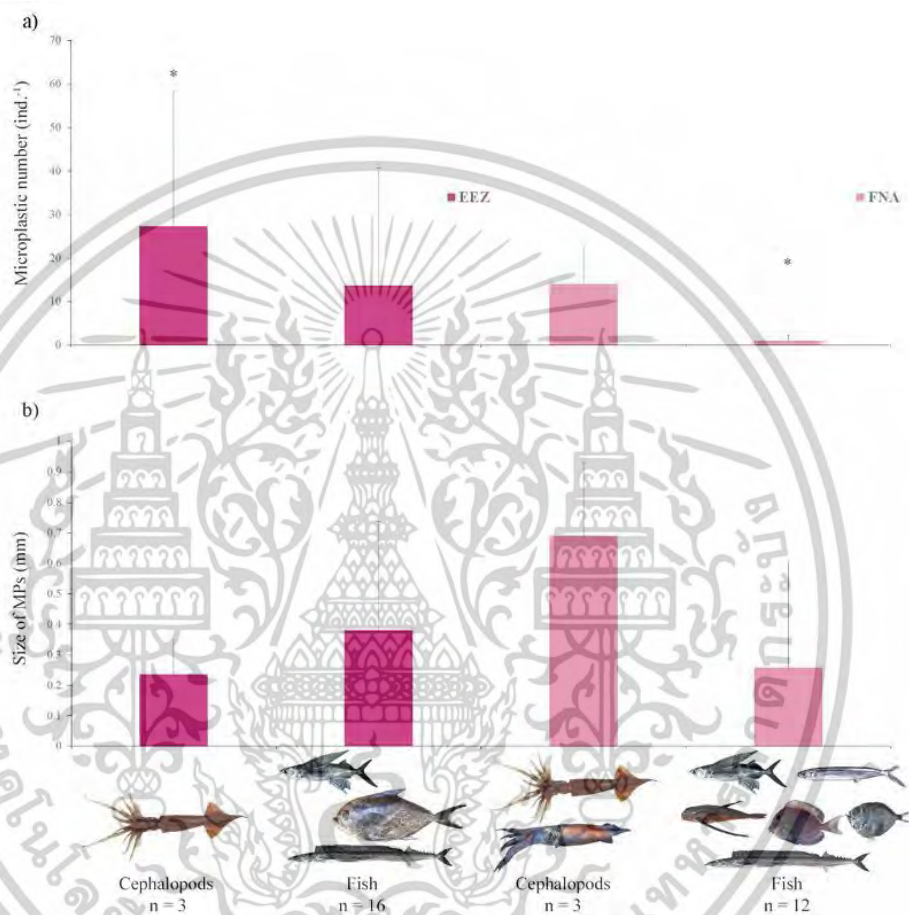
รูปที่ 2.12 แสดงถึงห่วงโซ่อาหารระหว่างลำดับการกิน (TL) โดยเส้นทึบแสดงถึงความสัมพันธ์การล่าที่ผู้ล่าตั้งใจกิน เส้นประแสดงถึงความสัมพันธ์การล่าที่ผู้ล่าอาจกินเข้าไปโดยบังเอิญ และวงกลมที่มีลูกศรแสดงถึงการกินเนื้อกันเองในแต่ละลำดับการกิน

ที่มา: Zhang *et al.* (2019)

Justino *et al.* (2023) มุ่งศึกษากระบวนการถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากเหยื่อไปยังสัตว์นักล่าขนาดใหญ่ในทะเล โดยเฉพาะในปลาทูน่าครีบลีโง (Thunnus albacares) และปลาทูน่าทองลาย (Katsuwonus pelamis) ซึ่งเป็นผู้ล่าระดับบนในระบบนิเวศทะเลเขตร้อนตอนใต้ของมหาสมุทรเอกซอร์นนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอตแลนติก โดยนักวิจัยได้เก็บตัวอย่างจากกระเพาะอาหารของปลาผู้ล่าเหล่านี้ พร้อมทั้งวิเคราะห์เหยื่อที่พบอยู่ในระบบทางเดินอาหารเดียวกัน เพื่อเปรียบเทียบชนิดและลักษณะของไมโครพลาสติกที่อาจถูกถ่ายทอดขึ้นมาในห่วงโซ่อาหาร การวิเคราะห์ที่ใช้วิธีการย่อยเนื้อเยื่อทางเคมีเพื่อนำไมโครพลาสติกออกจากตัวอย่าง จากนั้นตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์และเทคนิค FTIR เพื่อระบุชนิดของพอลิเมอร์ ผลการศึกษาพบว่าไมโครพลาสติกปรากฏอยู่ทั้งในเหยื่อและในปลาผู้ล่า โดยชนิดของพอลิเมอร์ที่พบบ่อย ได้แก่ PE และ PP ซึ่งพบในทั้งสองกลุ่มอย่างสอดคล้องกัน เป็นหลักฐานสนับสนุนการถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากเหยื่อสู่ผู้ล่าอย่างชัดเจน (รูปที่ 2.13) และการศึกษาของ Nelms *et al.* (2018) ซึ่งเป็นการศึกษาแบบทบทวนเอกสาร (systematic review) ที่รวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยหลายชิ้นเกี่ยวกับการสะสมและการถ่ายทอดไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตทะเลหลากหลายกลุ่ม เช่น แพลงก์ตอน หอย ปู ปลา และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมทะเล โดยมีเป้าหมายเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการสะสมไมโครพลาสติกในระดับต่าง ๆ ของห่วงโซ่อาหาร โดยพิจารณาทั้งปริมาณ รูปร่างไมโครพลาสติก และการสัมผัส (เช่น การกรองน้ำ การกินเหยื่อที่ปนเปื้อนหรือการกินอาหารหลากหลายชนิด) ผลการวิเคราะห์พบว่าไมโครพลาสติกมีแนวโน้มที่จะสะสมเพิ่มขึ้นในสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในลำดับการกินสูง โดยเฉพาะสัตว์นักล่าขนาดใหญ่ เช่น วาฬ โลมา และแมวน้ำ เนื่องจากได้รับไมโครพลาสติกทั้งจากสิ่งแวดล้อมโดยตรงและการกินเหยื่อที่ปนเปื้อน ซึ่งแสดงถึงกระบวนการสะสมทางชีวภาพ (bioaccumulation) และการเพิ่มปริมาณตามลำดับขั้นของห่วงโซ่อาหาร (biomagnification) อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในสายพันธุ์ที่มีพฤติกรรมการกินเหยื่อหลากหลาย ส่งผลให้สัตว์เหล่านี้เผชิญความเสี่ยงจากไมโครพลาสติกในระดับที่สูงขึ้นตามลำดับของห่วงโซ่อาหาร และย้ำให้เห็นถึงความสำคัญของการศึกษาการถ่ายทอดไมโครพลาสติกในเชิงนิเวศวิทยาทางทะเล ซึ่งนอกจากนี้ยังมีการศึกษาการใช้แบบจำลองการถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากสิ่งมีชีวิตลำดับต่ำสุดไปสู่ผู้ล่าลำดับสูง โดย Gao *et al.* (2024) ได้ใช้แบบจำลองสมดุลมวล (mass balance model) เพื่อวิเคราะห์และคาดการณ์รูปแบบของการถ่ายทอดไมโครพลาสติกและการสะสมไมโครพลาสติกเพิ่มขึ้นตามลำดับการกินของสิ่งมีชีวิตผ่านห่วงโซ่อาหารในน่านน้ำชายฝั่ง โดยจำลองข้อมูลจากระบบนิเวศทางทะเลในบริเวณทะเลจีนตะวันออก ครอบคลุม 8 กลุ่มสิ่งมีชีวิตหลัก เช่น กุ้ง ปลา (เช่น ปลาแอนโชวี) จนถึงปลาผู้ล่าชั้นบน เช่น ปลากระพง และ ปลาไหลทะเล แบบจำลองนี้พิจารณาทั้งการรับไมโครพลาสติกจากสิ่งแวดล้อมโดยตรง (เช่น จากน้ำทะเลและตะกอน) และการได้รับผ่านการกินเหยื่อที่ปนเปื้อนไมโครพลาสติก ซึ่งเป็นกระบวนการถ่ายทอดผ่านห่วงโซ่อาหาร ผลการศึกษาพบว่าไมโครพลาสติกสามารถถูกถ่ายทอดต่อจากเหยื่อไปยังผู้ล่าในระบบนิเวศอย่างชัดเจน และมีแนวโน้มของการสะสมในสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในลำดับสูงของห่วงโซ่อาหาร โดยเฉพาะในกรณีที่ระดับการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น การถ่ายทอดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครพลาสติกส่วนใหญ่เกิดจากการกินเหยื่อเป็นหลักมากกว่าการได้รับจากน้ำหรือตะกอนโดยตรง และยังพบว่าความสามารถในการย่อยสลายของเหยื่อส่งผลต่อระดับการถ่ายทอดไมโครพลาสติก เช่น เหยื่อที่มีเปลือกแข็งจะกักเก็บไมโครพลาสติกไว้ในระบบทางเดินอาหารได้เป็นเวลานาน จึงทำให้เพิ่มโอกาสที่ไมโครพลาสติกจะถูกส่งต่อไปยังผู้ล่าในลำดับต่อไปได้



รูปที่ 2.13 ค่าเฉลี่ยจำนวน (a) และขนาด (b) ของไมโครพลาสติกที่พบในเหยื่อของปลาหมึกและปลาชนิดใหญ่อื่น ๆ โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มเหยื่อ

ที่มา: Justino *et al.* (2023)

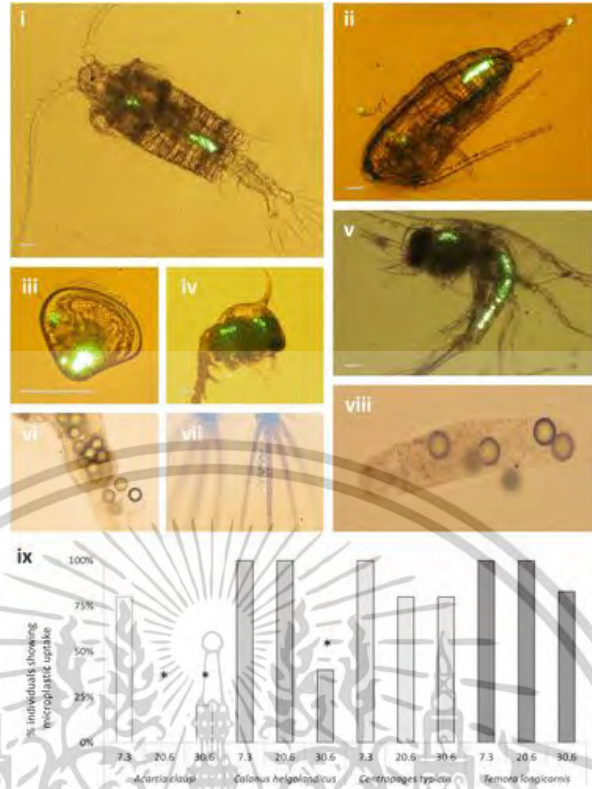
2.3.2 การถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากเหยื่อไปยังผู้ล่าในห้องปฏิบัติการทดลอง

การทดลองในห้องปฏิบัติการเป็นวิธีการสำคัญที่ใช้เพื่อศึกษากลไกและเงื่อนไขของการถ่ายทอดไมโครพลาสติกผ่านห่วงโซ่อาหาร โดยในการศึกษาของ Browne *et al.* (2008) นักวิจัยได้ออกแบบการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาการถ่ายทอดของไมโครพลาสติกจากสิ่งแวดล้อมไปยังสิ่งมีชีวิตโดยใช้หอย *Scrobicularia plana* ซึ่งเป็นสัตว์จำพวกกินตะกอน (deposit feeders) เป็นตัวอย่างในการทดลอง โดยหอยถูกเลี้ยงในตู้ทดลองที่มีตะกอนซึ่งปนเปื้อนไมโครพลาสติกมีขนาดเฉลี่ยประมาณเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10 ไมครอน เป็นเวลา 3 วัน ภายหลังจากการสัมผัสกับตะกอนที่ปนเปื้อนไมโครพลาสติก นักวิจัยใช้เทคนิคการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์และการวิเคราะห์ FTIR เพื่อตรวจสอบชนิดของพอลิเมอร์ และตรวจวัดตำแหน่งที่พบไมโครพลาสติกภายในร่างกายของหอย ผลการทดลองพบว่าไมโครพลาสติกไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะในระบบทางเดินอาหารเท่านั้นแต่ยังสามารถแทรกซึมเข้าสู่เนื้อเยื่ออื่น ๆ เช่น บริเวณระบบหมุนเวียนเลือดของหอยได้ จากการศึกษาข้างต้นถึงศักยภาพในการดูดซึมและเคลื่อนย้ายของไมโครพลาสติกผ่านชั้นเซลล์ต่าง ๆ ภายในร่างกายสิ่งมีชีวิตและไมโครพลาสติกสามารถเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารทางทะเลได้ตั้งแต่ระดับล่างผ่านกระบวนการกินตะกอน และมีแนวโน้มสะสมภายในร่างกายสัตว์ทะเลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบในระดับเซลล์และต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิตในระยะยาว เช่นเดียวกับการศึกษาของ Browne *et al.* (2008) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่าไมโครพลาสติกขนาดเล็กสามารถเข้าสู่เนื้อเยื่อและเคลื่อนย้ายจากระบบทางเดินอาหารไปยังระบบอื่นในร่างกายของสัตว์ทะเลได้หรือไม่ โดยใช้หอยแมลงภู่ (*Mytilus edulis*) ซึ่งเป็นสัตว์ทะเลที่กรองเศษชิ้นส่วนจากน้ำทะเลเป็นตัวแทนในการทดลอง โดยให้อาศัยอยู่ในน้ำทะเลที่มีไมโครพลาสติกขนาด 3 และ 9.6 ไมครอน ซึ่งผลิตจากพอลิสไตรีนและติดฉลากด้วยสารเรืองแสงเพื่อตรวจสอบการกระจายในร่างกายภายใต้กล้องฟลูออเรสเซนซ์ โดยตัวอย่างหอยถูกสัมผัสกับไมโครพลาสติกในช่วงเวลาตั้งแต่ 3 ชั่วโมงถึง 3 วัน และผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (3 ไมครอน) สามารถทะลุผ่านผนังลำไส้และเข้าสู่ระบบเลือด (hemolymph) ได้ภายใน 3 วัน ในขณะที่เศษชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่กว่า (9.6 ไมครอน) ส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้การศึกษาของ Cole *et al.* (2013) ที่มุ่งเน้นถึงการทำความเข้าใจกลไกการกลืนกินและการเคลื่อนที่ของไมโครพลาสติกภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในระดับล่างของห่วงโซ่อาหารทะเลโดยใช้แพลงก์ตอนสัตว์เป็นตัวทดลอง ซึ่งเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศทางทะเล นักวิจัยได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยให้อาหารที่มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเรืองแสง (fluorescent microbeads) แก่แพลงก์ตอนสัตว์ และใช้กล้องฟลูออเรสเซนซ์ เพื่อติดตามการเคลื่อนที่และการสะสมของไมโครพลาสติกภายในร่างกายของแพลงก์ตอน (รูปที่ 2.14) ผลการศึกษาพบว่าแพลงก์ตอนสามารถกลืนกินไมโครพลาสติกได้จริงและชิ้นส่วนพลาสติกเหล่านี้ที่กินเข้าไปไม่เพียงแต่อยู่ในระบบย่อยอาหารเท่านั้น แต่ยังสามารถแทรกซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อภายในและช่องว่างในเซลล์บางจุดได้อีกด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแม้แต่สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กก็มีความสามารถในการสะสมไมโครพลาสติก ซึ่งอาจเป็นจุดเริ่มต้นของการถ่ายทอดไมโครพลาสติกผ่านห่วงโซ่อาหาร ไปยังสัตว์ลำดับที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง การศึกษาของ Farrell and Nelson (2013) ได้ออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์การถ่ายทอดไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารทางทะเล โดยใช้หอยแมลงภู่ *M. edulis* ซึ่งเป็นเหยื่อและใช้ปู *Carcinus maenas* ซึ่งเป็นผู้ล่า นักวิจัยได้ให้อาหารหอยแมลงภู่ที่ปนเปื้อนไมโครพลาสติก สีเรืองแสง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้สามารถติดตามการเคลื่อนย้ายของชิ้นส่วนไมโครพลาสติกภายในร่างกายของสัตว์ได้ จากนั้นจึงให้หอยเหล่านี้แก่ปูที่เลี้ยงไว้ เมื่อสิ้นสุดการทดลองนักวิจัยได้ผ่าตรวจระบบทางเดินอาหารของปูและพบว่าชิ้นส่วน ไมโครพลาสติกที่มีคุณสมบัติตรงกับชิ้นส่วนของไมโครพลาสติกที่หอยกินเข้าไปสะสมอยู่ภายในลำไส้ของปูอย่างชัดเจน นอกจากนี้การศึกษาของ Kangas *et al.* (2023) ทำการศึกษาวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการโดยศึกษาการถ่ายทอดไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารบริเวณชายฝั่งทะเลบอลติก โดยใช้สัตว์น้ำสามระดับคือ แพลงก์ตอนสัตว์ กุ้งทะเล *Praunus flexuosus* และ *Palaemon elegans* ซึ่งอยู่ในลำดับการกินที่สูงขึ้นตามลำดับ การทดลองแบ่งออกเป็น 3 เงื่อนไข ได้แก่ การสัมผัสไมโครพลาสติกโดยตรงจากน้ำ การถ่ายทอดแบบสองชั้น คือการถ่ายทอดจากแพลงก์ตอนสัตว์ไปยัง *P. flexuosus* และแบบสามชั้น คือการถ่ายทอดจากแพลงก์ตอนสัตว์ ไปยัง *P. flexuosus* และ *P. elegans* โดยใช้เม็ดโพลีสไตรีนเรืองแสงขนาด 10 ไมโครเมตรเป็นตัวติดตามการแพร่กระจายของไมโครพลาสติก ผลการศึกษาพบว่า การถ่ายทอดไมโครพลาสติกสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในระดับสองและสามชั้นของห่วงโซ่อาหาร โดยสัตว์ที่ได้รับไมโครพลาสติกผ่านการกินเหยื่อที่ปนเปื้อน มีปริมาณ ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารสูงกว่าการได้รับโดยตรงจากน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับ *P. flexuosus* การกินไมโครพลาสติกเพิ่มขึ้น 12 เท่า และ *P. elegans* เพิ่มขึ้นสูงถึง 205 เท่าเมื่อได้รับไมโครพลาสติกผ่านการกินเหยื่อที่ปนเปื้อน ทั้งนี้ความแตกต่างของพฤติกรรมการกินของสัตว์แต่ละชนิดและความยาวของห่วงโซ่อาหารซึ่งมีผลต่อลำดับการสะสมไมโครพลาสติกของสิ่งมีชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 ไมโครพลาสติกที่มีขนาดต่างกันสามารถกิน ออก และเกาะติดกับแพลงก์ตอนสัตว์ได้หลายชนิด โดยมองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนซ์ และสัดส่วนของโคพีพอดที่กลืนกินลูกบดที่มีขนาดต่างกัน

ที่มา: Cole *et al.* (2013)

การศึกษาทั้งในธรรมชาติและในห้องปฏิบัติการพบว่าไมโครพลาสติกสามารถถ่ายทอดจากสิ่งมีชีวิตในลำดับล่างไปยังผู้ล่าในลำดับสูงกว่าในห่วงโซ่อาหารทะเลได้จริง โดยเฉพาะการตรวจพบไมโครพลาสติกขนาดเล็กในระบบทางเดินอาหารของปลานักล่าหลายชนิด ซึ่งมักมีความสัมพันธ์ระหว่างลำดับการกินและปริมาณไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในเหยื่ออย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังมีการพบพอลิเมอร์ชนิดเดียวกัน เช่น PE และ PP ทั้งในเหยื่อและผู้ล่า เช่น ปลาทูน่า ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มการถ่ายทอดและสะสมไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตระดับบนของห่วงโซ่อาหาร (Browne *et al.*, 2008; Gao *et al.*, 2024; Justino *et al.*, 2023; Nelms *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2019)

ขณะเดียวกันการศึกษาภายในห้องปฏิบัติการได้ช่วยอธิบายกลไกและเงื่อนไขของการถ่ายทอดไมโครพลาสติกได้โดยมีการควบคุมตัวแปรสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ทำให้เห็นการปนเปื้อนจากการได้รับไมโครพลาสติกจากเหยื่อโดยตรงได้อย่างชัดเจน ซึ่งผลการทดลองพบว่าไมโครพลาสติกสามารถแทรกซึมจากระบบทางเดินอาหารเข้าสู่เนื้อเยื่อและระบบหมุนเวียนเลือดของหอยทะเล และยังพบว่า

แพลงก์ตอนสัตว์สามารถกลืนและสะสมไมโครพลาสติกภายในเซลล์ ซึ่งแสดงถึงจุดเริ่มต้นของการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ่ายทอดสู่ลำดับการกินที่สูงขึ้น และการทดลองที่ตรวจพบไมโครพลาสติกเรืองแสงในลำไส้ของปู *Carcinus maenas* ซึ่งตรงกับชนิดพอลิเมอร์ของพลาสติกที่หอยแมลงภู่ได้รับ จึงช่วยยืนยันถึงการถ่ายทอดไมโครพลาสติกระหว่างลำดับการกินโดยตรงได้ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่พบว่ากิ้ง *P. flexuosus* และ *P. elegans* มีการสะสมได้รับไมโครพลาสติกจากเหยื่อมากกว่าการได้รับจากน้ำโดยตรง ซึ่งชี้ว่าเส้นทางหลักของการรับไมโครพลาสติกในสัตว์เหล่านี้คือผ่านการกินเหยื่อที่ปนเปื้อน ทั้งนี้แบบจำลองสมมูลมวลที่นำมาใช้ในหลายการศึกษายังแสดงให้เห็นว่าผู้ล่าลำดับสูงมีแนวโน้มสะสมไมโครพลาสติกในร่างกายมากกว่า โดยเฉพาะในกรณีที่สิ่งแวดล้อมมีระดับการปนเปื้อนสูง และเมื่อเหยื่อมีการสะสมไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารในปริมาณมาก (Browne *et al.*, 2008; Browne *et al.*, 2010; Cole *et al.*, 2013; Farrell and Nelson, 2013; Kangas *et al.*, 2023)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง

- 3.1.1.1 ถังพลาสติก - ใช้สำหรับเก็บและขนย้ายตัวอย่าง
- 3.1.1.2 ขวดน้ำพริก - ใช้บรรจุตัวอย่างเพื่อการศึกษาหรือวิเคราะห์
- 3.1.1.3 ถุงมือ - ป้องกันการปนเปื้อนระหว่างการเก็บตัวอย่าง
- 3.1.1.4 เบ็ดตกปลา - ใช้สำหรับตกปลาเพื่อเก็บตัวอย่าง
- 3.1.1.5 อวนลากปลา - ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างปลา
- 3.1.1.6 อวนรุนเคย - ใช้สำหรับลากและจับสัตว์น้ำขนาดเล็กใกล้ชายฝั่ง
- 3.1.1.7 ลังโฟม - ใช้เก็บรักษาตัวอย่างให้คงสภาพระหว่างการขนย้าย

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาตัวอย่าง

- 3.1.2.1 มีดผ่าตัดและใบมีด - ใช้สำหรับผ่าตัดตัวอย่างเพื่อตรวจสอบโครงสร้างภายใน
- 3.1.2.2 กรรไกรผ่าตัด - ใช้ตัดเนื้อเยื่อหรือชิ้นส่วนตัวอย่าง
- 3.1.2.3 ไม้บรรทัด - ใช้วัดขนาดของตัวอย่าง
- 3.1.2.4 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง - ใช้ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ต้องการความแม่นยำสูง
- 3.1.2.5 Plate - ใช้เป็นภาชนะรองรับตัวอย่าง
- 3.1.2.6 พลาสติกขวดลูกอมฟู่ขนาด 125 ml - ใช้เป็นภาชนะผสมหรือเก็บสารละลาย
- 3.1.2.7 Forcep - ใช้คีบจับชิ้นส่วนตัวอย่าง
- 3.1.2.8 แท่งแก้วคนสาร - ใช้คนสารละลายให้เข้ากัน
- 3.1.2.9 ปีกเกอร์ - ใช้ตวงหรือผสมสาร
- 3.1.2.10 กระจกครอบ - ใช้ครอบของเหลวหลังย่อยตัวอย่าง
- 3.1.2.11 กรวยกรอง - ใช้ร่วมกับกระจกครอบในการแยกสาร
- 3.1.2.12 เครื่องโซนิเคท - ใช้สำหรับช่วยแยกเศษพลาสติกออกจากเนื้อเยื่อที่อาจ

ตกค้าง

- 3.1.2.13 ซ้อนตักสาร - ใช้ตวงและถ่ายเทสารเคมี
- 3.1.2.14 ตู้บลูมร็อน - ใช้สำหรับทำให้ตัวอย่างแห้งสนิทก่อนนำมาวิเคราะห์ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.1.3.1 กล้องจุลทรรศน์ OLYMPUS BX5 – ใช้สำหรับส่องตรวจและวิเคราะห์โครงสร้างขนาดเล็กของตัวอย่าง เช่น ชิ้นส่วนไมโครพลาสติกหรือเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก

3.1.3.2 เครื่อง Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) – ใช้สำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารตัวอย่างโดยตรวจสอบสเปกตรัมการดูดกลืนอินฟราเรดเพื่อระบุชนิดของพอลิเมอร์ในไมโครพลาสติกหรือสารอินทรีย์อื่น ๆ

3.1.4 สารเคมีที่ใช้ในการศึกษา

3.1.4.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) – ใช้สำหรับย่อยสลายเนื้อเยื่อของตัวอย่างปลาและเหยื่อ

3.1.4.2 บัฟเฟอร์ฟอร์มาลิน (Buffered Formalin) – ใช้สำหรับถนอมตัวอย่างและป้องกันการเน่าเสียของเนื้อเยื่อก่อนทำการวิเคราะห์

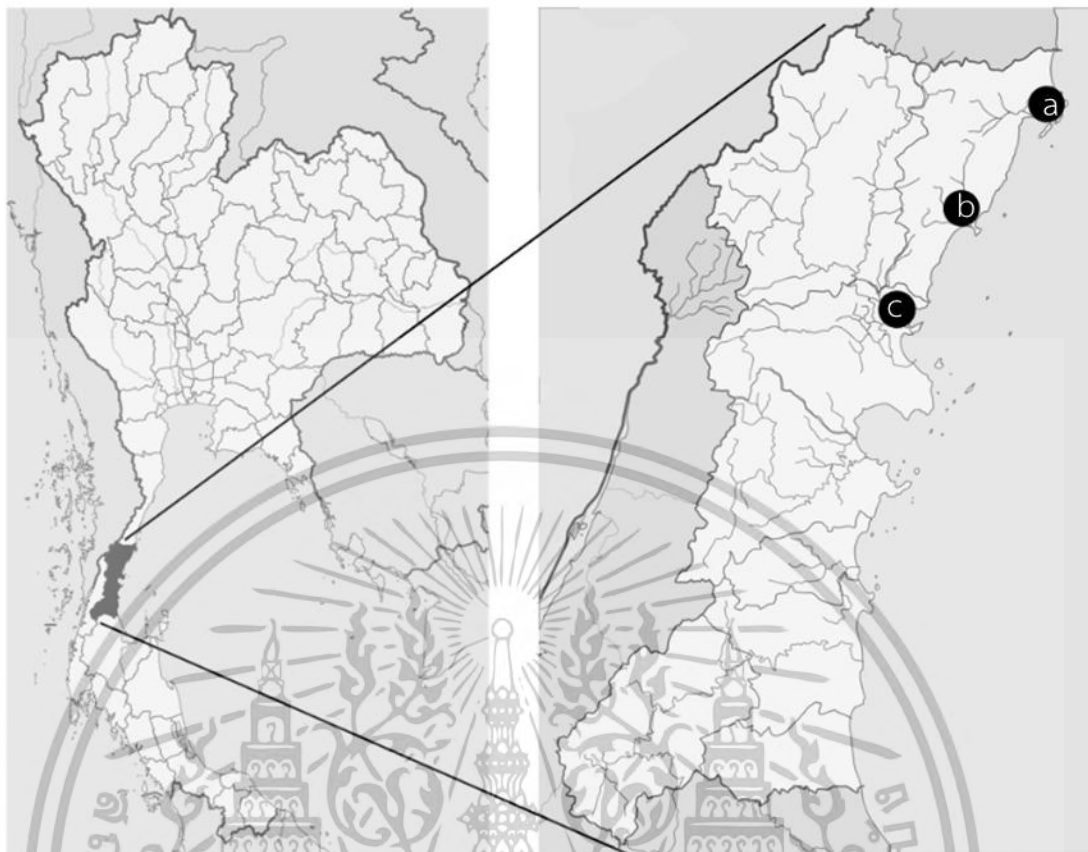
3.2 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่าง โดยมีจุดเก็บตัวอย่าง 3 สถานี ประกอบด้วย พื้นที่บริเวณสะพานเกาะไข่ ตำบลชุมโค ที่มีลักษณะพื้นที่เป็นหาดทรายมีแนวหินปะการังเป็นแนวยาว บริเวณท่าเทียบเรืออ่าวสะพลี อ.เกาะปะทิว ที่มีลักษณะพื้นที่เป็นทรายปนโคลน มีแนวหินและหินปะการังเป็นแนวยาว และจากเรือประมงพาณิชย์ จังหวัดชุมพร ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างมีการทำการประมง จากบริเวณสะพานเทียบเรือ เรือประมงขนาดเล็ก และเรือประมงพาณิชย์ขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังเป็นชุมชนที่อยู่อาศัย มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และทำกิจกรรมทางน้ำต่าง ๆ ของผู้คนที่ย้ายมาอยู่บริเวณนั้น ซึ่งพื้นที่ทั้งหมดอยู่ในเขตชายฝั่งทะเลของจังหวัดชุมพร มีลักษณะเป็นแนวชายฝั่งที่มีความหลากหลายทางระบบนิเวศ ทั้งแนวหาดทราย หาดเลน แนวปะการัง และแหล่งอาศัยของสัตว์น้ำชายฝั่งหลายชนิด โดยเฉพาะบริเวณที่มีหินปะการัง มักเป็นแหล่งหลบภัยและแหล่งอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน (รูปที่ 3.1) (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 วิธีการเก็บตัวอย่างปลากะพงข้างปาน จากแหล่งประมงต่าง ๆ ในจังหวัดชุมพร

| สถานีเก็บตัวอย่างที่ | ละติจูดที่ | ลองจิจูดที่ | เครื่องมือที่ใช้ |
|-------------------------------------|---------------------|-------------------|---|
| A) สะพานเกาะไข่ อ.ปะทิว | 10.713594541685884, | 99.38221600592888 | เบ็ดตกปลา และอวนลาก เรือประมงพาณิชย์ขนาดเล็ก |
| B) ท่าเทียบเรืออ่าวสะพลี อ. ปะทิว | 10.588068089709234, | 99.28289911140156 | เบ็ดตกปลา |
| C) ท่าเรือประมงพาณิชย์ จังหวัดชุมพร | 10.435361881907555, | 99.23917883989326 | อวนลาก |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 สถานีเก็บตัวอย่างปลากะพงข้างปาน ในอำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร จำนวน 3 บริเวณ คือ สะพานเกาะไข่ อ.ปะทิว(a) ท่าเทียบเรืออ่าวสะพลี อ.ปะทิว(b) ท่าเรือประมงพาณิชย์ จังหวัดชุมพร(c)

3.3 ชนิดและองค์ประกอบของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน

การศึกษาชนิดอาหารในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน เพื่อจะนำข้อมูลการกินอาหารและชนิดอาหารที่ได้ ไปเป็นข้อมูลการศึกษาการถ่ายทอดไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานในหัวข้อถัดไป จึงทำการเก็บตัวอย่างปลากะพงข้างปานจำนวน 3 ครั้ง โดยวิธีการตกด้วยเบ็ด วางลอบโดยเรือประมงพื้นบ้าน ที่บริเวณท่าเทียบเรืออ่าวสะพลี อำเภอปะทิว และจากเรือประมงพาณิชย์ จังหวัดชุมพร (ตารางที่ 3.1) ซึ่งเก็บตัวอย่างในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือคือในช่วงเดือนมกราคม และเดือนกุมภาพันธ์ และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คือในช่วงเดือนพฤษภาคม บันทึกข้อมูลจำนวนปลา วัดความยาวทั้งหมด (TL) (ความยาว (cm.) จากปลายจมูกถึงปลายครีบหาง และชั่งน้ำหนัก (g) (Baalkhuyur *et al.*, 2018) ก่อนทำการผ่าแยกระบบทางเดินอาหารและนำระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานมาแช่ด้วยบัฟเฟอร์ฟอร์มาลิน 10% เพื่อป้องกันการเน่าเสียของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำระบบทางเดินอาหารมาศึกษาต่อในห้องปฏิบัติการ เทออาหารทั้งหมดที่พบใส่ในจานแก้ว และนำมาศึกษาตามวิธีการ Hyslop (1980) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยจำแนกและนับจำนวนของสิ่งมีชีวิตที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงแต่ละตัว แล้วบันทึกข้อมูลลงในตาราง (ภาคผนวก ก ที่ 1)

3.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลชนิดและปริมาณอาหารในปลากะพงข้างปาน

นับจำนวนตัวของอาหารแต่ละชนิดที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลาแต่ละตัว แล้วคำนวณร้อยละของจำนวนชนิดอาหารที่พบ (Numerical composition, N) ตามวิธีของ Hyslop (1980) จากสมการ

$$\%N = \frac{100 \times P_i}{P}$$

เมื่อ $\% N =$ ร้อยละของจำนวนชนิดอาหารที่พบ (3.1)
 $P =$ จำนวนตัวของอาหารทุกชนิดรวมกัน
 $P_i =$ จำนวนตัวของอาหารชนิด i

หาปริมาณอาหารแต่ละชนิดที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลาแต่ละตัวจากการชั่งน้ำหนักอาหารแต่ละตัว แล้วคำนวณร้อยละของปริมาณอาหารที่พบ (Weight composition, W) ตามวิธีของ Hyslop (1980) จากสมการ

$$\%W = \frac{100 \times N_i}{N}$$

เมื่อ $\% W =$ ร้อยละของปริมาณอาหารที่พบ (3.2)
 $N =$ น้ำหนักของอาหารทุกชนิดรวมกัน
 $N_i =$ น้ำหนักของอาหารชนิด i

ความถี่ของอาหารแต่ละชนิดที่พบ มาจากจำนวนระบบทางเดินอาหารที่พบอาหารแต่ละชนิด แล้วคำนวณร้อยละความถี่ของอาหารที่พบ (frequency of occurrence, F) ตามวิธีของ Hyslop (1980) จากสมการ

$$\%F = \frac{100 \times O_i}{O}$$

เมื่อ $\% F =$ ร้อยละความถี่ของอาหารที่พบ (3.3)
 $O =$ จำนวนระบบทางเดินอาหารที่ใช้วิเคราะห์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

O_i = จำนวนระบบทางเดินอาหารที่พบอาหารชนิด i

คำนวณค่าดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ของอาหารแต่ละชนิด (Index of Relative Importance, IRI) โดยใช้ข้อมูลจากการนับจำนวน ชั่งน้ำหนัก และความถี่ของการพบอาหารแต่ละชนิด นำมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อแสดงภาพรวมของความสัมพันธ์ของอาหารแต่ละชนิด จากนั้นจึงคำนวณเป็นร้อยละของดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ เพื่อแสดงสัดส่วนของอาหารที่พบในแต่ละชนิดตามสูตรที่กำหนด

$$IRI = \% N + \% W \times \% F$$

เมื่อ IRI = ดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ (3.4)

$\%N$ = ร้อยละของจำนวนชนิดอาหารที่พบ

$\%W$ = ร้อยละของปริมาณอาหารที่พบ

$\%F$ = ร้อยละความถี่ของอาหารที่พบ

โดยที่ค่า IRI มีเกณฑ์ดังนี้ (มารินทร์ สว่างศรี, 2550)

ค่า IRI ระหว่าง 0-20 อาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลาเป็นอาหารที่ปลากินเข้าไปโดยบังเอิญ

ค่า IRI ระหว่าง 21-200 อาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลาเป็นอาหารที่ปลาเลือกที่จะกินเป็นอันดับสอง

ค่า IRI ระหว่าง 201-20,000 อาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลาจัดเป็นอาหารหลัก

จากนั้นนำค่า IRI ที่ได้มาคำนวณร้อยละ จากสมการ

$$\%IRI = \frac{IRI}{\sum IRI} \times 100 \quad (3.5)$$

เมื่อ $\%IRI$ = ร้อยละดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์

IRI = ดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ของอาหารแต่ละชนิด

$\sum IRI$ = ผลรวมของดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ทั้งหมด

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ความแตกต่างของชนิดอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานระหว่างฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนมกราคม-กุมภาพันธ์) และฤดูลมมรสุมตะวันตก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉียงใต้ (เดือนพฤษภาคม) โดยพิจารณาจากจำนวนของเหยื่อแต่ละชนิดที่พบภายในระบบทางเดินอาหารของปลา และเนื่องจากข้อมูลไม่เป็นไปตามการแจกแจงแบบปกติ จึงใช้สถิติแบบ non-parametric statistics คือ การทดสอบ Kruskal–Wallis H test เพื่อใช้สำหรับเปรียบเทียบความแตกต่างของชนิดและปริมาณอาหารระหว่างฤดูกาล โดยการวิเคราะห์ดำเนินการด้วยโปรแกรม SPSS version 28 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

3.4 ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารปลากะพงข้างปานและอาหารที่เป็นเหยื่อ

จากการศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารของปลากะพงข้างปาน ที่เก็บตัวอย่างจากอำเภอปะทิว และเรือประมงพาณิชย์ จังหวัดชุมพร พบว่าในทั้งสองฤดูกาลปลากะพงข้างปานกินอาหารชนิดเดียวกัน โดยอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลาได้แก่:

1. ปลา *Stolephorus* sp. และปลา *Sphyraena* sp.
2. กุ้ง *Penaeus* sp. และกุ้ง *Metapenaeus* sp.
3. เคย *Acetes* sp. และเคย *Mesopodopsis* sp.
4. กุ้ง *Harpiosquilla* sp.
5. ปู *Portunus* sp.

