



การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกะปึกจากแหล่งผลิตในประเทศไทย

CONTAMINATION OF MICROPLASTIC IN SHRIMP PASTE
FROM THAILAND

กมลฉัตร

ลือชัย

กิริติ

แย้มสีบัว

ชนัญชิตา

สุวรรณนะ

บัณฑิตา

ศุภเศรษฐสิทธิ

มุนินทร์

เลิศจันทร์ทรงกูร

วรินชญา

หลานเศรษฐา

ภาคนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคนิคการแพทย์

คณะเทคนิคการแพทย์

มหาวิทยาลัยรังสิต

พ.ศ. 2567



**CONTAMINATION OF MICROPLASTIC IN SHRIMP PASTE
FROM THAILAND**

**KAMONCHAT LUECHAI
KEERATI YEAMSRIBUA
CHANANCHIDA SUWANNA
BANTHITA SUPASETTHASIT
MUNIN LERTCHANTHARANGKOOL
WARINCHAYA LANSETTA**

**A TERM PAPER SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR
OF SCIENCE IN MEDICAL TECHNOLOGY
MEDICAL TECHNOLOGY**

RANGSIT UNIVERSITY

2024

ภาคินพนธ์เรื่อง

การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกะปิจากแหล่งผลิตในประเทศไทย

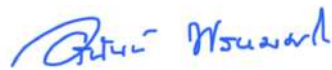
โดย

กมลฉัตร	ลือชัย
กิริติ	แย้มสีบัว
ชนัญชิตา	สุวรรณนะ
บัณฑิตา	ศุภเศรษฐสิทธิ์
มุนินท์	เลิศจันทร์ทรงกูร
วรินชญา	หลานเศรษฐา

ได้รับพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคนิคการแพทย์

เมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2568



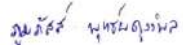
(ดร.อรนันท์ พรหมมานโน)

ประธานกรรมการภาคินพนธ์
หัตถ์ศึกษา ชวชนา



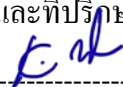
(ดร.อรอุมา สร้อยจิต)

กรรมการและที่ปรึกษาร่วมภาคินพนธ์



(ดร.นิตติญา ชาวชายโขง)

กรรมการและที่ปรึกษาร่วมภาคินพนธ์



(ดร.ภูมิภัตต์ พุทธิผลดุจวิพล)

หัวหน้าสาขาวิชาเทคนิคการแพทย์

(รองศาสตราจารย์เยาวลักษณ์ พิมายนอก)

คณบดีคณะเทคนิคการแพทย์

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ไมโครพลาสติก หมายถึง เศษพลาสติกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร แบ่งได้ 2 ประเภท คือ ไมโครพลาสติกชนิดปฐมภูมิ (Primary microplastics) เป็นพลาสติกที่ถูกผลิตให้มีขนาดเล็กมาตั้งแต่แรกเพื่อใช้ในครัวเรือนและอุตสาหกรรม เช่น เม็ดพลาสติกในน้ำยาซักผ้า เม็ดบีดส์ เม็ดสกรับในเครื่องสำอาง ยาสีฟัน เป็นต้น ปัจจุบันมีการใช้ไมโครพลาสติกเหล่านี้อย่างแพร่หลาย นอกจากผลิตภัณฑ์ที่กล่าวมาข้างต้นยังมีไมโครพลาสติกที่สามารถเกิดขึ้นจากการถลอกขีดข่วนจากกระบวนการผลิตพลาสติกขนาดใหญ่ หรือพวกเส้นใยสังเคราะห์ที่หลุดออกมาในน้ำทิ้งจากการซักผ้า ซึ่งการจัดการไมโครพลาสติกเหล่านี้ยังคงเป็นปัญหายิ่ง ส่วนไมโครพลาสติกชนิดทุติยภูมิ (Secondary microplastics) คือ พลาสติกที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ พลาสติกทุกชนิดที่มาจากการผลิต การใช้งาน หรือปัญหาจากการจัดการขยะไม่ถูกวิธี ทำให้ขยะชิ้นใหญ่ เช่น หลอดพลาสติก ถุงพลาสติก และบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ จากพลาสติกที่ย่อยสลายไม่สมบูรณ์ เมื่อโดนอากาศ แสงแดด และน้ำจะแตกหักเป็นชิ้นเล็ก ๆ ตามระยะเวลาที่ผ่านไป ซึ่งพลาสติกชิ้นเล็ก ๆ เหล่านี้มักถูกสัตว์กินเป็นอาหารจากการปนเปื้อนตามธรรมชาติ ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันได้มีการตรวจพบถึงการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม เช่น การปนเปื้อน ในบริเวณชายหาดปากแม่น้ำ น้ำผิวดิน ตะกอนดิน และทะเล รวมถึงพบไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น พบในหอย ปลา และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังต่าง ๆ (Peng et al, 2017; Su et al., 2018; Silva-Cavalcanti, Silva, Franca, Araiyo, & Gusmao, 2017) ในปี 2558 มีการศึกษาหาปริมาณไมโครพลาสติก ที่ปนเปื้อนและแทรกซึมเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร ซึ่งพบว่ามนุษย์อาจบริโภคไมโครพลาสติกเข้าสู่ร่างกายโดยเฉลี่ย 5 กรัมต่อสัปดาห์ จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบถึงผลกระทบที่มีต่อร่างกายและสุขภาพ

กลุ่มที่พบไมโครพลาสติกมากรองจากกลุ่มหอย คือ กลุ่มกุ้ง ซึ่งพบไมโครพลาสติกอยู่ในช่วงระหว่าง 3.0-3.8 ชิ้นต่อตัว โดยพบไมโครพลาสติกมากที่สุดในกลุ่มกุ้งกุลาดำและกุ้งกุลาลายที่

¹3.8±2.49 และ 3.7±1.64 ขึ้นต่อตัว ส่วนในกุ้งขาวซึ่งเป็นกุ้งที่คนไทยบริโภคกันเป็นหลัก และเป็นกุ้งที่มาจากการเพาะเลี้ยงก็พบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก โดยมีปริมาณไมโครพลาสติกแตกต่างจากกุ้งกุลาดำและกุ้งกุลาลาย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 3.6±2.60 ขึ้นต่อตัว ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานการศึกษาไมโครพลาสติก ในกุ้งกุลาดำและในกุ้งตะกาดหางแดง (*Metapenaeus Monoceros*) ในประเทศบังคลาเทศ ซึ่งพบมีค่าเฉลี่ย 3.40±1.23 และ 3.87±1.05 ขึ้นต่อกรัม ของลำไส้ และกระเพาะอาหาร (Gastrointestinal tract) (Hossain et al., 2019) ไมโครพลาสติกพบปนเปื้อนในสัตว์ทะเลที่คนไทยบริโภคเป็นอาหารทุกกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็นหอย กุ้ง ปู หมึก และปลา โดยกลุ่มหอยพบการปนเปื้อนมากที่สุด และเป็นกลุ่มที่ควร ฝ้าระวังมากที่สุด เนื่องจากลักษณะการบริโภคหอยที่มักจะบริโภคทั้งตัว ทำให้มีความเสี่ยงสูง ต่อสุขภาพของผู้บริโภค ในขณะที่กลุ่มสัตว์อื่น ๆ ก็พบไมโครพลาสติก โดยกลุ่มกุ้งและปูมีปริมาณ ใกล้เคียงกับ และกลุ่มปลาและหมึกมีปริมาณไมโครพลาสติกน้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ การบริโภคอาหารทะเล จึงเป็นเส้นทางหลักโดยตรงที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในมนุษย์ (พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์., 2563)

กะปิเป็นเครื่องปรุงที่นิยมนำมาประกอบอาหารเพื่อปรุงแต่งให้อาหารมีรสชาติดีขึ้น ซึ่งกะปิมีความแตกต่างของวัตถุดิบที่นำมาผลิตแต่โดยส่วนใหญ่มักทำมาจากเคย (*Acetes* sp.) กุ้งทะเล (*Penaeus* sp.) กุ้งฝอยน้ำจืด (*Macrobranchium* sp.) ปลาชิว (*Rasbora* sp.) ปลาหลังเขียว (*Sardinella* sp.) ปลาทุ (*Rastrelliger* sp.) ปลากระตัก (*Anchoviella* sp.) จะเห็นได้ว่ากะปಿನั้นทำมาจากสัตว์น้ำขนาดเล็กหลายชนิด ซึ่งสัตว์น้ำเหล่านี้ กินแพลงก์ตอนที่มีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก (Cole, M. et al., 2013). นอกจากนี้ไมโครพลาสติก ยังมีการปนเปื้อนในระหว่างกระบวนการผลิตกะปิ ซึ่งแต่ละท้องถิ่นมีวิธีการผลิตที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับถิ่นที่อยู่อาศัย โดยขั้นตอนทั่วไป คือมักจะเริ่มจากการนำสัตว์น้ำคลุกเคล้ากับเกลือในอัตราส่วน 3 ต่อ 1 ในบางฤดูกาลอาจใช้อัตราส่วน 6 ต่อ 1 หมักทิ้งไว้ก่อนนำไปตากแดดโดยตากบนเสื่อน้ำมัน หรือตาข่ายจนแห้ง จากนั้นนำมาบดแล้วบรรจุใส่ภาชนะเพื่อที่จะหมักต่อ 6 - 12 เดือน ซึ่งภาชนะที่ใช้จะขึ้นอยู่กับแต่ละพื้นที่อยู่อาศัย เช่น โอ่ง กระละมังพลาสติก กระสอบปุย หรือบ่อซีเมนต์ แต่หากกล่าวถึงการผลิตกะปิ ในระดับโรงงานอุตสาหกรรมมักจะใช้อัตราส่วนของสัตว์น้ำคลุกเคล้ากับเกลือเท่ากับ 10 ต่อ 1 โดยทำการคลุกกับเกลือที่ทำเรือก่อนขนส่งเพื่อรักษาสภาพของสัตว์น้ำ จากนั้นนำไปตากแดด ทำการหมักด้วยเกลืออีกครั้ง และบด หมักที่โรงงานโดยใช้ระยะเวลาในการหมักนาน 8 - 12 เดือน และจะเห็นได้ว่าส่วนประกอบที่สำคัญ ในการผลิตกะปิคือเกลือ ซึ่งมีการศึกษาพบว่าเกลือมีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก (Hee-Jee

Lee, Nan-Seon Song, Ji-Su Kim, Seung-Kyu Kim, 2021) เมื่อมนุษย์นำกะปิไปประกอบอาหาร ทั้งในภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ ภาคตะวันออก หรือภาคตะวันตกมีการผลิตกะปิ จากสัตว์น้ำบริเวณที่อยู่อาศัยนั้น ๆ เมื่อมนุษย์บริโภคเข้าไป ทำให้ไมโครพลาสติกเข้าสู่ร่างกายผ่านระบบทางเดินอาหาร และเกิดผลเสียต่อร่างกายได้

ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกะปิที่มาจากแหล่งผลิตต่าง ๆ ในประเทศไทย ด้วยวิธีการตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อให้เข้าใจถึงสถานการณ์ และตระหนักถึงผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายจากการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกะปิ

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจหาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในกะปิที่มาจากแหล่งผลิตในประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกะปิจากแหล่งผลิตในประเทศไทย โดยเก็บตัวอย่างระหว่างวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2568 ถึง วันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2568 และทำการตรวจหาไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในกะปิด้วยวิธีการตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์

1.4 สมมติฐานการวิจัย

1.4.1 สมมติฐานงานวิจัย

ตรวจพบไมโครพลาสติกในกะปิที่มาจากแหล่งผลิตในประเทศไทย

1.4.2 สมมติฐานทางสถิติ

ให้ μ แทนระดับไมโครพลาสติกเฉลี่ยในกะปิจากแหล่งผลิตในประเทศไทย

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สมมติฐาน คือ $H_0: \mu_{\text{อันดามัน}} \geq \mu_{\text{อ่าวไทย}}$

$H_1: \mu_{\text{อันดามัน}} < \mu_{\text{อ่าวไทย}}$

H_0 : ฟังอันดามันมีระดับไมโครพลาสติกในกะปิไม่ต่ำกว่าฟังอ่าวไทย

H₁: ฟังก์ชันความน่าจะมีระดับไมโครพลาสติกในกะปิต่ำกว่าฟังก์ชันอ่าวไทย

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

ตัวแปรต้น คือ แหล่งผลิตกะปิในประเทศไทย

ตัวแปรตาม คือ จำนวนไมโครพลาสติกในกะปิที่มาจากแหล่งผลิตในประเทศไทย

ตัวแปรควบคุม คือ วิธีการตรวจหาไมโครพลาสติกในกะปิ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพื่อให้ผู้บริโภคตระหนักถึงการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกะปิ เพื่อประกอบการตัดสินใจในการบริโภคกะปิในชีวิตประจำวัน

1.6.2 เพื่อลดปัญหาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม โดยการณรงค์เกี่ยวกับการจัดการขยะอย่างถูกวิธี

บทที่ 2

บททวนเอกสาร

2.1 พลาสติก

พลาสติกชนิดแรกของโลกคือสารสังเคราะห์ไนโตรเซลลูโลส (Nitrocellulose) หรือ Parkesine ซึ่งถูกค้นพบในปีค.ศ. 1862 โดย Alexander Parkes พลาสติกชนิดนี้เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างเส้นใย ฝ้ายที่ละลายในกรดไนตริกและกรดซัลฟิวริกแล้วผสมกับน้ำมันพืช ต่อมาในปีค.ศ. 1863 John Wesley Hyatt ได้สร้างพลาสติกที่เรียกว่า Celluloid จากการผสมไนโตรเซลลูโลส แคมเฟอร์ และแอลกอฮอล์แล้วให้ความร้อนด้วยแรงกดเพื่อทำให้มันยึดหยุ่นสำหรับการขึ้นรูป ซึ่งกลายเป็นวัสดุที่มีการใช้งานแพร่หลาย โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมภาพยนตร์และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น หวี, ลูกบิลเลียด, และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ทำจากพลาสติก จนกระทั่ง Leo Baekeland เป็นผู้บุกเบิกพลาสติกสังเคราะห์ชนิดแรกในปีค.ศ. 1907 คือ ฟีนอล ฟอร์มาลดีไฮด์ เรซิน (Phenol Formaldehyde Resin) หรือ Bakelite ที่เกิดจากการรวมกันของสารเคมีสองชนิด คือ ฟอร์มาลดีไฮด์และฟีนอล แล้วผ่านกระบวนการควมแน่น โดยให้ความร้อน และกลั่นเอาน้ำออก เมื่อเย็นตัวลงจะได้สารเหนียว ๆ ที่มีคุณสมบัติแข็งตัวทนความร้อนและทนแรงกระแทกได้ดีสามารถนำไปใช้ได้หลากหลายงาน เช่น มือจับสำหรับอุปกรณ์สำหรับเครื่องครัว อุปกรณ์ไฟฟ้า ที่รองนั่งโถส้วม นอกจากนี้แล้วยังมีการนำเอาไปทำเป็นเครื่องประดับ และ ส่วนประกอบอาคารป็น เป็นต้น เนื่องจากวัสดุของ Bakelite นั้นมีความเป็นฉนวนทางไฟฟ้าที่ดีมาก และทนต่อสารเคมีสูงเป็นพิเศษจึงเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับอุตสาหกรรมไฟฟ้า และรถยนต์ การค้นพบ ของ Leo Baekeland กระตุ้นให้เกิดการคิดค้นพลาสติก ชนิดอื่น ๆ ในอุตสาหกรรมพลาสติก มาจนถึงทุกวันนี้

