BSJ
BURAPHA SCIENCE JOURNAL
ISSN 2985-0983 (online)
วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 30 (ฉบับที่ 1) มกราคม – เมษายน พ.ศ. 2568
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 30 (No.1) January – April 2025
บทความวิจัย

การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลาและเคยปลาในพื้นที่ทะเลน้อย : การวิเคราะห์และแนวทางลดการปนเปื้อน

Microplastic Contamination in Fish and Fermented Fish Paste in the Thale Noi Area: Analysis and Mitigation Approaches

นันทิดา สุธรรมวงศ์[1, 2] และ พีรนาฏ คิดดี[1*]

Nantida Sutummawong[1,2] and Peeranart Kiddee[1*]

[1] *สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยทักษิณ ประเทศไทย*

[2] *ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประเทศไทย*

[1]*Environmental Science Program, Faculty of Science and Digital Innovation, Thaksin University, Thailand*

[2]*Forest Biology Department, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Thailand*

Received : 10 December 2024, Received in revised form : 4 March 2025, Accepted : 7 March 2025

Available online : 26 March 2025

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์และที่มา : พื้นที่ทะเลน้อยเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงนิเวศที่สำคัญของจังหวัดพัทลุง ที่มีนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก รวมถึงมีประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่โดยรอบทะเลน้อยจำนวนหลายครัวเรือน จึงทำให้มีขยะเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ทั้งจากครัวเรือนและการท่องเที่ยว ซึ่งขยะเหล่านี้อาจหลุดลอดลงสู่แหล่งน้ำ และขยะพลาสติกในแหล่งน้ำอาจย่อยกลายเป็นไมโครพลาสติก (Microplastics) ได้ โดยไมโครพลาสติกเป็นพลาสติกขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร ซึ่งไมโครพลาสติกส่งผลกระทบต่อการปนเปื้อนในระบบนิเวศ และอาจส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากชุมชน โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ด้านอาหารท้องถิ่น ซึ่งพื้นที่ทะเลน้อยเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่สำคัญเป็นแหล่งรับน้ำ ท่องเที่ยว ประมง และการเกษตร โดยคนในชุมชนมีการนำปลาในพื้นที่ทะเลน้อยมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อย่างหลากหลาย โดยเฉพาะการ ผลิตเคยปลา หรือเรียกว่ากะปิปลา ที่มีการนำปลาทั้งตัวมาผลิตอาจทำให้มีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกได้ ซึ่งเคยปลาเป็นสินค้าที่คนในท้องถิ่นและนักท่องเที่ยวนิยมบริโภคอย่างมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้ศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติก ในปลาที่นิยมนำมาทำเป็นเคยปลา การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลา และกรรมวิธีในการผลิตเคยปลา เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงกรรมวิธีในการผลิตเคยปลาที่ปลอดภัยมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกน้อยที่สุดส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เคยปลาในพื้นที่ทะเลน้อยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยและสามารถยกระดับผลิตภัณฑ์ได้ในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย : การศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลา เคยปลา และกรรมวิธีการผลิตเคยปลาในพื้นที่ทะเลน้อย เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ และการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยเก็บตัวอย่างปลาจำนวน 5 ชนิด ซึ่งเป็นชนิดปลาที่ชาวบ้านในท้องถิ่นนิยมนำมาทำเคยปลา ได้แก่ ปลากระดี่ (*Trichogaster trichopterus*) ปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) และปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciata*) ชนิดละ 60 ตัวอย่าง สำหรับการศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลา โดยสุ่มเลือกซื้อและสอบถามจากผู้ผลิตเดิม จำนวน 5 แหล่ง ๆ ละ 3 ตัวอย่าง โดยสุ่มเก็บข้อมูลทุก 2 เดือนทั้งในปลา และในเคยปลา รวมตัวอย่างปลาทั้งหมด 1,800

ตัวอย่าง และตัวอย่างเคยปลาทั้งหมด 90 ตัวอย่าง แล้วเตรียมตัวอย่างปลาและเคยปลาเพื่อวิเคราะห์หาไมโครพลาสติกต่อไป โดยศึกษาปริมาณ สี และรูปร่างของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในปลาและเคยปลา นอกจากนี้ศึกษากรรมวิธีในการผลิตเคยปลา ประกอบด้วยกรรมวิธีหลัก ได้แก่ ชนิดปลาหลักที่นำมาผลิตเคยปลา อุปกรณ์ในการสับปลา อุปกรณ์ในการหมักเคยปลา อุปกรณ์ในการย่อยหรือบดปลา อุปกรณ์ในการตากแดด ระยะเวลาในการหมัก ระยะเวลาในการตาก และภาชนะบรรจุเคยปลา การวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลาแต่ละชนิด การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลากับวิธีการผลิตเคยปลาแต่ละประเภท ด้วยวิธี One way – Anova และการเปรียบเทียบพหุคูณ แบบ Duncan และเปรียบเทียบความแตกต่างในปลาแต่ละชนิด และเปรียบเทียบความแตกต่างในแต่ละกรรมวิธี ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ในโปรแกรม Excel เพื่อหาชนิดปลาที่มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกน้อยที่สุดในการเป็นข้อแนะนำในการเลือกใช้วัตถุดิบในการผลิตเคยปลา

ผลการวิจัย : เคยปลามีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเฉลี่ย 115.0 ± 119.7 ชิ้น/กิโลกรัม และปลาที่นิยมนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเคยปลาที่มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกมากที่สุดคือ ปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) เฉลี่ย 365.5±276.0 ชิ้น/กิโลกรัม รองลงมาคือ ปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) เฉลี่ย 321.8±224.1 ชิ้น/กิโลกรัม และมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกน้อยที่สุดในปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) เฉลี่ย 162.2±108.0 ชิ้น/กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลาทั้ง 5 ชนิด ด้วยวิธี One-way Anova ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างชนิด พบว่า ส่วนใหญ่มีปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ยกเว้นในปลากระดี่ (*Trichogaster trichopterus*) กับปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) กับปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) ปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) กับปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciata*) และปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) กับปลาหมอช้างเหยียบ(*Pristolepis fasciata*) ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสิถิติ นอกจากนี้พบว่าปลาขนาดเล็กมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูงกว่าปลาขนาดใหญ่ในปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) และปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciata*) อีกทั้งพบว่าไมโครพลาสติกสีดำ และรูปร่างแบบเส้นใยปนเปื้อนในปลาและเคยปลาสูงสุด และอุปกรณ์ในการทำเคยปลามีผลต่อปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติก โดยเฉพาะอุปกรณ์ในการสับปลา หมักปลา และตากเคยปลา ถ้าใช้อุปกรณ์ที่เป็นพลาสติกจะมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1

สรุปผลการวิจัย : การหาแนวทางการยกระดับการแปรรูปผลิตภัณฑ์เคยปลาเพื่อลดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในพื้นที่ทะเลน้อย โดยการคัดเลือกชนิดปลาที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตเคยปลา ควรหลีกเลี่ยงการนำปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) หรือปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) รวมถึงปลาที่มีขนาดเล็ก และควรใช้อุปกรณ์ในการผลิตเคยปลาเป็นวัสดุที่ทำจากไม้หรือหลีกเลี่ยงการใช้พลาสติกจะช่วยลดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลาได้ และนำไปสู่การยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารท้องถิ่นให้มีความปลอดภัยจากการปนเปื้อนไมโครพลาสติกได้