จากข้อมูลดังกล่าว จึงนำมาเป็นแนวทางในการเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่เป็นเหยื่อของปลากะพงข้างปาน ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างจาก 3 บริเวณหลักได้แก่

1. สะพานเกาะไข่ อำเภอปะทิว (a)
2. ท่าเทียบเรืออ่าวสะพลี อำเภอปะทิว (b)
3. ท่าเรือประมงพาณิชย์ จังหวัดชุมพร (c) (รูปที่ 3.1)

3.4.1 การเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่เป็นเหยื่อของปลากะพงข้างปาน

ทำการเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่เป็นเหยื่อของปลากะพงข้างปาน โดยใช้จวนรุนเคยเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึกประมาณ 60 - 100 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 5 วัน วันละ 3 รอบ โดยตัวอย่างที่เก็บประกอบด้วย ปลา *Stolephorus* sp. และปลา *Sphyraena* sp., กุ้ง *Penaeus* sp. และกุ้ง *Metapenaeus* sp., เคย *Acetes* sp. และเคย *Mesopodopsis* sp., กุ้ง *Harpiosquilla* sp. และปู *Portunus* sp. หลังจากเก็บตัวอย่างได้แล้ว ทำการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่าเพื่อล้างคราบปนเปื้อนออกจากพื้นผิวตัวอย่าง จากนั้นเก็บรักษาตัวอย่างในบัฟเฟอร์ฟอร์มาลิน 10% เพื่อป้องกันการเน่าเสียและรักษาสภาพตัวอย่างให้สมบูรณ์

เนื่องจากสัตว์แต่ละชนิดมีขนาดและลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน ขั้นตอนในการย่อยตัวอย่างจึงมีความแตกต่างกัน ดังนี้

1. เเคย (*Acetes* sp., *Mesopodopsis* sp.) โดยเคย *Acetes* sp. จะมีลำตัวใส ตาดำเด่น ในขณะที่เคย *Mesopodopsis* sp. มีขนาดใหญ่กว่าเล็กน้อย และมีดวงตาสีแดง ซึ่งเคยทั้ง 2 ชนิด มีขนาดเล็กมากจึงใช้ทั้งตัว โดยใช้ตัวอย่าง เคย *Acetes* sp. จำนวน 175 ตัว และ เคย *Mesopodopsis* sp. จำนวน 65 ตัว เพื่อนำไปตรวจหาการปนเปื้อนไมโครโมโครพลาสติก

2. กุ้ง (*Penaeus* sp., *Metapenaeus* sp.) ผ่าด้านหลังและแกะเปลือกส่วนหัวออก ใช้คีมคีบและกรรไกรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว คีบระบบทางเดินอาหาร ซึ่งอยู่บริเวณหัวกุ้งไปตรวจหาไมโครพลาสติก โดยใช้ตัวอย่าง กุ้ง *Penaeus* sp. จำนวน 30 ตัวอย่าง และ กุ้ง *Metapenaeus* sp. จำนวน 2 ตัวอย่าง เพื่อนำไปตรวจหาการปนเปื้อนไมโครโมโครพลาสติก

3. กุ้ง (*Harpisquilla* sp.) ผ่าบริเวณส่วนหัว ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับระบบทางเดินอาหาร จากนั้นแยกระบบทางเดินอาหารออก โดยใช้ตัวอย่าง กุ้ง *Harpisquilla* sp. จำนวน 5 ตัวอย่าง เพื่อนำไปตรวจหาการปนเปื้อนไมโครโมโครพลาสติก

4. ปู (*Portunus* sp.) ทำการแยกระบบทางเดินอาหารและเหงือกซึ่งช่วยในการกรองน้ำ จากนั้นนำระบบทางเดินอาหารและเหงือกมาย่อย โดยใช้ตัวอย่าง ปู *Portunus* sp. จำนวน 23 ตัวอย่าง เพื่อนำไปตรวจหาการปนเปื้อนไมโครโมโครพลาสติก

5. ปลา (*Stolephorus* sp., *Sphyraena* sp.) ทำการผ่าตัดช่องท้อง นำระบบทางเดินอาหารออกมาย่อย โดยใช้ตัวอย่าง จำนวน 30 ตัวอย่าง และ ปลา *Sphyraena* sp. จำนวน 30 ตัวอย่าง เพื่อนำไปตรวจหาการปนเปื้อนไมโครโมโครพลาสติก เพื่อตรวจสอบไมโครพลาสติก

3.4.2 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างปลากะพงข้างปาน

เก็บตัวอย่างปลากะพงข้างปาน โดยใช้เบ็ดตกปลาและเหยื่อธรรมชาติคือหมึก จากสะพานปลา และใช้อวนลากโดยเรือประมงพาณิชย์ขนาดเล็ก และตัวอย่างจากเรือประมงพาณิชย์ในพื้นที่ศึกษา โดยมีการบันทึกข้อมูลต่อไปนี้จำนวนปลาที่เก็บตัวอย่างความยาวทั้งหมด (TL) วัดจากปลายจมูกถึงปลายครีบหาง (cm) และน้ำหนักของปลาซึ่งน้ำหนักปลาก่อนการตรวจสอบ (g)

หลังจากเก็บตัวอย่างปลาได้แล้วนำตัวอย่างไปแช่แข็งทันที เพื่อรักษาสภาพตัวอย่างและป้องกันการเน่าเสีย ก่อนนำมาตรวจสอบไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหาร โดยนำตัวอย่างปลาออกจากที่แช่แข็ง และปล่อยให้ละลายที่อุณหภูมิห้องจนตัวอย่างกลับคืนสู่สภาพปกติ ทำการผ่าตัดช่องท้อง เพื่อแยกระบบทางเดินอาหาร เพื่อนำไปตรวจสอบไมโครพลาสติกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 วิธีการวิเคราะห์ไมโครพลาสติก

การศึกษานี้ใช้วิธีที่ดัดแปลงจาก Baakhuyur *et al.* (2018) และ Herrera *et al.* (2019) โดยมีมาตรการควบคุมการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกทั้งจากแหล่งภายนอกและภายในห้องปฏิบัติการดังนี้

3.4.3.1 ป้องกันการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกการควบคุมแหล่งปนเปื้อน จากภายนอกห้องปฏิบัติการรวมถึงอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1. กรองน้ำด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 และตรวจสอบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ หากพบไมโครพลาสติกในน้ำจะไม่นำพลาสติกชนิดนั้นไปใช้ในการศึกษา
2. ใช้น้ำที่ปราศจากไมโครพลาสติกในกระบวนการรักษาสภาพสัตว์ทดลอง การเตรียมสารเคมีต่าง ๆ
3. ทำความสะอาดสถานที่และอุปกรณ์ ด้วยแอลกอฮอล์ก่อนการทดลอง
4. ผู้ปฏิบัติงานสวมถุงมือและเสื้อคลุมตลอดเวลาขณะทำการศึกษา (Lusher *et al.*, 2013)

3.4.3.2 เตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ไมโครพลาสติก

1. ตัวอย่างระบบทางเดินอาหารของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดถูกแยกออกและนำอบไปให้แห้งที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
2. ทำการย่อยเนื้อเยื่อ โดยใช้สารละลาย NaOH 1M ปริมาณ 40 ml ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. เติมสารละลาย NaOH 10M ปริมาณ 20 ml ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อช่วยให้การย่อยเนื้อเยื่อสมบูรณ์ยิ่งขึ้น (Klangnarak and Chunnuyom, 2020)
4. นำเนื้อเยื่อที่แช่สารละลายไปใส่ในเครื่องโซนิเคชัน (Sonication) เพื่อกระตุ้นให้ไมโครพลาสติกที่อาจติดอยู่กับเนื้อเยื่อหลุดออก และเพิ่มประสิทธิภาพในการแยกไมโครพลาสติกออกจากเศษเนื้อเยื่อที่เหลืออยู่

3.4.3.3 ตรวจสอบไมโครพลาสติก

1. นำตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการย่อยมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 หลังจากนั้นจะนำกระดาษกรองที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
2. นำกระดาษกรองที่อบแห้งแล้วไปตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ Olympus BX51 (Olympus Optical Co. Ltd, ประเทศญี่ปุ่น) เพื่อจำแนกรูปร่าง สี และวัดขนาดของชิ้นส่วนที่คาดว่าจะเป็ไมโครพลาสติกที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อตรวจพบชิ้นส่วนที่คาดว่าไม่เป็นไมโครพลาสติกจะทำสัญลักษณ์ และกำหนดลำดับตัวเลขไว้บนแผ่นกรอง

3.4.4 จำแนกรูปร่าง สี และขนาดของไมโครพลาสติก

สามารถจำแนกรูปร่างไมโครพลาสติกตามรูปร่าง สี และขนาด (Free *et al.*, 2014; Peng *et al.*, 2017; Wright *et al.*, 2013)

รูปร่างของไมโครพลาสติก โดยทั่วไปแล้วสามารถจำแนกแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกตามลักษณะรูปแบบ ต่าง ๆ ที่พบได้ เป็น 5 กลุ่ม มีรายละเอียดดังนี้

1. รูปแบบเศษชิ้นส่วน (fragment) เป็นพลาสติกที่มีความแข็ง พื้นผิวมีลักษณะขรุขระ ส่วนใหญ่มีแหล่งที่มาจากขวดที่มีความแข็งและเหนียว
2. รูปแบบเส้นหรือเส้นใย (fiber) เป็นพลาสติกที่มีลักษณะบางหรือเป็นเส้น เหยียดตรง ส่วนใหญ่มีแหล่งที่มาจากสายเบ็ดหรืออวนในการทำประมง รวมถึงจากเสื้อผ้าและสิ่งทอ
3. รูปแบบทรงกลม (beads) เป็นพลาสติกที่มีลักษณะแข็งและกลม ส่วนใหญ่มีแหล่งที่มาจากเรซิน รวมถึงผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิวหน้า
4. รูปแบบฟิล์ม (film) เป็นพลาสติกที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางราบ ส่วนใหญ่ มีแหล่งที่มาจากถุงพลาสติก พลาสติกที่ใช้ในการห่อหุ้มหรือคลุมอาหาร
5. รูปแบบโฟม (foam) เป็นพลาสติกที่มีลักษณะน้ำหนักเบา เป็นฟองน้ำ ส่วนใหญ่มีแหล่งที่มาจากโฟมลอยหรือโฟมกันกระแทก

สีเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกกินของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะในสิ่งมีชีวิตที่มีประสาทการรับรู้ภาพและสี ซึ่งสัตว์จะเลือกกินไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็ก และสีที่ใกล้เคียงหรือคล้ายกับเหยื่อของสัตว์ชนิดนั้น การจัดจำแนกกลุ่มของไมโครพลาสติกตามสีสามารถจำแนกได้เป็น 6 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มสีฟ้า ประกอบด้วย สีฟ้าเข้ม สีฟ้าอ่อน สีเขียวเข้ม และสีเขียวอ่อน
2. กลุ่มสีดำ ประกอบด้วย สีดำ สีเทา
3. กลุ่มสีเหลือง ประกอบด้วย สีส้ม และสีน้ำตาล
4. กลุ่มสีโปร่งใส ประกอบด้วย ชิ้นส่วนที่ไม่มีสี
5. กลุ่มสีขาว ประกอบด้วย ชิ้นส่วนสีขาว โดยไม่รวมชิ้นส่วนสีโปร่งใส
6. กลุ่มสีแดง ประกอบด้วย สีแดง สีชมพู และสีม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดขนาดของไมโครพลาสติกที่พบ จะทำการวัดใต้กล้องจุลทรรศน์ รุ่น Olympus BX51 โดยจะนำไมโครพลาสติกมาวัดขนาด ซึ่งความยาวขนาดไมโครพลาสติกที่พบจะมีขนาดตั้งแต่ 1 ไมครอน (0.001 มม.) ถึง 5 มิลลิเมตร จากนั้นจะนำแผ่นกรองที่มีชิ้นส่วนที่คาดว่าเป็ไมโครพลาสติก ซึ่งมีการทำสัญลักษณ์ และระบุลำดับตัวเลข มาวิเคราะห์ห้ด้วยเครื่อง FTIR spectroscopy เพื่อแยกชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติก เช่น PE, PP, PS และ PET โดยผลการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกสามารถนำไปใช้ในหลายด้าน เช่น ประเมินแหล่งที่มาของไมโครพลาสติก

3.4.5 การระบุชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติก

เมื่อพบชิ้นส่วนที่คาดว่าเป็ไมโครพลาสติก ภายในระบบทางเดินอาหารของตัวอย่างที่นำมาตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ Olympus BX51 (Olympus Optical Co. Ltd, ประเทศญี่ปุ่น) จะดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. นำชิ้นส่วนไมโครพลาสติกที่ระบุลำดับตัวเลขไว้ ไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTIR spectroscopy โดยใช้เครื่อง Shimadzu AIM-9000 Automated Infrared Microscope (Japan) ซึ่งสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว โดยใช้ตัวตรวจจับแบบ MCT (Mercury-Cadmium-Telluride) ช่วยเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของพอลิเมอร์หรือสารเคมีต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสำหรับใช้วิเคราะห์ตัวอย่างที่มีขนาดเล็กมากหรือต่ำกว่า 20 ไมโครเมตร
2. กำหนดช่วงเลขคลื่นที่ใช้ในการวิเคราะห์ระหว่าง $1300.00 - 4000.00 \text{ cm}^{-1}$ โดยค่าสเปกตรัมของชิ้นส่วนของไมโครพลาสติกที่วิเคราะห์จะนำมาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลไลบรารีของ Shimadzu เพื่อระบุชนิดของพอลิเมอร์ที่พบในไมโครพลาสติก
3. รายงานผลในรูปแบบค่าร้อยละ (%) ของชนิดพอลิเมอร์ที่พบ

3.4.6 การถ่ายทอดไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหาร

จะใช้ทั้งหมด 2 วิธีการ

1. วิเคราะห์ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานและเหยื่อ โดยเลือกเฉพาะไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างและชนิดพอลิเมอร์ที่เหมือนกันทั้งในปลากะพงข้างปานและเหยื่อแต่ละชนิด ซึ่งก่อนดำเนินการวิเคราะห์ได้ทำการตรวจสอบข้อกำหนดเบื้องต้น (assumptions) ได้แก่ การแจกแจงแบบปกติของข้อมูล (Normality) และความแปรปรวนเท่ากัน (Homogeneity of Variance) และพบว่าข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเบื้องต้น จึงได้เลือกใช้สถิติแบบพาราเมตริก คือ Mann-Whitney U test เพื่อใช้ตรวจสอบความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$) ด้วยโปรแกรม SPSS จากนั้นนำเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลเดิม คือ ไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างและชนิดพอลิเมอร์ที่เหมือนกันทั้งในปลากะพงข้างปานและเหี่ยวแต่ละชนิด มาทำการหาค่าเฉลี่ยของไมโครพลาสติก ซึ่งจากค่าเฉลี่ยหากพบว่าไมโครพลาสติกที่พบในปลากะพงข้างปานมีขนาดสั้นกว่าในเหี่ยว และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของขนาด จึงถือได้ว่าการถ่ายเทไมโครพลาสติกจากเหี่ยวไปยังปลากะพงข้างปาน ผ่านห่วงโซ่อาหารได้

2. ทำการหาค่าความสัมพันธ์ของไมโครพลาสติก ระหว่างปลากะพงข้างปานและเหี่ยว โดยใช้ข้อมูล รูปร่าง สี และชนิดของพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติก มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม RStudio library (pheatmap) version of RStudio 2024.04 ซึ่งแสดงผลแบบ Heatmap หากได้ข้อมูลที่พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ซึ่งมีโอกาสที่จะเกิดการถ่ายเทไมโครพลาสติกจากเหี่ยวไปยังปลากะพงข้างปาน จึงได้นำข้อมูลมาสร้างเป็นภาพสายใยอาหาร

3.5 ระยะเวลาดำเนินงาน

มกราคม 2565 – มีนาคม 2566



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลและอภิปรายผล

4.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานทั้งสองฤดูกาล

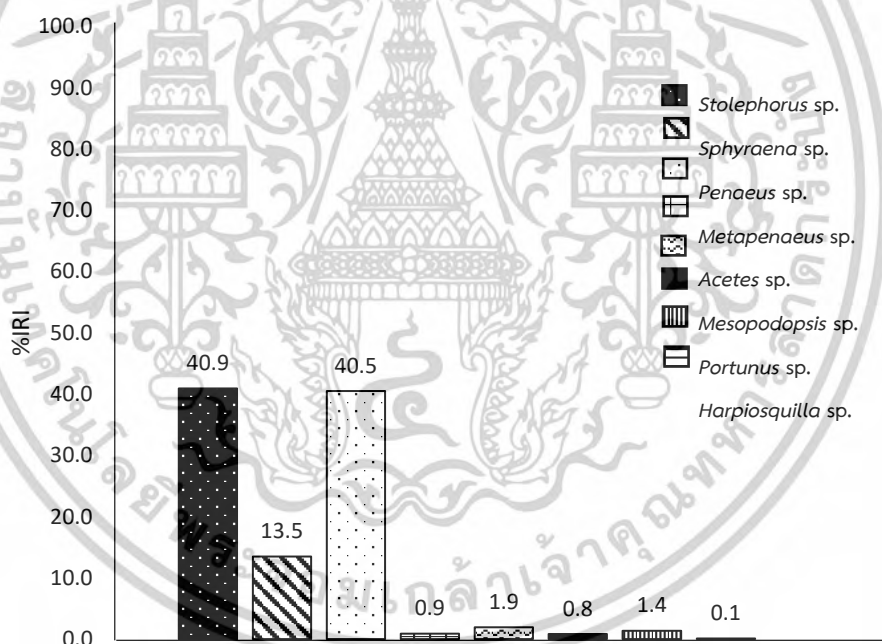
ศึกษาอาหารภายในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานที่เก็บตัวอย่างจากพื้นที่จังหวัดชุมพร จากทั้งสองฤดูกาล จำนวน 161 ตัวอย่าง พบอาหารที่เป็นเหยื่อภายในระบบทางเดินอาหารรวมทั้งสิ้น 152 ชนิด เมื่อจำแนกชนิดของอาหารที่พบจากระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานรวมทั้งสองฤดูกาลออกเป็นกลุ่มตามลักษณะของเหยื่อ พบว่าอาหารทั้งหมดสามารถจำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปลา ซึ่งพบปลาจำแนกได้ 2 ชนิด คือ *Stolephorus* sp. (44.7%) และ *Sphyraena* sp. (22.4%), กลุ่มกุ้ง จำแนกได้ 2 ชนิด ได้แก่ *Penaeus* sp. (14.5%) และ *Metapenaeus* sp. (2.6%), กลุ่มเคย จำแนกได้ 2 ชนิด ได้แก่ *Acetes* sp. (5.3%) และ *Mesopodopsis* sp. (3.9%), กลุ่มปู *Portunus* sp. (4.6%) และกลุ่มกิ้ง *Harpiosquilla* sp. (2.0%) (ตารางที่ 4.1)

ค่าดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ (IRI) ของอาหารที่เป็นเหยื่อของปลากะพงข้างปาน ที่เก็บจากพื้นที่จังหวัดชุมพรในทั้งสองฤดูกาล พบว่าอาหารที่จัดอยู่ในกลุ่มอาหารหลักตามเกณฑ์ของมารินท์ สว่างศรี (2550) ได้แก่ กลุ่มกุ้ง *Penaeus* sp. (IRI = 926.22), กลุ่มปลา *Stolephorus* sp. (IRI = 935.92) และกลุ่มปลา *Sphyraena* sp. (IRI = 307.85) จัดอยู่ในเกณฑ์ของค่า IRI ระหว่าง 201 – 20,000 สะท้อนถึงการเป็นแหล่งอาหารชนิดหลักที่ปลากะพงข้างปานเลือกกินเข้าไปขณะที่กลุ่มเคยชนิด *Acetes* sp. (IRI = 44.09) และ กลุ่มปูชนิด *Portunus* sp. (IRI = 31.57) มีค่า IRI อยู่ในช่วง 21–200 จัดเป็นอาหารรองหรืออาหารที่ถูกเลือกกินเป็นลำดับถัดมา ส่วนกลุ่มกิ้งชนิด *Metapenaeus* sp. (IRI = 20.29), กลุ่มเคยชนิด *Mesopodopsis* sp. (IRI = 12.87) และ กลุ่มกิ้งชนิด *Harpiosquilla* sp. (IRI = 2.72) มีค่า IRI ต่ำกว่า 20 จัดเป็นอาหารที่ปลากะพงข้างปานกินโดยบังเอิญ (ตารางที่ 4.1) เมื่อนำอาหารของปลากะพงข้างปาน ทั้ง 2 ช่วงฤดูกาลมาศึกษาค่าร้อยละดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ (%IRI) ของกลุ่มอาหารทั้งหมด พบว่ากลุ่มปลาชนิด *Stolephorus* sp. และกลุ่มกุ้งชนิด *Penaeus* sp. มีค่าร้อยละ IRI สูงที่สุด คือ 40.9% และ 40.5% ตามลำดับ (รูปที่ 4.1) แสดงให้เห็นถึงบทบาทของกลุ่มเหยื่อทั้งสองชนิดในฐานะอาหารหลักของปลากะพงข้างปาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบอาหาร และการวิเคราะห์องค์ประกอบในระบบทางเดินอาหารของ ปลากะพงข้างปานจากทั้งสองฤดูกาล

| ชนิดอาหาร | N (ตัว) | %N | W (กรัม) | %W | F | %F | IRI | %IRI |
|-------------------------|---------|------|----------|------|----|------|--------|------|
| <i>Stolephorus</i> sp. | 68 | 44.7 | 41.55 | 30.4 | 27 | 29.3 | 935.92 | 40.9 |
| <i>Sphyraena</i> sp. | 34 | 22.4 | 21.14 | 15.4 | 17 | 18.5 | 307.85 | 13.5 |
| <i>Penaeus</i> sp. | 22 | 14.5 | 52.17 | 38.1 | 22 | 23.9 | 926.22 | 40.5 |
| <i>Metapenaeus</i> sp. | 4 | 2.6 | 7.41 | 5.4 | 3 | 3.3 | 20.29 | 0.9 |
| <i>Acetes</i> sp. | 8 | 5.3 | 6.11 | 4.5 | 8 | 8.7 | 44.09 | 1.9 |
| <i>Mesopodopsis</i> sp. | 6 | 3.9 | 3.13 | 2.3 | 6 | 6.5 | 18.87 | 0.8 |
| <i>Portunus</i> sp. | 7 | 4.6 | 4.85 | 3.5 | 7 | 7.6 | 31.57 | 1.4 |
| <i>Harpisquilla</i> sp. | 3 | 2.0 | 0.47 | 0.3 | 2 | 2.2 | 2.72 | 0.1 |
| รวม | 152 | 100 | 136.83 | 100 | 92 | 100 | 2287.5 | 100 |



รูปที่ 4.1 ร้อยละดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ (%IRI) ของทุกกลุ่มอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของ ปลากะพงข้างปานจากทั้งสองฤดูกาล

ปลากะพง เช่น *L. synagris*, *L. fulviflamma* และปลากะพงข้างปาน เป็นปลาที่กินอาหารตามธรรมชาติที่มีอยู่ในแหล่งอาศัยและไม่ได้กินอาหารอย่างจำเพาะเจาะจง คือปลากะพงมีความสามารถในการปรับเปลี่ยนชนิดของอาหารตามความหลากหลายของทรัพยากรในสิ่งแวดล้อม รวมถึงความเหมาะสมของขนาดเหยื่อกับขนาดลำตัวของปลาในแต่ละช่วงวัย อาหารหลักที่พบในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการทำงานเพื่อการศึกษานานาชาติ เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ว่ากรรมสิทธิ์อื่น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบทางเดินอาหารของปลากะพงส่วนใหญ่ ได้แก่ กลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก โดยเฉพาะกลุ่ม ครัสเตเชียน เช่น กุ้งและปู รวมถึงสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ และปลาขนาดเล็ก ซึ่งเป็นกลุ่มเหยื่อที่มีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศทางทะเลโดยเฉพาะในเขตชายฝั่ง ซึ่งเหยื่อเหล่านี้มักอาศัยอยู่ตามพื้นท้องทะเลและบริเวณแหล่งหญ้าทะเล มีความสำคัญต่อปลากะพงในช่วงวัยอ่อนที่ใช้เป็นทั้งแหล่งอาหารและที่หลบภัย ปลากะพงขนาดเล็กมักกินเหยื่อขนาดเล็ก เช่น ลูกกุ้ง ลูกปลา แอมฟิพอด และโคพีพอด ซึ่งพบได้มากในแหล่งหญ้าทะเล และเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มอัตราการอยู่รอดและการเจริญเติบโตของลูกปลา ขณะที่ปลากะพงที่มีขนาดใหญ่จะล่าเหยื่อที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เช่น ปลาขนาดเล็ก หรือครัสเตเชียนที่โตเต็มวัย ซึ่งลักษณะการกินอาหารได้หลากหลายนี้แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการปรับตัวของปลากะพงต่อการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรในสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังสะท้อนบทบาทในฐานะผู้ล่าลำดับบนของห่วงโซ่อาหาร ที่ทำหน้าที่ควบคุมประชากรสัตว์หน้าดินและปลาขนาดเล็กที่ส่งผลต่อความสมดุลของระบบนิเวศชายฝั่ง นอกจากนี้ ปริมาณและชนิดของอาหารที่ปลากะพงกินเข้าไปยังอาจมีการแปรผันตามฤดูกาล โดยเฉพาะในพื้นที่ชายฝั่งที่ได้รับอิทธิพลจากมรสุม เช่น บริเวณอ่าวไทยตอนบน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณน้ำจืดจากแม่น้ำ และการไหลเวียนของกระแสน้ำ ล้วนส่งผลต่อการกระจายตัวและความหนาแน่นของเหยื่อในแต่ละฤดูกาล ดังนั้น องค์ประกอบของอาหารในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงจึงสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดเชิงพื้นที่และเชิงฤดูกาลของทรัพยากรในระบบนิเวศทางทะเล ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการฟื้นฟูและความยั่งยืนของทรัพยากรประมง (Allen, 1985; Doncel and Paramo, 2010; Iqbal *et al.*, 2023; Kamukuru and Mgaya, 2004; Nanami and Shimose, 2012; Nuraini *et al.*, 2007; Vazquez *et al.*, 2008)

แม้ว่าในการเก็บตัวอย่างปลากะพงข้างปาน ในงานวิจัยนี้จะใช้หมึกซึ่งเป็นเหยื่อจากธรรมชาติเป็นเหยื่อล่อในการตกปลา แต่จากการตรวจสอบระบบทางเดินอาหารของปลาที่จับได้กลับไม่พบหมึกอยู่ในองค์ประกอบของอาหารที่ปลากะพงข้างปานกินเข้าไป ซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ โดยหมึกอาจไม่ใช่เหยื่อหลักหรือไม่ใช่อาหารที่ปลากะพงข้างปานนิยมกินในธรรมชาติ จากข้อมูลในหลายงานวิจัยพบว่าปลากะพงในกลุ่ม Lutjanidea โดยทั่วไปมักกินสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก โดยเฉพาะกลุ่ม ครัสเตเชียน เช่น กุ้งและปู รวมถึงปลาขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในแหล่งหญ้าทะเลหรือบริเวณหน้าดินมากกว่าจะกินหมึกซึ่งพบได้น้อยในแหล่งอาศัยเหล่านี้ (Wells *et al.*, 2010) นอกจากนี้ การที่ปลากะพงข้างปานถูกตกด้วยหมึก ไม่ได้หมายความว่าปลาจะต้องกลืนหมึกเข้าไปทั้งหมด โดยเฉพาะในกรณีของการตกปลาด้วยเบ็ด ซึ่งปลามักเพียงแค่ออมน้ำหรือกัดเหยื่อ แล้วเกิดการติดเบ็ดก่อนที่จะกลืนเหยื่อลงสู่ระบบทางเดินอาหาร (Daugherty and Bebbett, 2019) อีกประเด็นหนึ่งที่น่าจะเป็นสาเหตุสำคัญ คือ หมึกเป็นสัตว์ที่มีลักษณะเนื้อเยื่ออ่อนนุ่ม ย่อยง่าย และไม่หลงเหลือชิ้นส่วนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างแข็ง เช่น กระดุกหรือเกล็ด เมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารแล้วอาจถูกย่อยอย่างรวดเร็วโดยไม่มีเหลือร่องรอยที่สามารถสังเกตหรือจำแนกได้ในภายหลัง (Denecherr *et al.*, 2024) โดยเฉพาะหากไม่มีการหลงเหลือของเขี้ยวหมึกซึ่งเป็นชิ้นส่วนแข็งที่สามารถใช้ระบุชนิดได้ ดังนั้น การไม่พบหมึกในระบบทางเดินอาหารจึงอาจไม่ได้หมายความว่าปลากระพงข้างปานไม่ได้กินเข้าไป แต่อาจสะท้อนว่าเหยื่อดังกล่าวไม่ใช่องค์ประกอบอาหารหลักในธรรมชาติของปลากระพงข้างปาน หรือหมึกอาจถูกย่อยจนไม่สามารถตรวจสอบและจำแนกได้

นอกจากนี้ จากผลการศึกษายังพบว่าปลากระพงข้างปานมีระบบทางเดินอาหารว่างเปล่าสูงถึง 54.7% จากตัวอย่างที่พบในทั้งสองฤดูกาล (ตารางที่ 4.2) ซึ่งเป็นอัตราที่สูงโดยเฉพาะเมื่อเก็บตัวอย่างจากแหล่งธรรมชาติ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น ลักษณะทางสรีรวิทยาของปลากินเนื้อในวงศ์ Lutjanidae ที่มีวิวัฒนาการให้สามารถย่อยอาหารได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการหลั่งกรดเพื่อย่อยสลายโครงสร้างแข็งของเหยื่อ เช่น กระดุก เกล็ด และเนื้อ ทำให้ระบบทางเดินอาหารของปลา มีสภาพว่างเปล่าได้ในระยะเวลาอันสั้น (Lagler *et al.*, 1977) จึงส่งผลให้มีโอกาสพบเศษอาหารตกค้างในกระเพาะลดลงโดยเฉพาะเมื่อตัวอย่างปลาถูกจับจากธรรมชาติ นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอื่นที่อาจส่งผลต่อความว่างเปล่าของกระเพาะอาหารของปลากระพงข้างปาน ได้แก่ อัตราการเผาผลาญพลังงานของปลา ซึ่งสัมพันธ์กับอุณหภูมิและฤดูกาล พฤติกรรมการกินอาหารเป็นช่วง หรือกินเป็นรอบระยะเวลาที่ไม่ต่อเนื่อง รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการหาเหยื่อ เช่น คลื่น ลม หรือความขุ่นของน้ำ ทั้งนี้ วิธีการจับปลาก็อาจมีผลเช่นกัน โดยเฉพาะการใช้เบ็ดหรืออวนลากซึ่งอาจทำให้ปลาสำรอกอาหารออกจากกระเพาะเนื่องจากความเครียดหรือแรงกระชากระหว่างการจับ ส่งผลให้เมื่อผ่าตรวจระบบทางเดินอาหารแล้วไม่พบสิ่งตกค้างหลงเหลือ (de Vries *et al.*, 2020; Vinson and Angradi, 2011) ปัจจัยเหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่าการพบระบบทางเดินอาหารว่างเปล่าในปลากินเนื้อ โดยเฉพาะในตัวอย่างที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ อาจเป็นสิ่งที่พบได้ทั่วไป และควรได้รับการพิจารณาร่วมในการแปลผลข้อมูลด้านองค์ประกอบอาหารของสัตว์น้ำ

ตารางที่ 4.2 จำนวนและร้อยละของปลากระพงข้างปานจากทั้งสองฤดูกาล ที่พบและไม่พบอาหารในระบบทางเดินอาหาร

| ปลากระพงข้างปาน | จำนวน | %N |
|------------------|-------|------|
| พบอาหารในกระเพาะ | 73 | 45.3 |
| กระเพาะว่าง | 88 | 54.7 |
| รวม | 161 | 100 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ชนิดและองค์ประกอบของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานและร้อยละดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ (%IRI) ในฤดูกาลที่แตกต่างกัน

ในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนมกราคม และเดือนกุมภาพันธ์) เก็บตัวอย่างปลากะพงข้างปาน จำนวน 65 ตัวอย่าง มีขนาดความยาวเฉลี่ย 17.48 ± 4.63 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 684.49 ± 184.54 กรัม พบว่ามีตัวอย่างที่มีอาหารภายในระบบทางเดินอาหารของจำนวน 38 ตัวอย่าง (58.5%) และระบบทางเดินอาหารที่ไม่พบอาหาร (ระบบทางเดินอาหารว่างเปล่า) จำนวน 27 ตัวอย่าง (41.5%) (ตารางที่ 4.3) และในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนพฤษภาคม) เก็บตัวอย่างปลากะพงข้างปาน จำนวน 96 ตัวอย่าง มีความยาวเฉลี่ย 23.21 ± 6.14 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 223.59 ± 165.05 กรัม พบว่ามีตัวอย่างที่มีอาหารภายในระบบทางเดินอาหารจำนวน 36 ตัวอย่าง (37.5%) และระบบทางเดินอาหารตัวอย่างที่ไม่พบอาหาร (ระบบทางเดินอาหารว่างเปล่า) จำนวน 60 ตัวอย่าง (62.5%) (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.3 จำนวนและร้อยละของปลากะพงข้างปานจากฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่พบและไม่พบอาหารในระบบทางเดินอาหาร

| ปลากะพงข้างปาน | จำนวน | %N |
|------------------|-------|------|
| พบอาหารในกระเพาะ | 38 | 58.5 |
| กระเพาะว่าง | 27 | 41.5 |
| รวม | 65 | 100 |

ตารางที่ 4.4 จำนวนและร้อยละของปลากะพงข้างปานจากฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ที่พบและไม่พบอาหารในระบบทางเดินอาหาร

| ปลากะพงข้างปาน | จำนวน | %N |
|------------------|-------|------|
| พบอาหารในกระเพาะ | 36 | 37.5 |
| กระเพาะว่าง | 60 | 62.5 |
| รวม | 96 | 100 |

ในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จากตัวอย่างปลากะพงข้างปานจำนวน 65 ตัวอย่าง พบอาหารที่มีชีวิตในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานจำนวน 108 ชิ้น โดยสามารถจำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปลา ซึ่งพบปลาจำแนกได้ 2 ชนิด ได้แก่ *Stolephorus* sp.