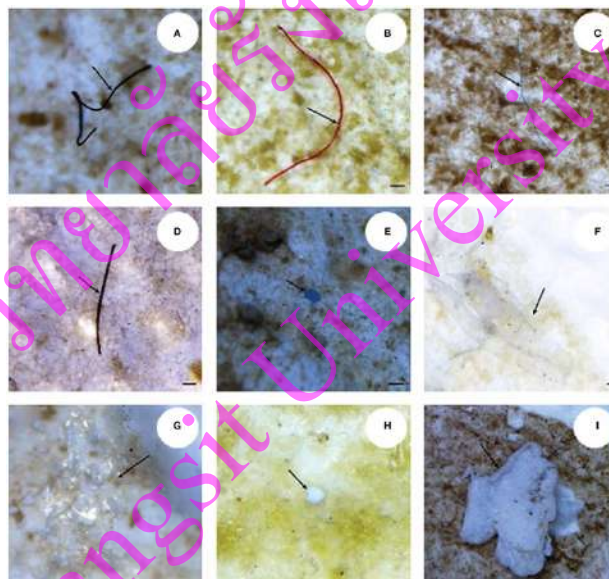
จากการค้นพบพลาสติกชนิดใหม่ ๆ ตั้งแต่ปีค.ศ. 1931 พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride : PVC) ปี ค.ศ. 1931 พอลิสไตรีน (Polystyrene) ปีค.ศ. 1933 พอลิเอทิลีน (Polyethylene : PE) ปีค.ศ. 1941 พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate : PET) และค.ศ. 1954 พอลิโพรพิลีน

(Polypropylene : PP) เป็นต้น มาทำให้เป็นพลาสติกชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรม และมีการแพร่กระจายใช้ในทุกประเทศทั่วโลกเนื่องจากพลาสติกมีน้ำหนักเบา ไม่นำความร้อน ไม่นำไฟฟ้า มีความเหนียว ทนต่อความร้อนหรือความเย็น ทนกรดด่างและสารเคมีได้ตามคุณสมบัติของพลาสติกแต่ละชนิดรวมถึงพลาสติกสามารถขึ้นรูปได้ง่าย และมีราคาถูกกว่าวัสดุชนิดอื่น ๆ จึงทำให้พบของอุปโภคที่เป็นพลาสติกได้มากในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นในเชิงพาณิชย์ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมแฟชั่น และอุตสาหกรรมก่อสร้าง เป็นต้น นับตั้งแต่มีการใช้พลาสติกเพิ่มขึ้นในชีวิตประจำวันทั้งทางตรง และทางอ้อม ในสินค้าอุปโภคบริโภคไม่ว่าจะจากบรรจุภัณฑ์ หรือชิ้นส่วนของเครื่องใช้ต่าง ๆ ก็ส่งผลทำให้ มีปัญหาเกี่ยวกับขยะพลาสติกมากขึ้นจากการรายงานของ WWF (World Wide Fund For Nature) ปริมาณไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อน และแทรกซึมเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร พบว่ามนุษย์อาจบริโภคไมโครพลาสติกเข้าสู่ร่างกายในปริมาณ มากกว่า 2,000 ชิ้น หรือ 5 กรัมต่อสัปดาห์โดยประมาณ

2.1.1 ไมโครพลาสติก

ไมโครพลาสติก คือ เศษพลาสติก หรือพอลิเมอร์สังเคราะห์ขนาดเล็กที่มี เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ ไมโครพลาสติกชนิดปฐมภูมิ (Primary microplastics) และจะถูกผลิตเป็นเม็ดพลาสติกบริสุทธิ์ หรือพลาสติกที่ถูกผลิตออกมาขนาดเล็กที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก เช่น กติเตอร์ และไมโครบีดส์ที่ถูกเพิ่มเข้าไปในเครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์ดูแลผิวพรรณ เมื่อเข้าสู่ สภาพแวดล้อมแล้วพลาสติกอาจแตกตัวออกไปและทำให้พลาสติกขนาดใหญ่สามารถ เปลี่ยนแปลงเป็นไมโครพลาสติกทุติยภูมิ (Secondary microplastic) หรือไมโครพลาสติก ประเภทที่สองจำนวนหลายร้อยหรือหลายพันชิ้นในรูปแบบของเศษพลาสติก เส้นใย หรือฟิล์ม โดยมีหลายกลไกที่สามารถทำให้เกิดการแตกตัวได้ เช่น การสึกหรอจากการใช้งาน เช่น การสึกจากการใช้ถนน การเสียดสีจากยางรถยนต์ การสึกกร่อนทางกายภาพของสินค้าขนาดใหญ่ และการซักผ้าผ้าสังเคราะห์ การเสื่อมสภาพทางเคมี (เช่น การสัมผัสกับกรดหรือด่าง) และการเสื่อมสภาพจากรังสี UV (การสัมผัสกับรังสี UV) การย่อยสลายทางชีวภาพในกรณีที่มีสิ่งมีชีวิต

ที่สามารถกินและย่อยสลายพลาสติก เช่น ตัวหนอนฝั้ว ตัวหนอนอาหาร และจุลินทรีย์บางชนิด (Horton et al., 2017) นอกจากนี้ยังสามารถพบไมโครพลาสติกประเภทเส้นใยขนาดเล็กที่เกิดจากการหลุดหรือการขาดของเส้นใยพลาสติกที่ใช้ในกระบวนการผลิตสิ่งทอ จากการนิกขาดจากเส้นใยที่ใช้งานในชีวิตประจำวันโดยทั่วไป รวมถึงการนิกขาดของเส้นใยพลาสติกจากเครื่องมือที่ใช้ในการประมง เช่น แห อวน ตาข่าย และเอ็น สำหรับตกปลา เป็นต้น (Punyauppa-path, S. & Punyauppa-path, P, 2019)



รูปที่ 2.1 ภาพของไมโครพลาสติกรูปร่างต่าง ๆ ที่พบในตัวอย่างชีวภาพโดยถูกสรุขี้ไปที่เส้นใย (A-D), เศษชิ้นส่วน (E, F), ฟิล์มบาง (G) และเม็ดพลาสติก (H, I) ความยาวของสเกลบาร์ = 100 ไมโครเมตร (Ding et al., 2019)

2.1.2 การปนเปื้อนไมโครพลาสติก

การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามแหล่งกำเนิดของไมโครพลาสติก คือ การปนเปื้อนในธรรมชาติของไมโครพลาสติกปฐมภูมิ และการปนเปื้อนในธรรมชาติของไมโครพลาสติกทุติยภูมิ 2 ชนิดนี้มีความแตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

1) การปนเปื้อนในธรรมชาติของไมโครพลาสติกปฐมภูมิเกิดจากการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีไมโครพลาสติกผสมอยู่ เช่น ครีมขัดผิว สบู่เหลวสำหรับอาบน้ำ ครีมล้างหน้า เป็นต้น หรือการใช้ประโยชน์โดยตรงจากเม็ดไมโครพลาสติกนั้นๆ เช่น การใช้เม็ดพลาสติกขัดสี หรือขัดสิ่งสกปรกออกจากพื้นผิวซึ่งทั้งหมดนี้จะเป็นการใช้แล้วทิ้ง และเป็นการทิ้งไมโครพลาสติกปริมาณมากออกสู่ธรรมชาติอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานานหลายปี

2) การปนเปื้อนในธรรมชาติของไมโครพลาสติกทุติยภูมิเกิดจากกระบวนการลดขนาดของพลาสติกขนาดใหญ่ เช่น ถุง เส้นใยพลาสติก หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกต่าง ๆ รวมไปถึงเส้นใยพลาสติกที่ใช้ในกระบวนการผลิตสิ่งทอผ้า เป็นต้น เมื่อผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกเหล่านี้ถูกทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมจะถูกทำให้มีขนาดเล็กลงโดยกระบวนการทางกายภาพ ชีวภาพ และเคมี ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการแตกหัก บีกขาด และลดขนาดลงจนลำดับจนได้เป็นไมโครพลาสติกทุติยภูมิที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร

แม้ว่าการปนเปื้อนในธรรมชาติของไมโครพลาสติกทั้ง 2 ชนิดจะมีความแตกต่างกัน แต่สุดท้ายแล้วไมโครพลาสติกทั้ง 2 ชนิดทั้งไมโครพลาสติกปฐมภูมิและไมโครพลาสติกทุติยภูมิที่ปนเปื้อนในธรรมชาติจะรวมกันอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินตามธรรมชาติ ได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง และสุดท้ายก็จะมารวมกันในทะเลหรือมหาสมุทร (สุกฤดา ปุณยอุปพัทธ์ และ ประสงค์สม ปุณยอุปพัทธ์, 2019)

จากรายงานการวิจัยพบว่าในแต่ละปีที่ประเทศไทยและทั่วโลกได้มีการทิ้งขยะพลาสติกลงทะเลเป็นจำนวนหลายร้อยล้านตันต่อปีจึงคาดคะเนได้ว่าจะมีขยะไมโครพลาสติกนับเป็นพันล้านชิ้นถูกปลดปล่อยลงสู่ท้องทะเลทุกปีและมีปริมาณเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลาทำให้ไมโครพลาสติกเหล่านี้ปนเปื้อนอยู่ในน้ำทะเลตั้งแต่ผิวน้ำจนถึงก้นมหาสมุทร ทำให้ปนเปื้อนในแพลงตอนและสัตว์ทะเลกินมันเข้าไปแล้วไปสะสมอยู่ในสัตว์ทะเล เช่น กุ้ง ปลา เคย เป็นต้น นอกจากนี้ไมโครพลาสติกยังปนเปื้อนในภาชนะที่ใช้ปรุงอาหารได้ เนื่องจากภาชนะปรุงอาหารบางชนิดทำด้วยพลาสติก แล้วเคลือบด้วย PTEE สามารถปล่อยไมโครพลาสติกและนาโนพลาสติกลงในอาหารระหว่างปรุงได้ (กลุ่มงานคณะกรรมการอาหารยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2564)

2.1.3 ไมโครพลาสติกในประเทศไทย

ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษา คำนวณ และการรายงานเกี่ยวกับไมโครพลาสติกชนิดปฐมภูมิในประเทศไทย ที่แน่ชัดออกมาเป็นรูปธรรม ส่วนสถานการณ์ขยะพลาสติกของประเทศไทย ในปีพ.ศ. 2565 มีขยะพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียว (Single-use Plastics) เช่น ถุงร้อน ถุงเย็น ถุงหูหิ้ว แก้วพลาสติก หลอดพลาสติก กล่องโฟมบรรจุอาหาร เป็นต้น ปริมาณ 2.83 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 11 ของปริมาณขยะที่เกิดขึ้นทั้งหมด ซึ่งเป็นอันดับ 2 รองจากขยะอาหาร เพิ่มขึ้นจากค.ศ. 2021 ที่มีปริมาณขยะพลาสติก 2.76 ล้านตัน มีการนำขยะพลาสติกกลับไปใช้ประโยชน์เฉลี่ยประมาณ 0.71 ล้านตัน (ร้อยละ 25) ส่วนที่เหลือ 2.04 ล้านตัน (ร้อยละ 72) ถูกนำไปกำจัดโดยการฝังกลบ รวมกับขยะมูลฝอยอื่น ๆ และส่วนที่ไม่ได้รับการจัดการและตกค้างในสิ่งแวดล้อม ประมาณ 0.08 ล้านตัน (ร้อยละ 3) ซึ่งการจัดการขยะพลาสติกที่ผ่านมายังมีปัญหอุปสรรคในการดำเนินงาน เนื่องจากยังไม่มีกฎหมาย กฎระเบียบ ข้อบังคับใช้เพื่อใช้ในการลด ควบคุม ป้องกันและแก้ไขปัญหาขยะพลาสติกโดยเฉพาะ อีกทั้งยังมีการผลิตและออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติกหลากหลายวัสดุ และหลากหลายประเภทโดยไม่คำนึงถึงการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ทำให้เกิดขยะพลาสติกเพิ่มขึ้นทุกปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2566) โดยในเดือนกุมภาพันธ์ปีพ.ศ. 2566 มีงานวิจัยของ Lourens J.J. Meijer ได้รายงานอันดับประเทศมีขยะลงทะเล โดยประเทศไทยติดอันดับที่ 10 ของโลกที่มีขยะลงทะเลมากที่สุดในโลก (2.3 หมื่นล้านตันต่อปี) จากการรายงานปริมาณ ขยะพลาสติกสัมพันธ์กับปริมาณการเกิดไมโครพลาสติกชนิดทุติยภูมิในธรรมชาติที่มีปริมาณสูงตามปริมาณของขยะที่ทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งขยะพลาสติกเหล่านี้จะสะสมและเพิ่มขึ้นทุกปีจนเปลี่ยนสภาพ เล็กลงกลายเป็นขยะพลาสติกชนิดทุติยภูมิที่เพิ่มขึ้นในสิ่งแวดล้อมได้ตลอดเวลา

ประเทศไทยมีการรายงานไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมด้วยเช่นกัน โดยส่วนใหญ่ จะทำการสำรวจในทะเล จากการสำรวจไมโครพลาสติกในทรายชายหาดบริเวณชายฝั่งตะวันออกของ อ่าวไทย พบว่าหาดปลา จังหวัดระยอง มีไมโครพลาสติกมากที่สุด คือ >200,000 ชิ้น/กิโลกรัม และหาดทรายแก้ว จังหวัดชลบุรี มีไมโครพลาสติกน้อยที่สุด คือ 420 ชิ้นต่อกิโลกรัม ในขณะที่

บริเวณชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย พบว่าหาดในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีจำนวนไมโครพลาสติกมากที่สุด คือ $5,741 \pm 2,320$ ชิ้นต่อกิโลกรัม และหาดในจังหวัดนครศรีธรรมราช มีจำนวนไมโครพลาสติกน้อยที่สุด คือ 20 ± 6 ชิ้นต่อกิโลกรัม ส่วนรูปร่างของไมโครพลาสติก ที่ในขณะที่ชายฝั่งอ่าวไทยตะวันออกพบไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างเป็น เม็ด (Particle) มากที่สุด (ร้อยละ 93.7) ในขณะที่บริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตะวันตกพบไมโครพลาสติก ที่มีรูปร่างเป็นแผ่น (Sheet) มากที่สุด (ร้อยละ 84.54) นอกจากนั้นยังพบการกระจายตัวของไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างเส้นใย (Fiber) ในทุกพื้นที่ศึกษาของทั้งสองชายฝั่ง คิดเป็นร้อยละ 11.01 และ 6.93 ตามลำดับ ซึ่งอาจมีแหล่งที่มาจาก เ็น แห หรืออวนที่ใช้จากกิจกรรมการประมงในพื้นที่ โดยอุปกรณ์เหล่านี้มีส่วนประกอบมาจากเชือก และเส้นใย (กรรณิกา หวังฤทธิไกรกุล และคณะ, 2564) นอกจากนี้ยังมีการรายงานชนิด และความหนาแน่นของไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนชายหาดทะเลอันดามัน 6 หาด ได้แก่ หาดประพาส จังหวัดระนอง หาดท้ายเหมือง จังหวัดพังงา แหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต หาดยาว จังหวัดกระบี่ หาดปากเมง จังหวัดตรัง หาดยาว จังหวัดตรัง พบไมโครพลาสติก 3 ขนาด ได้แก่ ขนาดใหญ่ (5,000-1,000 ไมโครเมตร) เฉลี่ย 14 ชิ้นต่อตารางเมตร พบมากที่สุดที่แหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต ขนาดกลาง (1,000-300 ไมโครเมตร) เฉลี่ย 178 ชิ้นต่อตารางเมตร พบมากที่สุดที่แหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต และขนาดเล็ก (300-20 ไมโครเมตร) เฉลี่ย 197 ชิ้นต่อตารางเมตร พบมากที่สุดที่ หาดท้ายเหมือง จังหวัดพังงา ชนิดของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุด คือเส้นใยโพลีเอสเตอร์ (เผ่าเทพ เชิดสุขใจ และคณะ, 2562) ซึ่งการพบไมโครพลาสติกจำนวนมากในทะเลก็อาจส่งผลให้สัตว์ทะเล บริเวณนั้นได้รับไมโครพลาสติกเข้าไปสะสมด้วย นอกจากจะส่งผลกระทบต่อสัตว์และสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังสามารถส่งผลกระทบต่อมนุษย์ได้อีกด้วย เนื่องจากสัตว์ทะเลบางกลุ่มก็ถูกมนุษย์นำมา บริโภคเป็นอาหาร และสัตว์จำพวกกลุ่มที่มีการสะสมไมโครพลาสติกมากกว่าชนิดอื่น ๆ คือสัตว์ที่ กรองอาหาร (Filter feeder) โดยเฉพาะกลุ่มหอยเชียว หอยเชียวอาศัยอยู่บริเวณชายหาด จากการเก็บตัวอย่างบริเวณหาดบ้านบางโป๊ะ พบว่าบริเวณชายหาดมีขยะพลาสติกจำนวนมาก ทำให้ขยะพลาสติกเหล่านี้แตกหักกลายเป็นไมโครพลาสติก และแทรกอยู่ตามตะกอนที่เป็นที่อยู่ ของหอยเชียว ซึ่งทำให้เห็นว่าจำนวนขยะพลาสติกที่อยู่บริเวณชายหาดส่งผลให้ปริมาณไมโครพลาสติก สูงขึ้นด้วย (Thushari et al.,

2017) นอกเหนือจากนี้ยังมีการศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติก ในหอยเสียบบริเวณชายหาดเจ้าหลาว และชายหาดคุ้งวิมาน จังหวัดจันทบุรี จำนวน 3.13 ± 2.75 ชิ้นต่อตัว และ 2.98 ± 3.12 ชิ้นต่อตัว ตามลำดับ (ปิติพงษ์ และคณะ, 2559) กลุ่มที่พบไมโครพลาสติกกรองลงมา จากกลุ่มหอยเป็นอันดับสอง คือ กลุ่มกึ่งพบไมโครพลาสติกอยู่ในช่วง 3.0 ± 3.8 ชิ้นต่อตัว โดยกึ่งกุลาคำและกึ่งกุลาลายจะพบไมโครพลาสติกมากที่สุดอยู่ในช่วง 3.8 ± 2.49 และ 3.7 ± 1.64 ชิ้นต่อตัว ตามลำดับ (พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์ และคณะ, 2563) และกลุ่มที่พบไมโครพลาสติกน้อยกว่า กลุ่มสัตว์ทะเลอื่น คือ กลุ่มปลา มีไมโครพลาสติกอยู่ในช่วงระหว่าง 1.0-3.6 ชิ้นต่อตัว จากการสำรวจ การปนเปื้อนของไมโครพลาสติก ในกระเพาะปลาเศรษฐกิจในอ่าวไทยตอนล่าง อำเภอสตงพระ จังหวัดสงขลา พบปลาที่หากิน บริเวณผิวน้ำ มีไมโครพลาสติกในกระเพาะสูงสุดเฉลี่ย 1.75 ชิ้นต่อกระเพาะ ส่วนปลาที่หากิน บริเวณแนวปะการัง และปลาที่หากินบริเวณหน้าดิน พบไมโครพลาสติก เฉลี่ย 1.24 และ 0.97 ชิ้นต่อกระเพาะ ตามลำดับ (Azad et al., 2018)

2.1.4 ไมโครพลาสติกกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันไมโครพลาสติกกลายเป็นปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศต่าง ๆ รวมทั้งระบบนิเวศทางทะเลและชายฝั่งทั่วโลก เนื่องจากไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กมาก ทำให้ยากต่อการกำจัดรวมถึงย่อยสลายได้ยาก เมื่อมีการระบายน้ำที่ผ่านการบำบัดน้ำเสียลงสู่สิ่งแวดล้อม ไมโครพลาสติกจึงสามารถปนเปื้อน แพร่กระจาย สะสมและตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้ง่าย โดยการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมพบได้ทั้งในน้ำจืด (ศิลาวุธ ดำรงศิริและเพ็ญศิริ จันทร์ภิวัฒน์, 2562) ตะกอนดิน (กรรณิกา หวังฤทธิไกรกุล และคณะ, 2564) และในทะเล (Jambeck et al., 2021) ทำให้เกิดผลกระทบที่เกิดจากการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตในทางตรง โดยการกินไมโครพลาสติกเข้าไป เนื่องจากไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กและความหนาแน่นต่ำ ทำให้มีความสามารถในการลอยตัวอยู่เหนือผิวน้ำได้ และยังสามารถปะปนกับแพลงก์ตอน ที่เป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำ เมื่อสัตว์น้ำกินไมโครพลาสติกเข้าไปไมโครพลาสติกจะสะสม ตามเนื้อเยื่อ ทำให้มีผลกระทบกับระบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นระบบการย่อยอาหาร ระบบหายใจ ระบบสืบพันธุ์ การเจริญเติบโต และอัตราการตายที่

เพิ่มขึ้น (Bhattacharya et al, 2010) และในทางอ้อมไมโครพลาสติกที่ถูกสัตว์น้ำกินเข้าไปจะมีการสะสมสารพิษในร่างกาย ทำให้ถ่ายทอดไปตามลำดับของห่วงโซ่อาหาร (Food chain) ซึ่งการถ่ายทอดในลักษณะของห่วงโซ่ จะทำให้สารพิษเพิ่มขึ้นตามลำดับขั้นของการบริโภค (Trophic level) จากผู้ผลิตสู่ผู้บริโภคลำดับสุดท้าย หรือมนุษย์ นอกจากนี้ยังพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเกล็ดที่เป็นผลิตภัณฑ์จากน้ำทะเล จากการตรวจสอบเกล็ดจาก 39 ยี่ห้อ ที่ผลิตจากสถานที่ต่าง ๆ ทั่วโลก โดยเฉพาะเกล็ดทะเล 28 ยี่ห้อจาก 16 ประเทศ ภูมิภาคครอบคลุม 6 ทวีป พบว่าในเกล็ดทะเลมีระดับไมโครพลาสติกเท่ากับ 0-1,674 ชิ้นต่อกิโลกรัม เกล็ดสินเชาว์ 0-148 ชิ้นต่อกิโลกรัม และเกล็ดน้ำทะเลสาบ 28-462 ชิ้นต่อกิโลกรัม โดยพบว่าเกล็ดทะเลจากประเทศในทวีปเอเชียมีปริมาณไมโครพลาสติกสูงกว่าภูมิภาคอื่น (Hee-Jee Lee, Nan-Seon Song, Ji-Su Kim, Seung-Kyu Kim, 2021)

2.1.5 ไมโครพลาสติกกับผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์

ศึกษาค้นคว้าพบรายงานของสารที่เป็นองค์ประกอบมีการปนเปื้อนอยู่ในไมโครพลาสติกเป็นสารจำพวกโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) โพลีคลอริเนตไบฟีนิล (PCBs) ดีดีที (DDT) และไดออกซิน ซึ่งสารที่กล่าวมาเป็นสารพิษที่สามารถก่อให้เกิดมะเร็งได้ อีกทั้งองค์การอนามัยโลก (WHO) ประกาศว่าไมโครพลาสติกที่รับเข้าสู่ร่างกายมนุษย์สามารถถูกขับออกผ่านทาง การขับถ่ายได้ โดยพบในรูปของอุจจาระและในคนที่เป็นมะเร็งปอด (Pauly et al., 1998; Zhang et al., 2021) ในปัจจุบันยังไม่พบอันตรายและยังต้องการทำการศึกษาเพิ่มเติม แต่หากไมโครพลาสติกมีระดับที่เล็กน้อยจนทำให้ถูกขับออกจากร่างกายไม่หมด อาจคาดการณ์ได้ว่าไมโครพลาสติกสามารถส่งผลกระทบต่อมนุษย์ได้หลายประการในระยะยาว โดยแทรกซึมเข้าไปในร่างกายมนุษย์มีสามทางหลัก ได้แก่ ทางการหายใจ ทางการกิน ทางการสัมผัส และพบงานวิจัยศึกษาเกี่ยวกับปริมาณการได้รับ ไมโครพลาสติกในร่างกายมนุษย์ ได้แก่

- 1) งานวิจัยระบุว่ามนุษย์ได้รับไมโครพลาสติกเท่ากับปริมาณถุงพลาสติก 50 ถุงต่อปี

(Bai et al., 2022)

2) มนุษย์ได้รับปริมาณไมโครพลาสติกเท่ากับบัตรเครดิต 1 ใบต่อสัปดาห์ (Gruber et al., 2022)

3) ผู้ใหญ่ได้รับไมโครพลาสติกเฉลี่ย 4.1 ไมโครกรัมต่อสัปดาห์ (Mohamed Nor et al., 2021)

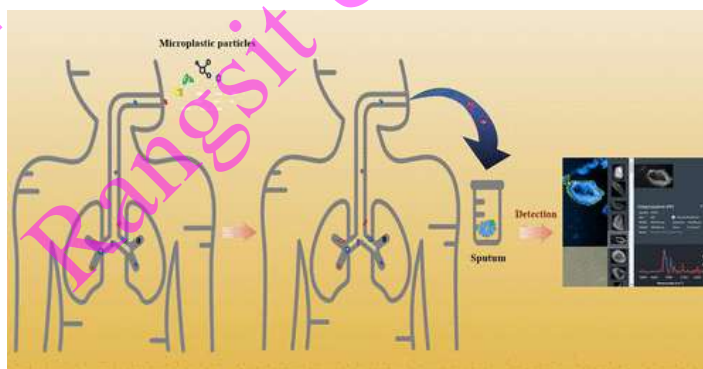
4) มนุษย์ได้รับไมโครพลาสติกเฉลี่ยตั้งแต่ 0.1-5 กรัมต่อสัปดาห์ (Senathirajah et al., 2021)

มีการตั้งคำถามเกี่ยวกับการได้รับไมโครพลาสติกในปริมาณเท่ากับบัตรเครดิต 1 ใบต่อสัปดาห์ว่าเป็นจริงหรือไม่ (Martin Pletz, 2022) โดย Martin Pletz ได้วิเคราะห์และวิจารณ์ว่าปริมาณไมโครพลาสติกที่มนุษย์ได้รับอาจไม่สูงเท่าปริมาณบัตรเครดิต และอาจใกล้เคียงกับผลการศึกษาพบว่าผู้ใหญ่ได้รับไมโครพลาสติกเฉลี่ย 4.1 ไมโครกรัมต่อสัปดาห์ (Mohamed Nor et al., 2021) ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่น้อยมาก โดย Gruber อ้างอิงจากรายงานของ World Wide Fund for Nature ระบุว่ามนุษย์อาจได้รับไมโครพลาสติกเฉลี่ยตั้งแต่ 5 กรัมต่อสัปดาห์ (Senathirajah et al., 2019) การคำนวณของ Senathirajah ซึ่งเป็นครั้งแรกที่ทำการประมาณค่ามวลรวมของอนุภาคไมโครพลาสติกที่มนุษย์กินเข้าไป โดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาอื่นๆ ในการอ้างอิงทั้งขนาด อนุภาคไมโครพลาสติก จำนวนอนุภาค ในสิ่งที่คนบริโภค เช่น หอย เปลือก เบียร์ น้ำ และปริมาณ การบริโภคต่อปีของสิ่งที่คนบริโภคเหล่านั้น เพื่อคำนวณอนุภาคของไมโครพลาสติก มี 3 สถานการณ์ที่แตกต่างกัน ในการคาดการณ์มวลอนุภาคเฉลี่ยให้ที่ 5.5, 0.3 และ 0.1 กรัม/สัปดาห์ ตามลำดับ ปัญหาที่ Gruber ระบุว่าไมโครพลาสติก คือ 5 กรัมโดยเฉลี่ย และไม่ใช่ 0.1-5 กรัม ตามที่มีการวิพากษ์วิจารณ์ ในวิดีโอ YouTube หัวข้อ Are You Eating a Credit Card Every Week? (Hank, 2022) โดยแท้จริงค่าสูงสุดอยู่ที่ 5 กรัมต่อสัปดาห์ ซึ่งสูงอย่างไม่สมเหตุผล ผลจากการคำนวณค่ามัธยฐานเท่ากับ 4.1 ไมโครกรัม/สัปดาห์สำหรับผู้ใหญ่ (Mohamed Nor et al., 2021) ทั้งค่าสูงสุดและต่ำสุดข้างต้นอยู่นเหนือ การคาดการณ์ของ Mohamed Nor et al. อย่างมาก ดังนั้นอาจมีปัญหที่อาจเกิดขึ้นจากการทำวิเคราะห์ วิธีการคำนวณอนุภาคปริมาณไมโครพลาสติกของ Senathirajah et al. นอกเหนือจากข้อขัดแย้งที่เห็น ได้ชัดบางประการแล้วยังมีปัญหาเชิงวิธีการ เกี่ยวกับการรวมข้อมูลจำนวนอนุภาคและขนาดอนุภาคจากแหล่งที่ต่างกัน

ไมโครพลาสติกสามารถเข้าไปสะสมในร่างกายของมนุษย์ผ่านการบริโภคอาหารและน้ำ ซึ่งมีการศึกษาพบว่าไมโครพลาสติกสามารถสะสมในอวัยวะต่างๆ เช่น ปอด ตับ รก และสมอง จึงส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย ได้แก่