คำสำคัญ : ไมโครพลาสติก ; ปลา ; เคยปลา ; ผลิตภัณฑ์ชุมชน ; อาหารปลอดภัย

Abstract

Background and Objectives: The Thale Noi area is a significant eco-tourism destination in Phatthalung Province, attracting many tourists. Additionally, many households reside around Thale Noi, leading to substantial waste generation from both domestic activities and tourism. This waste can enter nearby water sources, where plastic waste may gradually degrade into microplastics. Microplastics are small plastic particles with a diameter of fewer than 5 millimeters. They can contaminate ecosystems and negatively affect the quality of local community products, particularly traditional food items. Thale Noi is a vital wetland area that serves as a water catchment and supports tourism, fishing, and agriculture. The local community relies on fish from Thale Noi to produce various products, particularly fermented fish paste, locally known as *"kapi pla"*. Since whole fish are used in the production process, there is a potential risk of microplastic contamination. Fermented fish paste is a highly popular product among both locals and tourists. This study investigates microplastic contamination in fish commonly used for fermented fish paste production, microplastic contamination in the fermented fish paste itself, and the production process of fermented fish paste. The objective is to develop guidelines for improving production methods to minimize microplastic contamination, ensuring safer products. This will enhance the safety and quality of fermented fish paste from Thale Noi, adding value to this important local product in the future.

Methodology : The study of microplastic contamination in fish and fermented fish paste, as well as the production process of fermented fish paste in the Thale Noi area, was exploratory research combined with laboratory analysis. Fish samples were collected from five species commonly used by local communities to produce fermented fish paste: *Trichogaster trichopterus*, *Puntius gonionotus*, *Trichogaster pectoralis*, *Barbodes schwanenfeldi*, and *Pristolepis fasciata*, with 60 samples per species. For the study of microplastic contamination in fermented fish paste, samples were randomly purchased, and data were obtained from five producers, with three samples per producer. Data collection was conducted every two months for fish and fermented fish paste, resulting in 1,800 fish samples and 90 fermented fish paste samples. Fish and fermented fish paste samples were prepared for further analysis to determine the microplastics' quantity, color, and shape, contaminating both fish and fermented fish paste. Additionally, the production process of fermented fish paste was studied, focusing on key processes such as the main fish species used, equipment for chopping fish, tools for fermenting fish paste, tools for grinding or mincing fish, drying equipment, fermentation duration, drying duration, and containers for storing fermented fish paste. Data analysis was conducted to compare differences in the amount of microplastic contamination between fish species and between microplastic contamination in fermented fish paste and various production methods. The One-Way ANOVA method was used, followed by the Duncan multiple range test to compare differences across fish species and production processes at a significance level of 0.05. Data analysis was performed using Microsoft

Excel. The study aimed to identify the fish species with the lowest microplastic contamination as a recommendation for selecting raw materials for fermented fish paste production.

Main Results : The fermented fish paste was found to have an average microplastic contamination of 115.0 ± 119.7 pieces/kg. Among the fish species commonly used as raw materials for fermented fish paste production, *Puntius gonionotus* exhibited the highest microplastic contamination, averaging 365.5 ± 276.0 pieces/kg, followed by *Barbodes schwanenfeldi* with an average of 321.8 ± 224.1 pieces/kg. The lowest level of microplastic contamination was observed in *Trichogaster pectoralis* at an average of 162.2 ± 108.0 pieces/kg. A comparison of microplastic contamination among the five fish species using One-Way ANOVA at a significance level of 0.05 revealed statistically significant differences. Post hoc analysis showed that most fish species exhibited significantly different levels of microplastic contamination at the 0.05 significance level, except for the following pairs, where no significant difference was observed: *Trichogaster trichopterus* and *Trichogaster pectoralis*, *Puntius gonionotus* and *Barbodes schwanenfeldi*, *Puntius gonionotus* and *Pristolepis fasciata*, and *Barbodes schwanenfeldi* and *Pristolepis fasciata*. Additionally, smaller fish were found to have higher levels of microplastic contamination compared to larger fish, particularly in *Puntius gonionotus*, *Trichogaster pectoralis*, *Barbodes schwanenfeldi*, and *Pristolepis fasciata*. Black-colored microplastics and fiber-shaped microplastics were the most prevalent contaminants in both fish and fermented fish paste. Furthermore, the equipment used in the production process of fermented fish paste significantly influenced microplastic contamination levels. Specifically, equipment used for chopping, fermenting, and drying the fermented fish paste contributed to higher microplastic contamination. The use of plastic equipment in these processes resulted in significantly higher microplastic contamination at a confidence level of 0.1.

Conclusions : To reduce microplastic contamination in fish paste and improve processing methods, it is recommended to select fish species used as raw materials carefully. *Puntius goionotus*, *Barbodes schwanenfeldi*, and small fish should be avoided. Production equipment should be made from wood or other non-plastic materials to minimize contamination. Avoiding the use of plastic tools in the production process will help reduce microplastic contamination, thereby enhancing the safety and quality of local food products.

Keywords : microplastic ; fish ; fermented fish paste ; community product ; food safety

***Corresponding author. E-mail** : peeranart@tsu.ac.th

Introduction

พื้นที่ทะเลน้อย เป็นพื้นที่รับน้ำและเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงนิเวศที่สำคัญของจังหวัดพัทลุง โดยในแต่ละวันมีนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก รวมถึงมีประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่โดยรอบทะเลน้อยจำนวนหลายครัวเรือนจึงทำให้มีขยะเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากทั้งจากครัวเรือนและการท่องเที่ยว ซึ่งขยะเหล่านี้อาจหลุดลอดลงสู่แหล่งน้ำได้หากการจัดการขยะในพื้นที่โดยรอบทะเลน้อยยังไม่ดีเพียงพอ และขยะพลาสติกในแหล่งน้ำอาจย่อยกลายเป็นไมโครพลาสติก (Microplastics) ในอนาคตได้ โดยไมโครพลาสติกเป็นพลาสติกขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร ที่เกิดจากการแตกหักย่อยสลายของขยะพลาสติกขนาดใหญ่ (Andrady, 2011) หรือเกิดจากพลาสติกที่มีการสร้างให้มีขนาดเล็กเพื่อให้เหมาะกับวัตถุประสงค์การใช้งาน เช่น เม็ดพลาสติกตั้งต้นเพื่อการผลิตชิ้นงานพลาสติก (Barnes *et al*., 2009) ซึ่งได้มีการตรวจพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในอุจจาระของมนุษย์ประมาณ 20 ชิ้น (ขนาด 50 ถึง 500 ไมโครเมตร) ต่ออุจจาระของมนุษย์ 10 กรัม (Schwabl *et al*., 2019) อีกทั้งตรวจพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเลือดของมนุษย์ประมาณ 1.6 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (Leslie *et al*., 2022) และตรวจพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกระเพาะอาหารของมนุษย์ประมาณ 9.4±10.4 อนุภาค (Özsoy *et al*., 2024) เนื่องจากได้มีการพบว่าไมโครพลาสติกเหล่านี้ได้แพร่กระจายและถ่ายทอดไปยังห่วงโซ่อาหารของมนุษย์ เมื่อสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในน้ำกินไมโครพลาสติก ปลากินสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก หรือไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในน้ำและเมื่อคนกินปลาจึงเท่ากับคนได้รับไมโครพลาสติกเข้าไปในร่างกายซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพในอนาคต

ในพื้นที่ทะเลน้อยมีการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากปลาจำนวนมากไม่ว่าจะเป็น ปลาตากแห้ง ปลาดุกร้า ปลาแดดเดียว ปลาส้ม และเคยปลาหรือกะปิปลา โดยเคยปลาเป็นการนำเอาปลาน้ำจืดตัวเล็ก ๆ ทั้งตัว เช่น ปลากระดี่ ปลาหมอช้างเหยียบ ปลาซิว ปลาขาว ปลาตะเพียน ปลาหางแดง ปลาสลิด เป็นต้น มาทำความสะอาด คลุกเคล้ากับเกลือหมักไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ นำไปตากแดดแล้วโขลกให้ละเอียด การผลิตเคยปลาเป็นมรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมของคนท้องถิ่นพื้นที่ลุ่มน้ำป่าพรุภาคใต้ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตกันมาเป็นระยะเวลามากกว่า 100 ปี เคยปลาเป็นวัตถุดิบที่นำมาประกอบอาหารของคนท้องถิ่น (Chusri *et al*., 2020) ซึ่งเป็นอาหารที่นิยมของคนในจังหวัดพัทลุง นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี และสงขลา ซึ่งเคยปลาในพื้นที่ทะเลน้อยถือว่าเป็นเคยปลาที่มีคุณภาพดี แต่จากการตรวจวัดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกระเพาะและลำไส้ของปลาตะเพียนและปลากดหัวโม่งในพื้นที่ทะเลน้อย ในปี พ.ศ. 2562 พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกโดยเฉลี่ย 4-8 ชิ้น/ตัว (Kemteng *et al*., 2019) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปลาในพื้นที่ทะเลน้อยบางชนิดมีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก ดังนั้นในปลาที่ใช้ทำเคยปลาโดยเฉพาะเคยปลาที่มีการนำปลาทั้งตัวมาผลิตอาจจะมีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติก ในปลาที่นิยมนำมาทำเป็นเคยปลา การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลา และกรรมวิธีในการผลิตเคยปลา เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงกรรมวิธีในการผลิตเคยปลาที่ปลอดภัยมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกน้อยที่สุดส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เคยปลาในพื้นที่ทะเลน้อยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยและสามารถยกระดับผลิตภัณฑ์ได้ในอนาคต ถึงแม้ว่าในปัจจุบันยังไม่มีการตรวจสอบถึงผลกระทบของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกต่อสุขภาพของมนุษย์ และการกำหนดค่ามาตรฐานการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อ

ผู้บริโภคก็ตาม ซึ่งส่งผลให้คนในพื้นที่ทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง มีคุณภาพชีวิตที่ดี บริโภคผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยและมีวิถีชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

Methodology

การศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลา เคยปลา และกรรมวิธีการผลิตเคยปลาในพื้นที่ทะเลน้อย เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ และการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยศึกษาในช่วงเดือนสิงหาคม 2562 – กรกฎาคม 2563 ซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างปลา

เก็บตัวอย่างปลาจำนวน 5 ชนิด ซึ่งเป็นชนิดปลาที่ชาวบ้านนิยมนำมาทำเคยปลา ได้แก่ ปลากระดี่ (*Trichogaster trichopterus*) ปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) และปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciata*) ชนิดละ 60 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างปลาทุก 2 เดือน เก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 6 ครั้ง ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ครบ 1 ปี รวมทั้งสิ้น 1,800 ตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างเคยปลา

สุ่มเลือกซื้อและสอบถามจากผู้ผลิตเดิมจำนวน 5 แหล่ง ๆ ละ 3 ตัวอย่าง โดยสุ่มเก็บข้อมูลทุก 2 เดือน เป็นเวลา 6 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 90 ตัวอย่าง บันทึกชนิดปลาที่นำมาเป็นวัตถุดิบ กรรมวิธีในการผลิต

2. การเตรียมตัวอย่างเพื่อตรวจวัดการปนเปื้อนไมโครพลาสติก

การเตรียมตัวอย่างเพื่อตรวจวัดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลา

การเตรียมตัวอย่างปลาเพื่อวิเคราะห์หาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในห้องปฏิบัติการ ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการศึกษาของ Mathalon & Hill (2014) โดยนำปลามาวัดขนาดทั้งความกว้าง ความยาว และชั่งน้ำหนักตัวอย่างปลาที่ได้ แล้วนำตัวอย่างปลามาผ่าแยกส่วนต่าง ๆ ให้มีขนาดเล็กลงแล้วนำไปแช่ในฟอร์มาลีน (CH_2O) ความเข้มข้น 3% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำตัวอย่างปลาทั้งหมดไปบดแล้วนำไปใส่ในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ความเข้มข้น 30% แล้วให้ความร้อน 55-65 องศาเซลเซียส อุ่นตัวอย่างจนกระทั่งสารละลายย่อยตัวอย่างหมด จากนั้นนำตัวอย่างเติมโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่ละลายอิ่มตัว 250 กรัมต่อลิตร คนตัวอย่างให้เข้ากัน ทิ้งตัวอย่างให้ตกตะกอน แล้วนำส่วนใสไปกรองผ่านกระดาษกรองขนาด 1.2 ไมโครเมตร หลังจากนั้นนำกระดาษไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จึงนำตัวอย่างที่ได้วิเคราะห์หาไมโครพลาสติกต่อไป

การเตรียมตัวอย่างเพื่อตรวจวัดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลา

นำตัวอย่างเคยปลาเพื่อวิเคราะห์หาการปนเปื้อนไมโครพลาสติก โดยนำตัวอย่างเคยปลาน้ำหนัก 100 กรัม เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้น 250 กรัม/ลิตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เคยปลาตกตะกอนประมาณ 6 ชั่วโมง นำน้ำตัวอย่างที่ผ่านการตกตะกอนมาทำการกรองผ่านกระดาษกรอง(GF/C) ขนาด 1.2 ไมโครเมตร โดยใช้เครื่องปั๊ม

สูญญาอากาศ จากนั้นเก็บกระดาษกรองไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จึงนำตัวอย่างที่ได้วิเคราะห์หาไมโครพลาสติกต่อไป

3. การตรวจวัดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลา และเคยปลา

นำกระดาษกรองที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณไมโครพลาสติกและดูลักษณะของไมโครพลาสติก โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ เพื่อจำแนกสี และรูปร่างของไมโครพลาสติกพร้อมทั้งนับจำนวนแต่ละลักษณะที่พบ