(58.3%) และ *Sphyraena* sp. (19.4%), กลุ่มกุ้ง พบกุ้งจำแนกได้ 1 ชนิด คือ *Penaes* sp. (2.8%), เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มเคย จำแนกได้ 2 ชนิด ได้แก่ *Acetes* sp. (6.5%) และ *Mesopodopsis* sp. (4.6%), กลุ่มปู *Portunus* sp. (6.5%) และกลุ่มกิ้ง *Harpiosquilla* sp. (1.9%) (ตารางที่ 4.5)

ส่วนในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากตัวอย่างปลากระพงข้างปานจำนวน 96 ตัวอย่าง พบอาหารที่มีชีวิตจำนวน 44 ชิ้น โดยสามารถจำแนกออกเป็น 5 กลุ่มเช่นกัน ได้แก่ กลุ่มปลา พบปลาจำแนกได้ 2 ชนิด ได้แก่ *Stolephorus* sp. (11.4%) และ *Sphyraena* sp. (29.5%), กลุ่มกิ้ง จำแนกได้ 2 ชนิด ได้แก่ *Penaeus* sp. (43.2%) และ *Metapenaeus* sp. (9.1%), กลุ่มเคย จำแนกได้ 2 ชนิด ได้แก่ *Acetes* sp. (2.3%) และ *Mesopodopsis* sp. (2.3%) และกลุ่มกิ้ง *Harpiosquilla* sp. (2.3%) (ตารางที่ 4.6)

ค่าดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ (IRI) ของอาหารที่เป็นเหยื่อของปลากระพงข้างปานในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจัดแบ่งตามเกณฑ์ของมารินท์ สว่างศรี (2550) พบว่า ปลา *Stolephorus* sp. มีค่า IRI เท่ากับ 1747.25 และปลา *Sphyraena* sp. มีค่า IRI เท่ากับ 447.37 จัดเป็นอาหารหลักที่ปลากระพงข้างปานกินเข้าไป เนื่องจากมีค่า IRI อยู่ในช่วง 201–20,000 สำหรับ กุ้ง *Penaeus* sp. ซึ่งมีค่า IRI เท่ากับ 59.80, เคย *Acetes* sp. มีค่า IRI เท่ากับ 100.62, เคย *Mesopodopsis* sp. มีค่า IRI เท่ากับ 45.85 และปู *Portunus* sp. มีค่า IRI เท่ากับ 99.74 จัดอยู่ในกลุ่มอาหารรอง เนื่องจากมีค่า IRI อยู่ในช่วง 21–200 ส่วนกิ้ง *Harpiosquilla* sp. มีค่า IRI เท่ากับ 2.73 จัดเป็นอาหารที่ปลากระพงข้างปานกินเข้าไปโดยบังเอิญ เนื่องจากมีค่า IRI ต่ำกว่า 20 (ตารางที่ 4.5)

ในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่า กุ้ง *Penaeus* sp. มีค่า IRI เท่ากับ 3255.97 จึงจัดเป็นอาหารหลักที่ปลากระพงข้างปานกินเข้าไป เนื่องจากมีค่าอยู่ในช่วง 201–20,000 ส่วนปลา *Stolephorus* sp. (IRI = 135.15), ปลา *Sphyraena* sp. (IRI = 181.33) และกุ้ง *Metapenaeus* sp. (IRI = 92.20) จัดเป็นกลุ่มอาหารรองที่ปลากระพงข้างปานเลือกกินเป็นลำดับรองลงมา เพราะมีค่า IRI อยู่ระหว่าง 21–200 ขณะที่เคย *Acetes* sp. (IRI = 6.76), เคย *Mesopodopsis* sp. (IRI = 2.72) และกิ้ง *Harpiosquilla* sp. (IRI = 2.83) ซึ่งมีค่า IRI ต่ำกว่า 20 จึงจัดเป็นกลุ่มอาหารที่ปลากระพงข้างปานกินเข้าไปโดยบังเอิญ (ตารางที่ 4.6)

เมื่อนำข้อมูลอาหารที่พบจากทั้งสองฤดูกาล มาพิจารณาค่าร้อยละของดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ (%IRI) ของกลุ่มอาหารแต่ละชนิด พบว่าอาหารในฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ คือ ปลา *Stolephorus* sp. มีค่าร้อยละ IRI สูงสุดที่ 69.8% ขณะที่ในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบ กุ้ง *Penaeus* sp. มีค่าร้อยละ IRI สูงสุดที่ 88.6% แสดงให้เห็นว่าเหยื่อทั้ง 2 ชนิดเป็นแหล่งอาหารหลักที่สำคัญของปลากระพงข้างปานในแต่ละฤดูกาล (รูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 ตามลำดับ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

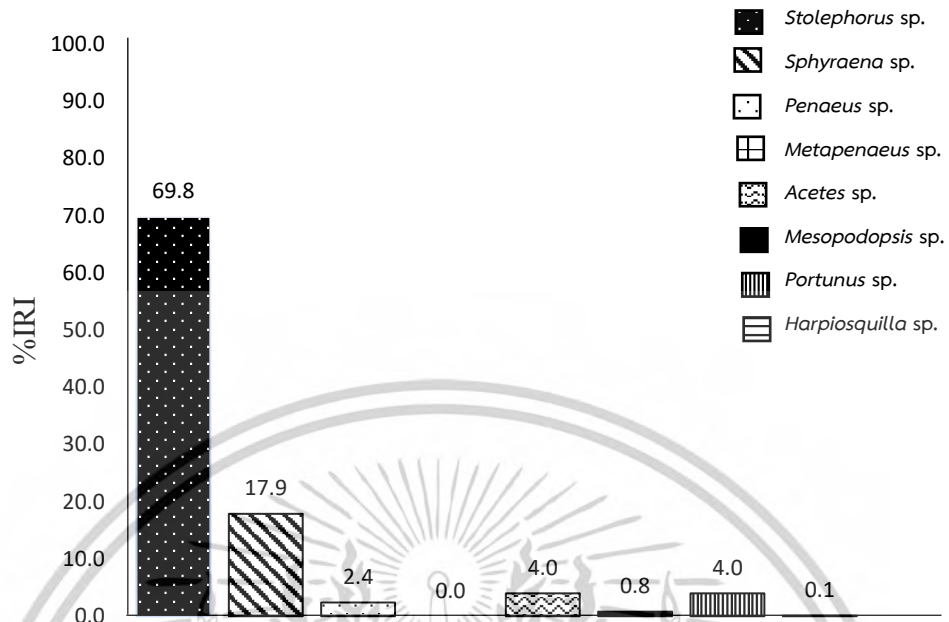
ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบอาหาร และการวิเคราะห์องค์ประกอบในระบบทางเดินอาหารของ
ปลากระพงข้างปานในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

| กลุ่มอาหาร | N (ตัว) | %N | W (กรัม) | %W | F | %F | IRI | %IRI |
|--------------------------|---------|------|----------|------|----|------|---------|------|
| <i>Stolephorus</i> sp. | 63 | 58.3 | 38.54 | 53.8 | 16 | 31.4 | 1747.25 | 69.8 |
| <i>Sphyraena</i> sp. | 21 | 19.4 | 13.02 | 18.2 | 12 | 23.5 | 447.37 | 17.9 |
| <i>Penaeus</i> sp. | 3 | 2.8 | 6.94 | 9.7 | 3 | 5.9 | 59.80 | 2.4 |
| <i>Acetes</i> sp. | 7 | 6.5 | 4.91 | 6.9 | 7 | 13.7 | 100.62 | 4.0 |
| <i>Mesopodopsis</i> sp. | 5 | 4.6 | 3.01 | 4.2 | 5 | 9.8 | 45.85 | 1.8 |
| <i>Portunus</i> sp. | 7 | 6.5 | 4.85 | 6.8 | 7 | 13.7 | 99.47 | 4.0 |
| <i>Harpiosquilla</i> sp. | 2 | 1.9 | 0.32 | 0.4 | 1 | 2.0 | 2.73 | 0.1 |
| รวม | 108 | 100 | 71.59 | 100 | 51 | 100 | 2503.1 | 100 |

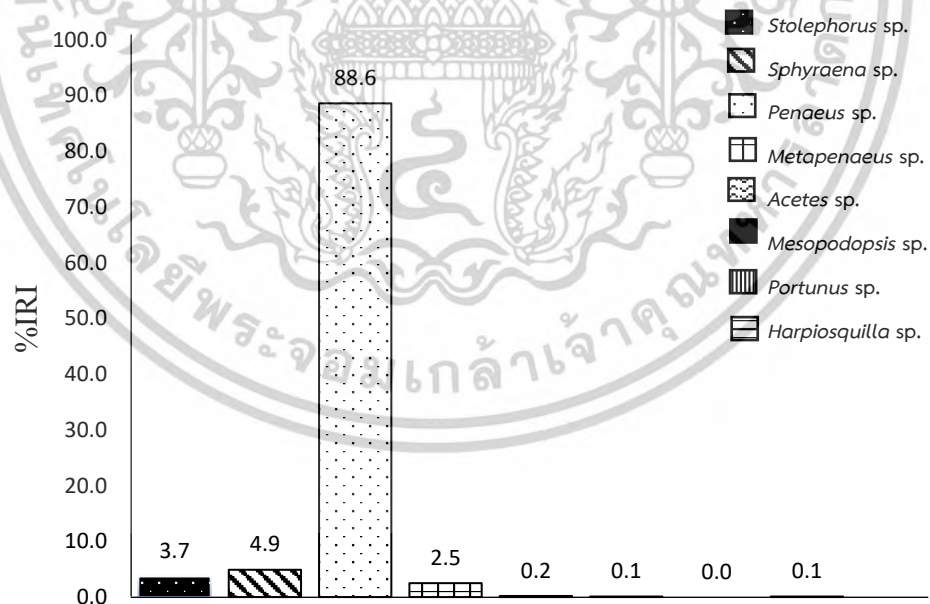
ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบอาหาร และการวิเคราะห์องค์ประกอบในระบบทางเดินอาหารของ
ปลากระพงข้างปานในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

| กลุ่มอาหาร | N (ตัว) | %N | W (กรัม) | %W | F | %F | IRI | %IRI |
|--------------------------|---------|------|----------|------|----|------|---------|------|
| <i>Stolephorus</i> sp. | 5 | 11.4 | 3.01 | 4.6 | 11 | 26.8 | 135.15 | 3.7 |
| <i>Sphyraena</i> sp. | 13 | 29.5 | 8.12 | 12.4 | 5 | 12.2 | 181.33 | 4.9 |
| <i>Penaeus</i> sp. | 19 | 43.2 | 45.23 | 69.3 | 19 | 46.3 | 3255.97 | 88.6 |
| <i>Metapenaeus</i> sp. | 4 | 9.1 | 7.41 | 11.4 | 3 | 7.3 | 92.20 | 2.5 |
| <i>Acetes</i> sp. | 1 | 2.3 | 1.2 | 1.8 | 1 | 2.4 | 6.76 | 0.2 |
| <i>Mesopodopsis</i> sp. | 1 | 2.3 | 0.12 | 0.2 | 1 | 2.4 | 2.72 | 0.1 |
| <i>Portunus</i> sp. | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 |
| <i>Harpiosquilla</i> sp. | 1 | 2.3 | 0.15 | 0.2 | 1 | 2.4 | 2.83 | 0.1 |
| รวม | 44 | 100 | 65.24 | 100 | 41 | 100 | 3677.0 | 100 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ร้อยละดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ (%IRI) ของทุกกลุ่มอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากระพงข้างปาน ในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 4.3 ร้อยละดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ (%IRI) ของทุกกลุ่มอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากระพงข้างปาน ในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม้ว่ากลุ่มอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานจากทั้งสองฤดูกาล จะมีความคล้ายคลึงกันในด้านองค์ประกอบโดยรวม แต่พบว่ากลุ่มอาหารหลักที่พบในระบบทางเดินอาหาร มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลอย่างชัดเจน เมื่อวิเคราะห์จำนวนอาหารในแต่ละกลุ่มที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน โดยใช้สถิติ Kruskal–Wallis H test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$) พบว่าจำนวนอาหารในกลุ่มปลา ($H = 17.238$, $df = 1$, $p < 0.001$), กลุ่มกุ้ง ($H = 9.876$, $df = 1$, $p = 0.002$), กลุ่มเคย ($H = 13.013$, $df = 1$, $p < 0.001$) และกลุ่มปู *Portunus* sp. ($H = 10.741$, $df = 1$, $p = 0.001$) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสองฤดูกาล ในขณะที่กลุ่มกิ้ง *Harpiosquilla* sp. ($H = 0.083$, $df = 1$, $p = 0.774$) ไม่พบความแตกต่างของจำนวนอาหารอย่างมีนัยสำคัญระหว่างฤดูกาล (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบจำนวนอาหารของกลุ่มเหยื่อแต่ละกลุ่มในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานระหว่างฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยใช้ Kruskal–Wallis H test

| กลุ่มอาหาร | ค่า H (Kruskal - Wallis) | df | p-value |
|---|-----------------------------|----|------------|
| ปลา (<i>Stolephorus</i> , <i>Sphyraena</i>) | 17.238 | 1 | < 0.001(*) |
| กุ้ง (<i>Penaeus</i> , <i>Metapenaeus</i>) | 9.876 | 1 | 0.002(*) |
| เคย (<i>Acetes</i> , <i>Mesopodopsis</i>) | 13.013 | 1 | < 0.001(*) |
| ปู (<i>Portunus</i> sp.) | 10.741 | 1 | 0.001(*) |
| กิ้ง (<i>Harpiosquilla</i> sp.) | 0.083 | 1 | 0.774 |

หมายเหตุ: $p < 0.001$ (*) มีนัยสำคัญสูง, $p < 0.01$ () มีนัยสำคัญ, $p \geq 0.05$ ไม่มีนัยสำคัญ

ปลากะพงข้างปานจะกินอาหารที่มีตามธรรมชาติ ไม่ใช่กินแบบจำเพาะเจาะจง ซึ่งพบว่าชนิดและปริมาณของเหยื่อที่ปลากินเข้าไปมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล โดยในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นช่วงที่พบเหยื่อในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานมีความหลากหลายมากขึ้น แสดงถึงความหลากหลายของเหยื่อที่ปลากะพงกินเข้าไป โดยมีปลา *Stolephorus* sp. และ *Sphyraena* sp. เป็นอาหารหลักที่มีค่า IRI สูง ในขณะที่ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพบจำนวนเหยื่อในระบบทางเดินอาหารน้อยกว่าอย่างชัดเจน โดยพบว่าปลากะพงข้างปานกินอาหารกลุ่มกุ้ง *Penaeus* sp. เป็นหลัก โดยมีสัดส่วนและค่า IRI สูงกว่าเหยื่อกลุ่มอื่นอย่างมาก แสดงให้เห็นว่าปลากะพงจะกินอาหารที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นตามธรรมชาติ โดยชนิดและปริมาณของเหยื่อที่กินเข้าไปจึงขึ้นอยู่กับความพร้อมของอาหารในแต่ละฤดูกาล สอดคล้องกับการศึกษาในปลา

กะพงของ Doncel and Paramo (2010) ที่ว่าปลากะพง *L. synagris* มีแนวโน้มเลือกกินเหยื่อขนาดใหญ่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหญ่ขึ้นเมื่อแหล่งอาหารอุดมสมบูรณ์ และเปลี่ยนไปกินเหยื่อขนาดเล็กลงเมื่ออาหารมีจำกัด ซึ่งสะท้อนถึงการปรับพฤติกรรมการกินตามความพร้อมของอาหารในแต่ละฤดูกาล เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Vazquez *et al.* (2008) ซึ่งศึกษาพฤติกรรมการกินของลูกปลากะพง *L. jocu* ในป่าชายเลนและพื้นที่น้ำตื้นชายฝั่งทางตอนใต้ของเม็กซิโก โดยพบว่าในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิสูงและมีฝนตกมาก องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะปลาจะมีความหลากหลายเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะสัตว์หน้าดิน เช่น กุ้งและปู ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของอาหารกับฤดูกาลในแหล่งอาศัยตามธรรมชาติ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Nuraini *et al.* (2007) ซึ่งสำรวจอาหารของลูกปลากะพงในแหล่งหญ้าทะเลของอินโดนีเซีย โดยพบว่าในช่วงฤดูฝน ลูกปลากะพงในแหล่งหญ้าทะเลมีอัตราการกินสัตว์ขนาดเล็กจำพวกแอมฟิพอดและโคพีพอดเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการพัดพาอินทรีย์วัตถุจากแผ่นดินลงสู่ชายฝั่ง ส่งผลให้บริเวณหญ้าทะเลมีความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหารมากกว่าฤดูอื่น จึงแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบของอาหารในระบบนิเวศทางทะเลอาจขึ้นอยู่กับฤดูกาลและแหล่งที่มาของสารอาหารในสิ่งแวดล้อมโดยรอบนอกจากนี้ผลการศึกษาในยังมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Iqbal *et al.* (2023) ที่ชี้ให้เห็นว่าปลากะพงข้างปาน มีรูปแบบการกินอาหารที่สัมพันธ์อย่างชัดเจนกับฤดูกาล โดยเฉพาะในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำ อุณหภูมิ และการพัดพาสารอาหารจากแหล่งน้ำลึกสู่ชายฝั่ง ส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหารเพิ่มขึ้น ขนาดตัวของปลากะพงมีบทบาทสำคัญในการเลือกเหยื่อและพฤติกรรมการกินอาหาร โดยปลากะพงที่มีขนาดเล็กมักจะเลือกเหยื่อที่มีขนาดเล็กกว่า เช่น กุ้งเล็ก, ปูขนาดเล็ก หรือสัตว์หน้าดินขนาดเล็กอื่น ๆ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สามารถหาได้ง่ายและมีความเหมาะสมกับขนาดของปลาในวัยอ่อน (Doncel and Paramo, 2010; Kamukuru and Mgaya, 2004) ในขณะที่ปลากะพงที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะเริ่มเลือกกินเหยื่อที่มีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย เช่น ปูขนาดใหญ่, กุ้งขนาดใหญ่ หรือปลาขนาดเล็กที่มี (Nanami and Shimose, 2012) และแม้ว่าผลการศึกษานี้จะไม่ได้แยกวิเคราะห์ขนาดของเหยื่อแต่ละชนิดอย่างชัดเจน แต่จากองค์ประกอบของกลุ่มอาหารที่พบในแต่ละฤดูกาล พบว่าในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่พบว่าเหยื่อส่วนใหญ่เป็นปลาขนาดเล็กหลายชนิด ขณะที่ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พบว่ากุ้ง *Penaeus* sp. เป็นอาหารหลักที่ปลากะพงข้างปานกินเข้าไป ซึ่งลักษณะเช่นนี้อาจเป็นไปได้ในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของ Kamukuru and Mgaya (2004) ที่พบว่าปลากะพง *L. fulviflamma* จะกินเหยื่อขนาดใหญ่ขึ้นในช่วงฤดูที่แหล่งอาหารอุดมสมบูรณ์ และเปลี่ยนไปกินเหยื่อขนาดเล็กลงเมื่ออาหารมีอยู่อย่างจำกัด

การศึกษาพบว่าปลากะพงข้างปานมีลักษณะการกินอาหารที่คล้ายกันในทั้งสองฤดูกาล โดยเหยื่อที่กินเข้าไปส่วนใหญ่ประกอบด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและลูกปลาขนาดเล็กซึ่งอาศัยอยู่

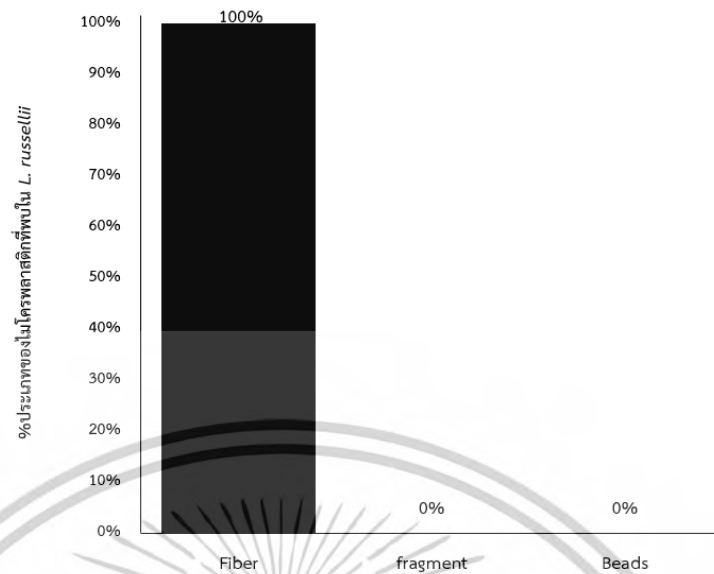
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณพื้นท้องน้ำ อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบของเหยื่อในแต่ละฤดูกาลยังคงมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะในด้านจำนวนและชนิดของเหยื่อที่พบในระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้ สำหรับกลุ่มกั้ง (*Harpiosquilla* sp.) ที่แม้ว่าจะตรวจพบในตัวอย่างระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานจาก ทั้งสองฤดูกาล แต่ผลการวิเคราะห์ไม่พบความแตกต่างของจำนวนอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจเป็น ผลจากลักษณะการดำรงชีวิตของกั้งที่แตกต่างจากกลุ่มเหยื่ออื่น โดยกั้งซึ่งเป็นสัตว์หน้าดินที่มี พฤติกรรมหลบซ่อนตัวสูง มักขุดโพรงอาศัยอยู่ภายในตะกอนทรายหรือโคลนตามพื้นท้องน้ำ ซึ่งพฤติกรรมเช่นนี้จึงทำให้ปลากินสัตว์ เช่น ปลากะพงข้างปาน พบเห็นได้ยากและลดโอกาสที่จะถูก กิน ซึ่งต่างจากเหยื่อกลุ่มอื่น เช่น ปลา กุ้ง หรือเคย ที่มีกว่าย่น้ำหรือเคลื่อนไหวอยู่ตามผิวน้ำหรือ บริเวณผิวน้ำ ปลากะพงข้างปานจึงสามารถจับเหยื่อเหล่านี้กินได้ง่ายกว่า การที่พบกั้งในระบบทางเดิน อาหารของปลากะพงจึงมีแนวโน้มเป็นผลจากการกินโดยไม่ตั้งใจหรือพบเจอโดยบังเอิญ มากกว่าการ เป็นเหยื่อที่ปลากะพงข้างปานกินเป็นหลัก

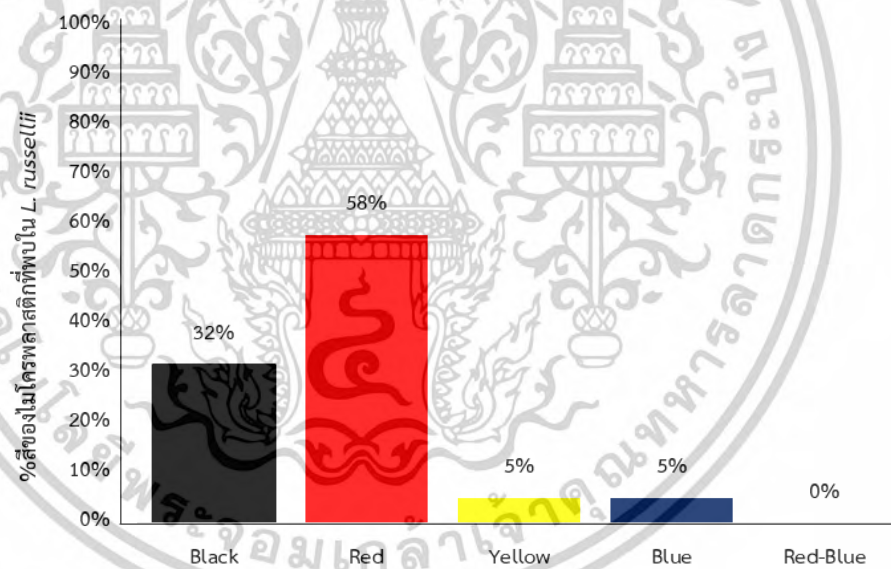
4.3 ไมโครพลาสติกในผู้ล่าและเหยื่อ

4.3.1 ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน

จากการตรวจสอบปลากะพงข้างปาน จำนวน 96 ตัว พบว่ามีไมโครพลาสติกจำนวน 19 ชิ้น ในระบบทางเดินอาหารของปลา 14 ตัว (14.6%) หรือเฉลี่ยแล้วคิดเป็น 0.2 ชิ้น/ตัว ภายระบบ ทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน ประกอบไปด้วยไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยเป็นหลัก (100%) (รูปที่ 4.4) สีของไมโครพลาสติกที่พบเป็นไมโครพลาสติกสีแดงมากที่สุด (58%) รองลงมาคือ สีดำ (32%) (รูปที่ 4.5) และจำแนกชนิดพอลิเมอร์ที่พบโดยใช้เทคนิค FTIR spectroscopy พบเป็น ABS (26%) รองลงมาคือ PET (21%) และ พอลิเมอร์ชนิดอื่น ๆ (PE, PP และ PVP) (21%) (รูปที่ 4. 6)

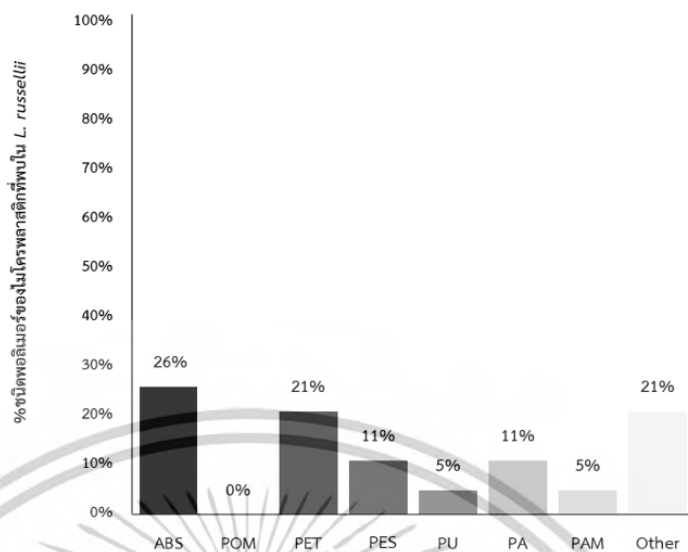


รูปที่ 4.4 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างป่าน



รูปที่ 4.5 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างป่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

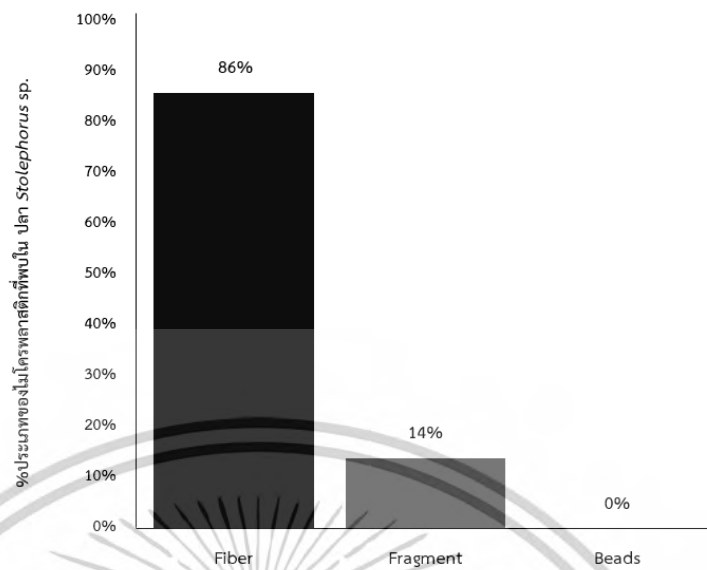


รูปที่ 4.6 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน

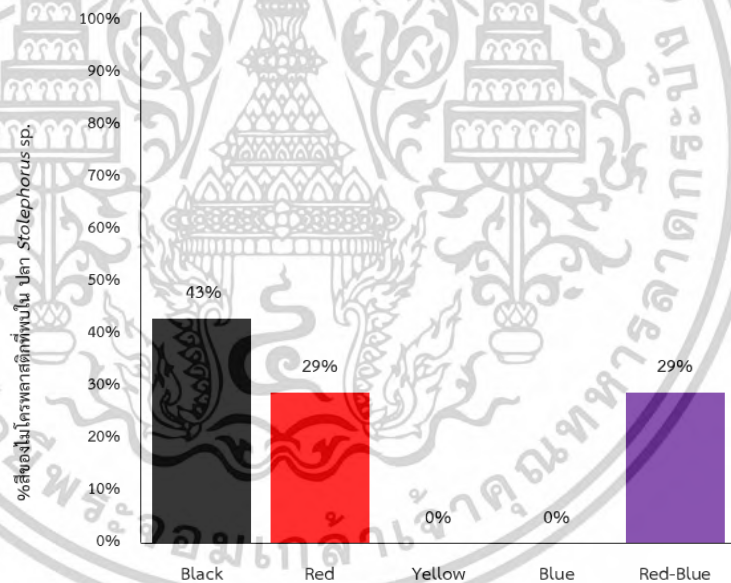
4.3.2 ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของตัวอย่างมีชีวิตที่เป็นเหยื่อของปลากะพงข้างปาน

4.3.2.1 ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลา *Stolephorus* sp.

ตรวจสอบระบบทางเดินอาหารของปลา *Stolephorus* sp. จำนวน 30 ตัว พบว่ามีไมโครพลาสติกจำนวน 7 ชิ้น ในทางเดินอาหารของปลาจำนวน 5 ตัว หรือคิดเป็น 23.3% เฉลี่ยพบไมโครพลาสติก 0.2 ชิ้น/ตัว เมื่อนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อจำแนกรูปร่าง สีของไมโครพลาสติกพบว่าไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยเป็นรูปร่างหลักที่พบมากที่สุด (86%) รองลงมาเป็นเศษชิ้นส่วน (14%) (รูปที่ 4.7) สีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือสีดำ (43%) รองลงมาคือสีแดงและน้ำเงิน-แดง (29%) ในสัดส่วนเท่ากัน (รูปที่ 4.8) จำแนกชนิดพอลิเมอร์ที่พบโดยใช้เทคนิค FTIR spectroscopy พบเป็นชนิด PET, PES และ PA (29%) มากที่สุดในสัดส่วนเท่ากัน รองลงมาคือพอลิเมอร์ชนิดอื่น ๆ (EVA, EVOH, PVDF, PE-PP, PP, PS, PVAL, PVC และ Resin) (14%) (รูปที่ 4.9)

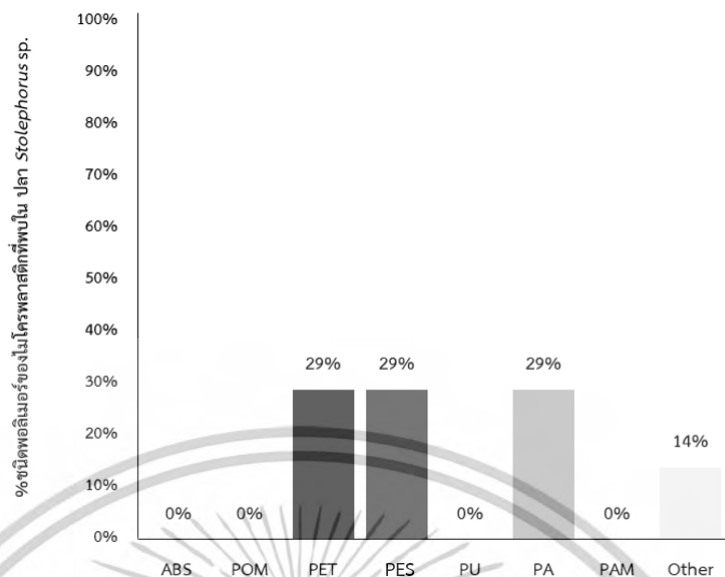


รูปที่ 4.7 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลา *Stolephorus* sp.



รูปที่ 4.8 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลา *Stolephorus* sp.

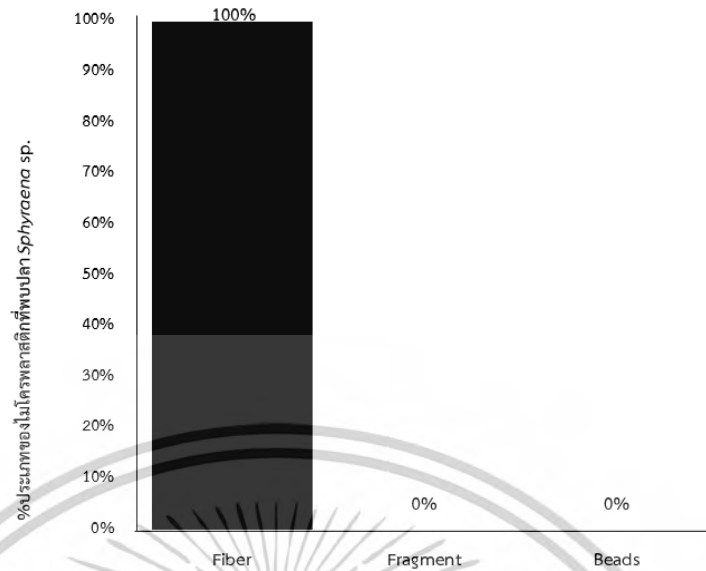
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



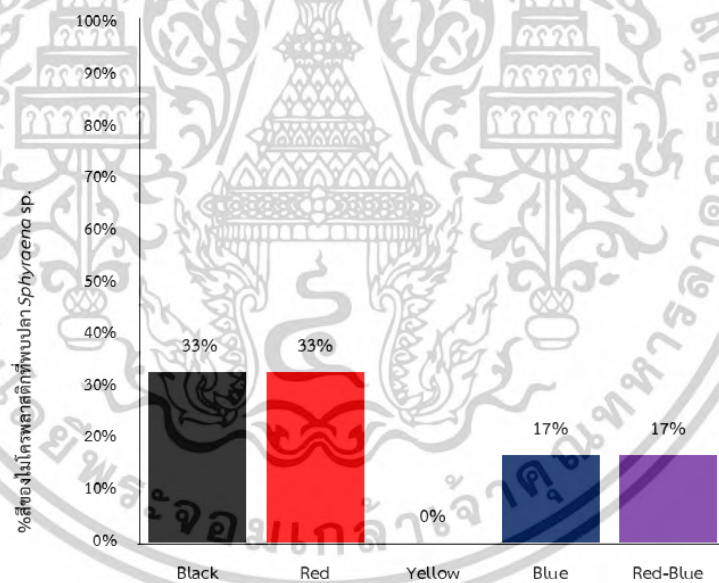
รูปที่ 4.9 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลา *Stolephorus sp.*

4.3.2.2 ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลา *Sphyraena sp.*

ตรวจสอบระบบทางเดินอาหารของปลา *Sphyraena sp.* จำนวน 20 ตัว พบว่ามีไมโครพลาสติกจำนวน 6 ชิ้น ในทางเดินอาหารของปลา 5 ตัว หรือคิดเป็น 25% เฉลี่ยพบไมโครพลาสติก 0.3 ชิ้น/ตัว เมื่อนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อจำแนกรูปร่าง สีของไมโครพลาสติก พบว่าไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยเป็นรูปร่างหลักที่พบมากที่สุด (100%) (รูปที่ 4.10) สีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือสีดำและสีแดง (33%) ซึ่งพบในสัดส่วนเท่ากัน รองลงมาคือสีน้ำเงินและสีน้ำเงิน-แดง (17%) พบในสัดส่วนเท่ากัน (รูปที่ 4.11) จำแนกชนิดพอลิเมอร์ที่พบโดยใช้เทคนิค FTIR spectroscopy พบเป็นพอลิเมอร์ชนิด PA (33%) และพอลิเมอร์ชนิดอื่น ๆ (PE, PP และ PVP) (33%) ในสัดส่วนเท่ากัน รองลงมาพบ ABS และ PET (17%) ในสัดส่วนเท่ากัน (รูปที่ 4.12)

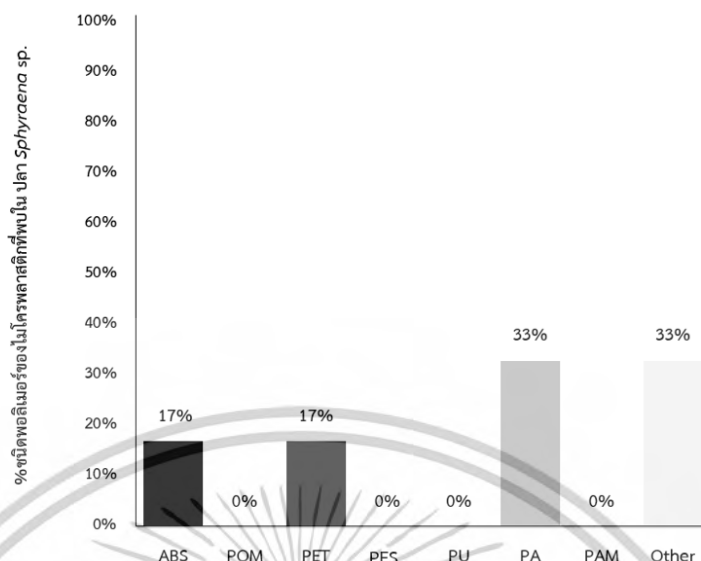


รูปที่ 4.10 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลา *Sphyraena* sp.