1) ระบบหายใจ

จากการศึกษาตรวจพบไมโครพลาสติกในเสมหะ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า สามารถระบุไมโครพลาสติกได้ 21 ประเภท โดยโพลียูรีเทนเป็นประเภทหลัก รองลงมาคือ โพลีเอสเตอร์โพลีเอทิลีนคลอไรด์ และอัลคิควาณิช ซึ่งคิดเป็น 78.36% ของไมโครพลาสติกทั้งหมด ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 500 ไมโครเมตร (ค่ามัธยฐาน: 75.43 ไมโครเมตร; ช่วงควอร์ไทล์: 44.67-210.64 ไมโครเมตร) (Shumin et al., 2022) ดังนั้นไมโครพลาสติก พบได้ทั่วไปในเสมหะ ซึ่งบ่งชี้ว่าการหายใจเข้าไปเป็นช่องทางที่ไมโครพลาสติกอาจเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้แต่การศึกษาผลกระทบไมโครพลาสติกต่อระบบทางเดินหายใจยังต้องการงานวิจัยเพิ่มเติม (พญ.พรรัักษ์ ศรีพล, 2567)



รูปที่ 2.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างเสมหะและวิธีประเมินไมโครพลาสติกในทางเดินหายใจ

โดยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์และกล้องจุลทรรศน์อินฟราเรด (Shumin et al., 2022)

2) ระบบหลอดเลือด

ผู้ป่วยที่มีภาวะเส้นเลือดตีบจากการมี plaque อุดตันในหลอดเลือด จากนั้นผ่าตัดออกมาถูกนำไปตรวจวิเคราะห์พบว่ามีไมโครพลาสติก (microplastics) จากผู้ป่วยที่มีไมโครพลาสติกสะสมใน plaque มีอัตราการเกิดหัวใจขาดเลือด (myocardial infarction), โรคหลอดเลือดสมอง (stroke),

หรือเสียชีวิตสูงกว่าผู้ป่วยที่ไม่มีไมโครพลาสติกใน plaque ในช่วงติดตามผล 34 เดือน (Raffaele Marfella, M.D., Ph.D., 2024)

3) ระบบสืบพันธุ์

นาโนพลาสติกที่กินเข้าไปถูกตรวจพบที่เนื้อเยื่ออวัยวะสืบพันธุ์ เป็นข้อบ่งชี้ว่านาโนพลาสติกสามารถผ่านเข้ามาทางต่อมเพศ ทำให้การทำงานของต่อมไร้ท่อในรังไข่ เกิดการถูกรบกวนและทำให้มีการลดระดับการหลั่งฮอร์โมนเอสตราไดออลที่อยู่ในซีรัมของหนูตัวเมีย (Haddadi et al., 2022) มีการรายงานผลไมโครพลาสติกสามารถตรวจพบได้ในตัวอย่างน้ำอสุจิของมนุษย์ โดยไมโครพลาสติกชนิดที่พบมากที่สุดคือโพลีสไตรีน (Polystyrene) ซึ่งเป็นหนึ่งในแปดชนิดของไมโครพลาสติกที่ระบุได้ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิลดลง โดยเฉพาะการสัมผัสกับไมโครพลาสติกชนิดต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของตัวอสุจิและศักยภาพในการสืบพันธุ์ในเพศชาย (Ning et al., 2024)

4) ระบบย่อยอาหาร

ระบบย่อยอาหารเป็นแหล่งสะสมหลักของไมโครพลาสติกที่รับเข้ามาสู่ร่างกาย จากการศึกษาพบว่า 10% ของอนุภาคนาโนโพลีสไตรีนที่เข้าสู่ร่างกายยังคงตกค้างอยู่ในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งทำให้เห็นว่าไมโครพลาสติกสามารถสะสมอยู่ในร่างกายมนุษย์ได้ (Hillery et al., 1994) จากการศึกษาพบว่าในระบบย่อยอาหาร ไมโครพลาสติกสามารถทำให้เกิดการอักเสบและเปลี่ยนแปลงไมโครไบโอเคมีในลำไส้ ซึ่งอาจนำไปสู่ภาวะ dysbiosis ทำให้มีอาการปวดท้อง ท้องอืด และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการขับถ่าย เป็นต้น ในการศึกษาทางระบาดวิทยาเกี่ยวกับคนงานหญิง ในโรงงานสิ่งทอที่เซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน พบว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งกระเพาะอาหารเพิ่มขึ้น เมื่อมีการสัมผัสเส้นใยสังเคราะห์ซึ่งเป็นไมโครพลาสติกเป็นเวลานาน (Gallagher et al., 2015)

2.2 กะปิ

กะปิ (Shrimp paste) เป็นเครื่องปรุงรสของไทย และในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมถึงทางตอนใต้ของประเทศไทย กะปิกัดค้นโดยชาวประมงที่ต้องการจะดองกุ้งที่จับมาได้เพื่อเอาไว้รับประทาน

ได้ในระยะเวลานาน ๆ ประเทศไทยมีกะปิมากมายหลายชนิดให้เลือกรับประทานกะปิแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและกรรมวิธีการผลิตตาม แต่ละท้องถิ่นนั้น ๆ โดยส่วนใหญ่ทำมาจากกุ้งเคย ซึ่งมีมากในแถบชายฝั่งอันดามัน ดังนั้น จึงมีการผลิตกะปิในหลาย ๆ แห่งของพื้นที่ที่ติดกับทะเล วัตถุดิบที่นิยมนำมาผลิตเป็นกะปิ เช่น เคย กุ้ง ปลา (กรมประมง, 2563)

2.2.1 วิธีการทำกะปิ

กระบวนการทำกะปิมีได้หลากหลายวิธีขึ้นอยู่กับแต่ละพื้นที่ มีวิธีดังนี้

1) การผลิตกะปิโดยใช้ปลาหรือกุ้งคลุกกับเกลืออัตราส่วน 3 ต่อ 1 ผึ่งแดดพองหมด นำเข้าเครื่องบดให้กลายเป็นกะปิ ในระหว่างที่บดกะปิอาจมีการเติมน้ำตาล สี หรือกากมันสำปะหลังลงไปเพื่อให้มีรส สี หรือมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เมื่อบดเสร็จแล้วนำไปบรรจุลงในถังไม้ หรืออ่างเคลือบ และกดให้แน่น นำออกไปตากแดดแล้วบรรจุกลับไปในถังไม้หรืออ่างเคลือบให้แน่นอีกรอบ จะทำการหมักกะปิทิ้งไว้ 2 ถึง 3 เดือน

2) ภาคตะวันออกใช้เคยที่เป็นวัตถุดิบทั้งตัวเล็กและตัวใหญ่เรียกว่าเคยตาแดง จับบริเวณจังหวัด ระยองและชลบุรี นำมาคลุกเคล้ากับเกลือในบ่อซีเมนต์ โดยใช้อัตราส่วนของเคยและเกลือ 10 ต่อ 1 เมื่อคลุกเคล้าจนเข้ากันดีแล้วจะเกรอะไว้ในบ่อ 3 วันก่อนนำไปตากแดด โดยเกลี่ยเคยที่เกรอะแล้ว บนตาข่ายวางตากแดดไว้นาน 6 ชั่วโมง ถึง 1 วัน แล้วนำมาบดด้วยเครื่องบดและอัดใส่ถุงพลาสติก หรืออัดใส่โอ่ง วางไว้ในร่มนาน 6 เดือน ถึง 1 ปี

3) การผลิตกะปิในภาคกลาง จะมีการใช้วัตถุดิบคือเคยตาดำ จะนำมาคลุกเคล้ากับเกลือ โดยใช้อัตราส่วนเคยกับเกลือ 10 ต่อ 1 กิโลกรัม ใส่เคยที่คลุกเคล้ากับเกลือ ไว้ในถุงปุ๋ยวางซ้อนกัน แล้วตั้งทิ้งไว้ให้น้ำไหลออก ทำการหมักทิ้งไว้ 1 คืนและนำไปตากแดด 1 วัน เมื่อดากแดดจนแห้งแล้วจะนำมาบดด้วยเครื่องบดให้ละเอียดและอัดใส่ถังให้แน่น หมักไว้นานประมาณ 2 เดือน

4) การผลิตกะปิในภาคใต้ ชนิดของเคย คือ เคยส้มโอหรือเคยแมงโรม (Acetes sp.) จะใช้เรืออวนรุนและเรืออวนลากในการจับเคย มีการล้างเคยด้วยน้ำทะเล เมื่อเรือเข้าฝั่ง จะขนส่งมายังที่ผลิต ผู้ผลิตจะคัดเลือกเอาเศษขยะและปลาที่ติดมากับเคยออก แล้วนำมาคลุกเคล้า กับเกลือ โดยใช้ อัตราส่วนของเคยต่อเกลือ 100 กิโลกรัม ต่อ 17 กิโลกรัม เมื่อคลุกเคล้าจนเข้ากันดี จะคัดใส่กระสอบ

พลาสติกหมักไว้ 1 คืน รุ่งเช้าขึ้นมานำออกตากแดด โดยเกลี่ยเกลี่ยที่หมักแล้วบน ตาข่ายในล่อนวางบน ตะแกรงตากแดดนาน 7 ชั่วโมงนำมาบดด้วยเครื่องบด แล้วอัดใส่โอ่งไว้ 1 คืน นำออกตากแดดอีกครั้ง นาน 7 ชั่วโมง บดด้วยเครื่องบด แล้วอัดใส่โอ่งวางโอ่งไว้ในที่ร่มหมักนาน 6 เดือน (กรมประมง, 2563)

2.2.2 เคย

เคย มีลักษณะสำคัญ คือ ตัวสีขาวใส ตาสีดำ เปลือกบางและนิ่ม มีเปลือกหุ้มตัว ลำตัวเป็นปล้อง โดยมีรยางค์ยื่นออกมาเป็นคู่ เช่น หนวด ขากรรไกร ขาเดินและขาว่ายน้ำ เมื่อเจริญเติบโต จะสลัดเปลือกเดิมแล้วสร้างเปลือกใหม่ รูปร่างคล้ายกุ้งแต่ตัวเล็กกว่า และไม่มีกิริแหลม ๆ ที่บริเวณ หัวเหมือนกับกุ้ง มักอาศัยอยู่ตามบริเวณรากไม้ตามป่าชายเลน เช่น ต้นโกงกาง แสม ลำพู เป็นต้น ส่วนมากตัวเคยจะอาศัยอยู่ใกล้ผิวทะเลโดยไม่จมลงไปใต้น้ำลึก การกระจายของเคยในแหล่งที่อยู่อาศัยจะขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ความเค็ม อุณหภูมิ น้ำ และฤดูกาล เคยที่ใช้ทำกะปิ มีอยู่ 5 สกุลคือ

1) สกุล Acetes (Order Decapoda; Family Sergestidae) เคยในสกุล Acetes มีชื่อเรียกต่างๆ กันตามขนาดของลำตัว สีของอวัยวะต่างๆ ที่มองเห็นและลักษณะของการรวมกันอยู่ เช่น ลำตัวมีขนาดใหญ่จะเรียกว่า เคยโกร่ง เคยหยาบ เคยใหญ่ ถ้าเรียกตามสีของหนวดจะเรียกว่า เคยสายไหม ซึ่งนิยมเรียกทางภาคใต้ สีของลำตัวเรียกว่า เคยดอกเลา สีของหางเรียกว่า เคยหางแดง ส่วนการเรียกตามลักษณะของการรวมกันอยู่เรียกว่า เคยฝูง เคยประดา เคยในสกุลนี้มีขนาดใหญ่

2) สกุล Lucifer (Order Decapoda; Family Sergestidae) เคยในสกุล Lucifer ได้แก่ เคยน้ำข้าว เคยเส้นด้าย เคยสำลี เคยนุ่น เคยในสกุลนี้ลำตัวเล็กยาว และแบนข้าง ส่วนที่เป็นหัวยาวมาก ซึ่งเป็นจุดเด่นของเคยในสกุลนี้

3) สกุล Mesopodopsis (Order Mysidacea; Family Mysidae) เคยในสกุล Mesopodopsis ได้แก่ เคยตาดำ เคยตะเอยด เคยตาดำหวาน เคยคายไม้ไผ่ ลักษณะของเคยในสกุลนี้คือ ขาตรงบริเวณ ส่วนอกยาว ขาตรงบริเวณปล้องท้อง มีขนาดเล็กมองเกือบไม่เห็น ยกเว้นเพศผู้ขาคู่ที่ 4 จะยาว ปล้องของลำตัวยาวเกือบเท่ากัน ตรงโคนแพนหางอันในมีลักษณะคล้ายฟองอากาศ

4) สกุล Acanthomysis (Order Mysidacea; Family Mysidae) เคยในสกุล Acanthomysis ได้แก่ เคยหน้าสนิม เคยขี้เท่า เคยตาดำเล็ก พบเพียงชนิดเดียวคือ Acanthomysis hodgarti W.M.Tattersal ลักษณะของเคยชนิดนี้คือ ปลายของแพนหางมนกลม ด้านล่างของปล้องท้องจะมีจุดสีดำกลมทุกปล้อง

หางเรียวยาว ด้านข้างมีหนาม 28 คู่ ส่วนปลายจะมีหนามยาว 2 คู่ ขนาดที่พบเพศผู้และเพศเมีย มีความยาวอยู่ระหว่าง 5.0-9.9 มม.