4. การศึกษากรรมวิธีในการผลิตเคยปลา

กรรมวิธีในการผลิตเคยปลา ประกอบด้วยกรรมวิธีหลัก ๆ คือ ชนิดปลาหลักที่นำมาผลิตเคยปลา อุปกรณ์ในการสับปลา อุปกรณ์ในการหมักเคยปลา อุปกรณ์ในการย่อยหรือบดปลา อุปกรณ์ในการตากแดด ระยะเวลาในการหมัก ระยะเวลาในการตาก และภาชนะบรรจุเคยปลา

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1) การวิเคราะห์ปริมาณ สี และรูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในปลาและเคยปลา โดยใช้สถิติเชิงพรรณา ทั้งค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.2) การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลาแต่ละชนิด โดยใช้สถิติด้วยวิธี One way – Anova และการเปรียบเทียบพหุคูณ แบบ Duncan และเปรียบเทียบความแตกต่างในแต่ละชนิด ที่ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05 เพื่อหาชนิดปลาที่มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกน้อยที่สุดในการเป็นข้อแนะนำในการเลือกใช้วัตถุดิบในการผลิตเคยปลา

5.3) การเปรียบเทียบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลากับวิธีการผลิตเคยปลาแต่ละประเภท โดยใช้สถิติด้วยวิธี One way – Anova และการเปรียบเทียบพหุคูณ แบบ Duncan ที่ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05 และเปรียบเทียบความแตกต่างในแต่ละกรรมวิธี เพื่อปรับปรุงกรรมวิธีในการผลิตเคยปลาให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกน้อยที่สุด

Resutls

1. ปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลา

การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลาทั้ง 5 ชนิด ที่ทำการศึกษาจำนวนรวม 1,800 ตัวอย่าง โดยปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกมากที่สุด เฉลี่ย 365.5±276.0 ชิ้น/กิโลกรัม รองลงมาได้แก่ ปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) มีการปนเปื้อนเฉลี่ย 321.8±224.1 ชิ้น/กิโลกรัม และมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกน้อยที่สุดในปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) เฉลี่ย 162.2±108.0 ชิ้น/กิโลกรัม (Figure 1)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลาทั้ง 5 ชนิด ด้วยวิธี One-way Anova ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างชนิด พบว่า ส่วนใหญ่ปลาต่างชนิดกันมีปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยแสดงผลเป็น TRUE ส่วนปลาต่างชนิดกันมีปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงผลเป็น FALSE คือ ปลา

กระดี่ (*Trichogaster trichopterus*) กับปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) กับปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) ปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) กับปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciata*) และปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) กับปลาหมอช้างเหยียบ(*Pristolepis fasciata*) (Table 1)

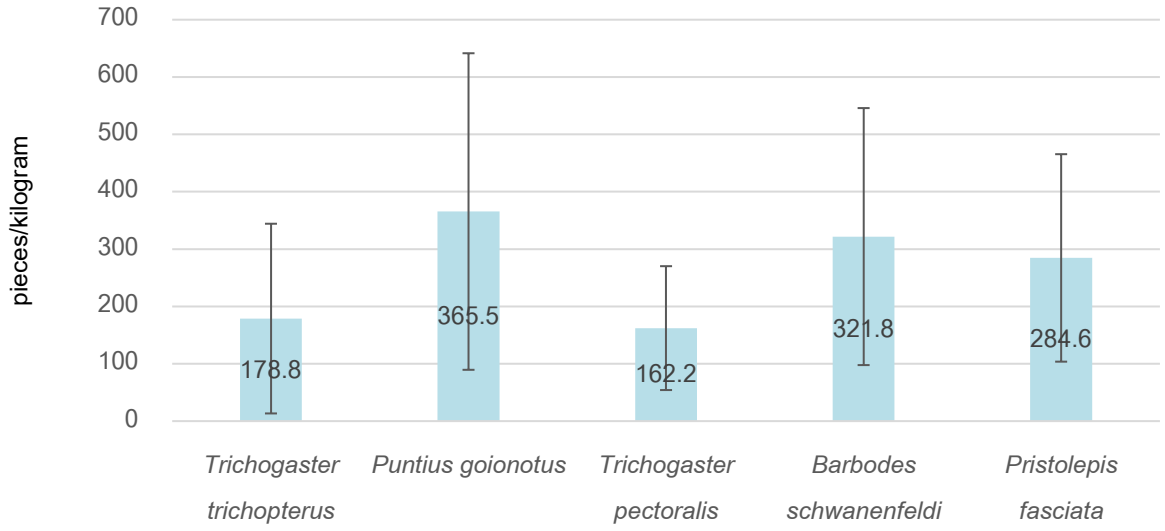


Figure 1 Microplastic contamination in fish at Thale Noi area

Table 1 Comparison of microplastic contamination in fish at Thale Noi area

Fish Species	df	t Stat	P(T<=t) two-tail	Hypothesis Testing
Trichogaster trichopterus - *Puntius goionotus*	131	-3.670	0.000	TRUE
Trichogaster trichopterus - *Trichogaster pectoralis*	103	0.612	0.542	FALSE
Trichogaster trichopterus - *Barbodes schwanenfeldi*	131	-3.392	0.001	TRUE
Trichogaster trichopterus - *Pristolepis fasciata*	131	-2.976	0.003	TRUE
Puntius goionotus - *Trichogaster pectoralis*	170	5.928	0.000	TRUE
Puntius goionotus - *Barbodes schwanenfeldi*	198	1.193	0.234	FALSE
Puntius goionotus - *Pristolepis fasciata*	198	2.451	0.015	FALSE
Trichogaster pectoralis - *Barbodes schwanenfeldi*	170	-5.617	0.000	TRUE
Trichogaster pectoralis - *Pristolepis fasciata*	170	-5.121	0.000	TRUE
Barbodes schwanenfeldi - *Pristolepis fasciata*	198	1.331	0.185	FALSE

TRUE = There is a statistically significant difference at a confidence level of 0.05.

FALSE = There is no statistically significant difference at a confidence level of 0.05.

2. ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของปลากับปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลา

การตรวจวัดน้ำหนัก ความยาว และความกว้างของตัวปลา (Table 2) และหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของปลากับปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลาโดยได้หาความสัมพันธ์ในด้านน้ำหนัก ความยาว และความกว้างของตัวปลา ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) และปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciata*) ขนาดของปลามีความผกผันกับปริมาณไมโครพลาสติก โดยในปลาขนาดเล็กจะมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูงกว่าในปลาขนาดใหญ่ ส่วนในปลากระดี่ (*Trichogaster trichopterus*) พบว่าขนาดปลากับปริมาณไมโครพลาสติกแปรผันตรงกัน ซึ่งขนาดใหญ่จะพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกมากขึ้น

Table 2 Weight and size of fish

Fish Species	Weight (g)	Length (mm.)	Width (mm.)
Trichogaster trichopterus	8.29-26.61	81-120	32-44
Puntius goionotus	2.35-13.22	50-124	11-29
Trichogaster pectoralis	6.90-68.38	99-194	27-63
Barbodes schwanenfeldi	4.46-18.25	64-118	19-43
Pristolepis fasciata	5.65-82.22	55-145	24-57