รูปที่ 4.11 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลา *Sphyraena* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

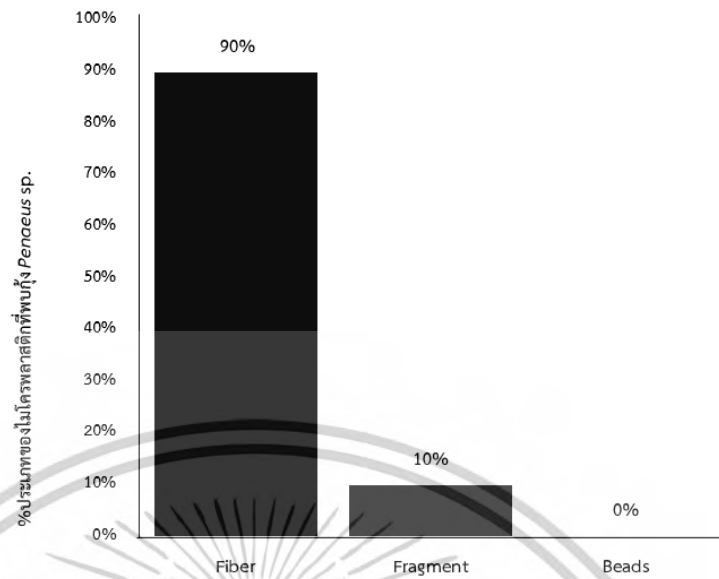


รูปที่ 4.12 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลา *Sphyraena* sp.

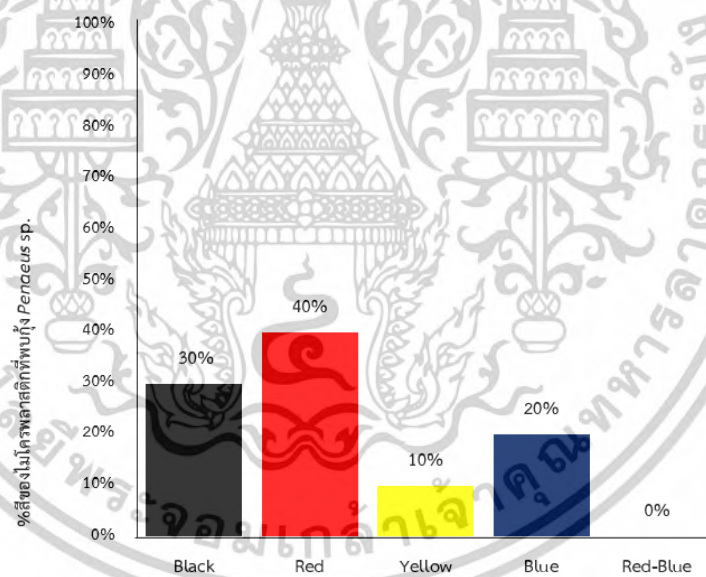
4.3.2.3 ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของกุ้ง *Penaeus* sp.

ตรวจสอบระบบทางเดินอาหารของกุ้ง *Penaeus* sp. จำนวน 30 พบว่ามีไมโครพลาสติกจำนวน 10 ชิ้น ในทางเดินอาหารของกุ้ง 6 ตัว หรือคิดเป็น 33.3% เฉลี่ยพบไมโครพลาสติก 0.3 ชิ้น/ตัว เมื่อนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อจำแนกรูปร่าง สีของไมโครพลาสติก พบว่าไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยเป็นรูปร่างหลักที่พบมากที่สุด (90%) รองลงมาเป็นเศษชิ้นส่วน (10%) (รูปที่ 4.13) สีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือสีแดง (40%) รองลงมาคือสีดำ (30%) (รูปที่ 4.14) จำแนกชนิดพอลิเมอร์ที่พบโดยใช้เทคนิค FTIR spectroscopy พบเป็นชนิด POM, PES และ PA (20%) มากที่สุดในสัดส่วนเท่ากัน รองลงมาพบ ABS, PU, PAM และพอลิเมอร์ชนิดอื่น ๆ (EVA, EVOH, PVDF, PE-PP, PP, PS, PVAL, PVC และ Resin) (10%) ในสัดส่วนเท่ากัน (รูปที่ 4.15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

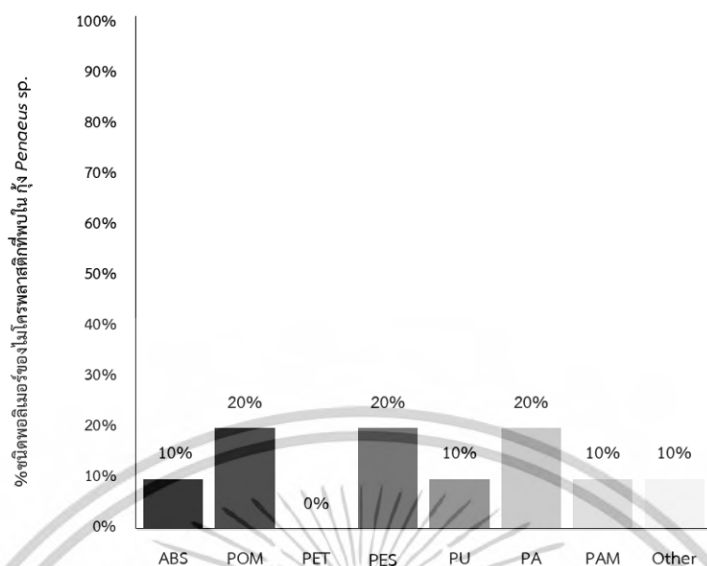


รูปที่ 4.13 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของกุ้ง *Penaeus* sp.



รูปที่ 4.14 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของกุ้ง *Penaeus* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

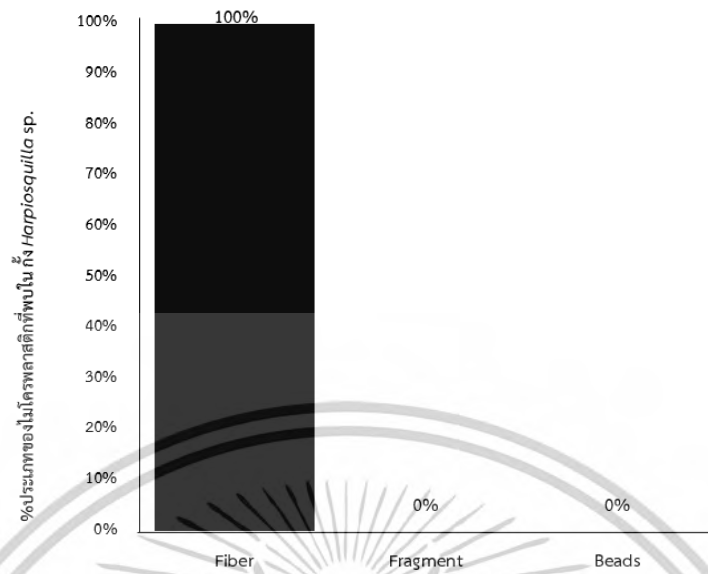


รูปที่ 4.15 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของกุ้ง *Penaeus sp.*

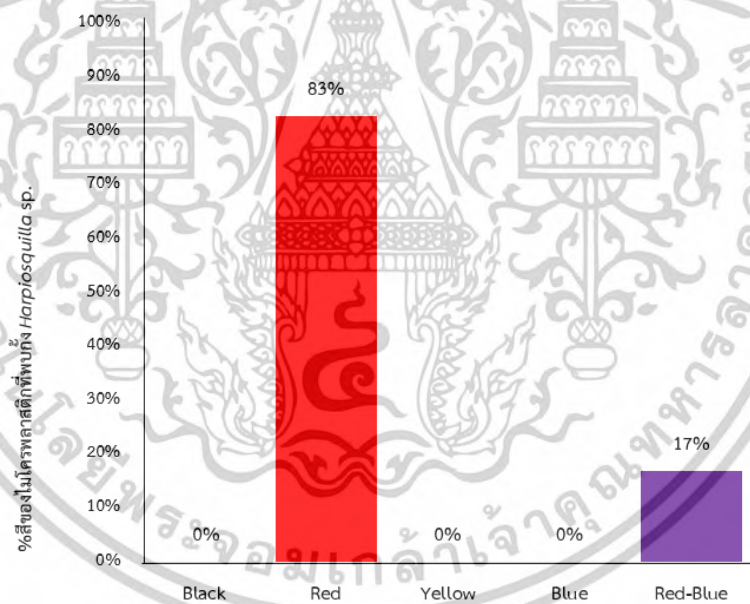
4.3.2.4 ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของกิ้ง *Harpiosquilla sp.*

ตรวจสอบระบบทางเดินอาหารของกิ้ง *Harpiosquilla sp.* จำนวน 5 ตัว พบว่ามีไมโครพลาสติกจำนวน 6 ชิ้น ในทางเดินอาหารของกิ้ง 1 ตัว หรือคิดเป็น 20% เฉลี่ยพบไมโครพลาสติก 1.2 ชิ้น/ตัว เมื่อนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อจำแนกรูปร่าง สีของไมโครพลาสติก พบว่าไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยเป็นรูปร่างหลักที่พบมากที่สุด (100%) (รูปที่ 4.16) สีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือสีแดง (83%) รองลงมาคือสีน้ำเงิน-แดง (17%) (รูปที่ 4.17) จำแนกชนิดพอลิเมอร์ที่พบโดยใช้เทคนิค FTIR spectroscopy พบเป็นชนิด PES (33%) มากที่สุด รองลงมาพบ ABS, POM, PET และพอลิเมอร์ ชนิดอื่น ๆ (EVA, EVOH, PVDF, PE-PP, PP, PS, PVAL, PVC และ Resin) (17%) ในสัดส่วนเท่ากัน (รูปที่ 4.18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

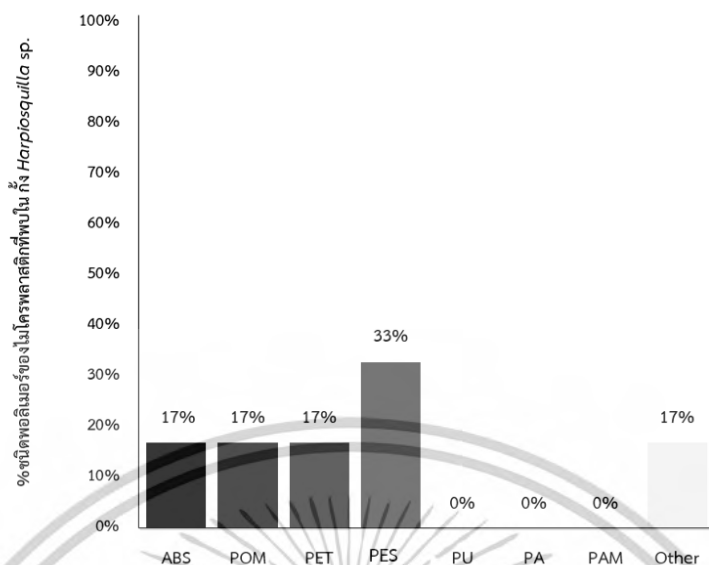


รูปที่ 4.16 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของกุ้ง *Harpiosquilla* sp.



รูปที่ 4.17 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของกุ้ง *Harpiosquilla* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

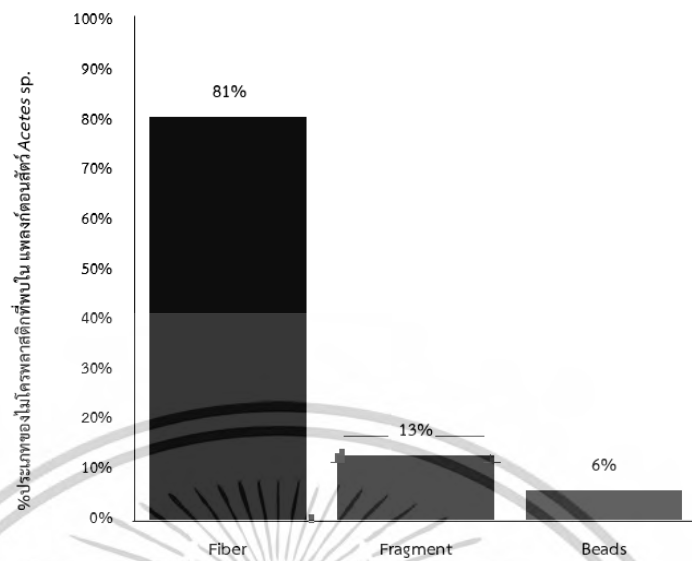


รูปที่ 4.18 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของกั้ง *Harpiosquilla* sp.

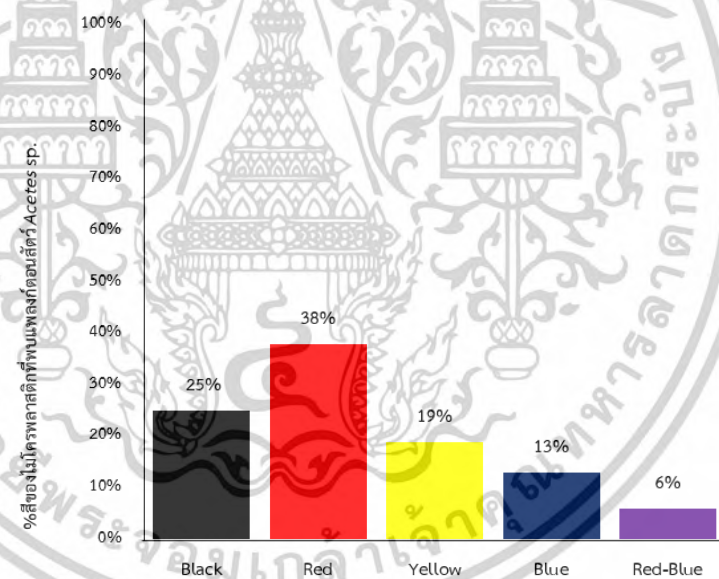
4.3.2.5 ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของเคย *Acetes* sp.

ตรวจสอบเคย *Acetes* sp. จำนวน 175 ตัว พบว่ามีไมโครพลาสติก จำนวน 16 ชิ้น ในตัวอย่างเคย *Acetes* sp. 65 ตัว หรือคิดเป็น 37.1% เฉลี่ยพบไมโครพลาสติก 0.1 ชิ้น/ตัว เมื่อนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อจำแนกรูปร่าง สีของไมโครพลาสติก พบว่าไมโครพลาสติก รูปร่างเส้นใยเป็นรูปร่างหลักที่พบมากที่สุด (81%) รองลงมาเป็นเศษชิ้นส่วน และบีดส์ (13% และ 6%) ตามลำดับ (รูปที่ 4.19) ของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือสีแดง (38%) รองลงมาคือ สีดำ (25%) (รูปที่ 4.20) จำแนกชนิดพอลิเมอร์ที่พบโดยใช้เทคนิค FTIR spectroscopy พบเป็นพอลิเมอร์ชนิดอื่น ๆ (EVA, EVOH, PVDF, PE-PP, PP, PS, PVAL, PVC และ Resin) (31%) มากที่สุด รองลงมาพบ PES (25%) (รูปที่ 4.21)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

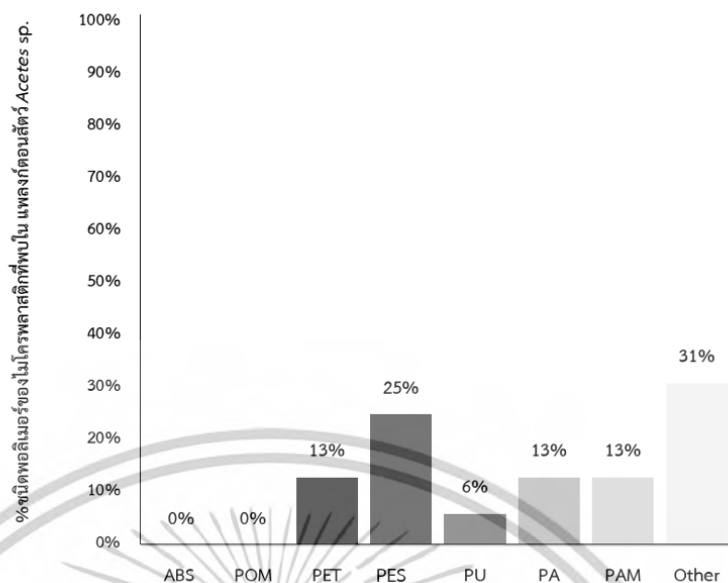


รูปที่ 4.19 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของเคย *Acetes* sp.



รูปที่ 4.20 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของเคย *Acetes* sp.

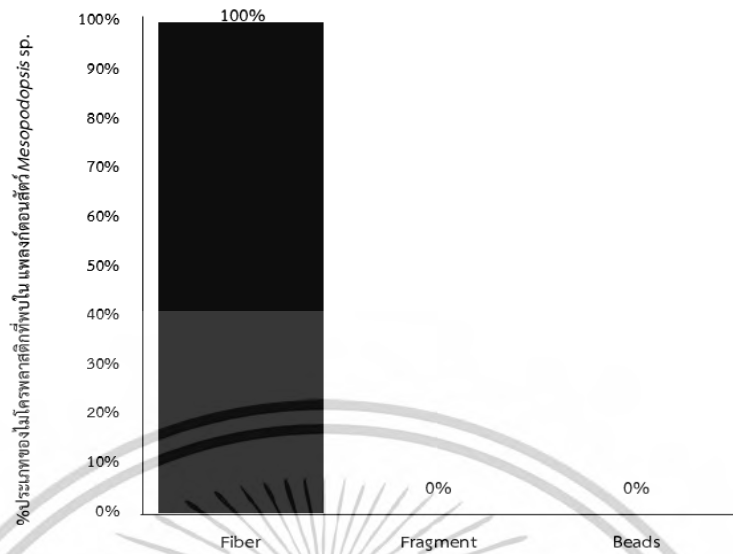
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



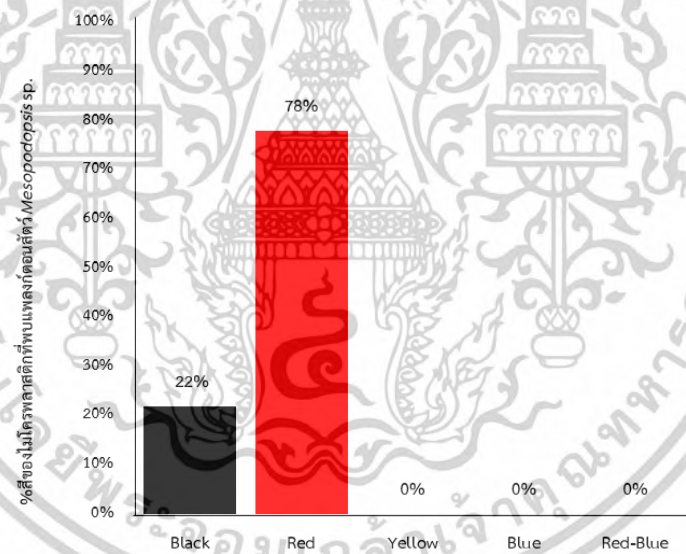
รูปที่ 4.21 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของเคย *Acetes sp.*

4.3.2.6 ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของเคย *Mesopodopsis sp.*

ตรวจสอบเคย *Mesopodopsis sp.* จำนวน 65 ตัว พบว่ามีไมโครพลาสติก จำนวน 9 ชิ้น ในตัวอย่างเคย *Mesopodopsis sp.* 25 ตัว หรือคิดเป็น 38.5% เฉลี่ยพบไมโครพลาสติก 0.1 ชิ้น/ตัว เมื่อนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อจำแนกรูปร่าง สีของไมโครพลาสติก พบว่า ไมโครพลาสติก รูปร่างเส้นใยเป็นรูปร่างหลักที่พบมากที่สุด (100%) (รูปที่ 4.22) สีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุด คือสีแดง (78%) รองลงมาคือสีดำ (22%) (รูปที่ 4.23) จำแนกชนิดพอลิเมอร์ที่พบโดยใช้เทคนิค FTIR spectroscopy พบเป็นชนิด PU (33%) มากที่สุด รองลงมาพบ PES และพอลิเมอร์ชนิดอื่น ๆ (EVA, EVOH, PVDF, PE-PP, PP, PS, PVAL, PVC และ Resin) (22%) ในสัดส่วนเท่ากัน (รูปที่ 4.24)

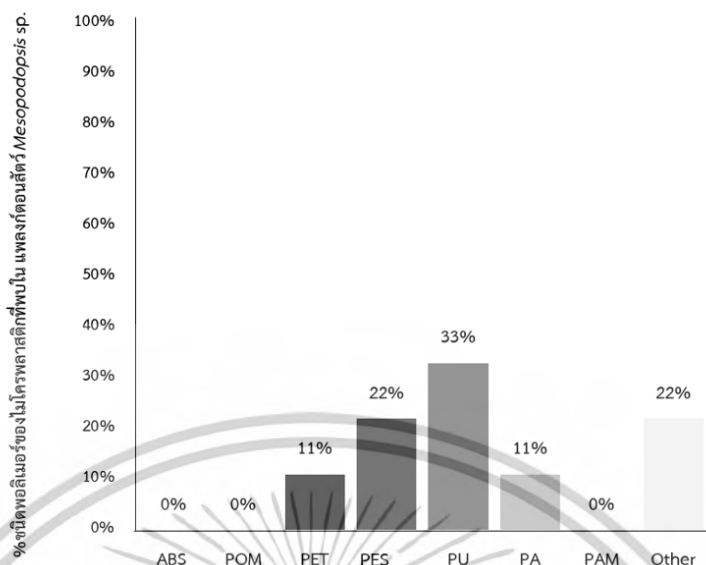


รูปที่ 4.22 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของเคย *Mesopodopsis* sp.



รูปที่ 4.23 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของเคย *Mesopodopsis* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

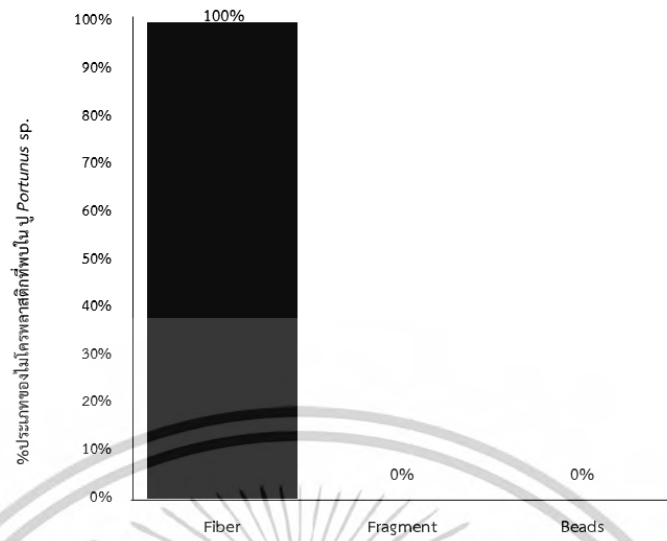


รูปที่ 4.24 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของเคย *Mesopodopsis* sp.

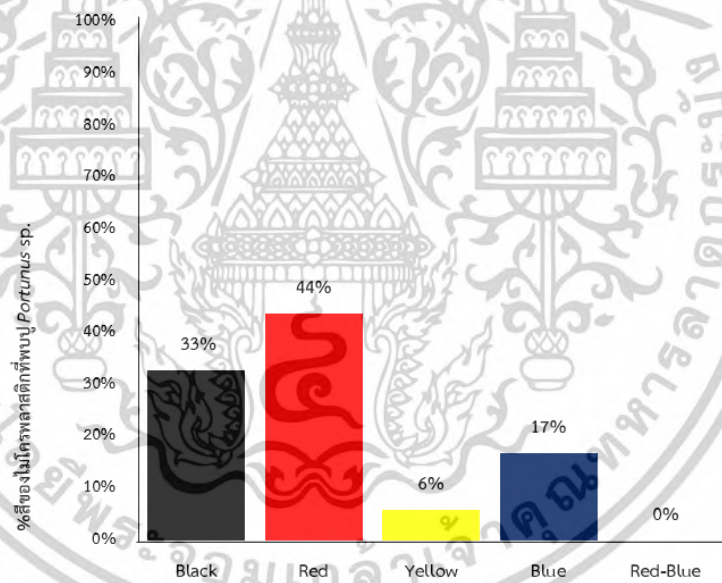
4.3.2.7 ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปู *Portunus* sp.

ตรวจสอบระบบทางเดินอาหารและเหงือกของปู *Portunus* sp. จำนวน 23 ตัว พบว่ามีไมโครพลาสติก จำนวน 18 ชิ้น ในทางเดินอาหารและเหงือกของปู *Portunus* sp. 10 ตัว หรือคิดเป็น 43.5% เฉลี่ยพบไมโครพลาสติกพบ 0.8 ชิ้น/ตัว เมื่อนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อจำแนกรูปร่างสีของไมโครพลาสติก พบว่าไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยเป็นรูปร่างหลักที่พบมากที่สุด (100%) (รูปที่ 4.25) สีของ ไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือสีแดง (44%) รองลงมาคือสีดำ (33%) (รูปที่ 4.26) จำแนกชนิดพอลิเมอร์ที่พบโดยใช้เทคนิค FTIR spectroscopy พบเป็นชนิด ABS และ PA (22%) มากที่สุดในสัดส่วนเท่ากัน รองลงมาพบ PET และพอลิเมอร์ชนิดอื่น ๆ (EVA, EVOH, PVDF, PE-PP, PP, PS, PVAL, PVC และ Resin) (17%) ในสัดส่วนเท่ากัน (รูปที่ 4.27)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

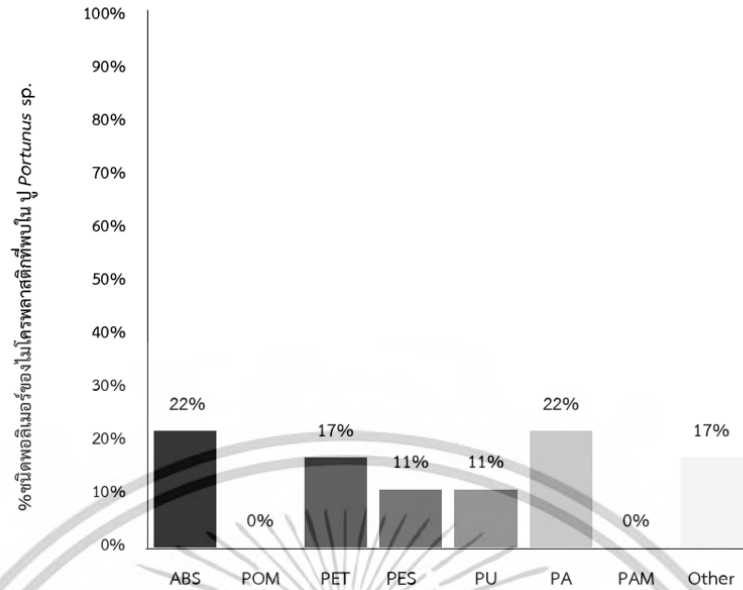


รูปที่ 4.25 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปู *Portunus* sp.



รูปที่ 4.26 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปู *Portunus* sp.

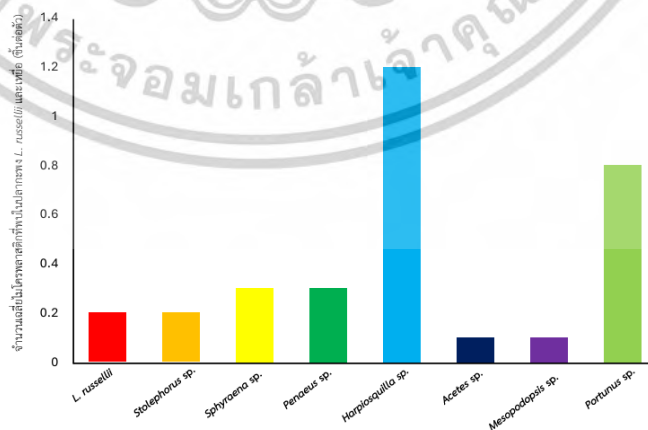
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปู *Portunus sp.*

4.3.3 จำนวนของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานและเหยื่อ

จากการศึกษาพบว่าไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานและสัตว์เหยื่อทั้งหมดจำนวน 91 ชิ้น โดย กุ้ง *Harpiosquilla sp.* เป็นกลุ่มที่พบไมโครพลาสติกสะสมเฉลี่ยสูงที่สุด อยู่ที่ 1.2 ชิ้น/ตัว รองลงมาคือ ปู *Portunus sp.* ซึ่งพบเฉลี่ย 0.8 ชิ้น/ตัว สำหรับ กุ้ง *Penaeus sp.* และ ปลา *Sphyraena sp.* พบไมโครพลาสติกเฉลี่ยอยู่ที่ 0.3 ชิ้น/ตัว ขณะที่ใน ปลากะพงข้างปาน และ ปลา *Stolephorus sp.* พบเฉลี่ย 0.2 ชิ้น/ตัว และกลุ่มที่พบไมโครพลาสติกสะสมในระดับต่ำที่สุด คือ เคย *Acetes sp.* และ เคย *Mesopodopsis sp.* ซึ่งพบเพียง 0.1 ชิ้น/ตัว (รูปที่ 4.28)



รูปที่ 4.28 จำนวนไมโครพลาสติกพบจากตัวอย่างปลากะพงข้างปาน และตัวอย่างกลุ่มอาหารของปลากะพงข้างปาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษานี้พบว่าปลากะพงข้างปาน มีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย 0.2 ชิ้น/ตัว ซึ่งอยู่ในช่วงเดียวกับงานวิจัยก่อนหน้าของ Phaksopa *et al.* (2021) ที่ศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลาบริเวณพื้นที่ท้องน้ำในประเทศไทย ผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับพฤติกรรมการหาอาหารของปลากะพงข้างปาน ซึ่งมักล่าเหยื่อบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ เช่น กุ้ง, ปู และปลาเล็ก (Iqbal *et al.*, 2023) บ่งชี้ว่าปลากะพงชนิดนี้อาจสัมผัสกับไมโครพลาสติกจากการกินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหรือเหยื่อที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นบริเวณที่มีแนวโน้มสะสมของไมโครพลาสติกจากการตกตะกอนหรือการไหลพัดของน้ำทะเล ดังนั้นพฤติกรรมการเป็นผู้ล่าที่อยู่ใกล้พื้นท้องน้ำจึงมีบทบาทสำคัญต่อการรับไมโครพลาสติกเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร และจากการศึกษานี้พบว่าปลากะพงข้างปานพบไมโครพลาสติกเฉลี่ย 0.2 ชิ้นต่อตัว ใกล้เคียงกับค่าที่รายงานโดย Phaksopa *et al.*, (2021) ซึ่งศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในปลาที่อาศัยบริเวณชายฝั่งของประเทศไทย โดยไมโครพลาสติกที่พบมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 0.2-0.3 ชิ้น/ตัว เช่นกัน ผลลัพธ์นี้สะท้อนให้เห็นว่าปลากะพงข้างปานจะมีการกินไมโครพลาสติกเข้าไปในปริมาณที่ใกล้เคียงกับที่เคยรายงานไว้ในสัตว์น้ำเขตร้อนชายฝั่งปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย 0.2 ชิ้น/ตัว ยังอยู่ในช่วงเดียวกับงานวิจัยก่อนหน้าของ Phaksopa *et al.* (2021) ที่ศึกษาปลาในบริเวณพื้นที่ท้องน้ำในประเทศไทย โดยพบค่าเฉลี่ยของไมโครพลาสติกอยู่ที่ 0.1 - 0.4 ชิ้น/ตัว และ Klangnurak and Chunnayom (2020) ที่รายงานว่าปลาในบริเวณพื้นที่ท้องน้ำดังกล่าวมีไมโครพลาสติกเฉลี่ย 0.0 - 0.2 ชิ้น/ตัว และพบการปนเปื้อนใน 9.9% ของปลาทุกชนิดที่ศึกษารวมถึง *Lutjanus madras* ที่มีไมโครพลาสติกเฉลี่ย 0.2 ชิ้น/ตัว (Phaksopa *et al.*, 2021)

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกในปลาคือที่อยู่อาศัยและลักษณะการกินอาหาร โดยปลาที่กินอาหารได้หลากหลาย เช่น ปลาทูลายแดง (*Nemipterus spp.*) และปลาเห็ดโคน (*Sillago sihama*) ซึ่งกินทั้งพืช แพลงก์ตอน และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง รวมถึงเป็นปลาที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นที่ท้องน้ำ พบว่ามักมีแนวโน้มสะสมไมโครพลาสติกในระดับสูง เมื่อเปรียบเทียบกับปลาที่กินอาหารจำกัดอยู่ในบางกลุ่ม เช่น ปลากะพงข้างปาน ซึ่งส่วนใหญ่กินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและลูกปลาขนาดเล็กที่พบในแหล่งอาศัยตามธรรมชาติ (Allen, 1985; Kamukuru and Mgaya, 2004; Nuraini *et al.*, 2007; Srisiri *et al.*, 2024; Vazquez *et al.*, 2008)

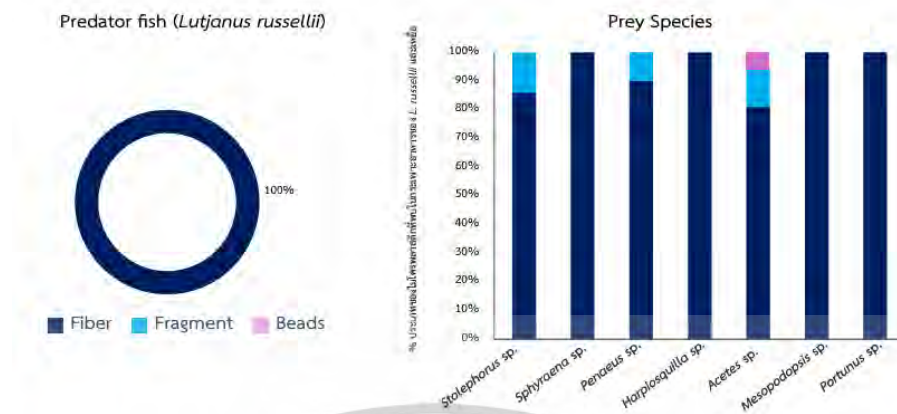
ในกลุ่มคริสต์เซีย Mercy and Alam (2024) พบไมโครพลาสติกสะสมอยู่ในระบบทางเดินอาหารของกุ้งเฉลี่ย 0.3 ชิ้น/ตัว กุ้งซึ่งเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง มีพฤติกรรมการกินแบบกรองหรือค้นหาและเก็บกินวัสดุอินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ตกตะกอนและสะสมอยู่บนพื้นท้องน้ำหรือพื้นทรายทำให้กุ้งมีโอกาสได้รับไมโครพลาสติกขนาดเล็กโดยตรงจากน้ำและอาหารที่ปนเปื้อนได้ นอกจากนี้สภาพแวดล้อมที่มีการไหลเวียนของน้ำและตะกอนซึ่งอาจสะสมไมโครพลาสติก ยังส่งผลต่อระดับการปนเปื้อนในกุ้ง โดยค่าปริมาณเฉลี่ยที่พบนี้สามารถตีความได้ว่าอยู่ในระดับการปนเปื้อนต่ำ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงปานกลาง เมื่อพิจารณาจากค่าที่รายงานในสิ่งมีชีวิตกลุ่มเดียวกันในแหล่งธรรมชาติและสอดคล้องกับลักษณะการหาอาหารของกุ้ง (Klangnuruk and Chunnuyom, 2020; Phaksopa *et al.*, 2021) นอกจากนี้ในสัตว์น้ำกลุ่มครัสเตเชียน เช่น กุ้ง หรือปู ซึ่งมีลักษณะการกินอาหารอย่างหลากหลาย ทั้งเศษอินทรีย์วัตถุ สัตว์หน้าดินขนาดเล็ก รวมถึงชิ้นส่วนไมโครพลาสติกขนาดเล็กที่ปะปนอยู่ในตะกอนดิน ที่มักพบในบริเวณชายฝั่งหรือพื้นที่เขตน้ำตื้นใกล้ฝั่งที่อยู่ในแนวอิทธิพลของกิจกรรมมนุษย์ เช่น เขตเมือง พื้นที่อุตสาหกรรม และแหล่งประมง ซึ่งล้วนเป็นแหล่งต้นทางของไมโครพลาสติก ทำให้สิ่งมีชีวิตอาจกินไมโครพลาสติกเข้าไปโดยไม่ได้ตั้งใจผ่านการกินอาหารหรือสัมผัสโดยตรงกับตะกอนที่ปนเปื้อน และเนื่องจากระบบทางเดินอาหารของสัตว์เปลือกแข็ง เช่น ปู มีโครงสร้างที่ซับซ้อน โดยเฉพาะบริเวณกระเพาะและกระเพาะกรอง ทำให้ชิ้นส่วนไมโครพลาสติกขนาดเล็กเหล่านี้อาจตกค้างและสะสมอยู่ในร่างกายได้นานโดยไม่ถูกขับออกในทันที จึงส่งผลให้ระดับการสะสมไมโครพลาสติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกมาก (Kleawkla *et al.*, 2019) จำนวนไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างสัตว์น้ำนั้นมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์และสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ โดยเฉพาะในสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีระดับการปนเปื้อนสูง หรือมีลักษณะการกินอาหารจากวัสดุหลากหลายประเภทโดยไม่มีการคัดเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง มักพบว่าการสะสมไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารในระดับที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับสัตว์น้ำในสิ่งแวดล้อมที่มีการปนเปื้อนน้อยกว่า ทั้งนี้ จำนวนไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารยังแตกต่างกันไปตามแหล่งที่มาและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง เช่น ความหนาแน่นของตะกอน ลักษณะของแหล่งที่อยู่อาศัย และความเข้มข้นของไมโครพลาสติกในบริเวณนั้น (Valencia-Castaneda *et al.*, 2022; Mercy and Alam, 2024; Jitrapat *et al.*, 2024)