5) สกุล *Rhopalophthalmus* (Order Mysidacea; Family Mysidae) เคยในสกุล *Rhopalophthalmus* เป็นเคยตาตำที่มีขนาดใหญ่ พบปะปนอยู่กับเคยตาตำเล็ก เพศผู้มีขนาด 9.0 - 10.9 มม. เพศเมีย 9.0 - 14.9 มม. พบเพียงจังหวัดสุราษฎร์ธานีเพียงแห่งเดียว และพบเพียงชนิดเดียวเท่านั้น มีลักษณะ คือ นัยน์ตาและก้านตาจะมีขนาดใหญ่กว่าเคยตาตำชนิดอื่นๆ ด้านล่างของปล้องท้องจะไม่มีจุดสี และขาที่ปล้องท้องจะยาวกว่าเคยตาตำอื่นๆ ขาเรียวยาว ด้านข้างมีหนาม 14 คู่ ส่วนปลายมีหนามยาว 2 คู่ และมีขนเล็ก ๆ ล้อมรอบ หางมีจุดสีแดง 2 จุด อยู่ตรงใกล้ ๆ กับส่วนบนและส่วนปลายหาง ซึ่งมองเห็นได้ชัดเจน (BUU Knowledge Center of Culture, 2547)

เคยแบ่งออกเป็น 5 ระยะ ลักษณะแต่ละระยะ ดังนี้

1) Juvenile มีลักษณะคือ หนวดคู่ที่ 1 ยังไม่เจริญและมีความยาวเสมอกับตาทั้งสองข้าง ยังไม่มีการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ทั้งลักษณะของเพศเมียที่ขาเดินคู่ที่ 3 และเพศผู้ที่ขาว่ายน้ำคู่แรก

2) Immature male มีลักษณะคือ หนวดคู่ที่ 1 มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นจะเห็นขอบด้านในมีลักษณะเหมือน หัวไม้ตีกอล์ฟและมีสีดำชัดเจนและอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (Petesma) พัฒนาขึ้นตรง ขาว่ายน้ำคู่แรก capitulum มีขนาดเล็ก

3) Immature female มีลักษณะคือ หนวดคู่ที่ 1 มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นจะเห็นขอบด้านใน มีลักษณะเหมือนหัวไม้ตีกอล์ฟและมีสีดำชัดเจน และอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย (Thelycum) พัฒนาตรงขาเดินคู่ที่ 3

4) Mature male ในระยะนี้ เส้นหนวดคู่ที่ 1 อันล่าง (Lower antennular flagellum) มีหนามเกี่ยว (Clasping spine) 2 อัน เส้นหนวดคู่ที่ 1 อันบนมี 10 - 12 ปล้อง อวัยวะเพศผู้มีการพัฒนา ที่ขาว่ายน้ำคู่แรก ไม่มี Par astringens บริเวณปลาย Capitulum มีลักษณะคล้ายกระเปาะ (Bulb) และมีหนามเล็กๆ มากมายกระจายอยู่รอบกระเปาะบริเวณ capitulum

5) Mature female หนวดคู่ที่ 1 อันล่างมีการพัฒนาแยกออกเป็นสองอันที่บริเวณปลายฐานของขาเดินคู่ที่ 3 ตรงอวัยวะเพศเมีย (Thelycum) มีลักษณะเป็นพู่ (Protuberance) มีแผ่นขนาดใหญ่ปิดเลี้ยวออกลงมาสามารถสังเกตเห็นได้ชัดบริเวณขาเดินคู่ที่ 3 (วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 2566)

2.2.3 กุ้ง

กุ้ง จัดอยู่ในไฟลัมสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ชั้น Crustacea เป็นสัตว์น้ำ หายใจด้วยเหงือก ลำตัวยาว แบนหรือกลม และแบ่งเป็นปล้อง ๆ เปลือกที่หุ้มท่อนหัวและอกคลุม มาถึงอกปล้องที่ 8 ส่วนใหญ่บริเวณจะกักริมลักษณะแบนข้าง ก้ามและขาอยู่ที่ส่วนหัวและอกมี 10 ขา มีทั้งในน้ำจืด และน้ำเค็ม โดยปกติชอบหลบซ่อนตัวอยู่เงียบ ๆ ตามพื้นน้ำ ซอกมิด ๆ และอยู่ตาม ผิวหน้าดิน จะออกหากินในเวลากลางคืน กุ้งกินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร สามารถแบ่งออกได้หลายชนิด ซึ่งจะใช้กุ้งทะเลในการนำมาทำเป็นกะปิ

วงจรชีวิตของกุ้งทะเล เมื่อลูกกุ้งฟักตัวออกจากไข่หลังจากนั้นลูกกุ้งจะเคลื่อนตัวเข้า บริเวณชายฝั่งที่เป็นน้ำกร่อย ซึ่งเป็นบริเวณที่มีอาหารธรรมชาติอุดมสมบูรณ์ ขณะที่เคลื่อนตัว เข้าบริเวณชายฝั่งหรือบริเวณหน้าผาดินลูกกุ้งจะเจริญเติบโตขึ้นเรื่อยๆ โดยวิธีการลอกคราบ เมื่อลูกกุ้ง เจริญเติบโตก็จะหาอาหารกินบริเวณน้ำกร่อย และลูกกุ้งจะอยู่ในบริเวณนี้จนกระทั่งเติบโตจนถึงขั้น เป็นพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ได้ก็จะอพยพออกสู่บริเวณน้ำลึกเพื่อทำการสืบพันธุ์วางไข่ต่อไปวนเวียนอยู่ เช่นนี้

การสืบพันธุ์วางไข่ของกุ้งทะเล ฤดูกาลวางไข่ของกุ้งตามชายฝั่งทะเลอ่าวไทยจะพบ มากในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม ในส่วนของแนวชายฝั่งทะเลอันดามันก็มีได้ตลอดปี เช่นกันแต่ช่วงที่ชุกชุมที่สุดคือเดือนพฤษภาคม ในส่วนของแนวชายฝั่งทะเลอันดามัน จะมีไข่กุ้งได้ตลอดปี เมื่อไข่ปฏิสนธิแล้วตัวอ่อนจะแบ่งตัวและมีการพัฒนาจนครบประมาณ 12 - 18 ชั่วโมง ก็จะฟักออกตัวอ่อนในระยะ nauplius ลูกกุ้งที่ฟักตัวออกมาจะมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปจนกระทั่งมีรูปร่างเหมือนกับกุ้งตัวเต็มวัย ซึ่งมีการพัฒนาแบ่งออกเป็น ระยะต่างๆ ดังนี้

ตัวอ่อนระยะที่ 1 (Nauplius) รูปร่างคล้ายแมงมุมประกอบด้วยขาคู่ 3 คู่ ตัวอ่อน ระยะนี้ผ่านการลอกคราบ 5 ครั้ง โดยใช้เวลา 36 - 40 ชั่วโมง ก่อนเข้าสู่ระยะที่ 2 ซึ่งตัวอ่อน ในระยะที่ 1 ยังไม่ต้องการอาหารเพราะมีถุงอาหาร (Yolk sac) ติดอยู่กับ ลำตัวจึงสามารถใช้อาหารจากถุง ดังกล่าวในการยังชีพได้

ตัวอ่อนระยะที่ 2 (Protozoa) ตัวอ่อนระยะนี้ลำตัวยาวขึ้น ส่วนหัวและลำตัว แยกออกจากกันอย่างเห็นได้ชัด ตัวอ่อนในระยะนี้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงรูปร่าง 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ส่วนตาจะพัฒนาเป็นรอยนูนๆ ตรงบริเวณส่วนหัว

ขั้นที่ 2 ตาจะโผล่ออกมาและมีก้านตาเกิดขึ้น

ขั้นที่ 3 ลูกกุ้งเริ่มมีแพนหาง ใช้เวลาในการพัฒนาประมาณ 4 - 5 วัน

ตัวอ่อนระยะที่ 3 (Mysis) ระยะนี้ลูกกุ้งมีรูปร่างคล้ายลูกกุ้งวัยรุ่นแล้วแต่การว่ายน้ำยังแตกต่างกันอยู่ คือ จะว่ายน้ำแบบหัวที่มลงและติดขึ้นลง การพัฒนาการ ของลูกกุ้งในระยะนี้มี 3 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ขาวว่ายน้ำยังไม่เกิด

ขั้นที่ 2 ปล้องแรกของขาว่ายน้ำปรากฏให้เห็นแล้ว

ขั้นที่ 3 ขาวว่ายน้ำปรากฏขึ้นมาอย่างสมบูรณ์ การพัฒนาใช้เวลา 3 - 4 วัน

ตัวอ่อนระยะที่ 4 (Post larvae) ลูกกุ้งระยะนี้มีลักษณะใกล้เคียงกับลูกกุ้ง วัยรุ่นมากขึ้น เริ่มมีอวัยวะต่างๆ เกือบครบทุกส่วนและพัฒนาการไปเรื่อยๆ จนเข้าสู่ ระยะกุ้งวัยรุ่น การว่ายน้ำจะขยับไปกับผิวน้ำ เมื่อลูกกุ้งเข้าสู่ระยะนี้ประมาณ 3 - 7 วัน หลังจากนั้นจะเปลี่ยน จากว่ายน้ำมาเป็นการเกาะนิ่ง อยู่ตามผนังบ่อและก้นบ่อ เมื่อเลี้ยง ไปอีกจนถึงช่วง Post larvae 22 - 30 วัน ก็สามารถที่ใช้เป็นพันธุ์กุ้ง สำหรับปล่อยลงเลี้ยง ในบ่อได้ (สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ, 2532)

2.2.4 ปลา

ปลา เป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังและป็นสัตว์เลือดเย็นที่มีมากถึงประมาณ 34,400 สายพันธุ์ พบได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็มทั่วโลก ปลาอยู่ในกลุ่มใหญ่ที่เรียกว่า Agnatha (ปลาที่ไม่มีขากรรไกร) และอยู่ในไฟลัม Chordata ซึ่งรวมถึงปลาหนังลื่น (Hagfish), ปลาฉลาม, ปลากระดูกแข็ง และอื่น ๆ อีกมากมาย ยกเว้นปลาโอปาห์ (Opah) ซึ่งเป็นปลาชนิดเดียวที่ไม่ใช่ สัตว์เลือดเย็น ปลามีลักษณะเฉพาะ เช่น ช่องเหงือกด้านข้าง, เส้นแกนกระดูก (Notochord) และหาง ปลาที่นิยมนำมาทำกะปิ ได้แก่ ปลาชิว (Rasbora sp.) ปลาหลังเขียว (Sardinella sp.) ปลาเกะตัก (Anchoviella sp.) ปลาทุ (Rastrelliger sp.) เป็นต้นวงจรชีวิตของปลามี 6 ระยะ ดังนี้

1) ระยะไข่ (Egg stage) ในระยะนี้ตัวอ่อนขนาดเล็กจะเริ่มพัฒนา อยู่ภายในไข่ที่มีเปลือกแข็ง ในระหว่างกระบวนการนี้ตัวอ่อนจะมีการเริ่มสร้างอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายทำให้ตัวอ่อนที่อยู่ในไข่จำนวนมากไม่สามารถรอดชีวิตในระยะนี้ได้ ปลาที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง จะฟักไข่ได้เร็วกว่าปลาที่อาศัยอยู่ในน้ำเย็น

2) ระยะตัวอ่อน (Larva stage) เมื่อไข่ฟักออกมาจะมีตัวอ่อนที่มีถุง ไข่แดงติดอยู่กับ ร่างกาย ถุงไข่แดงนี้จะเป็นแหล่งอาหารของตัวอ่อน ในแรกตัวอ่อนจะใช้ชีวิตอยู่ได้ประมาณ 4 วันจากพลังงานในถุงไข่แดง ในระยะนี้ตาจะเริ่มพัฒนารวมถึงปากด้วย เมื่อถุงไข่แดงถูกดูดซึมจนหมดตัวอ่อนจะถูกเรียกว่า ลูกปลา

3) ระยะลูกปลา (Fry stage) จะแตกต่างจากตัวอ่อนที่ยังพึ่งพาถุงไข่แดง ลูกปลา สามารถหาอาหารเองได้แล้วโดยในช่วงไม่กี่เดือนแรกของชีวิต ปลาจะถูก เรียกว่า Fry ในระยะนี้ปลาจะมีการพัฒนาทางร่างกายมากขึ้นเรื่อย ๆ

4) ระยะวัยรุ่น (Juvenile Stage) ในระยะนี้ ปลาจะเริ่มมีลักษณะคล้ายตัว เต็มวัยมากขึ้น เช่น การพัฒนาในส่วนของครีบ สี และรูปร่างต่าง ๆ นี่ก็ช่วงเปลี่ยนผ่านจากลูกปลาไปเป็นปลาที่โต เต็มวัย ระยะเวลาของช่วงนี้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของปลา ส่วนใหญ่จะไม่รอด ถึงระยะนี้ เนื่องจากศัตรูตามธรรมชาติ

5) ระยะโตเต็มวัย (Adult stage) ปลาที่โตเต็มวัยจะมีวัฏจักรครบถ้วน และ สามารถสืบพันธุ์ได้แล้ว การเจริญเติบโตจนถึงระยะวุฒิภาวะทางเพศขึ้นอยู่กับอายุขัยของปลา หากเป็นชนิดที่มีอายุขัยสั้น จะเข้าสู่ภาวะสืบพันธุ์ได้เร็วกว่า ชนิดที่มีอายุขัยยาว

6) ระยะการวางไข่ (Spawning stage) ปลาตัวเมียปล่อยไข่ลงไปในน้ำและปลาตัวผู้จะ ปล่อน้ำเชื้อ เพื่อปฏิสนธิกับไข่ ไม่ใช่ไข่ทุกฟองจะถูกปฏิสนธิ รูปแบบ การวางไข่ขึ้นอยู่กับ ชนิดของปลา บางชนิดวางไข่เป็นระยะ ๆ บางชนิดปีละครั้งและบางชนิดก็วางไข่นาน ๆ ครั้ง (Michigan Sea Grant, 2025)

2.3 รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์ และคณะ (พ.ศ.2563) ศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสัตว์ทะเลที่เป็นอาหาร ใช้วิธีสกัดและแยกไมโครพลาสติกที่ดัดแปลงมาจาก UNEP (2016); Dehaut et al. (2016); Kuhn et al. (2017) มีการควบคุมการปนเปื้อนจากห้องปฏิบัติการ โดยการใช้ฝาปิดอุปกรณ์และตัวอย่าง เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากอากาศและน้ำที่ใช้เป็น de-ionized นำตัวอย่างไมโครพลาสติกที่แยกได้บนผ้ากรอง ไปส่องบนกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 10, 40 และ 100 เท่า นับจำนวนไมโครพลาสติกที่พบ โดยคิดเป็นจำนวนชิ้นต่อตัว จำแนกรูปร่างของไมโครพลาสติกออกเป็น 3 รูปแบบหลัก ได้แก่ เส้นใย (Fiber) แผ่น (Film) และชิ้นส่วนขนาดเล็กที่ไม่มีรูปร่างแน่นอน (Fragment) จากการศึกษาพบว่ารูปร่างหลักที่พบในสัตว์ทะเล คิดเป็นร้อยละ 48.80, 10.70 และ 40.5 ตามลำดับ ศึกษาไมโครพลาสติกในสัตว์ทะเลที่มีการบริโภค เป็นอาหารของคนไทย 5 กลุ่ม ได้แก่ หอย กุ้ง ปู หมึก และปลา รวม 25 ชนิด พบว่ากลุ่มหอยมีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกมากที่สุด (33%) โดยสัตว์ทะเลในแต่ละกลุ่มพบไมโครพลาสติกมากที่สุดได้แก่ หอยเสียบ กุ้งกุลาดำ ปูทะเล หมึกกระดอง และปลาทุ โดยมีจำนวนไมโครพลาสติกทั้งหมดเท่ากับ 6.6 ± 2.61 , 3.8 ± 2.49 , 3.4 ± 1.14 , 3.0 ± 2.35 และ 3.6 ± 1.14 ชิ้นต่อตัว ตามลำดับ รูปร่างและสีของไมโครพลาสติกที่พบส่วนใหญ่เป็น รูปแบบเส้นใย (48.80%) และสีน้ำเงิน (47.25%) มีขนาดระหว่าง 5-185 ไมครอน และพบโพลีเมอร์ประเภท Polyethylene, Polyester และ Nylon