3. สีและรูปร่างของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในปลา

สีของไมโครพลาสติกที่พบในปลา ได้แก่ เขียว ขาว แดง ดำ น้ำเงิน ฟ้า ม่วง ส้ม และเหลือง โดยพบสีดำมากที่สุดในปลาทุกชนิด รองลงมาคือสีแดง โดยในปลากระดี่ (*Trichogaster trichopterus*) ไม่พบสีเขียว สีม่วง สีเหลือง และสีส้ม ในปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) ไม่พบสีม่วง สีเหลือง และสีส้ม ในปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ไม่พบสีม่วง ในปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) ไม่พบสีเหลือง และในปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciata*) ไม่พบสีเหลืองและสีส้ม (Figure 2-3)

รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในปลา ได้แก่ รูปร่างแบบกลม แท่ง ผลึก เส้นใย และสี่เหลี่ยม (Figure 4-5) โดยพบมากที่สุด ได้แก่ รูปร่างแบบเส้นใยพบในปลาทุกชนิด รองลงมารูปร่างแบบกลมพบได้ในปลาทุกชนิด ส่วนรูปร่างแบบผลึกพบเฉพาะในปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) รูปร่างแบบแท่งพบในปลาทุกชนิดยกเว้นปลากระดี่ (*Trichogaster trichopterus*) และรูปร่างแบบสี่เหลี่ยมพบในปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) และปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciata*)

4. ปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลา

การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลาในพื้นที่ทะเลน้อยมีค่าเฉลี่ย 115.0±119.7 ชิ้น/กิโลกรัม โดยแหล่งที่พบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูงสุดคือแหล่งที่ 2 พบเฉลี่ย 262.5±130.2 ชิ้น/กิโลกรัม รองลงมาได้แก่ แหล่งที่ 1 พบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกเฉลี่ย 157.1±74.4 ชิ้น/กิโลกรัม และแหล่งที่มีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกน้อยสุดคือแหล่งที่ 5 พบเฉลี่ย

112.5±64.1 ชิ้น/กิโลกรัม (Figure 6) ซึ่งปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลาทั้ง 5 แหล่ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