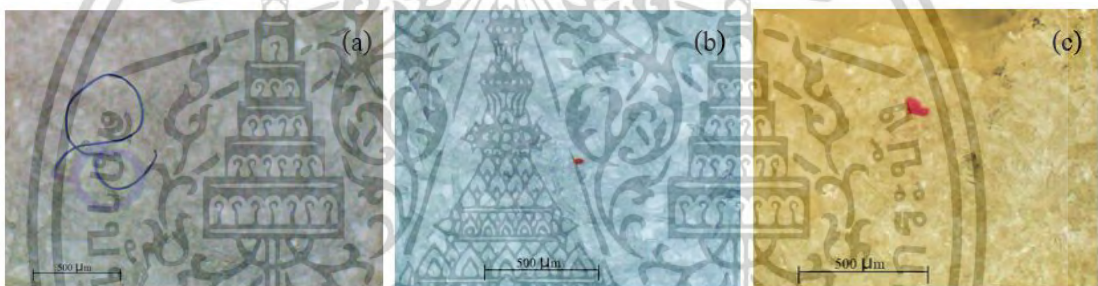
4.3.4 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานและเหยื่อ

จากการศึกษาตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นำมาวิเคราะห์ทั้งผู้ล่าและเหยื่อ พบว่าไมโครพลาสติกสามารถจำแนกออกเป็น 3 รูปร่างหลัก ได้แก่ เส้นใย (93.84%), เศษชิ้นส่วน (4.61%), และเม็ดบีดส์ (1.53%) ไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยเป็นรูปร่างหลักที่พบได้ในตัวอย่างปลากะพงข้างปาน รวมถึงตัวอย่างเหยื่อทั้งหมดที่นำมาศึกษา (รูปที่ 4.29) (รูปที่ 4.30) แสดงให้เห็นถึงการแพร่กระจายของเส้นใยไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารทางทะเล ส่วนไมโครพลาสติกรูปร่างเศษชิ้นส่วนพบเฉพาะในตัวอย่างปลา *Stolephorus* sp. และเคย *Acetes* sp. เท่านั้น ขณะที่รูปร่างเม็ดบีดส์พบได้เพียงในเคย *Acetes* sp. สะท้อนถึงความแตกต่างของลักษณะไมโครพลาสติกที่สัตว์น้ำแต่ละชนิดรับเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งอาจสัมพันธ์กับพฤติกรรมการกินอาหารหรือถิ่นที่อยู่อาศัยของแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 รูปร่างของไมโครพลาสติก ที่พบจากตัวอย่างปลากะพงข้างปาน และตัวอย่างกลุ่มอาหารของปลากะพงข้างปาน



รูปที่ 4.30 รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบทั้งในตัวอย่างปลากะพงข้างปานและเหยื่อ ได้แก่ เส้นใย (a), เม็ดปี้ดส์ (b) และ เศษชิ้นส่วน (c)

การศึกษานี้พบว่าเส้นใยเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดในตัวอย่ปลากะพงข้างปาน รวมถึงในกลุ่มเหยื่อทุกชนิด โดยเส้นใยไมโครพลาสติกมีลักษณะยาวและบาง ซึ่งอาจมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ลอยน้ำได้ดีและการถูกกินโดยสิ่งมีชีวิตในน้ำหลายชนิด ลักษณะการพบเส้นใยในสัตว์น้ำหลากหลายกลุ่มอาจบ่งชี้ว่าไมโครพลาสติกรูปแบบนี้มีการแพร่กระจายอยู่ในสิ่งแวดล้อมทางทะเลได้ในวงกว้าง และสามารถเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารผ่านสิ่งมีชีวิต ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มของการสะสมไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยในระบบทางเดินอาหารของสิ่งมีชีวิตทางทะเล โดยลักษณะของเส้นใยเหล่านี้ อาจมีแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ การใช้เสื้อผ้าใยสังเคราะห์ และอุปกรณ์ประมงที่สึกหรอ โดยเฉพาะอวนและแหตกปลา (Gayathri *et al.*, 2024; Jitapat *et al.*, 2024; Khattab *et al.*, 2022; Mercy and Alam, 2024; Napper *et al.*, 2015; Rabari *et al.*, 2023; Wright *et al.*, 2021) ซึ่งเมื่อเสื่อมสภาพเส้นใยเหล่านี้จะเกิดการหลุดลอกลงสู่น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้า Constant *et al.* (2022) และ Piskuta and Astel (2023) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

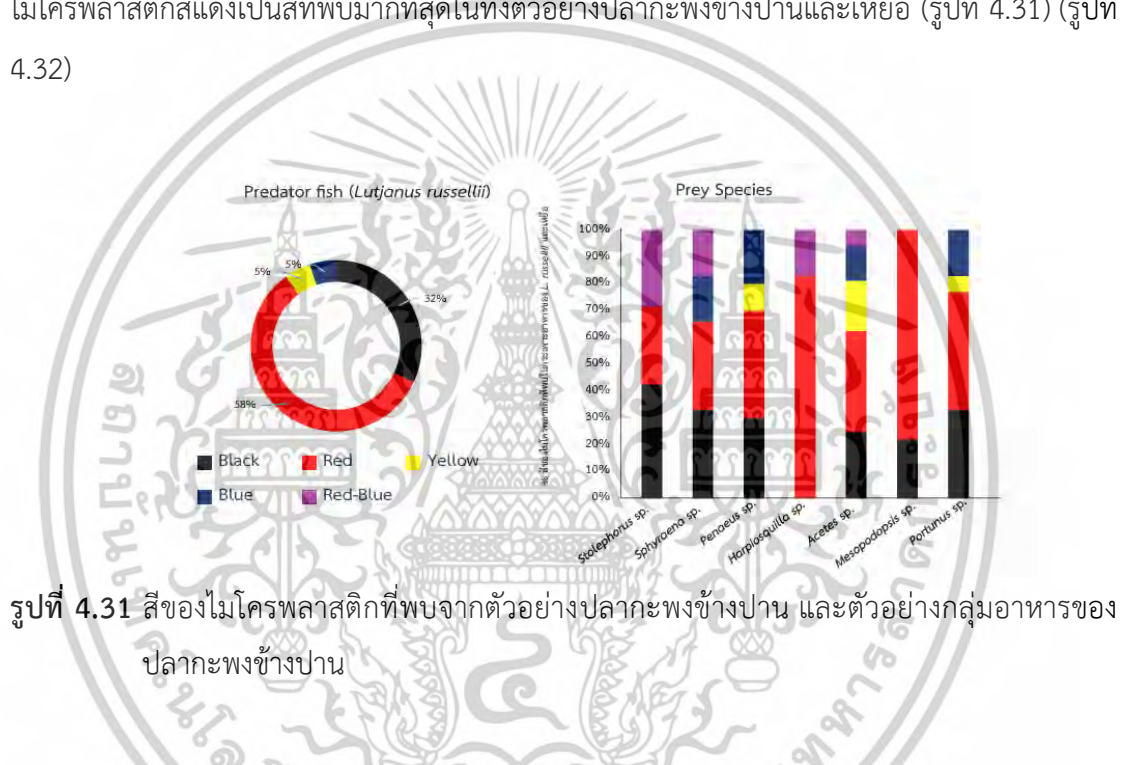
ที่รายงานว่าเส้นใยเป็นไมโครพลาสติกหลักที่พบในสัตว์ทะเลหลายชนิดในระบบนิเวศทางทะเลและชายฝั่ง ซึ่งยืนยันว่าเส้นใยเป็นไมโครพลาสติกที่มีปริมาณมากในการสะสมในระบบทางเดินอาหารของสัตว์น้ำทั้งผ่านการกินโดยตรงและกินผ่านทางโซ่อาหาร การศึกษาค้นคว้าวิจัยหลายฉบับที่ศึกษาในประเทศไทย ซึ่งพบว่าเส้นใยเป็นไมโครพลาสติกที่พบได้บ่อยที่สุดในสิ่งมีชีวิตทางทะเล โดย Azad *et al.* (2018), Nakano *et al.* (2024) และ Phaksopa *et al.* (2021) ได้รายงานว่าทั้งปลาที่อาศัยในแหล่งน้ำบริเวณชายฝั่งของประเทศไทยล้วนมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นใยในทางเดินอาหารอย่างชัดเจน นอกจากนี้ Klanguarak and Chunnuyom (2020) ยังยืนยันเพิ่มเติมว่าเส้นใยเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดทั้งในปลาที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำและปลาผิวน้ำ ซึ่งบ่งชี้ว่าเส้นใยสามารถแพร่กระจายได้ทั่ว และมีโอกาสสูงที่จะเข้าสู่สิ่งมีชีวิตในทุกลำดับการกินของห่วงโซ่อาหาร และ Desforjes *et al.* (2015) ที่พบว่าไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นใยสามารถถูกสัตว์น้ำกลืนกินได้ง่าย แม้จะมีขนาดใหญ่กว่าปากของสัตว์บางชนิดก็ตาม เนื่องจากลักษณะของเส้นใยที่มีความยืดหยุ่นและสามารถโค้งงอได้สูง ช่วยให้ผ่านเข้าไปในช่องปากและระบบทางเดินอาหารได้ง่ายกว่าชิ้นส่วนพลาสติกประเภทอื่น เช่น ชิ้นส่วนแข็งหรือเม็ดบีดส์ นอกจากนี้ยังพบว่าเส้นใยมักติดอยู่กับแพลงก์ตอน กุ้ง เคย หรือสัตว์หน้าดิน ซึ่งเป็นเหยื่อของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดในระบบนิเวศทางทะเล ทำให้มีแนวโน้มว่าเส้นใยสามารถเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารผ่านการกินเหยื่อที่ปนเปื้อนไมโครพลาสติก และสามารถส่งผ่านไปยังผู้ล่าลำดับที่สูงกว่า อีกทั้งเส้นใยพลาสติกมีแนวโน้มลอยอยู่ในน้ำได้นานกว่าพลาสติกประเภทอื่นที่มักจมลงสู่พื้นทะเล จึงเพิ่มโอกาสในการสัมผัสและถูกกินโดยสิ่งมีชีวิตในน้ำ

ไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นใยเป็นรูปร่างที่พบมากที่สุดในสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น กุ้ง, ปูม้า และหอยนางรม ซึ่งอาศัยอยู่ใกล้พื้นท้องทะเลและมีพฤติกรรมการกรองหรือกินอาหารจากตะกอน โดย Gurjar *et al.* (2021) รายงานว่ากุ้งทะเลชนิดต่าง ๆ เช่น *Metapenaeus monoceros*, *Parapeneopsis stylifera* และ *Penaeus indicus* ที่เก็บตัวอย่างจากทะเลอาหรับตะวันออกเฉียงเหนือ พบไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นใยคิดเป็นสัดส่วนสูงถึง 42.21% ของไมโครพลาสติกทั้งหมด ทั้งนี้ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานของ Thepwilai *et al.* (2021) ที่พบว่าในพื้นที่ชายฝั่งของประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดชุมพร ไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือเส้นใย ร่วมกับเศษพลาสติกและเม็ดบีดส์ ซึ่งไมโครพลาสติกประเภทต่าง ๆ เหล่านี้อาจเกิดจากกิจกรรมมนุษย์ เช่น จากอุปกรณ์ทำการประมง (อวน เส้นเอ็น และเชือกไนลอน) รวมถึงอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ปล่อยเส้นใยจากกระบวนการผลิตและซักล้าง (Napper *et al.*, 2015; Wright *et al.*, 2021) นอกจากนี้ เส้นใยเหล่านี้ที่ถูกชะล้างจากแหล่งชุมชน หรือพื้นที่อุตสาหกรรมอาจสะสมอยู่ในแม่น้ำ ลำคลอง หรือพื้นดิน ก่อนไหลลงสู่ทะเลและมหาสมุทร ทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศทางทะเลมีโอกาสกลืนกินไมโครพลาสติกโดยไม่ตั้งใจ (Li *et al.*, 2018; Setala *et al.*, 2018)

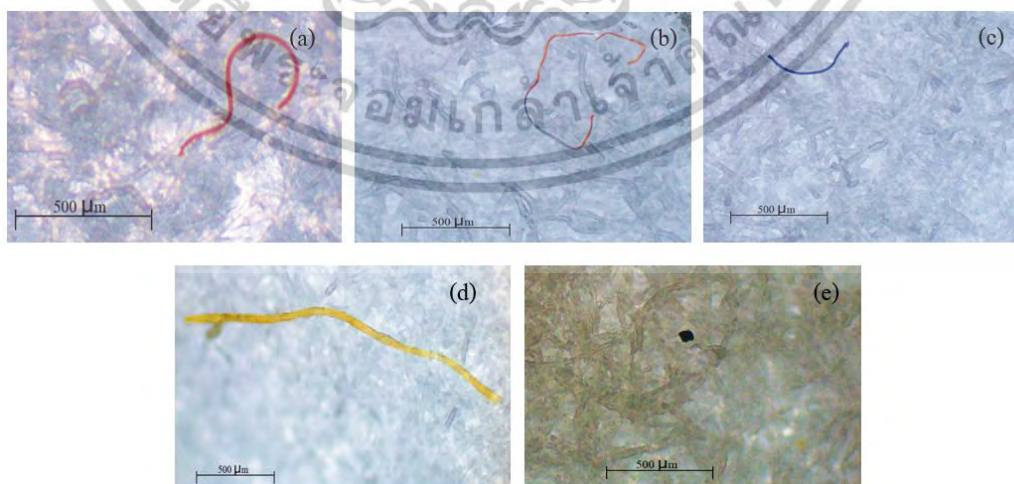
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 สีของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานและเหยื่อ

การวิเคราะห์สีของไมโครพลาสติกจากระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 4 สี ได้แก่ สีแดง, ดำ, เหลือง และน้ำเงิน จากการศึกษาพบสีแดงเป็นส่วนใหญ่ ขณะที่ตัวอย่างเหยื่อพบไมโครพลาสติก 5 สี คือ สีแดง, สีดำ, สีเหลือง, สีน้ำเงิน, และสีน้ำเงิน-แดง โดยสีน้ำเงิน-แดงเป็นสีที่พบเฉพาะในตัวอย่างเหยื่อ ได้แก่ *Stolephorus* sp., *Sphyraena* sp., *Harpioquilla* sp. และ *Mesopodopsis* sp. จากการเปรียบเทียบพบว่ามี 4 สีหลัก (แดง, ดำ, เหลือง, และน้ำเงิน) ที่ตรงกับสีของไมโครพลาสติกในปลากะพงข้างปาน และพบว่าไมโครพลาสติกสีแดงเป็นสีที่พบมากที่สุดในทุกตัวอย่างปลากะพงข้างปานและเหยื่อ (รูปที่ 4.31) (รูปที่ 4.32)



รูปที่ 4.31 สีของไมโครพลาสติกที่พบจากตัวอย่างปลากะพงข้างปาน และตัวอย่างกลุ่มอาหารของปลากะพงข้างปาน



รูปที่ 4.32 สีของไมโครพลาสติกที่พบทั้งในตัวอย่างปลากะพงข้างปานและเหยื่อ ได้แก่ สีแดง (a), สีน้ำเงิน-แดง (b), สีน้ำเงิน (c), สีเหลือง (d) และ สีดำ (e)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

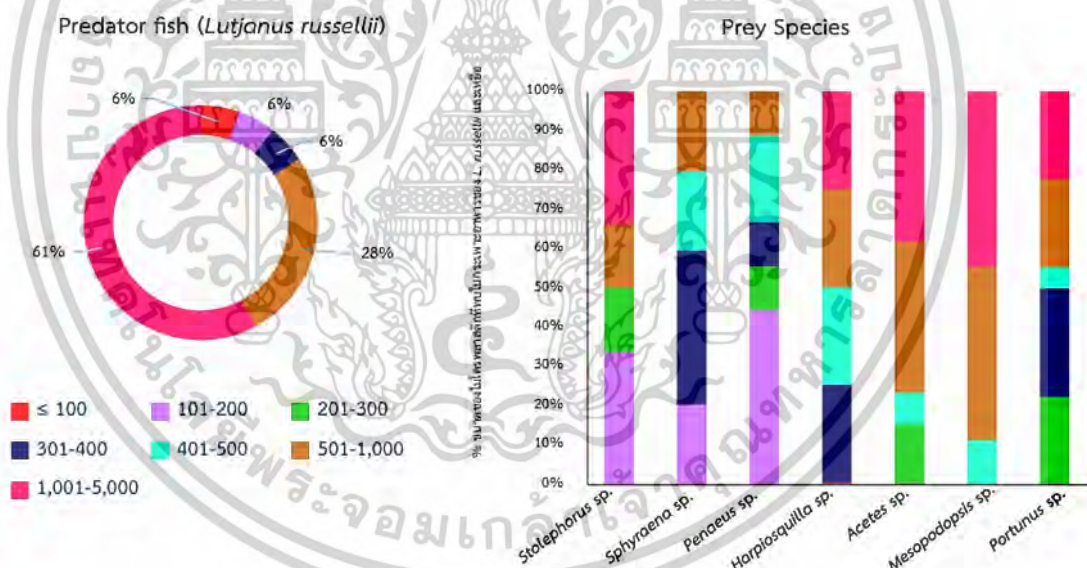
สีของไมโครพลาสติกเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเลือกกินของสิ่งมีชีวิตในทะเล โดยเฉพาะในสัตว์ที่มีระบบการมองเห็นที่สามารถแยกแยะสีได้ สัตว์ทะเลมักเลือกกินไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กและมีสีคล้ายกับเหยื่อธรรมชาติที่สิ่งมีชีวิตกินเข้าไป (Wright *et al.*, 2013) โดยสีไมโครพลาสติกที่พบในปลากะพงข้างปานและเหยื่อคือเส้นใยไมโครพลาสติกสีแดงและสีดำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้าที่รายงานการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลาเศรษฐกิจในประเทศไทย (Klangnarak and Chunnayom, 2020) โดยเส้นใยสีแดงที่พบในปริมาณสูงในตัวอย่าง อาจมีความเชื่อมโยงกับแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมการประมง เช่น อวน เส้นเอ็น หรือแหที่มีสีแดง ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในพื้นที่บริเวณชายฝั่งและแหล่งทำการประมง ส่วนเส้นใยสีดำและสีอื่น ๆ ที่พบ อาจมีที่มาจากวัสดุสังเคราะห์หลากหลายประเภท เช่น เส้นใยจากสิ่งทอ เศษวัสดุจากเสื้อผ้า หรือเศษวัสดุพลาสติกจากกิจกรรมมนุษย์ที่ไหลลงสู่ทะเลผ่านระบบน้ำทิ้งหรือจากการไหลตามแม่น้ำ ลำคลอง (FAO-ICAC, 2013; Salvador Cesa *et al.*, 2017) แม้ว่าเส้นใยสีแดงและสีดำจะพบมากที่สุดที่ปลากะพงข้างปานและเหยื่อ แต่ในการศึกษาจากสิ่งแวดล้อมโดยรวมกลับพบว่าเส้นใยสีน้ำเงินเป็นสีที่แพร่หลายในระบบนิเวศทางทะเลทั่วโลก ซึ่งคาดว่าแหล่งกำเนิดจาก อวนจับปลา หรือเชือกไนลอนที่ใช้ในกิจกรรมประมง (Barboza *et al.*, 2023; Wright *et al.*, 2021) จากการศึกษาของ Baalkhuyur *et al.* (2018) ในระบบทางเดินอาหารของปลาตามแนวชายฝั่งทะเลแดง ประเทศซาอุดีอาระเบียพบว่าไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (42%) รองลงมาคือสีน้ำเงิน (27%) ตามด้วยสีเขียว แดง และขาว การศึกษาของ Steer *et al.* (2017) ซึ่งตรวจสอบการกลืนกินไมโครพลาสติกของปลาวัยอ่อนในช่องแคบอังกฤษและบริเวณชายฝั่งตะวันออกของออสเตรเลีย พบไมโครพลาสติกหลากสี เช่น สีม่วง, เขียว, เหลือง, แดง, ขาว, ดำ และน้ำเงิน นอกจากนี้ Waite *et al.* (2018) รายงานว่าสีของไมโครพลาสติกที่พบในสิ่งแวดล้อมอาจแตกต่างกันไปตามรูปร่างและชนิดพอลิเมอร์ของพลาสติก เนื่องจากพลาสติกบางชนิดมีสีเฉพาะตัวที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต

นอกจากนี้ ในการศึกษาปูม้าที่เก็บตัวอย่างจากจังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นแหล่งท่องเที่ยว พื้นที่อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และชุมชนเมืองที่มีความหนาแน่น พบว่าไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างปูม้ามีความหลากหลายของสี โดยสีที่พบได้บ่อยคือ สีฟ้า สีแดง สีดำ และสีใส โดยเฉพาะไมโครพลาสติกสีฟ้าซึ่งพบมากที่สุด คิดเป็นประมาณร้อยละ 40–45 ของไมโครพลาสติกทั้งหมด ซึ่งสีของไมโครพลาสติกเหล่านี้อาจเกี่ยวข้องกับแหล่งที่มาที่เป็นไปได้ เช่น อวนจับปลา ตาข่าย หรืออุปกรณ์ประมงที่ทำจากพลาสติกหลากสี ซึ่งมักถูกใช้งานในบริเวณชายฝั่งทะเล เนื่องจากในพื้นที่ศึกษาดังกล่าวมีลักษณะของกิจกรรมมนุษย์ที่หลากหลาย จึงอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกชนิดและสีต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมทะเลใกล้เคียง และส่งต่อมายังสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณดังกล่าว เช่น ปูม้า (Kleawkla *et al.*, 2019) นอกจากนี้ Barboza *et al.* (2023) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานว่ ในระบบนิเวศทางทะเล ไมโครพลาสติกที่มีสีฟบบ่อยและแพร่หลายมากที่สุดคือสีน้ำเงิน ซึ่งอาจจะมาจากอวนจับปลา เชือกไนลอน หรือวัสดุสังเคราะห์อื่นที่ใช้ในกิจกรรมประมง โดยสีของไมโครพลาสติกสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้เบื้องต้นถึงแหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ในบางพื้นที่

4.3.6 ขนาดของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานและเหยื่อ

ไมโครพลาสติกที่พบในปลากะพงข้างปาน และ *Stolephorus* sp. มีขนาดใหญ่สุดในช่วง 101–5,000 ไมโครเมตร รองลงมาคือในปลา *Sphyraena* sp., ปู *Portunus* sp., กุ้ง *Penaeus* sp., เคย *Acetes* sp. และเคย *Mesopodopsis* sp. พบไมโครพลาสติกอยู่ในช่วง 101–400 ไมโครเมตร และในกุ้ง *Harpiosquilla* sp. เป็นกลุ่มที่พบไมโครพลาสติกขนาดเล็กที่สุด โดยมีขนาดไม่เกิน 100 ไมโครเมตร ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความหลากหลายของขนาดไมโครพลาสติกที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด และอาจเกี่ยวข้องกับขนาดของช่องปาก ลักษณะการกิน รวมถึงแหล่งที่อยู่อาศัยของแต่ละชนิด (รูปที่ 4.33) (รูปที่ 4.34)



รูปที่ 4.33 ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบจากตัวอย่างปลากะพงข้างปาน และตัวอย่างกลุ่มอาหารของปลากะพงข้างปาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.34 ขนาดและลักษณะของไมโครพลาสติกที่พบ ได้แก่ เศษไมโครพลาสติกสีแดง ขนาด 135.73 ไมโครเมตร ที่พบในกุ้ง *Penaeus* sp. (a) เส้นใยสีแดง ขนาด 1,313.21 ไมโครเมตร (b) และ เส้นใยสีดำ ขนาด 791.41 ไมโครเมตร (c) ซึ่งพบในปลากะพงข้างปาน

ปลาที่มีขนาดลำตัวใหญ่กว่ามักตรวจพบไมโครพลาสติกที่มีขนาดใหญ่กว่า เนื่องจากมีช่องปากที่กว้างและระบบทางเดินอาหารที่สามารถรับอาหารที่มีขนาดใหญ่ได้ดี ส่งผลให้สามารถกลืนเหยื่อหรือเศษวัสดุในน้ำที่มีขนาดใหญ่ได้ง่ายกว่าปลาขนาดเล็ก ดังนั้นขนาดของไมโครพลาสติกที่เข้าสู่ร่างกายจึงมีแนวโน้มสัมพันธ์กับขนาดของอาหารที่ปลากินเข้าไป นอกจากนี้ในปลาที่หากินบริเวณกลางน้ำ เช่น ปลากะพงข้างปานและปลา *Stolephorus* sp. ซึ่งพบไมโครพลาสติกในช่วงขนาด 101–5,000 ไมโครเมตร แสดงถึงการที่สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้มีโอกาสรับไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ได้มากกว่าสัตว์น้ำกลุ่มอื่นที่หากินตามพื้นท้องทะเลหรือมีช่องปากเล็กกว่า เช่น แพลงก์ตอน การพบไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ในปลากะพงข้างปาน จึงอาจสะท้อนถึงลักษณะการกินของปลาที่เป็นนักล่า ซึ่งมีแนวโน้มล่าเหยื่อขนาดใหญ่ เช่น ปลาขนาดเล็กหรือสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ มากกว่าแพลงก์ตอน ดังนั้นไมโครพลาสติกที่พบในตัวปลาอาจไม่ใช่เพียงแค่สิ่งที่ปลากินกินโดยตรงจากน้ำทะเลเท่านั้น แต่ยังอาจมาจากเหยื่อที่ปลากินเข้าไปก่อนหน้านี้ ซึ่งมีไมโครพลาสติกสะสมอยู่ในร่างกายอยู่แล้ว จึงทำให้เกิดการส่งผ่านไมโครพลาสติกไปตามลำดับชั้นของห่วงโซ่อาหาร (Hosseinpour *et al.*, 2021) นอกจากนี้ขนาดช่องปากของปลาที่กว้างขึ้นยังเอื้อต่อการกลืนไมโครพลาสติกที่มีขนาดใหญ่กว่าได้ง่ายกว่าปลาขนาดเล็ก ซึ่งส่งผลให้ปลานักล่าเหล่านี้มีปริมาณและขนาดไมโครพลาสติกที่สะสมสูงกว่าด้วย (Gholizadeh *et al.*, 2023)

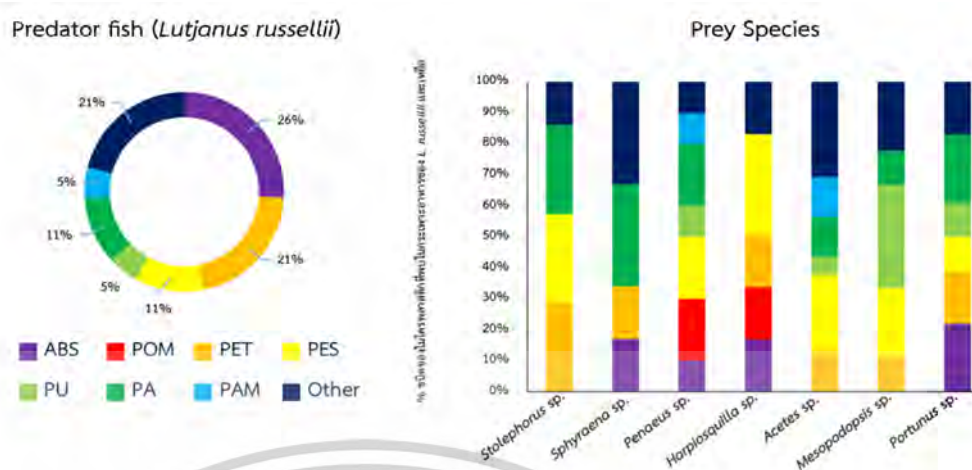
นอกจากนี้ไมโครพลาสติกที่พบในสัตว์น้ำที่เป็นเหยื่อ โดยเฉพาะในสิ่งมีชีวิตที่มีพฤติกรรมกรองน้ำหรือกินแพลงก์ตอน กุ้ง หรือสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง อาจได้รับไมโครพลาสติกโดยตรงจากการปนเปื้อนในน้ำหรือในอาหารขนาดเล็กที่กินเข้าไป (Gouin, 2020) เหยื่อของปลานักล่าที่มักเป็นสัตว์กินแพลงก์ตอนหรือมีพฤติกรรมแบบกรองกิน เช่น เช่น ปลากะตัก (*Stolephorus* sp.), กุ้ง หรือ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง มักพบไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 1,000 ไมโครเมตร เนื่องจากได้รับ

ไมโครพลาสติกจากการกินแพลงก์ตอนหรือการกรองน้ำที่ปนเปื้อนอยู่แล้ว (Gouin, 2020) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครพลาสติกขนาดเล็กเหล่านี้มักเป็นเส้นใยหรือเศษพลาสติกจากกิจกรรมอุตสาหกรรมและครัวเรือน ซึ่งมีแนวโน้มสะสมในตะกอนและร่างกายของสัตว์น้ำที่อยู่ใกล้พื้นทะเล ทั้งนี้ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในปลาที่หาอาหารอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำ เช่น ปลาเกะตัก และปลาแอนโชวี พบว่าขนาดของไมโครพลาสติกอยู่ในช่วง 100 – 2,000 ไมโครเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงขนาดของไมโครพลาสติกที่สัตว์น้ำสามารถกลืนกินได้ โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาจากพฤติกรรมการกินอาหารของปลาเกะตัก และปลาแอนโชวีที่มักกรองกินอาหารขนาดเล็ก เช่น แพลงก์ตอน ที่อาจมีไมโครพลาสติกปนเปื้อนอยู่ด้วย (Ciuca *et al.*, 2024; Hardianti *et al.*, 2021) ในกลุ่มคริสต์เซียน เช่น กุ้ง, เคย, กุ้ง และปู ที่ส่วนใหญ่มักพบไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 100 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารของสัตว์น้ำได้ง่าย โดยขนาดของไมโครพลาสติกที่พบจะแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์น้ำ พฤติกรรมการกินอาหาร และแหล่งที่อยู่อาศัย ซึ่งกุ้งและเคยที่กินอาหารคล้ายกันพบไมโครพลาสติกขนาดตั้งแต่ 20 - 4,669 ไมโครเมตร ไปจนถึงขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร (Jitrapat *et al.*, 2024; Mercy and Alam, 2024) ในขณะที่ปูซึ่งเป็นสัตว์ที่กินอาหารได้หลากหลายประเภทโดยทั่วไปมักกินแพลงก์ตอน สัตว์หน้าดินขนาดเล็ก ซากสิ่งมีชีวิต สหรัย ฟิชน้ำ รวมถึงอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ที่สะสมอยู่ในตะกอนดิน ลักษณะการหาอาหารในลักษณะดังกล่าว ทำให้ปูดมีโอกาสสัมผัสและกินพลาสติกที่ปนเปื้อนอยู่ในสภาพแวดล้อมหลากหลายรูปแบบและขนาด

4.3.7 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลาเกะตักและเหยื่อ

เมื่อจำแนกชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างระบบทางเดินอาหารของปลาเกะตักและเหยื่อ ด้วยเทคนิค FTIR spectroscopy พบพอลิเมอร์หลักที่พบ ได้แก่ ABS, PET และอื่น ๆ สำหรับในตัวอย่างเหยื่อพบพอลิเมอร์ที่สามารถระบุชนิดได้ 14 ชนิด ซึ่งสามารถจัดกลุ่มออกเป็น 6 กลุ่มหลัก ได้แก่ ABS, PET, PES, PU, PA และพอลิเมอร์กลุ่มอื่น ๆ เช่น EVA, EVOH, PVDF, PE-PP, PP, PS, PVAL, PVC และ Resin โดยมีสัดส่วนที่แตกต่างกันไปในสัตว์แต่ละชนิด (รูปที่ 4.35) การพบพอลิเมอร์หลากหลายชนิดในทั้งปลาเกะตักและเหยื่อสะท้อนถึงแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.35 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติก ที่พบจากตัวอย่างปลากะพงข้างปาน และตัวอย่างกลุ่มอาหารของปลากะพงข้างปาน

จากผลการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน พบว่าพอลิเมอร์ส่วนใหญ่เป็นไมโครพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูงประกอบด้วย PET, PA และ PES โดยพอลิเมอร์เหล่านี้มีความหนาแน่นมากกว่า 1 g/cm^3 ทำให้มีแนวโน้มจมตัวสู่พื้นท้องทะเลแตกต่างจากพอลิเมอร์ความหนาแน่นต่ำ เช่น PE และ PP ที่มักลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ ผลที่ได้จึงสอดคล้องกับรายงานของ Lebreton *et al.* (2018) และ Nakano *et al.* (2024) ที่ชี้ให้เห็นว่าลักษณะทางฟิสิกส์ของพอลิเมอร์ส่งผลต่อการกระจายตัวในน้ำ โดยพอลิเมอร์ความหนาแน่นสูงจะสะสมอยู่ในตะกอนและมีโอกาสปนเปื้อนสิ่งมีชีวิตที่หาอาหารใกล้พื้นท้องน้ำ เช่นเดียวกับที่ Hossain *et al.* (2020), Jandang *et al.* (2024), และ Zhang *et al.* (2021) รายงานว่าพอลิเมอร์ชนิด PET, PES และ PA มักตรวจพบในสัตว์หน้าดิน เช่น ปู, กุ้ง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ ที่อาศัยและหาอาหารบริเวณพื้นท้องน้ำซึ่งเป็นแหล่งสะสมตะกอน

จากพฤติกรรมของปลากะพงข้างปาน ที่เป็นผู้ล่าที่มีนิสัยหากินใกล้พื้นท้องน้ำโดยกินเหยื่อจำพวกกุ้ง, ปู และปลาเล็ก จึงส่งผลให้มีโอกาสรับไมโครพลาสติกเข้าสู่ร่างกายทั้งทางตรงจากตะกอนและทางอ้อมผ่านเหยื่อในห่วงโซ่อาหาร พฤติกรรมและพื้นที่หาอาหารเหล่านี้จึงเอื้อต่อการสะสมพอลิเมอร์ความหนาแน่นสูงในร่างกายปลากะพงข้างปาน มากกว่าพอลิเมอร์ชนิดลอยน้ำ เช่น PE หรือ PP (Yuan *et al.*, 2022) ทั้งนี้พบองค์ประกอบของไมโครพลาสติกในตัวอย่างปลาที่มีความหลากหลาย โดยประกอบด้วย ABS, PU, PES, PET, PVC, PE, PP, PS และ PVAL ซึ่งสะท้อนถึงแหล่งกำเนิดที่หลากหลายที่อาจจะเกิดจากขยะจากอุตสาหกรรม เส้นใยสิ่งทอ และวัสดุในการทำประมง (Kleawkla *et al.*, 2019; Lebreton *et al.*, 2018; Mercy and Alam, 2024; My *et al.*, 2023; Nakano *et al.*, 2024) นอกจากนี้ในต่างประเทศมีรายงานผลการตรวจพบ พอลิเมอร์ในปลากะพงเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย Pegado *et al.* (2018) ที่พบพอลิเมอร์ PA, Rayon, และ PE ใน *L. analis* และ *L. synagris* จากบริเวณปากแม่น้ำอเมซอน ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับกิจกรรมบรรจุภัณฑ์และการประมง ขณะที่ Espiritu *et al.* (2019) รายงานการพบไมโครพลาสติกในปลากระพง *L. kasmira* จากฟิลิปปินส์ ประกอบด้วย เส้นใย พิล์ม เม็ดบีตส์ และเศษพลาสติกซึ่งพอลิเมอร์ที่พบมากในเส้นใยมีที่มาจาก PES หรือ PP ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งทอและวัสดุในการทำประมง เช่น อวนและเชือก และ Phillips and Bonner (2015) ที่พบเส้นใยและเศษพลาสติกขนาดเล็กใน *L. campechanus* และ *L. griseus* จากอ่าวเม็กซิโก ซึ่งคาดการณ์ว่าเป็นพอลิเมอร์ชนิด PE, PP และพอลิเมอร์ชนิดอื่นที่ใช้ในบรรจุภัณฑ์พลาสติก โดยพบมากในพื้นที่ใกล้เขตพัฒนาเมืองหรือท่าเรือ สำหรับในประเทศไทย Azad *et al.* (2018) รายงานว่าพอลิเมอร์ที่พบในปลากระพงจากจังหวัดสงขลา ส่วนใหญ่เป็นเส้นใยสปีไซ, ฟ้า และดำ ซึ่งมีแนวโน้มเป็น PE, PP หรือ PES ที่อาจเกิดจากวัสดุที่ใช้สำหรับทำการประมง