ศิวารุณ คำรังศิริ และเพ็ญรติ จันทร์ภวัฒน์ (2564) ได้ทำการสำรวจปริมาณไมโครพลาสติกในเกลือสมุทรที่ผลิตในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาผลิตภัณฑ์เกลือสมุทรซึ่งผลิตได้จากนาเกลือที่ยังไม่ถูกนำไปผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพใด ๆ และได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเกลือขาว เกลือดำ ดอกเกลือ และเกลือแบบนาผ้าใบ แล้วจึงนำมาตรวจวัดปริมาณไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนอยู่ในผลิตภัณฑ์เกลือสมุทรต่าง ๆ ดังกล่าว และพบว่าเกลือชนิดต่าง ๆ นั้น มีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก (Cutoff sizes มากกว่าหรือเท่ากับ 50 ไมโครเมตร) ในปริมาณที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยตรวจพบช่วงค่าของปริมาณไมโครพลาสติกที่ 34-2,377 ชิ้นต่อเกลือสมุทร 1 กิโลกรัม

และมีค่าเฉลี่ย และมีค่ามัธยฐานของปริมาณไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในเกลื้อสมุทรที่ 378 และ 177 ชิ้นต่อเกลื้อสมุทร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ

กรรณิกา หวังฤทธิไกรกุล และคณะ (2564) ได้สำรวจไมโครพลาสติกในทรายบริเวณชายหาด โดยศึกษาเฉพาะบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตะวันตก และตะวันออก พื้นที่ศึกษาบริเวณชายฝั่ง อ่าวไทยตะวันตก (ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา) โดยหลีกเลี่ยงชายหาดที่เป็นแหล่งชุมชน หรือแหล่งท่องเที่ยวให้ได้มากที่สุด ในขณะที่พื้นที่ศึกษาบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตะวันออก (จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด) จะเลือกชายหาดที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว หรือแหล่งชุมชนฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยพบว่าหาดปลา จังหวัดระยอง มีไมโครพลาสติกมากที่สุด (>200,000 ชิ้นต่อกิโลกรัม) และหาดทรายแก้ว จังหวัดชลบุรี มีไมโครพลาสติกน้อยที่สุด (420 ชิ้นต่อกิโลกรัม) โดยส่วนใหญ่พบรูปร่างเม็ด (Particle) และพบไมโครพลาสติกสีใสมากที่สุด ในขณะที่บริเวณชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย พบว่าชายหาดในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีจำนวนไมโครพลาสติกมากที่สุด (5,741+2,320 ชิ้นต่อกิโลกรัม) และหาดจังหวัดนครศรีธรรมราชมีจำนวนไมโครพลาสติกน้อยที่สุด (20+6 ชิ้นต่อกิโลกรัม) โดยพบรูปร่างแผ่น (Sheet) เป็นส่วนใหญ่ และพบไมโครพลาสติกสีดำมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบการกระจายตัวของไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างเส้นใย (Fiber) ในทุกพื้นที่ของทั้งสองชายฝั่ง

Yan et al., (2022) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในอุจจาระมนุษย์ กับผู้ป่วยโรคลำไส้อักเสบเรื้อรัง (Inflammatory Bowel Disease หรือ IBD) โดยวิเคราะห์ลักษณะของไมโครพลาสติกในอุจจาระของผู้ป่วยโรคลำไส้อักเสบเรื้อรัง (IBD) และ กลุ่มคนสุขภาพดี พบว่าความเข้มข้นของไมโครพลาสติกในอุจจาระของผู้ป่วย IBD (41.8 ชิ้นต่อกรัม) สูงกว่าของคนทั่วไป (28.0 ชิ้นต่อกรัม) โดยที่โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) และโพลีเอไมด์ (PA) เป็นชนิดที่พบมากที่สุด รูปร่างหลักที่พบคือแผ่น (Sheets) และเส้นใย (Fibers) จากการศึกษาพบไมโครพลาสติกในอุจจาระสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดเพื่อประเมินระดับการได้รับไมโครพลาสติกของมนุษย์ รวมถึงความเสี่ยงด้านสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

Shumin et al., (2022) ได้ศึกษาไมโครพลาสติกในผู้ป่วยที่มีโรกระบบทางเดินหายใจแตกต่างกันจำนวน 22 ราย พบไมโครพลาสติกในเสมหะมีขนาดเล็กกว่า 500 ไมโครเมตรในเสมหะของผู้เข้าร่วมทุกคน ตรวจพบไมโครพลาสติกทั้งหมด 21 ชนิด โดยโพลียูรีเทน (Polyurethane) เป็นชนิดที่พบมาก

ที่สุด แสดงให้เห็นว่าการสูดดมอาจเป็นช่องทางหนึ่งที่ไมโครพลาสติกเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ นอกจากนี้ ปริมาณของไมโครพลาสติกแต่ละชนิดในทางเดินหายใจยังสัมพันธ์กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น การสูบบุหรี่ การตรวจรักษาแบบสอดกล้อง ฯลฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

Ning et al., (2024) ศึกษาความชุกและผลกระทบของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำอสุจิ ของมนุษย์ทั่วไป โดยเก็บตัวอย่างน้ำอสุจิจากผู้เข้าร่วมจำนวน 40 คนที่เข้ารับการตรวจสุขภาพก่อน สมรสในเมืองจีหนาน ประเทศจีน การใช้เทคนิค Raman microspectroscopy พบไมโครพลาสติกใน ตัวอย่างน้ำอสุจิทุกตัวอย่าง โดยเฉลี่ย 2 อนุภาค ต่อคน พบพอลิเมอร์ที่แตกต่างกันทั้งหมด 8 ชนิด โดยที่ โพลิสไตรีน (Polystyrene) เป็นชนิดที่พบมากที่สุด ซึ่งอาจเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ทำให้จำนวนอสุจิลดลง

Raffaele Marfella, M.D., Ph.D., (2024) ได้ศึกษาไมโครพลาสติกและนาโนพลาสติกในคราบ ไขมันหลอดเลือด (Atheromas) ในผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือด จากการผ่าตัดผู้ป่วยที่มีภาวะเส้น เลือดตีบจากการมี Plaque ตรวจพบ โพลีเอทิลีน (Polyethylene) ใน Carotid artery plaque ของผู้ป่วย 150 ราย โดยมีปริมาณเฉลี่ย 21.7 ± 24.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมของคราบไขมัน นอกจากนี้ ผู้ป่วย 31 ราย ยัง ตรวจพบโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride) โดยมีปริมาณเฉลี่ย 5.2 ± 2.4 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ของ plaque จากการตรวจด้วย กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron microscopy) พบว่ามีไมโครพลา สติกสะสมอยู่ใน Plaque ซึ่งทำให้มีความเสี่ยงสูงในการเกิดหัวใจขาดเลือดและโรคหลอดเลือดสมอง

Ji-Su Kim , Hee-Jee Leea , Seung-Kyu Kima,b, Hyun-Jung Kimc (2018) ได้ศึกษาไมโครพลาสติกในเกล็ด โดยเก็บตัวอย่างเกล็ด 250 ตัวอย่าง โดยใช้เทคนิคการย่อยสลายร่วม กับการกรอง และการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์และเทคนิค FT-IR spectroscopy มีการตรวจพบ ไมโครพลาสติกในทุกตัวอย่างเกล็ด ที่ทำการศึกษา ไมโครพลาสติกที่พบส่วนใหญ่มีลักษณะเป็น fragment (ชิ้นแตก), fiber (เส้นใย), sheet (แผ่นบาง) และ spherule (ทรงกลม) พบไมโครพลาสติกเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ $11.8\% \pm 13.8\%$ ของอนุภาคทั้งหมดในกรองชั้นที่สาม ซึ่งมักปะปนอยู่กับอนุภาคแร่พบโพลิเมอร์ทั้งหมด 14 ชนิด ได้แก่ โพลีเอทิลีน (Polyethylene) โพลีโพรพิลีน (Polypropylene) พอลิสไตรีน (Polystyrene) โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethyleneterephthalate) โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride) ไนลอน (Nylon) โพลีอะครีเลต (

Polyacrylate) เอทิลีน-ไวน์ลอะซีเตต (Ethylene-vinyl acetate) อะคริลิก (Acrylic) โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) ฟีนอกซีเรซิน (Phenoxy resin) โพลียูรีเทน (Polyurethane) เทฟลอน (Teflon)และพาราฟินแว็กซ์ (Paraffin wax) นอกจากนี้ยังมีการประเมินน้ำหนักรวมของ ไมโครพลาสติก ในตัวอย่างเกลือ โดยใช้สูตรคำนวณจากความหนาแน่นของพอลิเมอร์ และปริมาตรของอนุภาค โดยพิจารณาจากรูปร่างและขนาดของแต่ละอนุภาค ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการเปรียบเทียบกับ การปล่อยมลพิษไมโครพลาสติกจากแหล่งต่าง ๆ ตามมวล (mass-based assessment)

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยประยุกต์ในสาขาวิทยาศาสตร์โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงสำรวจและทดลอง เพื่อศึกษาการปนเปื้อนในโพรพลาสติกในกะป๋องจากแหล่งผลิตในประเทศไทย

3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องมือ

- 1) Microscopic รุ่น CX21FS1/ Olympus/ Philippines
- 2) Hot plate รุ่น HTS-1003/ LMS / Japan
- 3) เครื่องชั่งสาร รุ่น Ms3002s/ Mettler Toledo/ Thailand
- 4) Hot air oven รุ่น B50/ Memmert/ Germany

3.2.2 อุปกรณ์

- 1) กระจกชกรอง ขนาด 1.1 μm
- 2) บีกเกอร์ ขนาด 100, 600, 1000 mL
- 3) ขวดรูปชมพู่ ขนาด 125, 250 mL
- 4) หลอดทดลองขนาด 16 x 125
- 5) Petri dish glass

- 6) แท่งแก้วคนสาร
- 7) กรวย
- 8) Aluminium foil
- 9) Forceps
- 10) หม้อกรองอะลูมิเนียมที่มีขนาดรูพรุน 840 μm , 500 μm และ 15 μm

3.3 สารเคมีและน้ำยาทดสอบ

3.3.1 สารเคมีในการทดสอบ

- 1) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30%
- 2) น้ำกลั่น

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 กลุ่มตัวอย่าง

- 1) การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง

การประมาณค่าเฉลี่ยเพื่อสำรวจการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกะปิจากแหล่งผลิตในประเทศไทย โดยจากการสำรวจที่ผ่านมาพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำประปา เบียร์ และเกลือเฉลี่ย $11.8 \pm 13.8\%$ (Kosuth et al., 2018)

$$\text{จากสูตร } n = \frac{Z_{1-\alpha}^2 SD^2}{d^2}$$

กำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ 95% หรือ $\alpha = 0.05$

$$\text{เปิดตาราง } Z_{\alpha/2} = Z_{0.05/2} = Z_{0.025} = 1.96$$

กำหนดให้ $d = 0.05$ (ยอมรับให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ 5%)

SD = ค่าความคาดเคลื่อน จากวิธีที่เกี่ยวข้อง

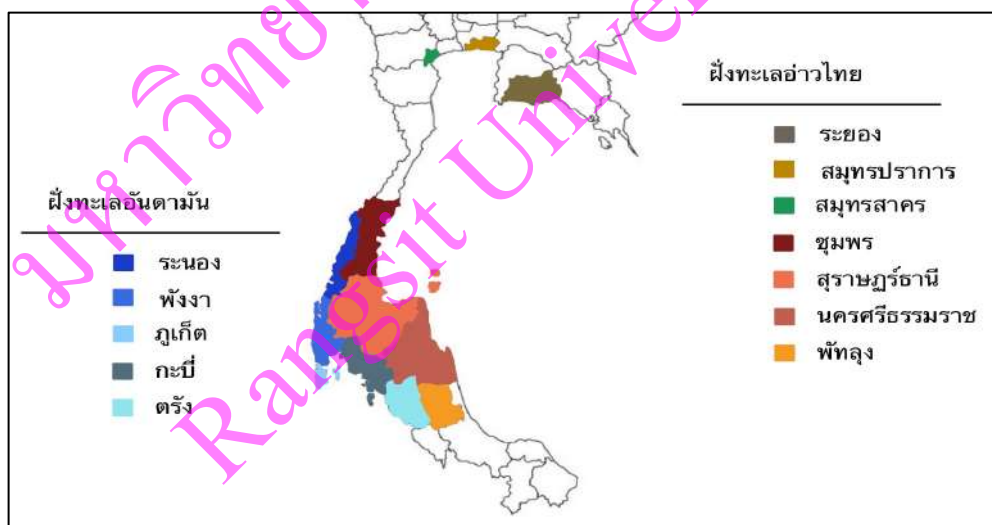
$$\text{แทนค่า } n = \frac{1.96^2 \times 2.05^2}{5^2}$$

$n \approx 0.65$ ตัวอย่าง

$n = 1$ ตัวอย่าง

2) จากการคำนวณกลุ่มตัวอย่างได้ $n = 1$ ตัวอย่าง สำหรับการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Sample random sampling) โดยการใช้โปรแกรมในการคำนวณช่วยในการสร้างเลขสุ่ม โดยสุ่มมาทั้งหมด 20 ตัวอย่าง ในระหว่างวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2568 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2568

3) เลือกตัวอย่างกะปิจากจังหวัดที่มีพื้นที่ติดทะเลทั้ง 2 ฝั่งของประเทศไทย ได้แก่ ทะเลฝั่งอ่าวไทย และทะเลฝั่งอันดามัน เนื่องจากมีโอกาสที่จะนำวัตถุดิบจากพื้นที่นั้น ๆ มาผลิตเป็นกะปิ



3.4.2 วิธีการควบคุมคุณภาพก่อนทำการตรวจหาไมโครพลาสติกในกะปิ

1) นำกระดาศกรองดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 10 เท่า เพื่อตรวจหาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกระดาศกรอง

2) Suction น้ำกลั่นผ่านกระดวยกรองที่มีรูพรุนขนาด $1.1\ \mu\text{m}$ อบให้แห้งแล้วนำมาดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 10 เท่า เพื่อตรวจหาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำกลั่น

3) หากพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกระดวยกรองหรือน้ำกลั่น ให้ทำการจดบันทึกไว้ก่อนนำไปใช้งาน

3.4.3 การเตรียมตัวอย่างกะปิ

การเตรียมตัวอย่างเพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกะปิ ดัดแปลงวิธีการโดยการใช้วิธีของ Ji-Su Kim et al., (2018)