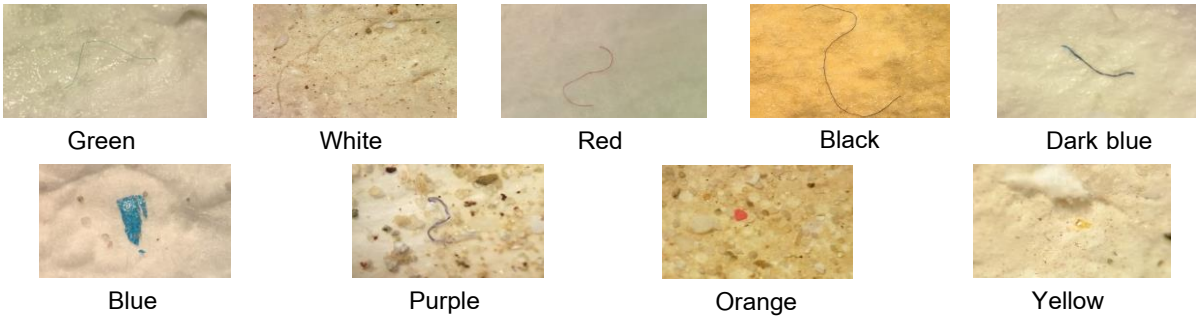


Figure 2 Color of microplastic contamination in fish at Thale Noi area

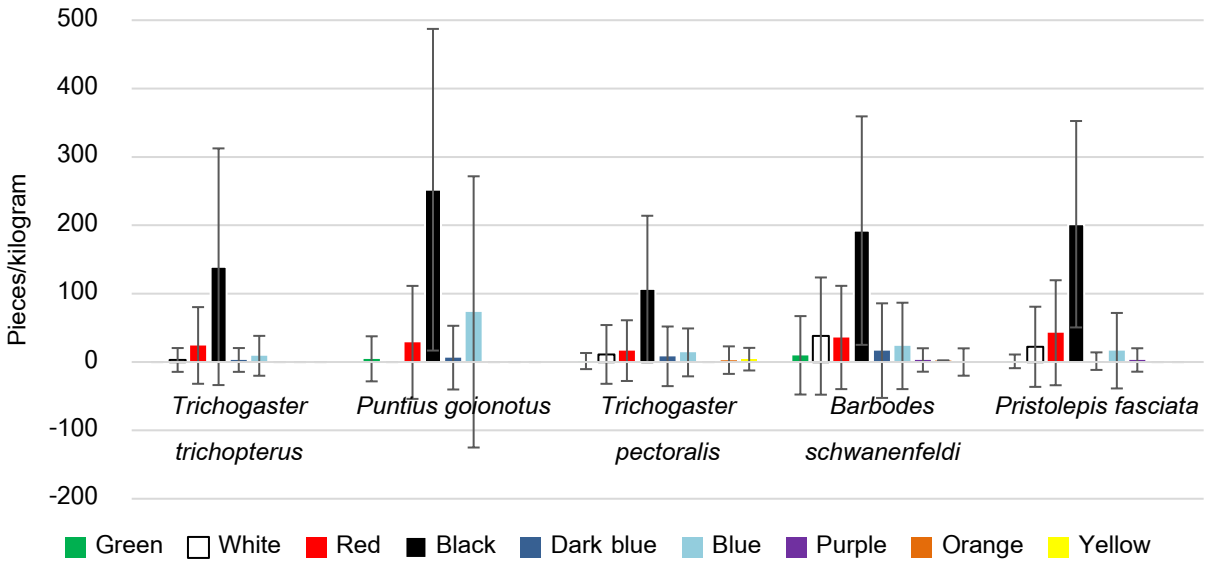


Figure 3 Color of microplastic contamination in fish at Thale Noi area

Figure 4 Shape of microplastic contamination in fish at Thale Noi area

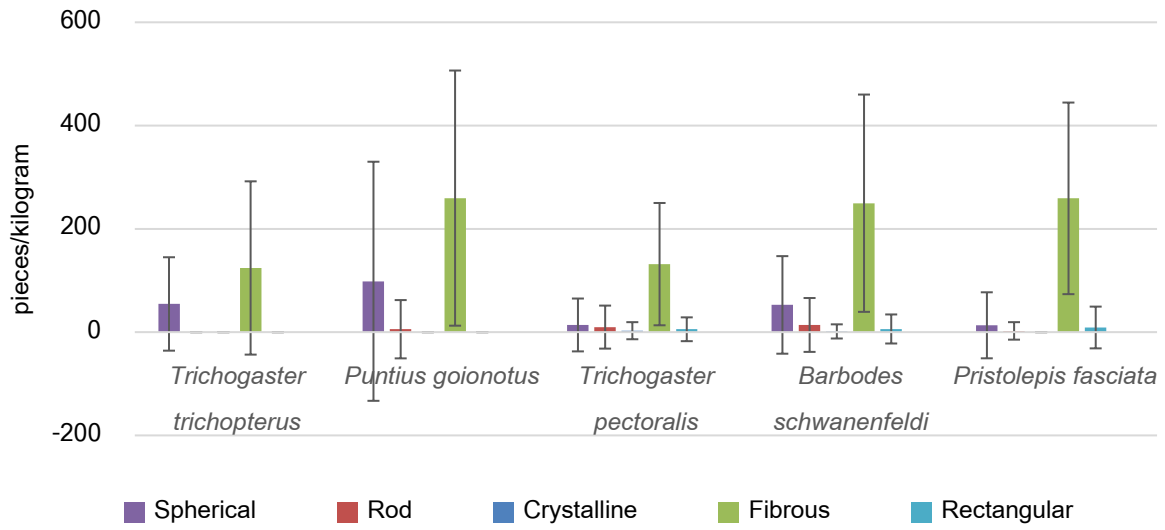


Figure 5 Shape of microplastic contamination in fish at Thale Noi area

5. สีและรูปร่างของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในเคยปลา

สีของไมโครพลาสติกที่พบในเคยปลา ได้แก่ สีเขียว ขาว แดง ดำ ฟ้า และส้ม โดยสีที่พบมากที่สุดคือ สีดำ พบเฉลี่ย 70.0±99.2 ชิ้น/กิโลกรัม รองลงมาคือสีขาว พบเฉลี่ย 52.5±87.7 ชิ้น/กิโลกรัม ส่วนสีที่พบน้อยสุดคือสีเขียว และสีส้มพบจำนวนเท่ากัน เฉลี่ย 2.5±15.8 ชิ้น/กิโลกรัม (Figure 7) ส่วนรูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในเคยปลา ได้แก่ รูปร่างแบบกลม แท่ง ผลึก และเส้นใย โดยพบมากที่สุดคือแบบเส้นใย พบเฉลี่ย 117.5±105.9 ชิ้น/กิโลกรัม รองลงมาได้แก่ แบบผลึก พบเฉลี่ย 27.5±71.6 ชิ้น/กิโลกรัม และพบน้อยที่สุดแบบกลม พบเฉลี่ย 2.5±15.8 ชิ้น/กิโลกรัม (Figure 7)

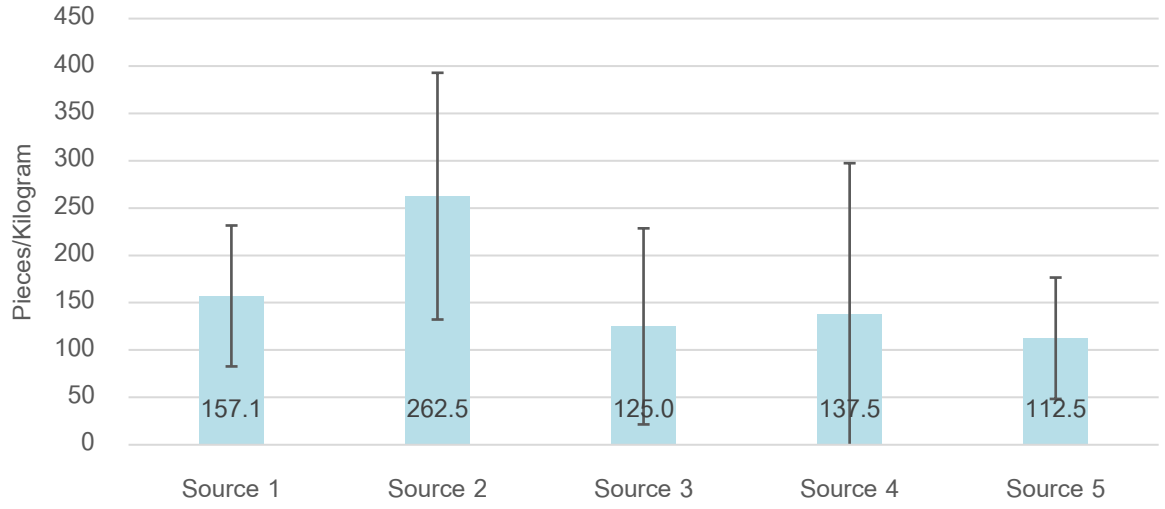
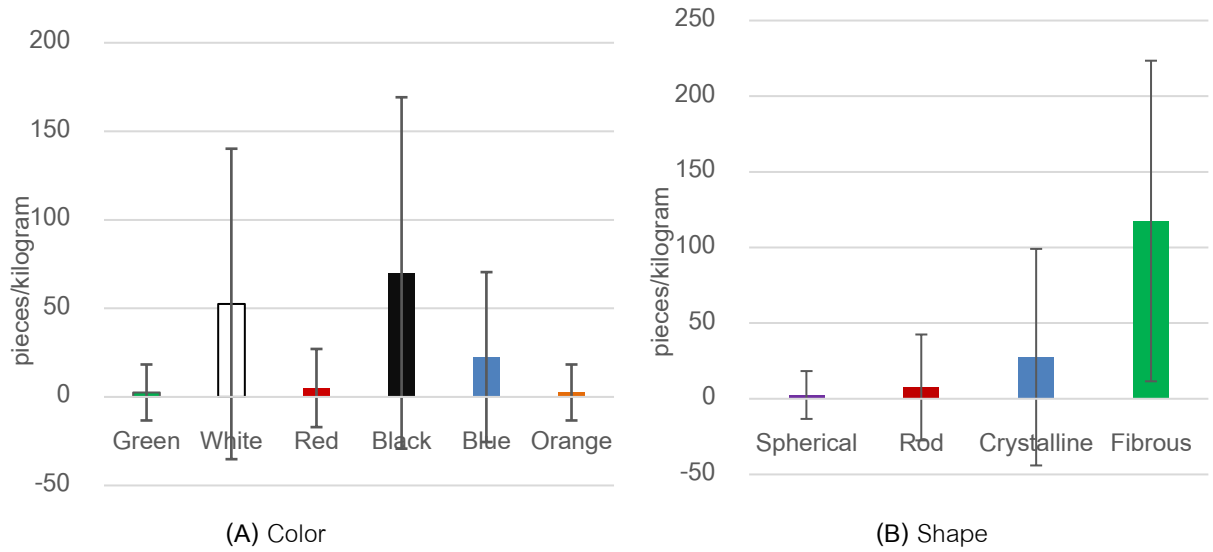


Figure 6 Microplastic contamination in fermented fish paste from production sources at Thale Noi area



(A) Color (B) Shape

Figure 7 Color and shape of microplastic contamination in fermented fish paste at Thale Noi area

6. ความสัมพันธ์ระหว่างกรรมวิธีการผลิตเคยปลากับปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลา

กรรมวิธีหลักในการผลิตเคยปลาประกอบด้วย ชนิดปลาหลักที่นำมาผลิตเคยปลา อุปกรณ์ในการสับปลา อุปกรณ์ในการหมักเคยปลา อุปกรณ์ในการย่อยหรือบดปลา อุปกรณ์ในการตากแดด ระยะเวลาในการหมัก ระยะเวลาในการตาก และภาชนะบรรจุเคยปลา เมื่อเปรียบเทียบกรรมวิธีหลักจากแหล่งผลิตจำนวน 5 แหล่ง (Table 3) พบว่าทั้ง 5 แหล่ง ใช้ปลาทุกชนิดตามฤดูกาลในการทำเคยปลา ใช้ครกในการย่อยหรือบดปลา และใช้ถุงพลากสติกในการบรรจุเคยปลา แต่มีการใช้อุปกรณ์ที่แตกต่างกันในขั้นตอนการสับปลา การหมักเคยปลา และการตากแดด มีรายละเอียดดังนี้