นอกจากในปลากระพงข้างปาด การตรวจพบพอลิเมอร์หลากหลายชนิดในเหยื่อ เช่น กุ้ง, ปู และ ปลาเล็ก แสดงให้เห็นถึงการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตที่มีลำดับการกินที่ต่ำกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากผลการศึกษาชนิดของพอลิเมอร์ที่พบซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Noor *et al.* (2025) ที่พบพอลิเมอร์หลากชนิดในระบบทางเดินอาหารของปลา *Stolephorus* sp. จากอ่าว Banten ประเทศอินโดนีเซีย โดยพอลิเมอร์ที่พบประกอบด้วย PVC, PES, PU และ PPS ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกจากบนบก เช่น สิ่งทอ วัสดุก่อสร้าง และจากกิจกรรมทางการประมง กับการปนเปื้อนในสิ่งมีชีวิตในทะเลขนาดเล็กที่เป็นเหยื่อโดยตรงของผู้ล่าลำดับสูง โดยผลจากศึกษานี้ยังสอดคล้องกับการตรวจพบพอลิเมอร์ชนิดเดียวกันในปลา *S. jello* จากอ่าวเปอร์เซีย ซึ่งเป็นนักล่าในลำดับสูงที่มักกินสัตว์น้ำขนาดเล็กเป็นอาหาร โดยพบพอลิเมอร์ชนิด PE, PP และ PS (Gholizadeh *et al.*, 2023) ซึ่งบ่งชี้ถึงศักยภาพของการถ่ายทอดไมโครพลาสติกผ่านห่วงโซ่อาหาร และความเป็นไปได้ของการสะสมในสิ่งมีชีวิตลำดับสูง ในกรณีของ กุ้ง *L. vannamei* จากอ่าวเบงกอล ซึ่งเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีบทบาททั้งในระบบนิเวศและในระบบเศรษฐกิจ พบไมโครพลาสติกที่จำแนกพอลิเมอร์ออกเป็นชนิด HDPE, LDPE, PP, PVC และ PMMA โดยพอลิเมอร์เหล่านี้มักเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องมือประมง (Mercy and Alam, 2024) จากชนิดของพอลิเมอร์ที่พบชี้ให้เห็นว่าไมโครพลาสติกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์สามารถเข้าสู่สิ่งมีชีวิตได้โดยตรงจากการกรอกกินหรือการสัมผัสจากตะกอนโดยไม่ต้องผ่านลำดับการกิน นอกจากนี้การพบพอลิเมอร์หลากหลายชนิดในปู *P. sanguinolentus* จากอ่าว Khambhat ประเทศอินเดีย ไม่เพียงแต่ในระบบทางเดินอาหารแต่ยังรวมถึงบริเวณเหงือก (Patel *et al.*, 2023) ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงการสัมผัสไมโครพลาสติกจากสิ่งแวดล้อมโดยตรงทั้งทางน้ำและตะกอนดิน

การวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพอลิเมอร์ที่พบจากสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหาร พอลิเมอร์หลายชนิด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถตรวจพบได้ในลำดับการกินที่หลากหลาย ตั้งแต่สิ่งมีชีวิตลำดับต้น เช่น เคย (*Acetes sp.*, *Mesopodopsis sp.*) กุ้ง, ปู ไปจนถึงปลาขนาดเล็ก โดยพอลิเมอร์ที่พบเป็นชนิดหลัก ประกอบด้วย PE, PP, PS และ PET การพบพอลิเมอร์ชนิดเดียวกันในสิ่งมีชีวิตหลายกลุ่มและหลายลำดับการกิน สะท้อนถึงการปนเปื้อนไมโครพลาสติกที่แพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมทางทะเล และการถ่ายทอดไมโครพลาสติกผ่านการกินเหยื่อ (Bajt, 2021; Ng and Obbard, 2006) การที่พบเส้นใย PET ได้บ่อยครั้งในสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอาจแสดงถึงความสามารถของไมโครพลาสติกในการตกค้างอยู่ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจนำไปสู่ผลกระทบทางชีวภาพ เช่น ความเครียด การอักเสบ และการรบกวนการเผาผลาญ (Rochman *et al.*, 2013; Wright *et al.*, 2013)

การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในระบบนิเวศทางทะเลของประเทศไทยสะท้อนให้เห็นถึงรูปแบบการกระจายตัวที่ไม่สม่ำเสมอ โดยพบว่าไมโครพลาสติกมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในแต่ละพื้นที่ ซึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความแตกต่างนี้ ได้แก่ สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ที่เกิดขึ้นในบริเวณชายฝั่งทะเล ลักษณะภูมิประเทศของชายฝั่ง เช่น การเป็นอ่าว แหล่ม หรือพื้นที่ปิดล้อมบางส่วน มีผลต่อการสะสมของไมโครพลาสติก โดยเฉพาะบริเวณที่น้ำไหลเวียนได้ไม่ดี มักเกิดการสะสมของเศษขยะขนาดเล็กมากกว่าพื้นที่ที่เปิดรับกระแสน้ำแรง นอกจากนี้ กระแสน้ำในทะเลมีบทบาทสำคัญต่อการกระจายตัวของไมโครพลาสติก เช่น กระแสน้ำวนหรือน้ำขึ้นน้ำลงอาจพัดพาไมโครพลาสติกให้กระจายออกไปสู่พื้นที่ใกล้เคียง หรือกลับมามีการสะสมในพื้นที่เดิม ในส่วนของกิจกรรมมนุษย์ พบว่าพื้นที่ที่มีกิจกรรม เช่น เขตอุตสาหกรรมบริเวณชายฝั่ง ท่าเรือ พื้นที่ปากแม่น้ำ และแหล่งท่องเที่ยวชายทะเล มักพบการสะสมของไมโครพลาสติกในปริมาณที่มากกว่าพื้นที่อื่น เนื่องจากเป็นจุดที่มีการปล่อยของเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และกิจกรรมทางเศรษฐกิจในปริมาณมาก ตัวอย่างเช่น บริเวณปากแม่น้ำที่รับน้ำจากแหล่งชุมชนและพื้นที่เกษตรกรรมมักมีการสะสมของไมโครพลาสติกจากขยะบนบกที่ถูกพัดพามาตามทางน้ำ ขณะที่แหล่งท่องเที่ยวชายทะเลซึ่งมีผู้คนเดินทางเข้าออกจำนวนมากอาจเกิดการทิ้งขยะพลาสติกโดยไม่ได้ตั้งใจ ซึ่งต่อมากจะแตกตัวกลายเป็นไมโครพลาสติก ข้อมูลจากการศึกษาของ Marks *et al.* (2020) และ Prarat and Hongsawat (2022) ชี้ให้เห็นว่าแหล่งที่มีการทำกิจกรรมของมนุษย์มักมีการการปนเปื้อนไมโครพลาสติกมากในตะกอนดินและสิ่งมีชีวิตทางทะเล ซึ่งส่งผลกระทบต่อความสมดุลของระบบนิเวศในระยะยาว ดังนั้นการจัดการปัญหามลพิษไมโครพลาสติกจึงควรมีแนวทางเฉพาะที่คำนึงถึงปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ และควรควบคู่ไปกับการควบคุมกิจกรรมของมนุษย์อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดการสะสมและการกระจายตัวของไมโครพลาสติกในระบบนิเวศทางทะเลของประเทศไทย และจากการศึกษาของ Chinfak *et al.* (2025) จากการศึกษาพบว่าปริมาณไมโครพลาสติกบริเวณชายฝั่งจังหวัดชุมพร อยู่ในระดับต่ำกว่าบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาประมาณ 2–3 เท่า ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของระดับการปนเปื้อนตามลักษณะภูมิประเทศและกิจกรรมการใช้ประโยชน์บริเวณพื้นที่ชายฝั่ง โดยการเปรียบเทียบทั้งสองพื้นที่นี้มีความเหมาะสม เนื่องจากมีลักษณะภูมิศาสตร์และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ พื้นที่ปากแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นจุดบรรจบของแม่น้ำสายหลักที่ไหลผ่านพื้นที่ชุมชนเมืองหนาแน่นและแหล่งอุตสาหกรรมจำนวนมากในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งมีการสะสมของขยะและมลพิษทางน้ำในปริมาณสูง นอกจากนี้กระแสน้ำในบริเวณอ่าวไทยตอนบนยังมีการไหลเวียนช้า จึงเอื้อต่อการสะสมของไมโครพลาสติกในระดับที่สูงกว่า ในขณะที่ชายฝั่งจังหวัดชุมพรซึ่งตั้งอยู่ในอ่าวไทยตอนล่าง มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างออกไป เช่น แนวชายหาดที่ยาวต่อเนื่อง ระบบปะการังและป่าชายเลนที่ยังคงสภาพสมบูรณ์บางส่วน รวมถึงกิจกรรมของมนุษย์และความหนาแน่นของชุมชนที่กระจายตัวมากกว่าและอยู่ในระดับต่ำกว่าพื้นที่ภาคกลาง จึงอาจส่งผลให้มีการสะสมของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า ดังนั้นการเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ทั้งสองจึงสามารถใช้เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของกิจกรรมมนุษย์และลักษณะภูมิประเทศที่มีต่อการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในระบบนิเวศชายฝั่งได้อย่างชัดเจน

นอกจากนี้งานวิจัยโดย Phaksopa *et al.* (2021) พบว่าการสะสมของไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตทางทะเลมีความสัมพันธ์กับระดับการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมโดยรอบ โดยเฉพาะในกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดิน เช่น หอยสองฝา ไล่เดือนทะเล หรือสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กที่มีการกินอาหารการแบบกรองกิน หรือกินตะกอนจากพื้นทะเลโดยตรง ซึ่งมักตรวจพบไมโครพลาสติกในปริมาณสูงในระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้ ไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในสิ่งมีชีวิตมีลักษณะทางกายภาพและเคมีที่คล้ายคลึงกับเศษชิ้นส่วนที่พบในสิ่งแวดล้อมโดยรอบ ไม่ว่าจะเป็นด้านขนาด สี หรือชนิดของพอลิเมอร์ ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานว่าการสะสมไมโครพลาสติกในสัตว์น้ำมีแหล่งกำเนิดจากสิ่งแวดล้อมโดยตรง และมีแนวโน้มที่จะถูกส่งผ่านจากการกินต่อยังลำดับการกินที่สูงขึ้น ผ่านกระบวนการกินต่อเนื่องกันในห่วงโซ่อาหาร

นอกจากนี้ ในการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกด้วยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) ขีดจำกัดในการตรวจจับ (detection limit) ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความแม่นยำและความครอบคลุมของข้อมูลที่ได้รับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีขนาดเล็กมากหรือมีความหลากหลายในลักษณะของพอลิเมอร์ ขนาด และรูปร่าง โดยทั่วไปเทคนิค μ FTIR microscopy ซึ่งใช้ร่วมกับกล้องจุลทรรศน์และตัวตรวจจับแบบ focal plane array (FPA) สามารถวิเคราะห์ไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กในระดับ 10–20 ไมครอน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และในบางระบบที่ได้รับการพัฒนาสูง เช่น การรวมซอฟต์แวร์วิเคราะห์ภาพแบบอัตโนมัติและฐานข้อมูลที่แม่นยำ จะสามารถตรวจจับเศษชิ้นส่วนตัวอย่างที่นำมาศึกษาได้เล็กถึง ~10 ไมครอนเมตร หรือต่ำกว่า

นั้น (Primpke *et al.*, 2017) ซึ่งเป็นช่วงขนาดที่สำคัญเนื่องจากสามารถเข้าสู่ร่างกายสัตว์น้ำได้โดยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกินแบบไม่เจาะจง และยังพบได้บ่อยในตัวอย่างจากห่วงโซ่อาหารทางทะเล ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่ เช่น Large-area ATR-FTIR (LA-ATR-FTIR) ได้นำเสนอศักยภาพในการลดขีดจำกัดของการตรวจจับได้มากยิ่งขึ้น โดยการเปลี่ยนจากคริสตัล ZnSe มาใช้คริสตัล Ge ซึ่งสามารถส่งผ่านสัญญาณอินฟราเรดในช่วงความยาวคลื่นที่กว้างกว่าและไวต่อชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็ก ทำให้สามารถตรวจจับไมโครพลาสติกได้เล็กถึง 1.3 ไมโครเมตร โดยไม่จำเป็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ร่วมด้วย (Pimpke *et al.*, 2018) ซึ่งวิธีนี้ช่วยเพิ่มความเร็วในการวิเคราะห์ตัวอย่างจำนวนมาก และลดความยุ่งยากในการเตรียมสไลด์พิเศษ ซึ่งเหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานสำรวจภาคสนามหรือการศึกษาเชิงปริมาณ แต่ในทางตรงกันข้าม การใช้เทคนิค ATR-FTIR แบบทั่วไป (point-and-shoot) ที่ยังเป็นวิธีที่นิยมในงานวิจัยจำนวนมากเนื่องจากใช้งานง่ายและประหยัดต้นทุน แต่มักมีขีดจำกัดในการตรวจจับตัวอย่าง โดยวิธีการนี้เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีขนาดตั้งแต่ 300–500 ไมโครเมตร ขึ้นไปเท่านั้น เนื่องจากไม่มีระบบขยายภาพและพื้นที่สัมผัสตัวอย่างค่อนข้างมีจำกัด (Cowger *et al.*, (2020) (การใช้เทคนิคนี้กับตัวอย่างที่มีขนาดเล็กจึงอาจทำให้เกิดการตรวจสอบผิดพลาดได้

4.4 การถ่ายทอดไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารระหว่างปลากะพงข้างปานและอาหารที่เป็นเหยื่อ

การตรวจสอบความแตกต่างของไมโครพลาสติกด้วยสถิติ Mann–Whitney แสดงให้เห็นว่าปู *Portunus* sp. เป็นเหยื่อเพียงชนิดเดียวที่มีขนาดของไมโครพลาสติกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับปลากะพงข้างปาน ($U = 0.001, p \leq 0.05$) ซึ่งพบไมโครพลาสติกรูปร่างเดียวกันในตัวอย่างของทั้งสองรูปร่าง เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความยาวของเส้นใยไมโครพลาสติกจากตัวอย่าง พบว่าในปลากะพงข้างปาน มีความยาวเฉลี่ยของเส้นใยไมโครพลาสติกสั้นกว่าที่พบในปู *Portunus* sp. (ตารางที่ 4.8) ซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการย่อยอาหารของผู้ล่าที่ส่งผลให้เส้นใยเกิดการแตกหักหรือย่อยสลายเป็นชิ้นส่วนที่สั้นลงก่อนถูกสะสมในระบบทางเดินอาหารของปลา บ่งชี้ถึงความเป็นไปได้ของการถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากปูไปยังปลากะพงข้างปาน ผ่านกระบวนการกิน (ตารางที่ 4.9) ผลการวิเคราะห์นี้สนับสนุนสมมติฐานที่ว่าปูทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมและตัวกลางในการส่งต่อไมโครพลาสติกไปยังปลากะพงข้างปาน ซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่าในห่วงโซ่อาหาร

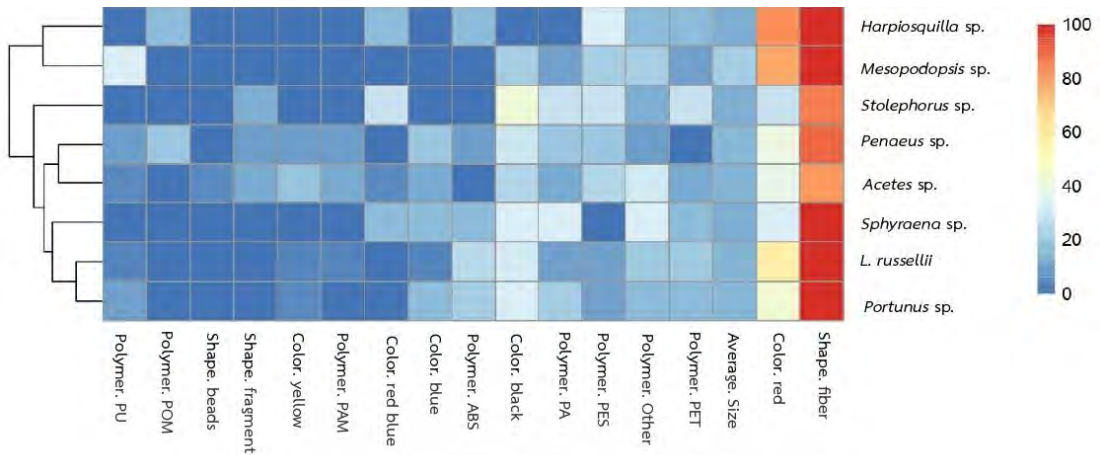
ตารางที่ 4.4 การทดสอบ Mann-Whitney U, $p < 0.05$, เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของไมโครพลาสติก (MPs) ระหว่างปลากะพงข้างปานและเหยื่อ

| ชนิดของตัวอย่าง | ABS | | PET | | Polyester | | PU | | Other | |
|--|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
| | Mann-whitney U | P-Value | Mann-whitney U | P-Value | Mann-whitney U | P-Value | Mann-whitney U | P-Value | Mann-whitney U | P-Value |
| <i>Lutjanus sp.-Penaeus sp.</i> | | | | | 0.00 | 0.33 | | | | |
| <i>Lutjanus sp.-Harpiosquilla sp.</i> | | | | | 0.00 | 0.33 | | | | |
| <i>Lutjanus sp.-Mesopodopsis sp.</i> | | | | | | | | | 4.00 | 1.00 |
| <i>Lutjanus sp.-Portunus sp.</i> | 8.00 | 0.73 | 0.00 | 0.05 | 1.00 | 0.67 | | | 4.00 | 0.62 |
| <i>Penaeus sp. -Harpiosquilla sp.</i> | | | | | 0.00 | 0.33 | | | | |
| <i>Penaeus sp. -Portunus sp.</i> | | | | | 3.00 | 1.00 | | | | |
| <i>Harpiosquilla sp. -Portunus sp.</i> | | | | | 4.00 | 0.33 | | | | |
| <i>Mesopodopsis sp.-Portunus sp.</i> | | | | | | | 0.00 | 0.83 | 2.00 | 0.80 |

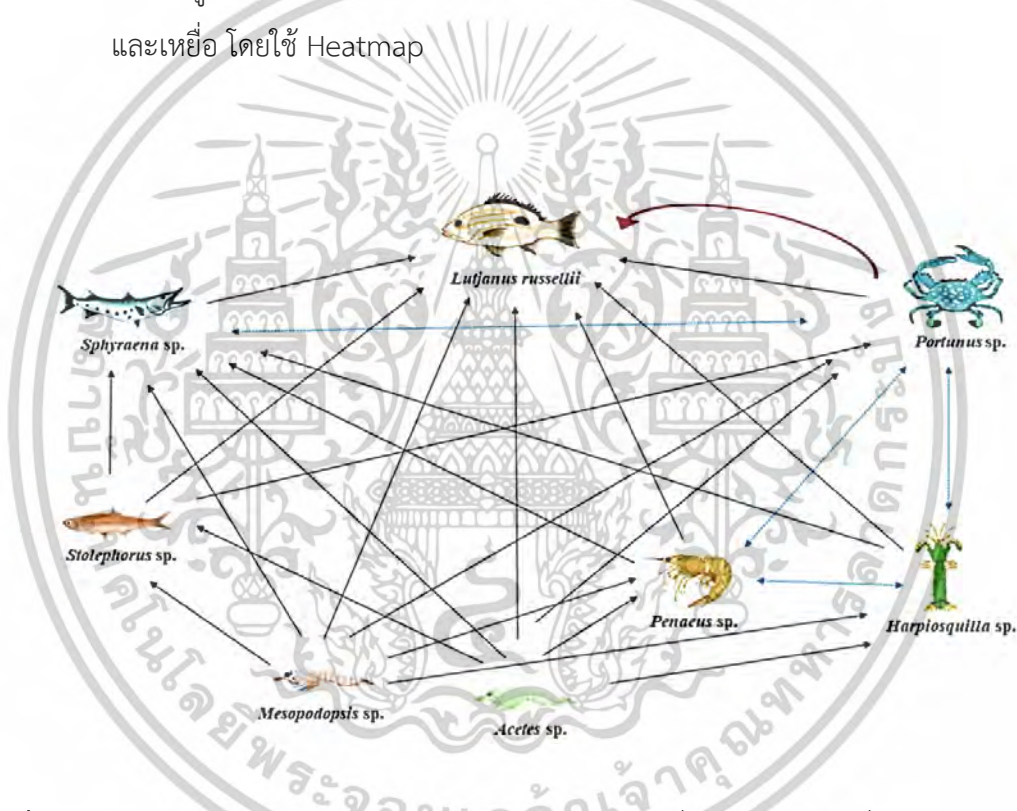
ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยของขนาดไมโครพลาสติก (μm) ระหว่างเหยื่อไปยังปลากะพงข้างปาน

| ชนิดของตัวอย่าง | ABS | PET | PES | PU | Other |
|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <i>L. russellii</i> | 2199.88 \pm 325.36 | 602.28 \pm 394.44 | 3008.61 \pm 1298 | | 1241.805 \pm 77.34 |
| <i>Penaeus sp.</i> | | | 370.905 \pm 191.60 | | |
| <i>Harpiosquilla sp.</i> | | | 29.785 \pm 2.40 | | |
| <i>Mesopodopsis sp.</i> | | | | 2844.69 \pm 559.85 | 992.28 \pm 213.64 |
| <i>Portunus sp.</i> | 520.47 \pm 86.40 | 3000.48 \pm 973.80 | 1413.27 \pm 665.39 | 523.43 \pm 123.99 | 570.185 \pm 38.69 |

จากการนำของขนาด รูปร่าง สี และชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกมาหาความสัมพันธ์ เพื่อความคล้ายคลึงระหว่างผู้ล่าและเหยื่อ พบว่าปลากะพงข้างปานและปูมีความคล้ายคลึงของ ไมโครพลาสติกที่พบทั้งในเชิงเปอร์เซ็นต์และรูปแบบของไมโครพลาสติกที่พบ โดยไมโครพลาสติกที่เป็นเส้นใยชนิด ABS ทำให้สามารถจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันได้ (รูปที่ 4.36) ซึ่งสะท้อนถึงความสัมพันธ์ ระหว่างผู้ล่าและเหยื่อในระบบนิเวศทะเล โดยความคล้ายคลึงนี้ จึงสามารถสนับสนุนอย่างมีนัยสำคัญ ถึงการถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากปูไปยังปลากะพงข้างปานได้ผ่านการล่าและกินเข้าไป ดังสายใย อาหาร (รูปที่ 4.37) นอกจากนี้เหยื่อที่ปนเปื้อนไมโครพลาสติก คือ ปลา *Sphyraena sp.* เป็นอีกชนิด ที่พบการจัดกลุ่มใกล้เคียงกับปลากะพงข้างปาน แต่เนื่องจากปลา *Sphyraena sp.* มีการพบ ไมโครพลาสติกชนิด PA และ Other เป็นหลัก ซึ่งไม่ใช่ชนิดหลักที่พบในปลากะพงข้างปาน จึงทำให้ ไม่สามารถสรุปได้ว่าการถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากปลา *Sphyraena sp.* ไปยังปลากะพงข้างปาน หรือไม่ นอกจากนี้ยังพบการจัดกลุ่มของเหยื่อบางประเภทเมื่อพิจารณาการจัดกลุ่มจากสัดส่วนของ ขนาด รูปร่าง และชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติก เช่น กุ้ง *Penaeus sp.* กับเคย *Acetes sp.* และ กุ้ง *Harpiosquilla sp.* กับเคย *Mesopodopsis sp.* ที่ มีความเป็นไปได้ของการถ่ายทอด ไมโครพลาสติก



รูปที่ 4.36 การจับคู่เพื่อเปรียบเทียบไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานและเหี่ยว โดยใช้ Heatmap



รูปที่ 4.37 สายใยการกินอาหารของปลากะพงข้างปานและเหี่ยว (ลูกครีสีดำ) ซึ่งปูเป็นอาหารเพียงชนิดเดียวที่พบว่าการถ่ายทอดไมโครพลาสติกไปสู่ปลากะพงข้างปาน (ลูกครีสีแดง)

การทับซ้อนของแหล่งอาหารระหว่างเหี่ยวกับปลาผู้ล่าถือเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้อต่อการถ่ายทอดไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารทางทะเล โดยเฉพาะในระบบนิเวศที่ปลากะพงข้างปาน เป็นปลาผู้ล่าลำดับบน ซึ่งมีเหี่ยวสำคัญ เช่น ปู (*Portunus sp.*) ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการสะสมและส่งต่อไมโครพลาสติกจากสิ่งมีชีวิตในลำดับการกินที่ต่ำกว่าไปสู่ผู้ล่า ไมโครพลาสติกที่พบในตัวปูซึ่งอาจมาจากแหล่งปนเปื้อนโดยตรงในสิ่งแวดล้อม เช่น ตะกอนดินหรือน้ำทะเลที่เป็นแหล่งอาศัยของปู หรือ

อาจได้รับจากการกินสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ปนเปื้อนไมโครพลาสติกมาก่อน ซึ่งเป็นการสะสมในลำดับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกินที่ต่ำ และเนื่องจากปลากะพงข้างปานเป็นปลาผู้ล่าที่กินเหยื่อได้หลากหลายชนิดแบบไม่เจาะจง อาหารของปลาชนิดนี้จึงมักมีการทับซ้อนกับสิ่งมีชีวิตอื่นในระบบนิเวศ เช่น ปูที่กินแพลงก์ตอนและ อินทรีย์สารจากตะกอนดิน เมื่อปลากะพงข้างปานกินปูเข้าไปไมโครพลาสติกที่สะสมอยู่ในตัวปูจึง สามารถถ่ายทอดเข้าสู่ร่างกายของปลากะพงข้างปานได้โดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพบว่า ไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปานมีลักษณะ ทั้งในด้านรูปร่างและชนิด ของพอลิเมอร์ ตรงกับที่พบในตัวเหยื่อ ซึ่งเป็นหลักฐานที่ บ่งชี้ถึงกระบวนการถ่ายทอดไมโครพลาสติก ผ่านห่วงโซ่อาหารได้

การถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากเหยื่อไปยังผู้ล่าดังที่พบในการศึกษาค้างนี้ อาจได้รับอิทธิพลจาก หลายปัจจัย เช่น พฤติกรรมการกินอาหาร ที่อยู่อาศัย และกระบวนการย่อยอาหาร (Boerger *et al.*, 2010; Nelms *et al.*, 2018; Pan *et al.*, 2019) โดย Murray and Cowie (2011) ชี้ให้เห็นว่าระบบ ทางเดินอาหารของสัตว์บางชนิด เช่น บริเวณก้น (gastric mill) ในครัสเตเชียน อาจทำให้ ไมโครพลาสติกตกค้างในร่างกายได้นานกว่าสัตว์ที่มีกระบวนการขับถ่ายเร็ว และทำให้เกิดการสะสม ของไมโครพลาสติกได้มากขึ้น การศึกษาการถ่ายทอดไมโครพลาสติกจากหอยแมลงภู่ (*M. edulis*) ไปยังปู *C. maenas* ผ่านการกิน (Farrell and Nelson, 2013) โดยพบว่าไมโครพลาสติกบางส่วน ยังคงอยู่ในทางเดินอาหารของปูแม่หลังการขับถ่าย จากผลการศึกษาพบว่าในปลากะพงข้างปานมี เส้นใย PET ในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งอาจมาจากปู *Portunus sp.* ที่ได้รับพลาสติกชนิดเดียวกันมา สะสมในทางเดินอาหาร เหยื่อที่มีระบบย่อยอาหารรวดเร็ว เช่น กุ้ง, ปลา และเคย มีแนวโน้มจะ ขับถ่ายไมโครพลาสติกออกได้เร็วกว่า ขณะที่ปูซึ่งมีโครงสร้างเปลือกแข็งและย่อยอาหารช้ากว่า มีแนวโน้มกักเก็บไมโครพลาสติกได้นานขึ้น เมื่อผู้ล่า เช่น ปลากะพง กินเหยื่อเหล่านี้เข้าไปจึงได้รับ ไมโครพลาสติกเข้ามาสะสมในร่างกาย ซึ่งอาจนำไปสู่การสะสมของไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหาร ทะเลและเพิ่มความเสี่ยงของการปนเปื้อนในสัตว์น้ำระดับสูงขึ้น (Boerger *et al.*, 2010; Nelms *et al.*, 2018; Pan *et al.*, 2019) นอกจากนี้ Nelms *et al.* (2018) และ Watts *et al.* (2014) ยังรายงานว่ามีไมโครพลาสติกมีแนวโน้มที่จะถูกสะสมอยู่ในร่างกายสัตว์กลุ่มที่มีเปลือกแข็ง เช่น ปู และหอย ได้มากกว่าสัตว์ที่มีเนื้อนุ่ม เนื่องจากสัตว์เปลือกแข็งมักใช้เวลานานในการย่อยสลายอาหาร ภายในทางเดินอาหารของผู้ล่า เมื่อสัตว์นักล่ากินเหยื่อที่มีเปลือกแข็งเข้าไป จึงทำให้ไมโครพลาสติกที่ ปนเปื้อนอยู่ในเหยื่ออาจมีระยะเวลาคงอยู่ในร่างกายของผู้ล่ามากกว่าในกรณีที่ผู้ล่ากินเหยื่อเนื้อนุ่ม อย่างปลาและกุ้งสามารถย่อยสลายได้เร็วกว่า ซึ่งอาจส่งผลให้สัตว์นักล่าที่กินเหยื่อเปลือกแข็งมี แนวโน้มสะสมไมโครพลาสติกในปริมาณที่สูงกว่าสัตว์ที่กินเหยื่อย่อยง่าย การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ไมโครพลาสติกที่สะสมอยู่ในเหยื่อ เช่น ปู สามารถถูกส่งต่อไปยังผู้ล่าเมื่อสิ่งมีชีวิตกินเข้าไป ซึ่งเป็น หลักฐานสำคัญที่ช่วยยืนยันว่าการสะสมไมโครพลาสติกในสัตว์น้ำระดับสูงของห่วงโซ่อาหารไม่ได้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการกลืนชิ้นส่วนไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมโดยตรงเพียงอย่างเดียว แต่ยังสามารถกินเหยื่อที่ปนเปื้อนอีกด้วย

ผลการศึกษาของ Justino *et al.* (2023) ได้ให้หลักฐานเชิงทดลองที่ชัดเจนเกี่ยวกับการถ่ายเทไมโครพลาสติกผ่านห่วงโซ่อาหารทางทะเล โดยทำการทดลองให้อาหารที่มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกกับสิ่งมีชีวิตลำดับต่ำกว่า จากนั้นตรวจสอบการสะสมของไมโครพลาสติกในสัตว์นักล่าที่กินสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น ซึ่งผลการทดลองยืนยันว่าไมโครพลาสติกสามารถเคลื่อนผ่านระหว่างลำดับการกินได้จริง ซึ่งแนวคิดดังกล่าวนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Au *et al.* (2017), Ferreira *et al.* (2016) และ Nelms *et al.* (2018) ที่รายงานการสะสมไมโครพลาสติกในสัตว์นักล่าขนาดใหญ่ เช่น ปลาฉลาม วาฬ และสัตว์น้ำชายฝั่งขนาดใหญ่ ที่พบว่าการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในสัตว์น้ำเหล่านี้ อาจเกิดขึ้นได้จากทั้งสองทาง ได้แก่ การได้รับไมโครพลาสติกโดยตรงจากสิ่งแวดล้อมผ่านการกินชิ้นส่วนไมโครพลาสติกที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ หรือตกค้างในตะกอนดิน และอีกทางหนึ่งคือจากการกินเหยื่อที่มีไมโครพลาสติกสะสมอยู่ในร่างกายมาก่อนแล้ว ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการส่งผ่านไมโครพลาสติกในระดับต่าง ๆ ของห่วงโซ่อาหาร นอกจากนี้ความเสี่ยงของการถ่ายเทและการคงอยู่ของไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านชีววิทยาและลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกเองด้วย ซึ่ง Gray (2002) และ Farrell and Nelson (2013) เชื่อว่าหากสัตว์นักล่ากินเหยื่อในช่วงเวลาสั้น ๆ หลังจากที่ได้รับไมโครพลาสติก โอกาสที่ไมโครพลาสติกจะถูกถ่ายเทไปยังนักล่าและสะสมในร่างกายจะเพิ่มขึ้น ในด้านลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติก Mazurais *et al.* (2015) รายงานว่าไมโครพลาสติกที่มีลักษณะเป็นทรงกลม เช่น เม็ด PVC จะถูกขับออกจากร่างกายของสิ่งมีชีวิตได้ง่ายกว่าไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างไม่เป็นระเบียบ เช่น เส้นใยหรือชิ้นส่วนพลาสติกที่แตกหัก ซึ่งอาจติดค้างในทางเดินอาหารหรือถูกดูดซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อได้มากกว่า

อย่างไรก็ตามควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับโอกาสของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกจากการกินโดยตรงของสัตว์นักล่า เช่น การแยกแยะว่าการสะสมไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เกิดจากการกินเหยื่อที่ปนเปื้อนหรือจากการผลลอกชิ้นส่วนไมโครพลาสติกโดยตรงจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งการศึกษานี้จะช่วยแยกความแตกต่างของแหล่งที่มาของการปนเปื้อน และประเมินความเสี่ยงของไมโครพลาสติกที่พบจากแต่ละที่มาได้ชัดเจนมากขึ้น โดยเฉพาะในสัตว์น้ำที่มีพฤติกรรมการกินที่ซับซ้อนหรืออยู่ในแหล่งน้ำที่มีความเข้มข้นของไมโครพลาสติกสูง (Aiguó *et al.*, 2022; Gad and Midway, 2022; Lopes *et al.*, 2020; Lusher *et al.*, 2013; Ory *et al.*, 2018; Pereira *et al.*, 2020; Roch *et al.*, 2020; Ronda *et al.*, 2023)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้วิเคราะห์การถ่ายทอดไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารระหว่างเหยื่อและปลากะพงข้างปาน (*Lutjanus russellii*) โดยเก็บตัวอย่างจาก 3 พื้นที่ชายฝั่งในจังหวัดชุมพร ผลการศึกษาพบว่าอาหารของปลากะพงข้างปานประกอบด้วย 5 กลุ่มหลัก ได้แก่ ปลา (*Stolephorus* sp., *Sphyraena* sp.), กุ้ง (*Penaeus* sp., *Metapenaeus* sp.), เเคย (*Acetes* sp., *Mesopodopsis* sp.), กุ้ง (*Harpiosquilla* sp.) และปู (*Portunus* sp.) โดยกลุ่มอาหารที่พบเป็นชนิดเดียวกันในทั้งฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แสดงให้เห็นว่าปลากะพงข้างปานกินเหยื่อตามความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในแหล่งอาศัยโดยไม่จำกัดฤดูกาล

ไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในปลากะพงข้างปานสามารถจำแนกได้เป็น 3 รูปร่างหลัก ได้แก่ เส้นใย ซึ่งเป็นรูปร่างที่พบมากที่สุด รองลงมาคือ เศษชิ้นส่วน และ เม็ดบีดส์ ลักษณะรูปร่างดังกล่าวสะท้อนถึงแหล่งกำเนิดและการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมทางทะเลโดยรอบ เมื่อพิจารณาสีพบไมโครพลาสติกทั้งหมด 4 สี ได้แก่ สีแดง สีดำ สีน้ำเงิน และสีเหลือง โดยที่ สีแดง เป็นสีที่พบมากที่สุด ส่วนขนาดของไมโครพลาสติกส่วนใหญ่อยู่ในช่วง ขนาดปานกลางถึงขนาดใหญ่ (501–5,000 ไมโครเมตร) แสดงถึงแนวโน้มการสะสมของพลาสติกที่ยังไม่สลายตัวละเอียดเป็นชิ้นส่วนขนาดเล็กสำหรับชนิดของพอลิเมอร์ที่พบมีความหลากหลายรวมทั้งสิ้น 14 ชนิด โดยสามารถจัดกลุ่มออกเป็น 6 กลุ่มหลัก ได้แก่ ABS ซึ่งเป็นชนิดที่พบมากที่สุด รองลงมาคือ PET, PES, PA, PU และ PAM นอกจากนี้ยังพบพอลิเมอร์อื่น ๆ เช่น PE, PP และ PVP ซึ่งสะท้อนถึงแหล่งกำเนิดไมโครพลาสติกที่อาจมาจากผลิตภัณฑ์หลากหลายประเภท ทั้งในครัวเรือนและอุตสาหกรรม

ไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในตัวอย่างเหยื่อทั้งหมดมีลักษณะรูปร่างหลัก 3 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย เศษชิ้นส่วน และเม็ดบีดส์ โดยพบว่า เส้นใย เป็นรูปร่างที่พบมากที่สุดในเหยื่อทุกชนิด สำหรับลักษณะสีของไมโครพลาสติกมีทั้งหมด 5 สี ได้แก่ สีแดง สีดำ สีเหลือง สีน้ำเงิน และสีน้ำเงิน-แดง (สีผสม) ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบมีความหลากหลาย ตั้งแต่ ≤ 100 ไมโครเมตร ไปจนถึงมากกว่า 1,000 ไมโครเมตร แสดงถึงการปนเปื้อนจากชิ้นส่วนที่มาจากหลายแหล่งและหลายช่วงการย่อยสลาย ส่วนชนิดของพอลิเมอร์ที่ตรวจพบมีมากถึง 14 ชนิด โดยสามารถจัดกลุ่มหลักได้เป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ ABS, PET, PES, PU, PA และกลุ่มพอลิเมอร์อื่น ๆ เช่น EVA, EVOH, PVDF, PE-PP, PP, PS, PVAL, PVC และ Resin ซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์น้ำ จากลักษณะการกินเหยื่อที่หลากหลายของปลา

กะพงข้างปาน ทำให้มีโอกาสได้รับไมโครพลาสติกจากเหยื่อที่ปนเปื้อนมาก่อนหน้า โดยเฉพาะกรณี
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ไปยังเว็บไซต์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการตรวจพบพอลิเมอร์ชนิด PET ทั้งในตัวอย่างปู (*Portunus sp.*) และในปลากะพงข้างปาน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการถ่ายทอดไมโครพลาสติกผ่านห่วงโซ่อาหาร และชี้ให้เห็นถึงการสะสมของไมโครพลาสติกในสัตว์น้ำผู้ล่าระดับสูง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความสมดุลของระบบนิเวศทางทะเลในระยะยาว

5.2 ข้อเสนอแนะ

เพื่อเพิ่มความครอบคลุมและความแม่นยำของข้อมูลในการศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารทางทะเล ควรมีการเก็บตัวอย่างปลากะพงข้างปาน รวมถึงสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในทุุกฤดูกาล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความแตกต่างขององค์ประกอบอาหารและระดับการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในแต่ละช่วงเวลา นอกจากนี้ควรมีการเก็บตัวอย่างไมโครพลาสติกจากสิ่งแวดล้อมโดยรอบ เช่น ในน้ำผิวดินและตะกอนดิน ซึ่งจะช่วยให้สามารถระบุแหล่งที่มาและประเมินระดับการสะสมของไมโครพลาสติกในแต่ละพื้นที่ได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ทั้งยังส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายทอดไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารทางทะเลได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง

เอกสารอ้างอิง

- มารินทร์ สว่างศรี. 2550. อาหารและนิสัยการกินอาหารของปลากระบอก *Tade mullet, Liza tade* (Forsskal, 1775) บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม. ปัญหาพิเศษ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 1-51.
- Aiguo, Z., Di, S., Chong, W., Yuliang, C., Shaolin, X., Peiqin, L., Guohuan, X., Huijuan, T. and Jixing, Z. 2022. Characteristics and differences of microplastics ingestion for farmed fish with different water depths, feeding habits and diets. **Journal of Environmental Chemical Engineering**. 10(2): 107089.
- Allen, G.R. 19850. **Snappers of the world An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date** *FAO species catalogue Vol. 6*.
- Arthur, C., Baker, J. and Bamford, H. e. 2009. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence. **Effects and Fate of Microplastic Marine Debris**.
- Au, S. Y., Lee, C. M., Weinstein, J. E., van den Hurk, P. and Klaine, S. J. 2017. Trophic transfer of microplastics in aquatic ecosystems: Identifying critical research needs. **Integrated Environmental Assessment and Management**. 13(3): 505-509. <https://doi.org/10.1002/ieam.1907>.
- Azad, S. M. O., Towatana, P., Pradit, S., Patricia, B. G. and Hue, H. T. 2018. Ingestion of microplastics by some commercial fishes in the lower Gulf of Thailand: a preliminary approach to ocean conservation. **International Journal of Agricultural Technology**. 14(7): 1017-1032.
- Baalkhuyur, F. M., Bin Dohaish, E. A., Elhalwagy, M. E. A., Alikunhi, N. M., AlSuwailem, A. M., Rostad, A., Coker, D. J., Berumen, M. L. and Duarte, C. M. 2018. Microplastic in the gastrointestinal tract of fishes along the Saudi Arabian Red Sea coast. **Marine Pollution Bulletin**. 1314: 07- 415.
- Bajt, O. 2021. From plastics to microplastics and organisms. **FEBS open bio**. 11(4): 954-966. <https://doi.org/10.1002/2211-5463.13120>.
- Barboza, L. G. A., Otero, X. L., Fernández, E. V., Vieira, L. R., Fernandes, J. O., Cunha, S. C. and Guilhermino, L. 2023. Are microplastics contributing to pollution-induced neurotoxicity? A pilot study with wild fish in a real scenario **Heliyon**. 9(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13070>.
- Barnes, D. K., Galgani, F., Thompson, R. C. and Barlaz, M. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Philosophical Transactions of the Royal Society of London. **Series B, Biological Sciences**. 364(1526): 1985- 1998. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>.
- Barreiros, J. P., Santos, R. S. and Borba, A. E. 2002. Food habits, schooling and predatory behaviour of the yellowmouth barracuda, *Sphyraena viridensis* (Perciformes: Sphyraenidae) in the Azores. **Biology of Sphyraena viridensis in the Azores**. 26(6): 83-88.
- Bax, N. 1998. The Significance and Prediction of Predation in Marine Fisheries. **ICES Journal of Marine Science**. 55, 997– 1030.
- Biju, A., Gireesh, R., Jayalakshmi, K. J., Haridevi, C. K. and Panampunnayil, S. U. 2009. Seasonal abundance, ecology, reproductive biology, and biochemical composition of *Mesopodopsis orientalis* (W.M. Tattersall) (Mysidacea) from a tropical estuary (Cochin Backwater) in India. **Crustaceana**. 82(8): 981–996. <https://doi.org/10.1163/156854009X448835>.
- Bissen, R. and Chawchai, S. 2020. Microplastics on beaches along the eastern Gulf of Thailand - A preliminary study. **Marine Pollution Bulletin**. v157: 111345. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111345>.
- Boerger, C. M., Lattin, G. L., Moore, S. L. and Moore, C. J. 2010. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. **Marine Pollution Bulletin**. 60(12): 2275-2278. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.08.007>.
- Browne, M. A., Dissanayake, A., Galloway, T. S., Lowe, D. M. and Thompson, R. C. 2008. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L). **Environmental Science & Technology**. 42(13): 5026-5031. <https://doi.org/10.1021/es800249a>.
- Browne, M. A., Galloway, T. S. and Thompson, R. C. 2010. Spatial patterns of plastic debris along Estuarine shorelines. **Environmental Science & Technology**. 44(9): 3404-3409. <https://doi.org/10.1021/es903784e>.
- Chan, H. S. H., Dingle, C. and Not, C. 2019. Evidence for non-selective ingestion of microplastic in demersal fish. **Marine Pollution Bulletin**. 149: 110523.
- Chinfak, N., Charoenpong, C., Sampanporn, A., Wongpa, C. and Sompongchaiyakul, P. 2024. Microplastics in commercial bivalves from coastal areas of Thailand and health risk associated with microplastics in ingested bivalves. **Marine Pollution Bulletin**. 208: 116937. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116937> .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Chinfak, N., Sompongchaiyakul, P., Gunasekaran, K., Jitrapat, H., Wang, X., Zhang, J. and Charoenpong, C. 2025. Spatiotemporal dynamics and tidal transport of microplastics in the tropical waters of the Gulf of Thailand. **Environmental Pollution**. 365: 125385. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.125385>.
- Chong, C. V. and Sasw Kumar, A. 1981. Food and Feeding Habits of the White Prawn *Penaeus merguensi*. **Marine Ecology Progress Series**. 5: 185-191. <https://doi.org/10.3354/meps005185>.
- Ciuca, A. M., Stoica, E. and Barbes, L. 2024. First Report of Microplastic Ingestion and Bioaccumulation in Commercially Valuable European Anchovies (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus, 1758) from the Romanian Black Sea Coast. **Journal of Marine Science and Engineering**. 13(3): 394.
- Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., Goodhead, R., Moger, J. and Galloway, T. S. 2013. Microplastic ingestion by zooplankton. **Environmental Science & Technology** 47(12): 6646-6655. <https://doi.org/10.1021/es400663f>.
- Constant, M., Reynaud, M., Weiss, L., Ludwig, W. and Kerhervé, P. 2022. Ingested Microplastics in 18 Local Fish Species from the Northwestern Mediterranean Sea. **Microplastics**. 1(1): 186-197.
- Cowger, W., Gray, A., Christiansen, S. H., De Frond, H., Deshpande, A. D., Hemabessiere, L., Lee E., Mill L., Munno K., Ossmann B. E., Pittroff M., Rochman C., Sarau G., Tarby S. and Primpke S. 2020. Critical review of processing and classification techniques for images and spectra in microplastic research. **Applied Spectroscopy**. 75(11): 1321-1341. [https:// DOI: 10.1177/0003702820929064](https://DOI: 10.1177/0003702820929064)
- Daugherty, D. J. and Bennett, D. L. 2019. A Review of Hooking Mortality, Associated Influential Factors, and Angling Gear Restrictions, with Implications for Management of the Alligator Gar. **Management Briefs, Texas Parks and Wildlife Department**. Retrieved from <https://tpwd.texas.gov>.
- de Carvalho Aguiar, V. M., de Lima, M. N., Abuchacra, R. C., Abuchacra, P. F., Neto, J. A., Borges, H. V. and de Oliveira, V. C. 2016. Ecological risks of trace metals in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil: An index analysis approach. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. 133: 306-315.
- Denecherr, R. Denderen, P. D. V. and Andersen, K. H. 2024. The role of squid for food web structure and community-level metabolism. **Ecological Modelling**. 493: 110729.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- de Vries, A. N., Govoni, D., Arnason, S. H. and Carlsson, P. 2020. Microplastic ingestion by fish: Body size, condition factor and gut fullness are not related to the amount of plastics consumed. **Marine Pollution Bulletin.** 151: 110827.
- Desforges, J. P., Galbraith, M. and Ross, P. S. 2015. Ingestion of Microplastics by Zooplankton in the Northeast Pacific Ocean. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology.** 69(3): 320-330.
- Detsri, U., Satapoomin, S. and Darumas, U. 2019. WITH NOTES ON INFLUENCE OF PREDATORY FISH *Secutor insidiator* ON HABITAT SELECTION OF *Acetes japonicus*. **phuket marine biological center research bulletin.** 76: 71-84.
- Digka, N., Tsangaris, C., Torre, M., Anastasopoulou, A. and Zeri, C. 2018. Microplastics in mussels and fish from the Northern Ionian Sea. **Marine Pollution Bulletin.** 135: 30-40. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.063>.
- Doncel, O. and Paramo, J. 2010. Food habits of the lane snapper, *Lutjanus synagris* (Perciformes: Lutjanidae), in the north zone of the Colombian Caribbean. **Latin American Journal Aquatic Research.** 38: 413-426.
- Espiritu, E. Q., Dayrit, S. A. S., Coronel, A. S. O., Paz, N. S. C., Ronquillo, P. I. L., Castillo, V. C. G. and Enriquez, E. P. 2019. Assessment of Quantity and Quality of Microplastics in the Sediments, Waters, Oysters, and Selected Fish Species in Key Sites Along the Bombong Estuary and the Coastal Waters of Ticalan in San Juan, Batangas. **Philippine Journal of Science.** 148(4): 789-801.
- FAO-ICAC, F. A. A. O. O. T. U. N. A. I. C. A. C. 2013. **World apparel fiber consumption survey.**
- Farrell, P. and Nelson, K. 2013. Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.). **Environmental Pollution.** 177: 1-3.
- Ferreira, P., Fonte, E., Soares, M. E., Carvalho, F. and Guilhermino, L. 2016. Effects of multi-stressors on juveniles of the marine fish *Pomatoschistus microps*: Gold nanoparticles, microplastics and temperature. **Aquat Toxicol.** 170: 89-103. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2015.11.011>.
- Free, C. M., Jensen, O. P., Mason, S. A., Eriksen, M., Williamson, N. J. and Boldgiv, B. 2014. High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. **Marine Pollution Bulletin.** 85(1): 156- 163.
- Gad, A. K. and Midway, S. R. 2022. Relationship of Microplastics to Body Size for Two Estuarine Fishes. **Microplastics.** 1(1): 211-220.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Gao, S., Li, Z. and Zhang, S. 2024. Trophic transfer and biomagnification of microplastics through food webs in coastal waters: A new perspective from a mass balance model. **Marine Pollution Bulletin.** 200: 116082.
- Gayathri, V., Pavithra, R., Thangal, S. H., Ganapathy, S., Gurusaravanan, P., Santhanam, P., Radhakrishnan, S. and Muralisankar, T. 2024. Incidence of microplastics in Indian anchovy *Stolephorus indicus* from Tuticorin, Southeast coast of India. **Marine Pollution Bulletin.** 202: 116406.
- Gerking, S. D. 1994. **Feeding Ecology of Fish** (Vol. 416). Academic Press.
- Gholizadeh, M., Shadi, A., Abadi, A., Nemati, M., Senapathi, V. and Karthikeyan, S. 2023. Abundance and characteristics of microplastic in some commercial species from the Persian Gulf, Iran. **Journal of Environmental Management.** 344: 118386. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118386>.
- Gouin, T. 2020. Toward an Improved Understanding of the Ingestion and Trophic Transfer of Microplastic Particles: Critical Review and Implications for Future Research. **Environmental Toxicology and Chemistry.** 39(6): 1119-1137.
- Gray, J. S. 2002. Biomagnification in marine systems: the perspective of an ecologist. **Marine Pollution Bulletin.** 45(1-12): 46-52. [https://doi.org/10.1016/s0025-326x\(01\)00323-x](https://doi.org/10.1016/s0025-326x(01)00323-x)
- Gurjar, U. R., Martin, X., Nayak, B. B., Ramteke, K., Deshmukhe, G., Jaiswar, A. K. and P. S. Satya Prakash, S. P. 2021. Microplastics in shrimps: a study from the trawling grounds of northeastern part of Arabian Sea. **Environmental Science and Pollution Research.** 28: 48494-48504.
- Hajisamae, S., Fazrul, H. and Pradit, S. 2015. Feeding ecology of *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunidae) in the southern Gulf of Thailand: influences of habitat, season, size class, shell stage and ovigerous condition. **Crustaceana.** 88(10-11): 1163-1180. .
- Hammerschlag, N. and Serafy, J. E. 2010. Nocturnal fish utilization of a subtropical mangrove-seagrass ecotone. **Marine Ecology Progress Series.** 31(2): 364-374. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2009.00337.x>.
- Hardianti, E., Wardhana, W. and Patria, M. P. 2021. Microplastic abundance in anchovy *Stolephorus indicus* (Van Hasselt, 1823) in the Lada Bay, Pandeglang, Banten. **Journal of Physics: Conference Series.** 1725(1): 012050.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Herrera, A., Stindlova, A., Martinez, I., Rapp, J., Romero-Kutzner, V., Samper, M. D., Montoto, T., Aguiar-Gonzalez, B., Packard, T. and Gomez, M. 2019. Microplastic ingestion by Atlantic chub mackerel (*Scomber colias*) in the Canary Islands coast. **Marine Pollution Bulletin.** 139: 127- 135.
- Hongsawat, P., Thinjong, W., Chouychai, B., Punyapalakul, P. and Prarat, P. 2024. Microplastics in retail shellfish from a seafood market in eastern Thailand: Occurrence and risks to human food safety. **Marine Pollution Bulletin.** 201: 116228. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116228>.
- Horton, A. A. and Dixon, S. J. 2018. Microplastics: An introduction to environmental transport processes. **WIREs Water.** 5(2): 1284.
- Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E. and Svendsen, C. 2017. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. **Science of The Total Environment.** 586: 127- 141.
- Hossain, M. S., Rahman, M. S., Uddin, M. N., Sharifuzzaman, S. M., Chowdhury, S. R., Sarker, S. and Nawaz Chowdhury, M. S. 2020. Microplastic contamination in Penaeid shrimp from the Northern Bay of Bengal. **Chemosphere.** 238: 124688. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124688>.
- Hosseinpour, A., Chamani, A., Mirzaei, R. and Mohebbi-Nozar, S. L. 2021. Occurrence, abundance and characteristics of microplastics in some commercial fish of northern coasts of the Persian Gulf. **Marine Pollution Bulletin.** 171: 112693. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112693>.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach Contents Analysis: A Review of Methods and Their Application. **Journal of Fish Biology.** 17: 411-429.
- Iqbal, T. H., Hajisamae, S., Lim, A., Jantararat, S., Wang, W. X. and Tsim, K. W. K. 2023. Feeding habits of four-finger threadfin fish, *Eleutheronema tetradactylum*, and its diet interaction with co-existing fish species in the coastal waters of Thailand. **PeerJ.** 11: e14688. <https://doi.org/10.7717/peerj.14688>.
- Jambeck, J., Hardesty, B. D., Brooks, A. L., Friend, T., Teleki, K., Fabres, J., Beaudoin, Y., Bamba, A., Francis, J., Ribbink, A. J., Baleta, T., Bouwman, H., Knox, J. and Wilcox, C. 2018. Challenges and emerging solutions to the land-based plastic waste issue in Africa. **marine Policy.** 96: 256-263.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R. and Law, K. L. 2015. Marine pollution. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**. 347(6223): 768-771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>.
- Jandang, S., Alfonso, M. B., Nakano, H., Phinchan, N., Darumas, U., Viyakarn, V., Chavanich, S. and Isobe, A. 2024. Possible sink of missing ocean plastic: Accumulation patterns in reef-building corals in the Gulf of Thailand. **Science of the Total Environment**. 954: 176210.
- Jiang, J. Q. 2018. Occurrence of microplastics and its pollution in the environment: A review. **Sustainable Production and Consumption**. 13: 16- 23.
- Jitrapat, H., Sivaipram, I., Piumsomboon, A., Suttiruengwong, S., Xu, J., Vo, T. L. T. and Li, D. 2024. Ingestion and adherence of microplastics by estuarine mysid shrimp. **Marine Environmental Research**. 197: 106455.
- Jiwarungrueangkul, T., Phaksopa, J., Sompongchaiyakul, P. and Tipmanee, D. 2021. Seasonal microplastic variations in estuarine sediments from urban canal on the west coast of Thailand: A case study in Phuket province. **Marine Pollution Bulletin**. 168: 112452. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112452>.
- Jualaong, S., Pransilpa, M., Pradit, S. and Towatana, P. 2021. Type and Distribution of Microplastics in Beach Sediment along the Coast of the Eastern Gulf of Thailand. **Journal of Marine Science and Engineering**. 9: 1405.
- Justino, A. K. S., Ferreira, G. V. B., Fauvelle, V., Schmidt, N., Lenoble, V., Pelage, L., Martins, K., Travassos, P. and Lucena-Fredou, F. 2023. From prey to predators: Evidence of microplastic trophic transfer in tuna and large pelagic species in the southwestern Tropical Atlantic. **Environmental Pollution**. 327: 121532.
- Kailola, P., Williams, M. J., Stewart, P. and Reichelt, R. 1993. **Australian Fisheries Resources**.
- Kamukuru, A. T. and Mgaya, Y. D. 2004. The food and feeding habits of blackspot snapper, *Lutjanus fulvivflamma* (Pisces: Lutjanidae) in shallow waters of Mafia Island, Tanzania. **African Journal of Ecology**. 42(1): 49- 58.
- Kangas, A., Setala, O., Kauppi, L. and Lehtiniemi, M. 2023. Trophic transfer increases the exposure to microplastics in littoral predators. **Marine Pollution Bulletin**. 196: 115553. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115553>.
- Karbalaeei, S., Golieskardi, A., Hamzah, H. B., Abdulwahid, S., Hanachi, P., Walker, T. R. and Karami, A. 2019. Abundance and characteristics of microplastics in
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- commercial marine fish from Malaysia. **Marine Pollution Bulletin.** 148: 5-15. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.072>.
- Khattab, Y., Mohammadein, A., Al Malki, J. S., Hussien, N. A. and Tantawy, E. M. 2022. Preliminary screening of microplastic contamination in different marine fish species of Taif market, Saudi Arabia. **open life sciences.** 17(1): 333-343. <https://doi.org/10.1515/biol-2022-0034>.
- Klangnarak, W. and Chunniyom, S. 2020. Screening for microplastics in marine fish of Thailand: the accumulation of microplastics in the gastrointestinal tract of different foraging preferences. **Environmental Science and Pollution Research.** 27(21): 27161- 27168. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09147-8>.
- Kleawkla, N., Yeeminb, T. and Sutthacheepb, M. 2019. Microplastic Fragments in Stomach Content of Blue Swimming Crab, *Portunus pelagicus* from Wonnapha Coastal Wetland, Chonburi Province, Thailand. **Ramkhamhaeng International Journal of Science and Technology.** 2(3): 7-16.
- Kumar, M. A., Padmavati, G. and Venu, S. 2015. Food and Feeding Dynamics of *Stolephorus commersonii* (Lacepede, 1803) (Family: Engraulidae) from South Andaman. **Journal of Marine Sciences.** 2015(1).
- Lagler, K. F., Bardarch, J. E., Miller, R. R. and Passino, D. R. 1977. Development and Quality Analysis of a Direct Solar Dryer for Fish. **Food and Nutrition Sciences.** 9: 506 pp.
- Lebreton, L., Slat, B., Ferrari, F., Sainte-Rose, B., Aitken, J., Marthouse, R., Hajbane, S., Cunsolo, S., Schwarz, A., Levivier, A., Noble, K., Debeljak, P., Maral, H., Schoeneich-Argent, R., Brambini, R. and Reisser, J. 2018. Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. **Scientific Reports.** 8(1): 4666. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w>.
- Li, J., Liu, H. and Paul Chen, J. 2018. Microplastics in freshwater systems: A review on occurrence, environmental effects, and methods for microplastics detection. **Water Res.** 137: 362-374. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.12.056>
- Lopes, C., Raimundo, J., Caetano, M. and Garrido, S. 2020. Microplastic ingestion and diet composition of planktivorous fish. **Limnology and Oceanography.** 5(1): 103-112. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/lol2.10144>.

- Lusher, A. L., McHugh, M. and Thompson, R. C. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. **Marine Pollution Bulletin.** 67(1-2): 94- 99.
- Marks, D., Miller, M. A. and Vassanadumrongdee, S. 2020. The geopolitical economy of Thailand's marine plastic pollution crisis. **Asia Pacific Viewpoint.** 61(2): 266-282. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/apv.12255>.
- Mazurais, D., Ernande, B., Quazuguel, P., Severe, A., Huelvan, C., Madec, L., Mouchel, O., Soudant, P., Robbens, J., Huvet, A. and Zambonino-Infante, J. 2015. Evaluation of the impact of polyethylene microbeads ingestion in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. **Marine Environmental Research.** 112: 78-85. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2015.09.009>.
- Mercogliano, R., Avio, C. G., Regoli, F., Anastasio, A., Colavita, G. and Santonicola, S. 2020. Occurrence of Microplastics in Commercial Seafood under the Perspective of the Human Food Chain. A Review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry.** 68(19): 5296-5301. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c01209>.
- Mercy, F. T. and Alam, A. 2024. Assessment of microplastic contamination in shrimps from the Bay of Bengal and associated human health risk. **Marine Pollution Bulletin.** 201: 116185. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116185>.
- Metillo, E. B., Cadelinia, E. E., Hayashizaki, K., Tsunoda, T. and Nishida, S. 2015. Feeding ecology of two sympatric species of *Acetes* (Decapoda: Sergestidae) in Panguil Bay, the Philippines. **Marine and Freshwater Research.** 66: 1-14. <https://doi.org/10.1071/MF15001>.
- Molle, F. 2007. Scales and power in river basin management: the Chao Phraya River in Thailand¹. **The Geographical Journal.** 173(4): 297 -400. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2007.00255.x>.
- Murray, F. and Cowie, P. R. 2011. Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). **Marine Pollution Bulletin.** 62(6): 1207-1217. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.03.032>.
- My, T. T. A., Dat, N. D. and Hung, N. Q. 2023. Occurrence and Characteristics of Microplastics in Wild and Farmed Shrimps Collected from Cau Hai Lagoon, Central Vietnam. **Molecules.** 28(12).
- Nakano, H., Alfonso, M. B., Jandang, S., Phinchan, N., Chavanich, S., Viyakarn, V. and Isobe, A. 2024. Influence of monsoon seasonality and tidal cycle on
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- microplastics presence and distribution in the Upper Gulf of Thailand. **Science of the Total Environment**. 920: 170787.
- Nanami, A. and Shimose, T. 2012. Interspecific differences in prey items in relation to morphological characteristics among four lutjanid species (*Lutjanus decussatus*, *L. fulviflamma*, *L. fulvus* and *L. gibbus*). **Environmental Biology of Fishes**. 96: 591-602. <https://doi.org/10.1007/s10641-012-0049-7>.
- Napper, I. E., Bakir, A., Rowland, S. J. and Thompson, R. C. 2015. Characterisation, quantity and sorptive properties of microplastics extracted from cosmetics. **Marine Pollution Bulletin**. 99(1-2): 178- 185.
- Nelms, S. E., Galloway, T. S., Godley, B. J., Jarvis, D. S. and Lindeque, P. K. 2018. Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. **Environmental Pollution**. 238: 999-1007.
- Ng, K. L. and Obbard, J. P. 2006. Prevalence of microplastics in Singapore's coastal marine environment. **Marine Pollution Bulletin**. 52(7): 761-767.
- Nitivattananon, V. and Srinonil, S. 2019. Enhancing coastal areas governance for sustainable tourism in the context of urbanization and climate change in eastern Thailand. **Advances in Climate Change Research**. 10(1): 47-58.
- Noor, S. Y., Riani, E., Hariyadi, S., Butet, N. A. and Cordova, M. R. 2025. Microplastic accumulation in respiratory and digestive systems of selected fish from Banten Bay, Indonesia. **Environmental Monitoring and Assessment**. 197(4): 454. <https://doi.org/10.1007/s10661-025-13933-7>.
- Nuraini, S., Carballo, E. C., Densen, W. L. T., Machiels, M. A. M., Lindeboom, H. J. and Nagelkerke, L. A. J. 2007. Utilization of seagrass habitats by juvenile groupers and snappers in Banten Bay, Banten Province, Indonesia. **Hydrobiologia**. 591: 85- 98. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-0786-3>.
- ongsuwan, N. and Sangnoi, Y. 2019. Dietary analysis of *Harpiosquilla raphidea* in the coastal areas of the Gulf of Thailand. **Journal of Marine Science and Technology**. 27(3). 45-53. <https://doi.org/10.14456/jmst.2019.27>.
- Ory, N., Chagnon, C., Felix, F., Fernandez, C., Ferreira, J. L., Gallardo, C., Garces Ordonez, O., Henostroza, A., Laaz, E., Mizraji, R., Mojica, H., Murillo Haro, V., Ossa Medina, L., Preciado, M., Sobral, P., Urbina, M. A. and Thiel, M. 2018. Low prevalence of microplastic contamination in planktivorous fish species from the southeast Pacific Ocean. **Marine Pollution Bulletin**. 127: 211-216.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Pan, Z., Guo, H., Chen, H., Wang, S., Sun, X., Zou, Q., Zhang, Y., Lin, H., Cai, S. and Huang, J. 2019. Microplastics in the Northwestern Pacific: Abundance, distribution, and characteristics. **Science of the Total Environment**. 650: 1913-1922. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.244>.
- Patel, P., Dave, P., Chavda, N. and Mankodi, P. 2023. Ingestion and polymeric risk assessment of microplastic contamination in commercially important brachyuran crab *Portunus sanguinolentus*. **Frontiers in Marine Science**. 10: 1286782. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1286782>.
- Pegado, T., Schmid, K., Winemiller, K. O., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Dei, L. and Giarrizzo, T. 2018. First evidence of microplastic ingestion by fishes from the Amazon River estuary. **Marine Pollution Bulletin**. 133: 814-821.
- Peng, G., Zhu, B., Yang, D., Su, L., Shi, H. and Li, D. 2017. Microplastics in sediments of the Changjiang Estuary, China. **Environmental Pollution**. 225: 283- 290. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.064>.
- Pereira, J. M., Rodriguez, Y., Blasco-Monleon, S., Porter, A., Lewis, C. and Pham, C. K. 2020. Microplastic in the stomachs of open-ocean and deep-sea fishes of the North-East Atlantic. **Environmental Pollution**. 265: 115060.
- Phaksopa, J., Sukhsangchan, R., Keawsang, R., Tanapivattanakul, K., Thamrongnawasawat, T. and Sreesamran, P. 2021. Presence and Characterization of Microplastics in Coastal Fish around the Eastern Coast of Thailand. **Sustainability**. 13(23): 13110
- Phillips, M. B. and Bonner, T. H. 2015. Occurrence and amount of microplastic ingested by fishes in watersheds of the Gulf of Mexico. **Marine Pollution Bulletin**. 100(1): 264-269. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.08.041>.
- Primpke, S., Lorenz, C., Rascher-Friesenhausen, R. and Gerdtz, G. 2017. An automated approach for microplastics analysis using focal plane array (FPA) FTIR microscopy and image analysis. **Analytical Methods**. 9(9): 1499–1511 <https://DOI: 10.1039/c6ay02476a>
- Primpke, S., Wirth, M., Lorenz, C. and Gerdtz, G. 2018. Reference database design for the automated analysis of microplastic samples based on Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**. 410(21): 5131–5141. <https://DOI: 10.1007/s00216-018-1156-x>

- Piskula, P. and Astel, A. M. 2023. Microplastics in Commercial Fishes and By-Catch from Selected FAO Major Fishing Areas of the Southern Baltic Sea. **Animals**. 13(3): 458. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ani13030458>.
- Pradit, S., Noppradit, P., Loh, P.-S., Nitiratsuwan, T., Le, T. P. Q., Oeurng, C., Mohamed, C. A. R., Lee, C. W., Lu, X., Anshari, G. Z., Kandasamy, S. and Wang, J. 2022. The Occurrence of Microplastics in Sediment Cores from Two Mangrove Areas in Southern Thailand. **Journal of Marine Science and Engineering**. 10(3): 418. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jmse10030418>.
- Prarat, P. and Hongsawat, P. 2022. Microplastic pollution in surface seawater and beach sand from the shore of Rayong province, Thailand: Distribution, characterization, and ecological risk assessment. **Marine Pollution Bulletin**. 174: 113200. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113200>.
- Rabari, V., Rakib, M. R. J., Trivedi, J., Idris, A. M. and Malafaia, G. 2023. Microplastics occurrence in commercial crab (*Portunus segnis*) from the western coast of India and pollution indices: First investigation and evidence. **Science of the Total Environment** 905. 167500. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167500>.
- Rajani Gopal, V., Ramasubramanian, V., Santhosh, S. B. and Abraham, K. M. 2018. Food spectrum and dietary preferences of the Indian anchovy *Stolephorus indicus* (van Hasselt, 1823) from Thiruvananthapuram coast, Kerala. **Indian Journal. Fish**. 65(1): 15-19. <https://doi.org/10.21077/ijf.2018.65.1.73408-03>.
- Roch, S., Friedrich, C. and Brinker, A. 2020. Uptake routes of microplastics in fishes: practical and theoretical approaches to test existing theories. **Scientific Reports**. 10(1): 3896. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60630-1>.
- Rochman, C. M., Hoh, E., Kurobe, T. and Teh, S. J. 2013. Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. **Scientific Reports**. 3: 3263. <https://doi.org/10.1038/srep03263>.
- Ronda, A. C., Menendez, M. C., Tombesi, N., Alvarez, M., Tomba, J. P., Silva, L. I. and Arias, A. H. 2023. Microplastic levels on sandy beaches: Are the effects of tourism and coastal recreation really important?. **Chemosphere**. 316: 137842. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.137842>.
- Ruairuen, W., Chanhun, K., Chainate, W., Ruangpanupan, N., Thipbanpot, P. and Khammanee, N. 2022. Microplastic Contamination in Blood Cockles and Mussels

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- in Bandon Bay, Suratthani Province, Thailand. **Trends in Sciences**. 19(7): 3073. <https://doi.org/https://doi.org/10.48048/tis.2022.3073>.
- Ruangpanupan, N., Ussawarujikulchai, A., Prapagdee, B. and Chavanich, S. 2022. Microplastics in the surface seawater of Bandon Bay, Gulf of Thailand. **Marine Pollution Bulletin**. 179: 113664.
- Ruangpanupan, N., Ussawarujikulchai, A., Prapagdee, B. and Chavanich, S. 2023. Seasonal variation in the abundance of microplastics in three commercial bivalves from Bandon Bay, Gulf of Thailand. **Marine Pollution Bulletin**. 197: 115600. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115600>.
- Salvador Cesa, F., Turra, A. and Baruque-Ramos, J. 2017. Synthetic fibers as microplastics in the marine environment: A review from textile perspective with a focus on domestic washings. **Science of the Total Environment**. 598: 1116-1129. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.172>.
- Santana, M. F. M., Moreira, F. T. and Turra, A. 2017. Trophic transference of microplastics under a low exposure scenario: Insights on the likelihood of particle cascading along marine food-webs. **Marine Pollution Bulletin**. 121(1-2): 154-159. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.05.061>.
- Satapoomin, U. 2000 . A preliminary checklist of coral reef fishes of the Gulf of Thailand, South China Sea. *The Raffles Bulletin of Zoology*. 48(1): 31- 53.
- Setala, O., Fleming-Lehtinen, V. and Lehtiniemi, M. 2014. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. **Environmental Pollution**. 185: 77-83. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.10.013>.
- Setala, O., Lehtiniemi, M., Coppock, R. and Cole, M. 2018. Microplastics in Marine Food Webs. **Microplastic Contamination in Aquatic Environments**. 339-363. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813747-5.00011-4>.
- Soe, K. K., Hajisamae, S., Sompongchaiyakul, P., Towatana, P. and Pradit, S. 2022. Feeding Habits and the Occurrence of Anthropogenic Debris in the Stomach Content of Marine Fish from Pattani Bay, Gulf of Thailand. **MDPI**. 11(2): 331. <https://doi.org/10.3390/biology11020331>.
- Srisiri, S., Haetrakul, T., Dunbar, S. G. and Chansue, N. 2024. Microplastic contamination in edible marine fishes from the upper Gulf of Thailand. **Marine Pollution Bulletin**. 198: 115785. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115785>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Steer, M., Cole, M., Thompson, R. C. and Lindeque, P. K. 2017. Microplastic ingestion in fish larvae in the western English Channel. **Environmental Pollution**. 226: 250-259. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.03.062>.
- Ta, A. T. and Babel, S. 2020. Microplastics pollution with heavy metals in the aquaculture zone of the Chao Phraya River Estuary, Thailand. **Marine Pollution Bulletin**. 161: 111747. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111747>.
- Ta, A. T., Pupuang, P., Babel, S. and Wang, L. P. 2022. Investigation of microplastic contamination in blood cockles and green mussels from selected aquaculture farms and markets in Thailand. **Chemosphere**. 303: 134918.
- Thepwilai, S., Wangritthikraikul, K., Chawchai, S. and Bissen, R. 2021. Testing the factors controlling the numbers of microplastics on beaches along the western Gulf of Thailand. **Marine Pollution Bulletin**. 168: 112467.
- Thushari, G. G. N., Senevirathna, J. D. M., Yakupitiyage, A. and Chavanich, S. 2017. Effects of microplastics on sessile invertebrates in the eastern coast of Thailand: An approach to coastal zone conservation. **Marine Pollution Bulletin**. 124(1): 349-355. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.06.010>.
- Van Cauwenberghe, L. and Janssen, C. R. 2014. Microplastics in bivalves cultured for human consumption. **Environmental Pollution**. 193: 65-70.
- Vazquez, R. I., Romero, J. R., Abitia, A. and Galvan-Magana, F. 2008. Food habits of the yellow snapper *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869) (Percoidei: Lutjanidae) in La Paz Bay, Mexico. **Revista de Biología Marina Y Oceanografía**. 43(2): 295-302.
- Vinson, M. R. and Angradi, T. R. 2011. Stomach Emptiness in Fishes: Sources of Variation and Study Design Implications. **Reviews in Fisheries Science**. 19(2): 63-73. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10641262.2010.536856>.
- Waite, H. R., Donnelly, M. J. and Walters, L. J. 2018. Quantity and types of microplastics in the organic tissues of the eastern oyster *Crassostrea virginica* and Atlantic mud crab *Panopeus herbstii* from a Florida estuary. **Marine Pollution Bulletin**. 129(1): 179-185. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.02.026>.
- Wang, Y., Zou, X., Peng, C., Qiao, S., Wang, T., Yu, W., Khokiattiwong, S. and Kornkanitnan, N. 2020. Occurrence and distribution of microplastics in surface sediments from the Gulf of Thailand. **Marine Pollution Bulletin**. 152: 110916. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110916>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Wassenberg, T. J. and Hill, B. J. 1993. Diet and feeding behavior of juvenile and adult banana prawns *Penaeus merguensis* in the Gulf of Carpentaria, Australia. **Marine Ecology Progress Series**. 94: 287-295. <https://doi.org/10.3354/meps094287>.
- Watts, A. J., Lewis, C., Goodhead, R. M., Beckett, S. J., Moger, J., Tyler, C. R. and Galloway, T. S. 2014. Uptake and retention of microplastics by the shore crab *Carcinus maenas*. **Environmental Science & Technology** 48(15): 8823-8830. <https://doi.org/10.1021/es501090e>.
- Wells, R. J. D, Cowen, Jr. J. H. and Fry, B. 2008. Feeding ecology of red snapper *Lutjanus campechanus* in the Northern Gulf of Mexico. **Marine Ecology Progress Series**. 361: 213–225. <https://doi.org/10.3354/meps07425>.
- Williams, M. J. 1981. Methods for analysis of natural diets in Portunid crabs (Crustacea: Decapoda: Portunidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 52(1): 103-113. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(81\)90174-X](https://doi.org/10.1016/0022-0981(81)90174-X).
- Wright, L. S., Napper, I. E. and Thompson, R. C. 2021. Potential microplastic release from beached fishing gear in Great Britain's region of highest fishing litter density. **Marine Pollution Bulletin**. 173: 113115.
- Wright, S. L., Thompson, R. C. and Galloway, T. S. 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. **Environmental Pollution**. 178: 483-492. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>.
- Wu, R. S. S. and Shin, P. K. S. 1998. Food segregation in three species of portunid crabs. **Hydrobiologia**. 362: 107-113.
- Yan, Y., Zhang, Y., Wu, G., He, X., Zhao, C. and Lu, H. 2015. Seasonal Feeding Habits, Reproduction, and Distribution of *Harpisquilla Harpax* (Stomatopoda: Harpisiellidae) in the Beibu Gulf, South China Sea. **Journal of Crustacean Biology**. 35(6): 776-784. <https://doi.org/10.1163/1937240X-00002386>.
- Yuan, Z., Nag, R. and Cummins, E. 2022. Ranking of potential hazards from microplastics polymers in the marine environment. **Journal of Hazardous Materials**. 429: 128399. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128399>.
- Zhang, C., Wang, J., Zhou, A., Ye, Q., Feng, Y., Wang, Z., Wang, S., Xu, G. and Zou, J. 2021. Species-specific effect of microplastics on fish embryos and observation of toxicity kinetics in larvae. **Journal of Hazardous Materials**. 403: 123948. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123948>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Zhang, F., Wang, X., Xu, J., Zhu, L., Peng, G., Xu, P. and Li, D. 2019. Food-web transfer of microplastics between wild caught fish and crustaceans in East China Sea. **Marine Pollution Bulletin.** 146: 173-182.
- Zheng, B., Lu, S., Wu, J., Guo, X., Wu, F., Li, X., He, Q., Fu, Z. and Xu, L. 2018. Heavy metal distribution in Tiaoxi River's sediment. **Environmental Science and Pollution Research.** 25(3): 2603-2613. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0332-4>.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวกที่ ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกที่ ก 1 ความยาว น้ำหนัก ชนิดและจำนวนของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน

| ตัวที่ | ความยาว | น้ำหนัก | น้ำหนัก กระเพาะ(g) | น้ำหนักอาหาร (g) | จำนวนอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน | | | | |
|--------|---------|---------|-----------------------|---------------------|--|------|-----|----|------|
| | | | | | ปลา | กุ้ง | เคย | ปู | กิ้ง |
| 1 | 13.4 | 561.36 | 1.97 | 1.09 | 2 | - | - | - | - |
| 2 | 12.1 | 391.52 | 0.48 | 0.28 | - | - | - | 1 | - |
| 3 | 11.7 | 795.61 | 2.01 | 1.75 | 3 | - | - | 1 | - |
| 4 | 14.3 | 411.17 | 1.03 | 0.79 | - | - | 1 | - | - |
| 5 | 14 | 409 | 1.11 | 0.86 | 2 | - | - | - | - |
| 6 | 13.7 | 594.41 | 4.96 | 1.39 | 2 | - | - | - | - |
| 7 | 15.3 | 340.85 | 0.96 | 0.57 | - | - | 1 | - | - |
| 8 | 12.9 | 298.42 | 0.45 | - | - | - | - | - | - |
| 9 | 15.1 | 685.46 | 2.82 | - | - | - | - | - | - |
| 10 | 13.8 | 631.14 | 1.74 | 0.73 | 3 | - | - | - | - |
| 11 | 11.2 | 598.17 | 1.25 | 0.86 | 4 | - | 1 | - | - |
| 12 | 13.2 | 397.29 | 0.81 | 0.39 | 2 | - | - | - | - |
| 13 | 13.3 | 732.5 | 2.53 | 1.67 | 5 | - | 1 | - | - |
| 14 | 22.2 | 741.71 | 2.83 | - | - | - | - | - | - |