6.1 อุปกรณ์ในการสับปลา พบว่ามีการใช้เขียงพลาสติก และเขียงไม้ ซึ่งการใช้เขียงพลาสติกมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลาเฉลี่ย 185.7±121.47 ชิ้น/กิโลกรัม และการใช้เขียงไม้มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลาเฉลี่ย 118.8±83.8 ชิ้น/กิโลกรัม ซึ่งการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลาที่ใช้เขียงพลาสติกมีค่าสูงกว่าการใช้เขียงไม้อ ย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 แต่หากเปรียบเทียบความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ 0.05 พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

6.2 อุปกรณ์ในการหมักเคยปลา พบว่ามีการใช้ถังพลาสติก และโอ่งดินเผา ซึ่งการใช้ถังพลาสติกมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลาเฉลี่ย 185.7±121.47 ชิ้น/กิโลกรัม และการใช้โอ่งดินเผามีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลาเฉลี่ย 118.8±83.8 ชิ้น/กิโลกรัม ซึ่งการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลาที่ใช้ถังพลาสติกมีค่าสูงกว่าการใช้โอ่งดินเผาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 แต่หากเปรียบเทียบความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ 0.05 พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

6.3 อุปกรณ์ในการตากแดด พบว่ามีการใช้ตะแกรงพลาสติก และตะแกรงไม้ไผ่ ซึ่งการใช้ตะแกรงพลาสติกมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลาเฉลี่ย 262.5±130.2 ชิ้น/กิโลกรัม และการใช้ตะแกรงไม้ไผ่มีการปนเปื้อนไมโคร

พลาสติกในเคยปลาเฉลี่ย 133.0±109.13 ชิ้น/กิโลกรัม ซึ่งการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลาที่ใช้ตะแกรงพลาสติกมีค่าสูงกว่าการใช้ตะแกรงไม้ไผ่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 แต่หากเปรียบเทียบความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ 0.05 พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

Table 3 Fermented fish paste process and the microplastic contamination in fermented fish paste from production sources.

Source	Fermented fish paste process							Microplastic (pieces/kg)
	Equipment for chopping	Equipment for marinating	Equipment for grinding	Equipment for drying	Fermentation time	Drying time	Packaging	
1	Plastic Cutting Board	Plastic Bucket	Mortar	Bamboo Mesh	3-4 days	2-3 days	Plastic bag	157.1±74.4
2	Plastic Cutting Board	Plastic Bucket	Mortar	Plastic Mesh	3-4 days	2-3 days	Plastic bag	262.5±130.2
3	Wooden Cutting Board	Earthenware Jar	Mortar	Bamboo Mesh	2-3 days	2-3 days	Plastic bag	125.0±103.5
4	Plastic Cutting Board	Plastic Bucket	Mortar	Bamboo Mesh	2-3 days	2-3 days	Plastic bag	137.5±159.8
5	Wooden Cutting Board	Earthenware Jar	Mortar	Bamboo Mesh	2-3 days	2-3 days	Plastic bag	112.5±64.1

Discussion

การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลาทั้ง 5 ชนิด ซึ่งปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกมากที่สุด เนื่องจากปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) มีพฤติกรรมการกินอาหารโดยกินเฉพาะพืช เมื่อเป็นลูกปลากินสาหร่ายเซลล์เดียวและแพลงก์ตอนขนาดเล็ก ส่วนปลาขนาด 3-5 นิ้ว กินพืชน้ำ เช่น แหนเป็ด สาหร่ายพุงชะโด ผักบุ้ง สำหรับปลาขนาดใหญ่สามารถกินใบพืชบก เช่น ใบมันเทศ ใบมันสำปะหลัง หญ้าขน เป็นต้น (Department of Fisheries, 2006) ขณะที่ปลา

กระดี่ (*Trichogaster trichopterus*) ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) และปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciata*) เป็นปลาที่มีพฤติกรรมการกินอาหารโดยกินทั้งพืชและสัตว์ (Wongroj, 2004) นอกจากนี้พบว่าการศึกษาการปนเปื้อนในไมโครพลาสติกในกระเพาะลำไส้ของปลาตะเพียนในพื้นที่ทะเลน้อย ของ Kemteng *et al*. (2019) พบการปนเปื้อนไมโครพลาสติก 4.09 ±2.51 ชิ้น/ตัว ซึ่งสูงกว่างานวิจัยนี้ที่พบไมโครพลาสติก 3.7±2.8 ชิ้น/ตัว ที่ศึกษาในปลาทั้งตัว ทั้งนี้ในกระเพาะ และในลำไส้อาจมีปริมาณไมโครพลาสติกสูงกว่าเนื้อปลา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tanaka & Takada (2016) ที่ตรวจพบปริมาณไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลาสูงกว่าในส่วนอื่น นอกจากนี้ขนาดปลาและช่วงเวลาในการทำวิจัยที่แตกต่างกัน โดยในงานวิจัยของ Kemteng *et al*. (2019) เป็นการตรวจวัดไมโครพลาสติกในเดือนกุมภาพันธ์ 2562 จำนวน 35 ตัวอย่างเท่านั้น แต่งานวิจัยนี้เป็นการตรวจวัดในรอบ 12 เดือน และมีจำนวนตัวอย่างปลา 360 ตัวอย่าง ดังนั้นเนื้อปลา อวัยวะของปลา ขนาดปลา ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง อาจเป็นปัจจัยสำคัญในการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลาที่แตกต่างกันได้

นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของปลากับปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก ซึ่งในปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) และปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciata*) ขนาดของปลามีความผกผันกับปริมาณไมโครพลาสติก โดยในปลาขนาดเล็กจะมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูงกว่าในปลาขนาดใหญ่ ส่วนในปลากระดี่ (*Trichogaster trichopterus*) พบว่าขนาดปลากับปริมาณไมโครพลาสติกแปรผันตรงกัน นั่นคือปลาขนาดใหญ่จะพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกมากขึ้น ขณะที่งานวิจัยของ Kim *et al*. (2024) ที่ศึกษาไมโครพลาสติกในปลาน้ำจืดขนาดเล็กในแม่น้ำยองอันซอนในประเทศเกาหลีใต้ พบว่า จำนวนไมโครพลาสติกในปลาไม่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักและขนาดของปลา

สีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดทั้งในปลา และเคยปลา เป็นสีดำ ส่วนสีที่พบในปริมาณน้อยคือ สีม่วง สีเหลือง และสีส้ม ซึ่งงานวิจัยของ Prempridi *et al*. (2017) ศึกษาไมโครพลาสติกในปลาทู (*Rastrelliger brachysoma*) บริเวณเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง พบไมโครพลาสติกสีดำมากที่สุดเช่นเดียวกัน สำหรับงานวิจัยของ Xiong *et al*. (2019) ศึกษาการกลืนกินไมโครพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนของปลาทอง (*Carassius auratus*) อิทธิพลของสีและลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบปลาทองกินไมโครพลาสติกสีเขียวและสีดำมากกว่าไมโครพลาสติกสีแดง น้ำเงิน และสีขาว ขณะที่งานวิจัยของ Okamoto *et al*. (2022) ศึกษาสีและระยะเวลาในการคงตัวของไมโครพลาสติกในทางเดินอาหารของปลาน้ำจืดและปลาทะเล ซึ่งสีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีแดง เหลือง และเขียว ทั้งนี้สีของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละแหล่งขึ้นอยู่กับสีของพลาสติกต้นกำเนิด และชนิดของปลาในการกลืนกินพลาสติกสีต่าง ๆ ส่วนรูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดทั้งในปลา และเคยปลา เป็นแบบเส้นใยซึ่งอาจเกิดจากเชือกหรืออุปกรณ์ประมง ทั้งนี้งานวิจัยของ Kim *et al*. (2025) พบว่าไมโครพลาสติกที่มีลักษณะเป็นเส้นใยก่อให้เกิดผลกระทบรุนแรงที่สุดต่ออาร์ทีเมีย (*Artemia franciscana*)

ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างกรรมวิธีการผลิตเคยปลากับปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลานั้น การใช้อุปกรณ์พลาสติกในกระบวนการผลิตเคยปลาทั้งการใช้เขียงพลาสติกในการสับปลา การใช้ถังพลาสติกในการหมักเคยปลา และการใช้ตะแกรงพลาสติกในการตากเคยปลามีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลาสูงกว่าการใช้อุปกรณ์ที่ไม่ใช่พลาสติก

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 ดังนั้นผู้ผลิตเคยปลาควรหลีกเลี่ยงการใช้อุปกรณ์พลาสติกในกระบวนการผลิต โดยสามารถใช้อุปกรณ์ที่ทำจากวัสดุอื่นแทน เช่น การใช้เขียงไม้ และการใช้ภาชนะดินเผาในการหมักปลา เป็นต้น

Conclusions

การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลาในพื้นที่ทะเลน้อยจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ปลากระดี่ (*Trichogaster trichopterus*) ปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) และปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciata*) พบว่าปลากินพืช เป็นกลุ่มปลาที่มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูง ซึ่งพบว่าปลาตะเพียนมีการปนเปื้อนมากที่สุด เฉลี่ย 365.5±276.0 ชิ้น/กิโลกรัม ส่วนการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลาเฉลี่ย 115.0±119.7 ชิ้น/กิโลกรัม ซึ่งปัจจัยของกรรมวิธีการผลิตด้านชนิดปลาที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเคยปลาเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเคยปลา รองลงมาเป็นอุปกรณ์ในการสับปลาที่ผู้ผลิตใช้เขียงที่เป็นพลาสติกจะมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูงกว่าผู้ผลิตที่ใช้เขียงไม้ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการหมักเคยปลาที่ใช้ถังพลาสติกพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูงกว่าแหล่งผลิตที่ใช้โอ่งดินเผา รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตากแดดที่ใช้ตะแกรงพลาสติกเป็นอุปกรณ์ในการตากแดดจะพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูงกว่าแหล่งผลิตที่ใช้ตะแกรงไม้ ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการผลิตเคยปลาให้ลดการปนเปื้อนไมโครพลาสติก ได้แก่ การเลือกชนิดปลาที่เป็นวัตถุดิบ โดยควรหลีกเลี่ยงการนำปลาตะเพียน (*Puntius goionotus*) และปลาหางแดง (*Barbodes schwanenfeldi*) ตามลำดับ และควรเลือกใช้อุปกรณ์ในกระบวนการผลิตเคยปลาในขั้นตอนต่าง ๆ เป็นไม้หรือหลีกเลี่ยงการใช้พลาสติกในกระบวนการผลิต

Acknowledgments

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก ทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 มหาวิทยาลัยทักษิณ

References

Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution*, *62*, 1589-193.

Barnes, D.K.A., Galgani, F., Thompson, R.C. & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of Royal Society B*, *364*, 1985–1998.

Chusri, W., Thongsawad, S., & Satsue, T. (2020). Developing standards for fish paste to community residents moo 12, Tambon Tha Ruea, Amphur Muang, Nakhon Si Thammarat. *Journal of Cultural Approach*, *21*(40), 65-77. (in Thai)

Department of Fisheries. (2006). *Fish Culture of Silver Barb*. Bangkok: Cooperative of Agricultural Cooperative Printing of Thailand, Ltd. (in Thai)

Kemteng, S., Kiddee, P., & Sutummawong, N. (2019). *Microplastics Contaminated in Puntius goionotus and Arius marculatus at Thale Noi*. Research Report: Environmental Science Project Department of Biological and Environmental Sciences, Faculty of Science, Thaksin University. (in Thai)

Kim, C., Lee, S., Jeon, H., Kim, K. Kim, D., Lee, H. Park, S. & Lee, S. (2024). Microplastic characterization in small freshwater fishes collected in Gyeongan-cheon, a tributary stream of Han River in South Korea: Ingestion and depuration study of Nylon. *Environmental Pollution*, *363*(Part 1), 125044.

Kim, L., Kim, H., Kim, T., & An, Y. (2025). Size- and shape-dependent effects of polyethylene terephthalate microplastics on the benthic crustacean *Artemia franciscana*. *Marine Pollution Bulletin*, *211*, 117391.

Leslie, H. A., van Velzen, M.J.M., Brandsma, S.H., Vethaak, A.D., Garcia-Vallejo, J.J., & Lamoree, M.H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environment International*, *163*,107199.

Mathalon, A., & Hill, P. (2014). Microplastic fibers in the intertidal ecosystem surrounding Halifax Harbor, Nova Scotia. *Marine pollution bulletin*, *81*(1), 69-79.

Okamoto, K., Nomura, M, Horie, Y., & Okamura, H. (2022). Color preferences and gastrointestinal-tract retention times of microplastics by freshwater and marine fishes. *Environmental Pollution*, *304*, 119253.

Özsoy, S., Gündogdu, S., Sezigen, S., Tasalp, E., Ikiz, D.A., & Kideys, A.E. (2024). Presence of microplastics in human stomachs. *Forensic Science International*, *364*, 112246.

Prempridi, S., Khawsang, S. & Thammakirati, N. (2017). *Study of Microplastics in Short Mackerel (Rastrelliger brachysoma) at Hat Chao Mai National Park, Trang Province*. Marine National Park Operation Center 3, Trang Province.

Schwabl, P., Köppel, S., Königshofer, P., Bucsics, T., Trauner, M., Reiberger, T., & Liebmann, B. (2019). Detection of Various Microplastics in Human Stool: A Prospective Case Series. *Annals of Internal Medicine*. *171*(7) 453-457.

Tanaka, K., & Takada, H. (2016) Microplastic fragments and microbeads in digestive tracts of planktivorous fish from urban coastal waters. *Scientific Reports*, *6*, 34351.

Wongroj S. (2004*). A Taxonomic study on the Freshwater fishes in the eastern area of Bangkok*. Graduate School, Srinakharinwirot University. (in Thai)

Xiong X., Tu, Y., Chen, X., Jiang, X., Shi, H., Wu, C., & Elser, JJ. (2019). Ingestion and egestion of polyethylene microplastics by goldfish (Carassius auratus): influence of color and morphological features. *Heliyon*, *5*(12), e03063,