ภาคผนวกที่ ก 1 ความยาว น้ำหนัก ชนิดและจำนวนของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน (ต่อเนื่อง)

| ตัวที่ | ความยาว | น้ำหนัก | น้ำหนัก กระเพาะ(g) | น้ำหนักอาหาร (g) | จำนวนอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน | | | | |
|--------|---------|---------|-----------------------|---------------------|--|------|-----|----|------|
| | | | | | ปลา | กุ้ง | เคย | ปู | กิ้ง |
| 15 | 19.1 | 699.47 | 1.05 | - | - | - | - | - | - |
| 16 | 20.7 | 807.14 | 4.13 | 2.39 | 4 | - | 1 | - | - |
| 17 | 23.1 | 884.32 | 2.24 | - | - | - | - | - | - |
| 18 | 20.4 | 619.87 | 1.27 | 1.01 | 5 | - | - | - | - |
| 19 | 22.7 | 871.91 | 1.8 | 1.54 | - | 1 | - | - | - |
| 20 | 18.4 | 620.72 | 3.27 | - | - | - | - | - | - |
| 21 | 19.6 | 800.48 | 1.59 | 1.13 | 6 | - | - | - | - |
| 22 | 19.2 | 846.56 | 2.36 | 1.46 | - | - | - | 1 | - |
| 23 | 16.9 | 602.37 | 1.55 | 0.89 | 1 | - | - | - | - |
| 24 | 23.4 | 819.64 | 2.91 | 2.11 | - | 1 | 1 | - | - |
| 25 | 17.3 | 440.34 | 1.69 | 1.36 | 4 | - | - | - | - |
| 26 | 18.8 | 826.74 | 4.54 | 2.01 | 2 | - | 1 | - | - |
| 27 | 20.2 | 874.68 | 3.04 | - | - | - | - | - | - |
| 28 | 22.4 | 701.37 | 2.22 | - | - | - | - | - | - |

ภาคผนวกที่ ก 1 ความยาว น้ำหนัก ชนิดและจำนวนของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน (ต่อเนื่อง)

| ตัวที่ | ความยาว | น้ำหนัก | น้ำหนัก กระเพาะ(g) | น้ำหนักอาหาร (g) | จำนวนอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน | | | | |
|--------|---------|---------|-----------------------|---------------------|--|------|-----|----|------|
| | | | | | ปลา | กุ้ง | เคย | ปู | กิ้ง |
| 29 | 23.7 | 899.13 | 4.82 | 3.49 | 10 | - | - | - | - |
| 30 | 12.5 | 612.31 | 2.36 | 0.23 | 1 | - | - | - | - |
| 31 | 12.1 | 559.43 | 2.02 | - | - | - | - | - | - |
| 32 | 10.9 | 318.60 | 3.52 | 0.39 | 1 | - | - | - | - |
| 33 | 13.2 | 699.28 | 3.20 | 0.11 | - | - | 1 | - | - |
| 34 | 13 | 653.21 | 3.85 | 0.86 | 1 | - | - | - | - |
| 35 | 13.7 | 632.99 | 5.31 | 1.86 | 1 | - | - | - | 2 |
| 36 | 12.4 | 470.04 | 1.17 | - | - | - | - | - | - |
| 37 | 12.9 | 468.10 | 1.65 | - | - | - | - | - | - |
| 38 | 11.8 | 395.71 | 1.88 | - | - | - | - | - | - |
| 39 | 13.2 | 682.35 | 1.06 | - | - | - | - | - | - |
| 40 | 11.9 | 440.82 | 0.95 | - | - | - | - | - | - |
| 41 | 11 | 374.14 | 1.01 | - | - | - | - | - | - |
| 42 | 13.5 | 700.95 | 1.99 | - | - | - | - | - | - |

ภาคผนวกที่ ก 1 ความยาว น้ำหนัก ชนิดและจำนวนของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน (ต่อเนื่อง)

| ตัวที่ | ความยาว | น้ำหนัก | น้ำหนัก กระเพาะ(g) | น้ำหนักอาหาร (g) | จำนวนอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน | | | | |
|--------|---------|---------|-----------------------|---------------------|--|------|-----|----|------|
| | | | | | ปลา | กุ้ง | เคย | ปู | กิ้ง |
| 43 | 14.9 | 698.46 | 2.85 | - | - | - | - | - | - |
| 44 | 15.2 | 709.25 | 3.05 | - | - | - | - | - | - |
| 45 | 13.2 | 622.00 | 2.50 | 0.54 | 1 | - | - | - | - |
| 46 | 14.1 | 632.88 | 3.01 | 0.85 | 1 | - | 1 | - | - |
| 47 | 13.7 | 550.79 | 2.29 | 0.47 | 1 | - | - | - | - |
| 48 | 21.3 | 875.64 | 3.02 | - | - | - | - | - | - |
| 49 | 23.6 | 925.61 | 3.55 | 0.65 | - | - | 1 | - | - |
| 50 | 20.1 | 812.00 | 5.91 | 1.16 | 1 | 1 | - | - | - |
| 51 | 22 | 799.35 | 3.75 | - | - | - | - | - | - |
| 52 | 18.5 | 702.33 | 2.97 | - | - | - | - | - | - |
| 53 | 23.1 | 905.47 | 4.52 | 0.05 | - | - | - | 1 | - |
| 54 | 21 | 748.10 | 2.22 | - | - | - | - | - | - |
| 55 | 19.8 | 594.25 | 2.08 | 0.12 | 1 | - | - | - | - |
| 56 | 19.2 | 781.08 | 2.64 | - | - | - | - | - | - |

ภาคผนวกที่ ก 1 ความยาว น้ำหนัก ชนิดและจำนวนของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน (ต่อเนื่อง)

| ตัวที่ | ความยาว | น้ำหนัก | น้ำหนัก กระเพาะ(g) | น้ำหนักอาหาร (g) | จำนวนอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน | | | | |
|--------|---------|---------|-----------------------|---------------------|--|------|-----|----|------|
| | | | | | ปลา | กุ้ง | เคย | ปู | กิ้ง |
| 57 | 20.4 | 800.29 | 2.85 | - | - | - | - | - | - |
| 58 | 18.2 | 895.34 | 3.09 | - | - | - | - | - | - |
| 59 | 19.5 | 115.80 | 5.1 | - | - | - | - | - | - |
| 60 | 15.2 | 72.20 | 4.9 | 3.3 | - | 1 | - | - | - |
| 61 | 17.3 | 82.60 | 2.4 | 0.4 | - | - | - | - | 1 |
| 62 | 16.3 | 80.60 | 3.20 | 1.5 | - | 1 | - | - | - |
| 63 | 18.5 | 132.00 | 6.8 | 3.4 | 1 | 1 | - | - | - |
| 64 | 19.4 | 103.60 | 1.2 | - | - | - | - | - | - |
| 65 | 18 | 103.60 | 4.5 | 2.5 | - | 1 | - | - | - |
| 66 | 20 | 146.80 | 4.9 | 2.4 | - | 1 | - | - | - |
| 67 | 17 | 89.20 | 1.3 | - | - | - | - | - | - |
| 68 | 18 | 115.20 | 2.1 | - | - | - | - | - | - |
| 70 | 17.4 | 86.10 | 8.1 | 5.7 | - | 1 | 1 | - | - |
| 71 | 17.4 | 89.90 | 3.4 | 1.4 | - | 1 | - | - | - |

ภาคผนวกที่ ก 1 ความยาว น้ำหนัก ชนิดและจำนวนของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน (ต่อเนื่อง)

| ตัวที่ | ความยาว | น้ำหนัก | น้ำหนัก กระเพาะ(g) | น้ำหนักอาหาร (g) | จำนวนอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน | | | | |
|--------|---------|---------|-----------------------|---------------------|--|------|-----|----|------|
| | | | | | ปลา | กุ้ง | เคย | ปู | กิ้ง |
| 72 | 21.2 | 144.70 | 6.7 | 3.1 | 1 | - | - | - | - |
| 73 | 17.8 | 85.70 | 5.9 | 4 | - | 1 | - | - | - |
| 74 | 20 | 121.90 | 2.5 | - | - | - | - | - | - |
| 75 | 17.4 | 90.00 | 2.2 | - | - | - | - | - | - |
| 76 | 18.3 | 102.70 | 4.4 | 3.1 | - | 1 | - | - | - |
| 77 | 19 | 124.20 | 3.7 | - | - | - | - | - | - |
| 78 | 19 | 96.90 | 5.5 | 2.5 | - | 1 | - | - | - |
| 79 | 18.4 | 100.10 | 5.2 | 2.5 | - | 1 | - | - | - |
| 80 | 12.3 | 184.10 | 3.5 | - | - | - | - | - | - |
| 81 | 23.3 | 210.60 | 3.8 | - | - | - | - | - | - |
| 82 | 19 | 110.00 | 4.4 | 1.2 | - | 1 | - | - | - |
| 83 | 16.8 | 81.40 | 5.9 | - | - | - | - | - | - |
| 84 | 20.2 | 148.50 | 1.5 | - | - | - | - | - | - |
| 85 | 21.5 | 149.90 | 3.3 | - | - | - | - | - | - |

ภาคผนวกที่ ก 1 ความยาว น้ำหนัก ชนิดและจำนวนของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน (ต่อเนื่อง)

| ตัวที่ | ความยาว | น้ำหนัก | น้ำหนัก กระเพาะ(g) | น้ำหนักอาหาร (g) | จำนวนอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน | | | | |
|--------|---------|---------|-----------------------|---------------------|--|------|-----|----|------|
| | | | | | ปลา | กุ้ง | เคย | ปู | กิ้ง |
| 86 | 19 | 79.10 | 4 | 2.9 | 1 | - | - | - | - |
| 87 | 18.2 | 95.90 | 4.6 | 0.2 | 1 | - | - | - | - |
| 88 | 17.3 | 83.20 | 4.5 | - | - | - | - | - | - |
| 89 | 19.5 | 119.00 | 2 | - | - | - | - | - | - |
| 90 | 18.3 | 109.40 | 5.1 | 3.9 | 2 | - | - | - | - |
| 91 | 16.5 | 71.60 | 0.5 | - | - | - | - | - | - |
| 92 | 19.8 | 143.10 | 8.5 | 4.6 | 1 | - | - | - | - |
| 93 | 19 | 124.60 | 3.1 | - | - | - | - | - | - |
| 94 | 19.5 | 137.50 | 3.9 | 1.5 | 1 | - | - | - | - |
| 95 | 18 | 101.10 | 3.3 | 2.8 | 2 | - | - | - | - |
| 96 | 17.8 | 84.90 | 2.6 | 1.4 | 1 | - | - | - | - |
| 97 | 23.5 | 233.70 | 5.3 | 2.5 | - | 1 | - | - | - |
| 98 | 20 | 134.20 | 11.1 | 7.2 | 1 | - | - | - | - |
| 99 | 17.5 | 83.00 | 3.4 | 0.6 | 1 | - | - | - | - |

ภาคผนวกที่ ก 1 ความยาว น้ำหนัก ชนิดและจำนวนของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน (ต่อเนื่อง)

| ตัวที่ | ความยาว | น้ำหนัก | น้ำหนัก กระเพาะ(g) | น้ำหนักอาหาร (g) | จำนวนอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน | | | | |
|--------|---------|---------|-----------------------|---------------------|--|------|-----|----|------|
| | | | | | ปลา | กุ้ง | เคย | ปู | กิ้ง |
| 100 | 17.5 | 95.90 | 4.9 | 1.9 | 1 | - | - | - | - |
| 101 | 19.5 | 138.50 | 2.6 | - | - | - | - | - | - |
| 102 | 19.2 | 112.90 | 5.2 | 2.4 | - | 1 | - | - | - |
| 103 | 19 | 112.90 | 4.5 | 2.6 | 1 | 1 | - | - | - |
| 104 | 16.3 | 76.80 | 4.1 | 2.5 | - | 1 | - | - | - |
| 105 | 20.4 | 166.00 | 9.1 | 5.1 | - | 1 | 1 | - | - |
| 106 | 18.3 | 93.00 | 6.5 | 3.6 | 1 | 1 | - | - | - |
| 107 | 19 | 111.20 | 2.4 | - | - | - | - | - | - |
| 108 | 18.2 | 95.10 | 3.4 | 1.6 | - | 1 | - | - | - |
| 109 | 21 | 172.00 | 6.5 | 2.5 | - | 2 | - | - | - |
| 110 | 15.5 | 73.30 | 2.3 | 0.9 | 1 | - | - | - | - |
| 111 | 16.5 | 73.50 | 1.5 | - | - | - | - | - | - |
| 112 | 17 | 81.10 | 3.7 | 2.1 | - | 1 | - | - | - |
| 113 | 16.5 | 77.80 | 2 | - | - | - | - | - | - |

ภาคผนวกที่ ก 1 ความยาว น้ำหนัก ชนิดและจำนวนของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน (ต่อเนื่อง)

| ตัวที่ | ความยาว | น้ำหนัก | น้ำหนัก กระเพาะ(g) | น้ำหนักอาหาร (g) | จำนวนอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน | | | | |
|--------|---------|---------|-----------------------|---------------------|--|------|-----|----|------|
| | | | | | ปลา | กุ้ง | เคย | ปู | กิ้ง |
| 114 | 18.5 | 106.00 | 4.5 | 2.6 | - | 1 | - | - | - |
| 115 | 17.6 | 73.10 | 1.9 | - | - | - | - | - | - |
| 116 | 24.1 | 941.58 | 4.96 | 2.5 | 4 | - | - | 1 | - |
| 117 | 24.1 | 825.22 | 3.47 | 0.36 | 1 | - | - | - | - |
| 118 | 26 | 990.6 | 4.71 | - | - | - | - | - | - |
| 119 | 24.6 | 937.55 | 4.46 | 3.51 | 13 | - | 1 | 1 | - |
| 120 | 25.1 | 964.18 | 4.51 | 1.9 | 2 | - | 1 | 1 | - |
| 121 | 24.7 | 911.02 | 4.12 | - | - | - | - | - | - |
| 122 | 25.3 | 957.30 | 3.99 | - | - | - | - | - | - |
| 123 | 25 | 259.40 | 4.4 | - | - | - | - | - | - |
| 124 | 24.6 | 210.90 | 5.1 | - | - | - | - | - | - |
| 125 | 28.9 | 266.60 | 9.2 | - | - | - | - | - | - |
| 126 | 28.8 | 370.00 | 5.82 | - | - | - | - | - | - |
| 127 | 26.7 | 293.50 | - | - | - | - | - | - | - |

ภาคผนวกที่ ก 1 ความยาว น้ำหนัก ชนิดและจำนวนของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน (ต่อเนื่อง)

| ตัวที่ | ความยาว | น้ำหนัก | น้ำหนัก กระเพาะ(g) | น้ำหนักอาหาร (g) | จำนวนอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน | | | | |
|--------|---------|---------|-----------------------|---------------------|--|------|-----|----|------|
| | | | | | ปลา | กุ้ง | เคย | ปู | กิ้ง |
| 128 | 30.5 | 391.30 | - | - | - | - | - | - | - |
| 129 | 29 | 324.50 | - | - | - | - | - | - | - |
| 130 | 27.3 | 349.90 | 6.2 | - | - | - | - | - | - |
| 131 | 32.3 | 460.10 | 6.7 | - | - | - | - | - | - |
| 132 | 30.8 | 400.00 | - | - | - | - | - | - | - |
| 133 | 28.8 | 206.10 | 3.5 | - | - | - | - | - | - |
| 134 | 31 | 294.90 | 8.7 | - | - | - | - | - | - |
| 135 | 30.5 | 281.10 | 9.2 | - | - | - | - | - | - |
| 136 | 30.7 | 225.60 | 8.9 | - | - | - | - | - | - |
| 137 | 28.6 | 236.50 | - | - | - | - | - | - | - |
| 138 | 32.5 | 295.50 | 7.8 | - | - | - | - | - | - |
| 139 | 30 | 295.90 | 6.9 | - | - | - | - | - | - |
| 140 | 29.6 | 264.00 | 7.6 | - | - | - | - | - | - |
| 141 | 30 | 268.10 | 3.1 | - | - | - | - | - | - |

ภาคผนวกที่ ก 1 ความยาว น้ำหนัก ชนิดและจำนวนของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน (ต่อเนื่อง)

| ตัวที่ | ความยาว | น้ำหนัก | น้ำหนัก กระเพาะ(g) | น้ำหนักอาหาร (g) | จำนวนอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน | | | | |
|--------|---------|---------|-----------------------|---------------------|--|------|-----|----|------|
| | | | | | ปลา | กุ้ง | เคย | ปู | กิ้ง |
| 142 | 29.9 | 305.90 | - | - | - | - | - | - | - |
| 143 | 30.7 | 492.00 | 7.5 | - | - | - | - | - | - |
| 144 | 30.5 | 393.30 | 10.1 | - | - | - | - | - | - |
| 145 | 30.7 | 517.50 | 15.8 | - | - | - | - | - | - |
| 146 | 32.5 | 554.50 | 13.6 | - | - | - | - | - | - |
| 147 | 31.4 | 477.50 | 11.9 | - | - | - | - | - | - |
| 148 | 27 | 310.00 | 5.9 | - | - | - | - | - | - |
| 149 | 33 | 608.20 | 14.8 | - | - | - | - | - | - |
| 150 | 34.4 | 505.70 | 8.3 | - | - | - | - | - | - |
| 151 | 31.5 | 455.20 | 13.1 | - | - | - | - | - | - |
| 152 | 34.2 | 531.30 | 8.8 | - | - | - | - | - | - |
| 153 | 29.4 | 421.20 | 9.5 | - | - | - | - | - | - |
| 154 | 31.3 | 446.70 | 14.4 | - | - | - | - | - | - |
| 155 | 33.7 | 540.90 | 13.4 | - | - | - | - | - | - |

ภาคผนวกที่ ก 1 ความยาว น้ำหนัก ชนิดและจำนวนของอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน (ต่อเนื่อง)

| ตัวที่ | ความยาว | น้ำหนัก | น้ำหนัก กระเพาะ(g) | น้ำหนักอาหาร (g) | จำนวนอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน | | | | |
|-----------|---------|----------|-----------------------|---------------------|--|------|------|------|------|
| | | | | | ปลา | กุ้ง | เคย | ปู | กิ้ง |
| 156 | 27 | 255.80 | 3.9 | - | - | - | - | - | - |
| 157 | 27.4 | 329.90 | 6.9 | - | - | - | - | - | - |
| 158 | 32.1 | 512.90 | 8.3 | - | - | - | - | - | - |
| 159 | 31 | 439.10 | 9.1 | - | - | - | - | - | - |
| 160 | 32.3 | 406.10 | 12.7 | - | - | - | - | - | - |
| 161 | 33 | 941.10 | 13 | - | - | - | - | - | - |
| รวม | 3365 | 65956.17 | 704.54 | 136.83 | 102 | 26 | 14 | 7 | 3 |
| ค่าเฉลี่ย | 20.90 | 409.67 | 4.55 | 1.87 | 2.32 | 1.04 | 1.00 | 1.00 | 1.50 |
| ±SD | 6.26 | 285.35 | 3.22 | 1.40 | 2.45 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.71 |

ภาคผนวกที่ ก 2 อาหารของปลากะพงข้างปาน และอาหารของตัวอย่างที่เป็นเหยื่อของปลากะพงข้างปาน

| ชนิดตัวอย่าง | อาหารที่กินเข้าไป | อ้างอิง |
|--|--|---|
| ปลากะพงข้างปาน (<i>L. russellii</i>) | มีลักษณะการกินอาหารแบบกินเนื้อ โดยทั่วไปอาหารของปลากะพงจะประกอบไปด้วย สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก เช่น กุ้ง ปู เคย และลาเล็ก เช่น ปลาข้างเหลือง ปลากะตัก | (Doncel and Paramo, 2010; Kamukuru and Mgaya, 2004; Nuraini <i>et al.</i> , 2007; Vazquez <i>et al.</i> , 2008) |
| ปลา <i>Stolephorus</i> sp. | กินแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช ไข่ปลา และลูกสัตว์น้ำขนาดเล็กเป็นอาหาร | (Kumar <i>et al.</i> , 2015; Rajani Gopal <i>et al.</i> , 2018; Soe <i>et al.</i> , 2022) |
| ปลา <i>Sphyraena</i> sp. | กินลูกปลา เช่น ปลาขนาดเล็กในกลุ่มปลาฝูงชายฝั่ง กุ้ง และสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก | (Barreiros <i>et al.</i> , 2002; Hammerschlag and Serafy, 2010) |
| กุ้ง <i>Penaeus</i> sp. | ในระยะตัวอ่อนจะกินแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ขนาดเล็ก และเมื่อเติบโตขึ้นจะเริ่มกินสัตว์หน้าดินและเศษอินทรีย์วัตถุ | (Chong and Sasw Kumar, 1981; Wassenberg and Hill, 1993) |
| เคย <i>Acetes</i> sp. | อาหารหลักของเคยในธรรมชาติ ประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สาหร่ายเซลล์เดียว และเศษอินทรีย์วัตถุ | (Detsri <i>et al.</i> , 2019; Metillo <i>et al.</i> , 2015) |
| เคย <i>Mesopodopsis</i> sp. | อาหารหลักของเคยในธรรมชาติ ประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สาหร่ายเซลล์เดียว และเศษอินทรีย์วัตถุ | (Biju <i>et al.</i> , 2009; Metillo <i>et al.</i> , 2015) |
| กุ้ง <i>Harpiesquilla</i> sp. | มีพฤติกรรมการกินเป็นสัตว์กินเนื้อ โดยอาหารหลักคือปลาและกุ้งขนาดเล็ก | (ongsuwan and Sangnoi, 2019; Yan <i>et al.</i> , 2015) |

ภาคผนวกที่ ก 2 อาหารของปลากะพงข้างปาน และอาหารของตัวอย่างที่เป็นเหยื่อของปลากะพงข้างปาน (ต่อเนื่อง)

| ชนิดตัวอย่าง | อาหารที่กินเข้าไป | อ้างอิง |
|------------------------|--|---|
| ปู <i>Portunus</i> sp. | มีพฤติกรรมการกินอาหารแบบไม่เลือก โดยอาหารหลักประกอบด้วยปลาขนาดเล็ก สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังพื้นทะเล เช่น กุ้ง ปูขนาดเล็ก และหอยฝาเดียว เศษอินทรีย์วัตถุ พืชทะเลและสาหร่าย | (Hajisamae <i>et al.</i> , 2015; Wu and Shin, 1998) |

ภาคผนวกที่ ก 3 ประเภทพลาสติกที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน และอาหารที่เป็นเหยื่อของปลากะพงข้างปาน

| <u>จำแนกพลาสติกตามประเภท</u> | <i>Lutjanus</i> sp. | <i>Stolephorus</i> sp. | <i>Sphyraena</i> sp. | <i>Penaeus</i> sp. | <i>Harpiosquilla</i> sp. | <i>Acetes</i> sp. | <i>Mesopodopsis</i> sp. | <i>Portunus</i> sp. | รวม |
|-------------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|---------------------|------|
| Fiber | 19 | 6 | 6 | 9 | 6 | 13 | 9 | 18 | 86 |
| Frahment | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 |
| Beads | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| จำนวนพลาสติกที่พบ รวม | 19 | 7 | 6 | 10 | 6 | 16 | 9 | 18 | 91 |
| จำนวนกระเพาะที่ศึกษา | 96 | 30 | 20 | 30 | 5 | 175 | 65 | 23 | 444 |
| จำนวนกระเพาะที่พบไมโครพลาสติก | 14 | 5 | 5 | 6 | 1 | 65 | 25 | 10 | 131 |
| เฉลี่ย | 0.20 | 0.23 | 0.30 | 0.33 | 1.20 | 0.09 | 0.14 | 0.78 | 0.20 |

ภาคผนวกที่ ก 4 สีของพลาสติกที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน และอาหารที่เป็นเหยื่อของปลากะพงข้างปาน

| จำแนกพลาสติกตามสี | <i>Lutjanus</i> sp. | <i>Stolephorus</i> sp. | <i>Sphyraena</i> sp. | <i>Penaeus</i> sp. | <i>Harpiosquilla</i> sp. | <i>Acetes</i> sp. | <i>Mesopodopsis</i> sp. | <i>Portunus</i> sp. | รวม |
|-------------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|---------------------|------|
| Red | 11 | 2 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 45 |
| Black | 6 | 3 | 2 | 3 | - | 4 | 2 | 6 | 26 |
| Yellow | 1 | - | - | 1 | - | 3 | - | 1 | 6 |
| Red-bule | - | 2 | 1 | - | 1 | 1 | - | - | 5 |
| Blue | 1 | - | 1 | 2 | - | 2 | - | 3 | 9 |
| จำนวนพลาสติกที่พบ รวม | 19 | 7 | 6 | 10 | 6 | 16 | 9 | 18 | 91 |
| จำนวนกระเพาะที่ศึกษา | 96 | 30 | 20 | 30 | 5 | 175 | 65 | 23 | 444 |
| จำนวนกระเพาะที่พบไมโครพลาสติก | 14 | 5 | 5 | 6 | 1 | 65 | 25 | 10 | 131 |
| เฉลี่ย | 0.20 | 0.23 | 0.30 | 0.33 | 1.20 | 0.09 | 0.14 | 0.78 | 0.20 |

ภาคผนวกที่ ก 5 ขนาดของพลาสติกที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน และอาหารที่เป็นเหยื่อของปลากะพงข้างปาน

| จำแนกชนิดพลาสติกตามขนาด | <i>Lutjanus</i> sp. | <i>Stolephorus</i> sp. | <i>Sphyraena</i> sp. | <i>Penaeus</i> sp. | <i>Harpiosquilla</i> sp. | <i>Acetes</i> sp. | <i>Mesopodopsis</i> sp. | <i>Portunus</i> sp. | รวม |
|-------------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|---------------------|------|
| ≤ 100 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | - | - | 9 |
| 101-200 | 1 | 2 | 1 | 4 | - | - | - | - | 8 |
| 201-300 | - | 1 | - | 1 | - | 2 | - | 4 | 8 |
| 301-400 | 1 | - | 2 | 1 | 1 | - | - | 5 | 10 |
| 401-500 | - | - | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| 501-1,000 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 4 | 4 | 22 |
| 1,001-5,000 | 11 | 2 | - | - | 1 | 5 | 4 | 4 | 27 |
| จำนวนพลาสติกที่พบ รวม | 19 | 7 | 6 | 10 | 6 | 16 | 9 | 18 | 91 |
| จำนวนกระเพาะที่ศึกษา | 96 | 30 | 20 | 30 | 5 | 175 | 65 | 23 | 444 |
| จำนวนกระเพาะที่พบไมโครพลาสติก | 14 | 5 | 5 | 6 | 1 | 65 | 25 | 10 | 131 |
| เฉลี่ย | 0.20 | 0.23 | 0.30 | 0.33 | 1.20 | 0.09 | 0.14 | 0.78 | 0.20 |

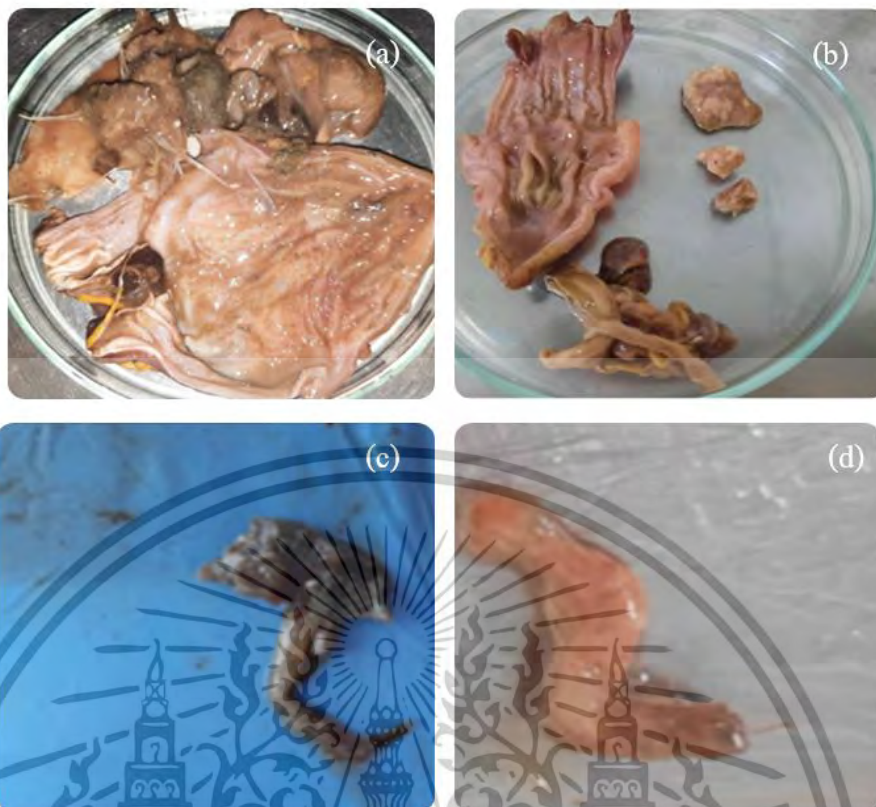
ภาคผนวกที่ ก 6 ชนิดพลาสติกที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน และอาหารที่เป็นเหยื่อของปลากะพงข้างปาน

| จำแนกพลาสติกตามชนิด | <i>Lutjanus</i> sp. | <i>Stolephorus</i> sp. | <i>Sphyraena</i> sp. | <i>Penaeus</i> sp. | <i>Harpiosquilla</i> sp. | <i>Acetes</i> sp. | <i>Mesopodopsis</i> sp. | <i>Portunus</i> sp. | รวม |
|-------------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|---------------------|------|
| ABS | 5 | - | 1 | 1 | 1 | - | - | 4 | 12 |
| POM | - | - | - | 2 | 1 | - | - | - | 3 |
| PET | 4 | 2 | 1 | - | 1 | 2 | 1 | 3 | 14 |
| Polyester | 2 | 2 | - | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 16 |
| PA | 2 | - | - | 1 | - | 2 | - | 4 | 9 |
| Polyacetylene | - | 2 | 2 | 1 | - | - | 1 | - | 6 |
| Polyacrylamide | 1 | - | - | 1 | - | 2 | - | - | 4 |
| PU | 1 | - | - | 1 | - | 1 | 3 | 2 | 8 |
| Other | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 | 2 | 3 | 19 |
| จำนวนพลาสติกที่พบ รวม | 19 | 7 | 6 | 10 | 6 | 16 | 9 | 18 | 91 |
| จำนวนกระเพาะที่ศึกษา | 96 | 30 | 20 | 30 | 5 | 175 | 65 | 23 | 444 |
| จำนวนกระเพาะที่พบไมโครพลาสติก | 14 | 5 | 5 | 6 | 1 | 65 | 25 | 10 | 131 |
| เฉลี่ย | 0.20 | 0.23 | 0.30 | 0.33 | 1.20 | 0.09 | 0.14 | 0.78 | 0.20 |



ภาคผนวกที่ ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวกที่ ข 1 ตัวอย่างองค์ประกอบของอาหารในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน ได้แก่ กระเพาะอาหารของปลากะพงข้างปาน (a), กระเพาะอาหารและอาหารที่พบในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงข้างปาน (b), เศษอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลากะพงข้างปาน (c) และ เศษอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลากะพงข้างปาน (d)



ภาคผนวกที่ ข 2 ตัวอย่างปลากะพงข้างปาน (a) และวิธีเก็บตัวอย่างโดยใช้เบ็ดและเหยื่อจากธรรมชาติ (b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวกที่ ข 3 ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่เป็นอาหารของปลากระพงข้างปานที่เก็บตัวอย่างโดยใช้อวนรุนเคย ได้แก่ เก็บตัวอย่างที่เป็นอาหารของปลากระพงโดยใช้อวนรุนเคย (a), ตัวอย่างที่เป็นอาหารของปลากระพงข้างปาน (b), ตัวอย่างเคยที่ได้จากอวนรุนเคย (c) และ ตัวอย่างลูกปลาที่ได้จากอวนรุนเคย (d)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

| | |
|------------------------|--|
| ชื่อ-นามสกุล | นางสาวศิริลักษณ์ ประชุมวงษ์ |
| วัน เดือน ปีเกิด | 5 พฤศจิกายน 2538 |
| ที่อยู่ปัจจุบัน | 68/1 หมู่ 7 ตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี 70180 |
| ประวัติการศึกษา (2561) | วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร |
| ทุนการศึกษาที่ได้รับ | ทุนวิจัยส่งเสริมส่วนงานวิชาการ |
| ประสบการณ์ทำงาน | เจ้าหน้าที่ โครงการอุทยานธรรมชาติวิทยาอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้