บันทึกลักษณะทางกายภาพ ประกอบด้วย บรรจุภัณฑ์ ข้อมูลในฉลากสินค้า สี และเนื้อสัมผัส

- 1) ชั่งกะปิ 50 g
- 2) จากนั้นนำมาผสมกับน้ำกลั่น 200 mL
- 3) ทำการกรองหยาบด้วยหม้อกรองอะลูมิเนียมที่มีขนาดรูพรุน $840\ \mu\text{m}$ และ $500\ \mu\text{m}$ ตามลำดับ จะได้ในส่วนของน้ำกะปิและเนื้อกะปิ โดยเก็บเนื้อกะปิไว้เพื่อย่อย
- 4) นำน้ำกะปิในหม้ออะลูมิเนียมที่กรองแล้วไปปั่นด้วยเครื่อง centrifuge ความเร็วรอบ 3200 rpm เป็นเวลา 15 นาที จะได้เป็นส่วนน้ำส่วนใสด้านบน และตะกอนด้านล่าง
- 5) กรองน้ำส่วนใสด้านบนด้วยหม้อกรองที่มีขนาดรูพรุน $15\ \mu\text{m}$ และเก็บน้ำส่วนใสที่กรองแล้วในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL เพื่อทำการ suction
- 6) นำส่วนที่เป็นตะกอนจากขั้นตอนที่ 3, 4 และ 5 มารวมกัน จากนั้นทำการย่อยส่วนที่เป็นตะกอนโดยใช้ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30% ในอัตราส่วน 1:1 โดยใช้ความร้อนในการต้มที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส จนกว่าจะเป็นเนื้อเดียวกัน
- 7) จากนั้นนำตะกอนที่ถูกย่อยแล้วไปกรองด้วยหม้อกรองอะลูมิเนียมที่มีขนาดรูพรุน $840\ \mu\text{m}$ และ $500\ \mu\text{m}$ ตามลำดับ จะได้ในส่วนของน้ำกะปิและเนื้อกะปิ

8) นำน้ำกะปิในหม้ออะลูมิเนียมที่กรองแล้วไปปั่นด้วยเครื่อง centrifuge ความเร็วรอบ 3200 rpm เป็นเวลา 15 นาที จะได้เป็นส่วนน้ำส่วนใสด้านบน และตะกอนด้านล่าง นำตะกอนด้านล่างจากขั้นตอนนี้ทิ้ง

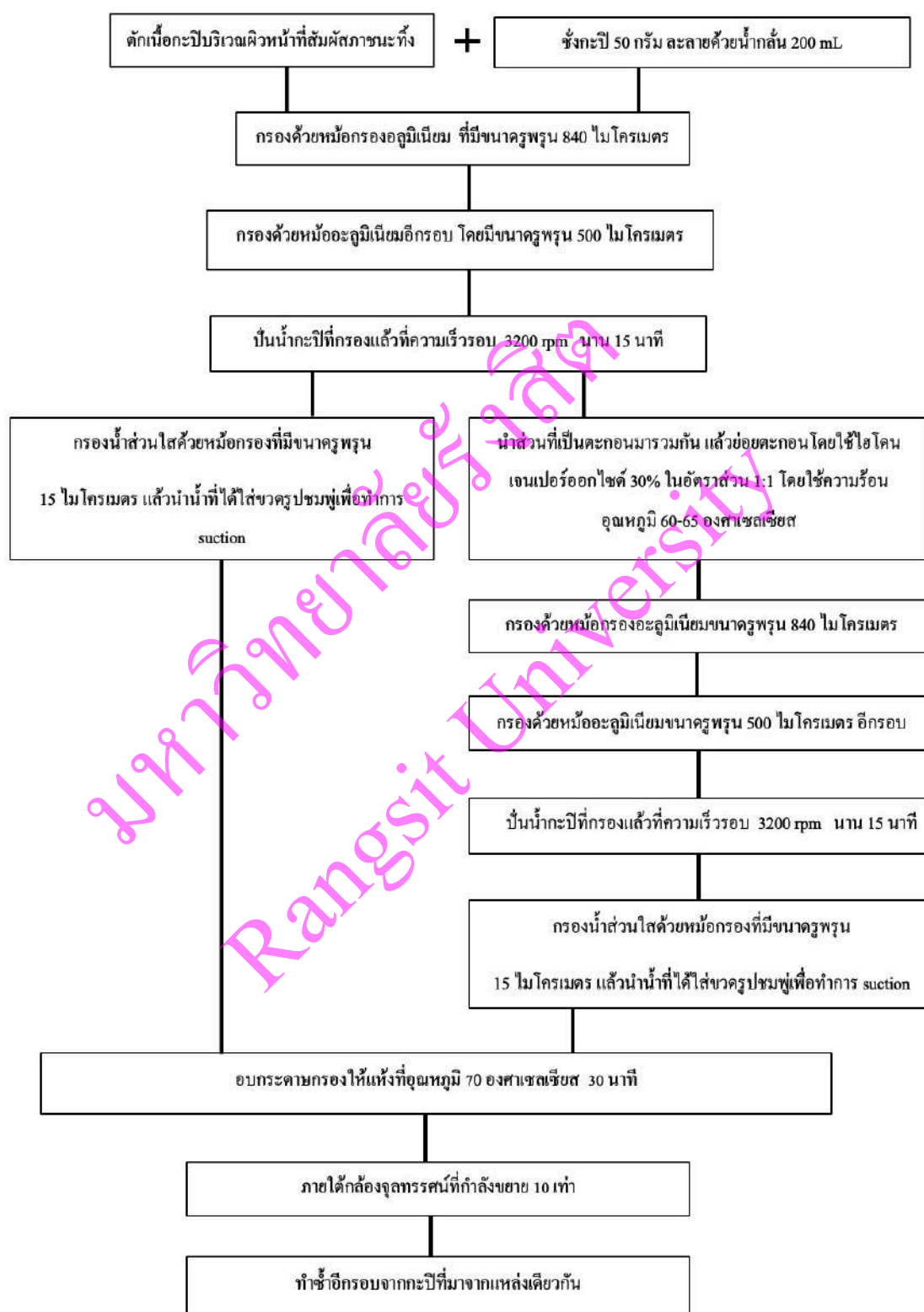
9) จากนั้นกรองน้ำส่วนใสด้านบนด้วยหม้อกรองที่มีขนาดรูพรุน 15 μm และเก็บน้ำส่วนใสที่กรองแล้วในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL เพื่อทำการ suction

10) นำส่วนน้ำใสที่เก็บในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL ทำการ suction ผ่านกระดาษกรองที่มีขนาดรูพรุน 1.1 μm

11) อบกระดาษกรองให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที โดยประมาณ

12) ตูยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 10 เท่า

13) ทำซ้ำจากกะปิที่มาจากแหล่งเดียวกัน



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างกะปิ

3.4.4 วิธีการนับไมโครพลาสติกภายใต้กล้องจุลทรรศน์

- 1) นำกระดาศกรองที่ผ่านการอบ มานับจำนวนไมโครพลาสติก โดยวิธีการดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 10 เท่า
- 2) บันทึกผลโดยแยกตาม รูปร่าง ขนาดและสี
- 3) รายงานผลเป็นจำนวนขึ้นต่อ 50 กรัม

3.5 การรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจพบไมโครพลาสติกในกะปิ เชิงปริมาณ รูปร่าง ขนาดและสี จากแหล่งผลิตในประเทศไทยโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนขึ้นต่อ 50 กรัม

3.6 แผนการดำเนินงานวิจัย

ระยะเวลาการทำวิจัย ตั้งแต่เริ่มต้นถึงสิ้นสุดการวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการดำเนินงาน

	เดือน/ปี							
	ต.ค.67	ธ.ค.67	ก.พ.68	เม.ย.68	มิ.ย.68	ส.ค.68	ต.ค.68	
การดำเนินการวิจัย	-	-	-	-	-	-	-	ธ.ค.68
	พ.ย.67	ม.ค.68	มี.ค.68	พ.ค.68	ก.ค.68	ก.ย.68	พ.ย.68	
1.ดำเนินการสำรวจ กะปิในห้างสรรพสินค้าและตามท้องตลาด ในประเทศไทย								
2.ดำเนินการสุ่มตัว โดยวิธีการสุ่มแบบ อย่างง่าย								
3.ดำเนินการทดลอง								
4.รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและ แปลผลข้อมูล								
5. นำเสนอข้อมูล								

บทที่ 4

ผลการทดลอง

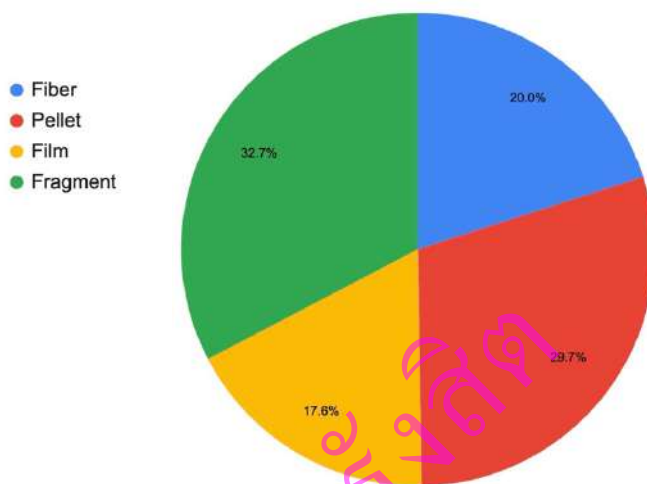
ผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกะปิจากแหล่งผลิตในประเทศไทย เก็บรวบรวมผลการศึกษา และนำผลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบไมโครพลาสติกในกะปิจากแหล่งผลิตในประเทศไทย โดยทำการสุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 20 ตัวอย่าง พบไมโครพลาสติกเฉลี่ย 72.7 ± 45.3 ชิ้นต่อ 50 กรัม และมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 66.5 (16-154) แบ่งตัวอย่างกะปิตามบริเวณชายฝั่งทะเล ได้แก่ ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย พบไมโครพลาสติกเฉลี่ย 75.8 ± 38.7 ชิ้น/50 กรัม และมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 66.5 (22.5-148) ประกอบไปด้วยจังหวัดสมุทรปราการ (1 ตัวอย่าง) สมุทรสงคราม (1 ตัวอย่าง) ระยอง (3 ตัวอย่าง) พนัสนิคม (1 ตัวอย่าง) นครศรีธรรมราช (2 ตัวอย่าง) พัทลุง (1 ตัวอย่าง) และจังหวัดชุมพร (1 ตัวอย่าง) และชายฝั่งทะเลอันดามัน พบไมโครพลาสติกเฉลี่ย 69.6 ± 53.1 ชิ้นต่อ 50 กรัม และมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 49.8 (16-154) ประกอบไปด้วยจังหวัดระนอง (3 ตัวอย่าง) พังงา (1 ตัวอย่าง)ภูเก็ต (2 ตัวอย่าง) กระบี่ (3 ตัวอย่าง) และจังหวัดตรัง (1 ตัวอย่าง)

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลกะปิที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างกะปิจากแหล่งผลิตในประเทศไทย

พื้นที่ทะเล	รหัสตัวอย่าง	จังหวัด	ลักษณะความ หยาบของเนื้อ	บรรจุภัณฑ์
ทะเลฝั่งอ่าวไทย	1	สมุทรปราการ	หยาบน้อย	กระปุกพลาสติก ฝาสีแดง
	2	สมุทรสงคราม	หยาบน้อย	กระปุกพลาสติก ฝาสีแดง
	3	ระยอง	หยาบน้อย	ถุงพลาสติก ฝาสีอื่น ๆ
	4	ระยอง	หยาบน้อย	ถุงพลาสติก
	5	ระยอง	หยาบน้อย	กระปุกพลาสติก ฝาสีใส
	6	ชุมพร	หยาบปานกลาง	กระปุกพลาสติก ฝาสีใส
	7	สุราษฎร์ธานี	หยาบปานกลาง	กระปุกพลาสติก ฝาสีใส

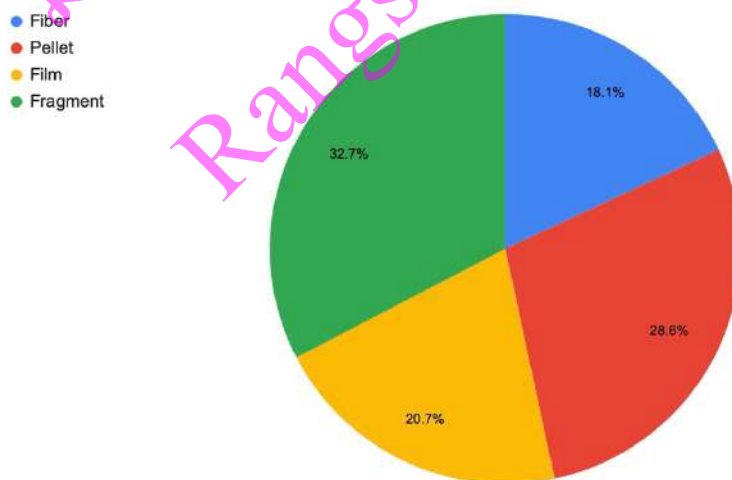
	8	นครศรีธรรมราช	หยาบปานกลาง	กระปุกพลาสติก ฝาสีแดง
	9	นครศรีธรรมราช	หยาบมาก	กระปุกพลาสติก ฝาสีใส
	10	พัทลุง	หยาบมาก	กระปุกพลาสติก ฝาสีใส
ทะเลฝั่งอันดามัน	11	ระนอง	หยาบมาก	กระปุกพลาสติก ฝาสีใส
	12	ระนอง	หยาบมาก	กระปุกพลาสติก ฝาสีแดง
	13	ระนอง	หยาบมาก	กระปุกพลาสติก ฝาสีอื่น ๆ
	14	พังงา	หยาบปานกลาง	กระปุกพลาสติก ฝาสีใส
	15	ภูเก็ต	หยาบมาก	ถุงพลาสติก
	16	ภูเก็ต	หยาบมาก	กระปุกพลาสติก ฝาสีใส
	17	กระบี่	หยาบปานกลาง	กระปุกพลาสติก ฝาสีใส
	18	กระบี่	หยาบมาก	กระปุกพลาสติก ฝาสีใส
	19	กระบี่	หยาบปานกลาง	กระปุกพลาสติก ฝาสีใส
	20	ตรัง	หยาบปานกลาง	ถุงพลาสติก

การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกะปิที่จำแนกตามรูปร่าง (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012) รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบการปนเปื้อนในกะปิ ได้แก่ เส้นใยคิดเป็นร้อยละ 20.0 รูปร่างกลมคิดเป็นร้อยละ 29.7 รูปร่างแผ่นคิดเป็นร้อยละ 17.6 รูปร่างที่เป็นชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบ คิดเป็นร้อยละ 32.7 เมื่อเปรียบเทียบกะปิตามบริเวณชายฝั่งทะเล ซึ่งประกอบด้วยชายฝั่งทะเลอ่าวไทย และชายฝั่งทะเลอันดามัน พบรูปร่างไมโครพลาสติกทั้ง 4 รูปแบบ และรูปแบบที่พบมากที่สุดในตัวอย่กะปิ คือ ชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบ



รูปที่ 4.1 ร้อยละของรูปร่างไมโครพลาสติก

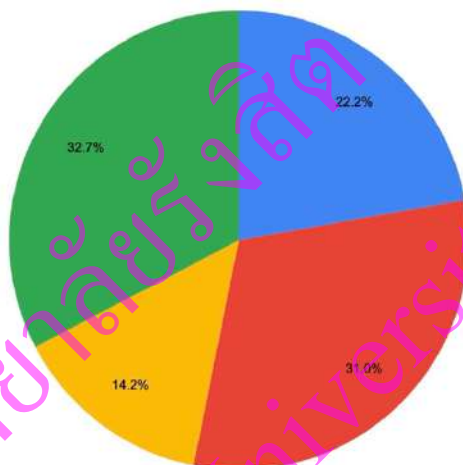
รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบการปนเปื้อนในกะป๋องตัวอย่างกะปิชายฝั่งทะเลอ่าวไทย ได้แก่ เส้นใย คิดเป็นร้อยละ 18.1 รูปร่างกลมคิดเป็นร้อยละ 28.6 รูปร่างแผ่น คิดเป็นร้อยละ 20.7 รูปร่างที่เป็นชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบ คิดเป็นร้อยละ 32.7



รูปที่ 4.2 ร้อยละของรูปร่างไมโครพลาสติกที่มีการปนเปื้อนในตัวอย่างกะปิในแต่ละบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

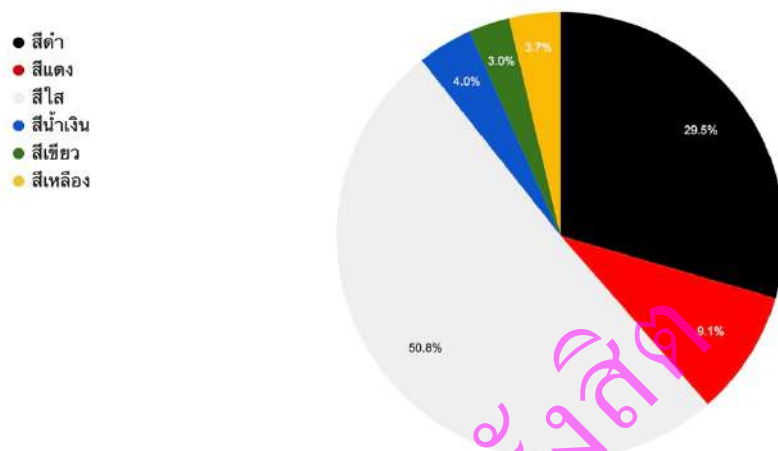
รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบการปนเปื้อนในกะปิจากตัวอย่างกะปิชายฝั่งทะเลอันดามัน ได้แก่ เส้นใย คิดเป็น ร้อยละ 22.2 รูปร่างกลม คิดเป็นร้อยละ 31.0 รูปร่างแผ่นคิดเป็นร้อยละ 14.2 รูปร่างที่เป็นชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบ คิดเป็นร้อยละ 32.7

● Fiber
● Pellet
● Film
● Fragment



รูปที่ 4.3 ร้อยละของรูปร่างไมโครพลาสติกที่มีการปนเปื้อนในตัวอย่างกะปิในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน

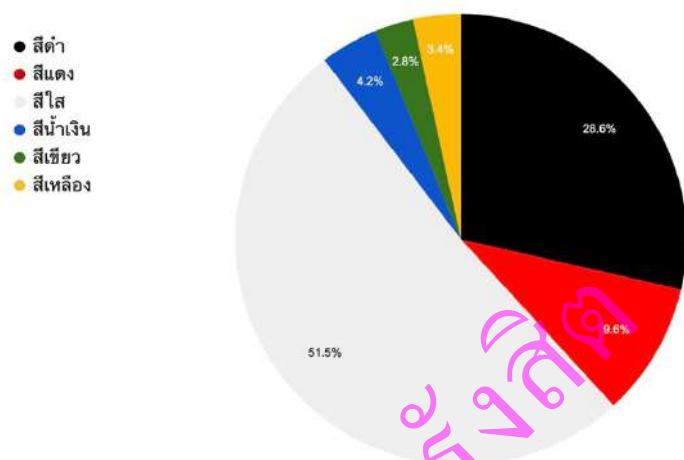
การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกะปิจำแนกตามสี (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012) จากการสำรวจพบสีของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในกะปิทั้งหมด 6 สี พบสีดำ คิดเป็นร้อยละ 29.5 พบสีแดงคิดร้อยละ 9.1 พบสีใสคิดเป็นร้อยละ 50.8 พบสีน้ำเงินคิดร้อยละ 4 พบสีเขียวคิดร้อยละ 3 พบสีเหลืองคิดร้อยละ สีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือสีดำ และสีของไมโครพลาสติกที่พบน้อยที่สุดคือสีเขียว พบว่ากะปิที่มาจากสองฝั่งทะเลมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกที่มีสีใสมากที่สุด



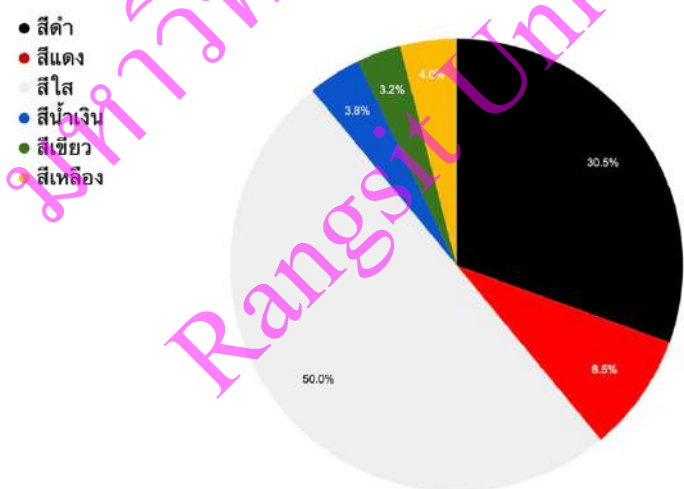
รูปที่ 4.4 ร้อยละการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกสีต่าง ๆ ในตัวอย่างกะปิ

จากการสำรวจพบสีของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในกะปิจากตัวอย่างกะปิชายฝั่งทะเลอ่าวไทย ทั้งหมด 6 สี พบสีดำคิดเป็นร้อยละ 28.6 พบสีแดง คิดเป็นร้อยละ 9.6 พบสีใสคิดเป็นร้อยละ 51.5 พบสีน้ำเงิน คิดเป็นร้อยละ 4.2 พบสีเขียว คิดเป็นร้อยละ 2.8 และพบสีเหลืองคิดเป็นร้อยละ 3.4

จากการสำรวจพบสีของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในกะปิจากตัวอย่างกะปิชายฝั่งทะเลอันดามันไทยทั้งหมด 6 สี พบสีดำ คิดเป็นร้อยละ 30.5 พบสีแดงคิดเป็นร้อยละ 8.5 พบสีใส คิดเป็นร้อยละ 50 พบสีน้ำเงิน คิดเป็นร้อยละ 3.8 พบสีเขียว คิดเป็นร้อยละ 3.2 และพบสีเหลือง คิดเป็นร้อยละ 4.0



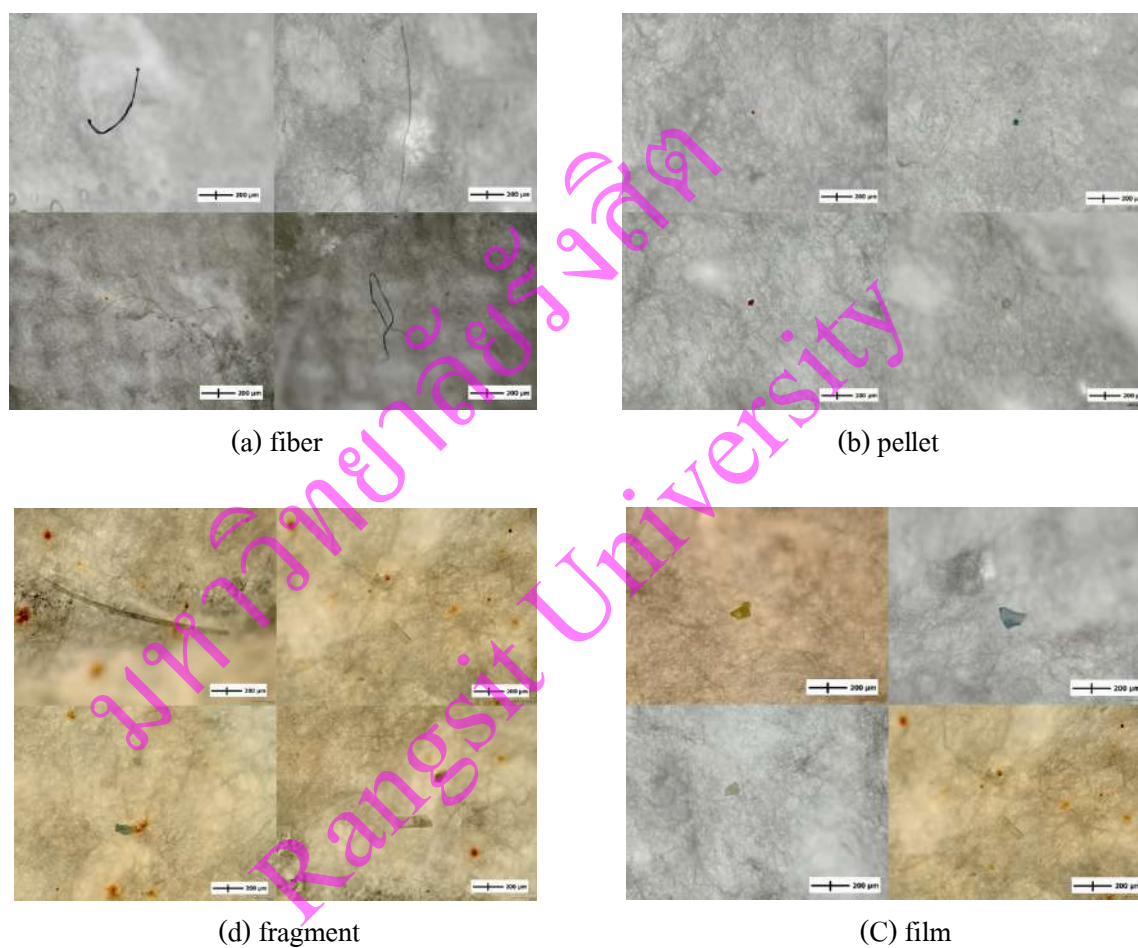
รูปที่ 4.5 ร้อยละของสีไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างกะปิบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย



รูปที่ 4.6 ร้อยละของสีไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างกะปิบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน

ลักษณะรูปร่างและสีของไมโครพลาสติกที่พบปนเปื้อนในกะปิ จากการสำรวจพบลักษณะรูปร่างไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในกะปิแบ่งเป็น 4 รูปแบบได้แก่ แบบเส้นใย แบบกลม แบบแผ่น และ

ชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบ และสีของไมโครพลาสติกที่พบทั้งหมด 6 สีได้แก่ สีดำ สีแดง สีใส สีน้ำเงิน สีเขียว และสีเหลือง



รูปที่ 4.7 ไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างกะปิจากแหล่งผลิตในประเทศไทยจากการวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 เท่า และกำลังขยาย 100 เท่า

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสำรวจการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในกะปิที่มาจากแหล่งผลิตประเทศไทย พบว่ากะปิที่ปนเปื้อนไมโครพลาสติกมากที่สุดมาจากฝั่งอ่าวไทย มีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย 75.8 ± 38.7 ชิ้นต่อ 50 กรัม รูปแบบของไมโครพลาสติกส่วนใหญ่ที่พบ คือ ชิ้นส่วนไม่รูปแบบคิดเป็นร้อยละ 32.7 กลมแผ่นคิดเป็นร้อยละ 29.7 และเส้นใยคิดเป็นร้อยละ 20.0 และแผ่น คิดเป็นร้อยละ 20.7 ตามลำดับ ส่วนกะปิที่มาจากทะเลฝั่งอันดามัน มีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย 69.6 ± 53.1 ชิ้นต่อ 50 กรัม รูปแบบของไมโครพลาสติกส่วนใหญ่ที่พบ คือ ชิ้นส่วนไม่รูปแบบคิดเป็นร้อยละ 32.7 กลมคิดเป็นร้อยละ 31.0 เส้นใยคิดเป็นร้อยละ 22.2 และแผ่น คิดเป็นร้อยละ 14.2 สีที่พบมากที่สุดของทั้ง 2 ฝั่ง คือ สีใส ซึ่งรูปร่างไมโครพลาสติกที่แตกต่างกันนั้นเกิดได้จากหลายปัจจัย เช่น การพัดพาของกระแสน้ำหรือแสงแดด และสีของไมโครพลาสติกที่แตกต่างกันนั้นเกิดจากพลาสติกหลายชนิดที่มีสีแตกต่างกันที่อยู่สะสมอยู่ในแหล่งน้ำ การศึกษาครั้งนี้การพบไมโครพลาสติกในกะปิ อาจเกิดจากสัตว์ทะเลกินไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมเข้าไป หรือจากกระแสน้ำพัดพา กระบวนการผลิต หรือบรรจุภัณฑ์ ดังนั้นการรับประทานกะปิจึงมีความเสี่ยงที่จะได้รับไมโครพลาสติกเข้าสู่ร่างกาย

จากการศึกษาพบว่าการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในกะปิจากแหล่งผลิตที่มาจากทะเลฝั่งอ่าวไทยมากกว่าทะเลฝั่งอันดามัน เนื่องจากมีแม่น้ำสายสำคัญที่ไหลลงสู่ทะเลอ่าวไทย เช่น แม่น้ำเจ้าพระยาที่เป็นแม่น้ำสายหลักของภาคกลาง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำตาปี ที่เป็นแม่น้ำสายหลักของภาคใต้ ซึ่งแม่น้ำเหล่านี้ไหลผ่านแหล่งที่อยู่อาศัยเป็นแหล่งกำเนิดขยะสำคัญจากพฤติกรรมการใช้ชีวิตของมนุษย์ เช่น การทิ้งขยะพลาสติกลงสู่แม่น้ำ และปัญหาน้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ไหลลงสู่ทะเลอ่าวไทย ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเล

จากการแบ่งเกณฑ์กะปิตามมาตรฐานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) การวิจัยครั้งนี้พบว่ากะปิที่มีเลขสารบณอาหาร (เลขอย.) พบไมโครพลาสติกมากกว่ากะปิที่ไม่มีเลขสารบณอาหาร (เลขอย.)

แต่ในเกณฑ์การขอเลขสารบบอาหาร (เลขอย.) ไม่มีเกณฑ์การตรวจไมโครพลาสติกในอาหารที่ต้องการขอเลขสารบบอาหาร (เลขอย.) ทำให้ผลการตรวจพบไมโครพลาสติกในกะปิ ไม่มีความสอดคล้องกับกะปิที่มีเลขสารบบอาหาร (เลขอย.) และกะปิจัดเป็นอาหารทั่วไป ซึ่งไม่จำเป็นต้องขอเลขสารบบอาหาร (เลขอย.) ไม่ว่าจะผลิตในโรงงาน หรือผลิตเพื่อขายตามหน้าร้านโดยตรง

จากการสำรวจลักษณะทางกายภาพของกะปิ เช่น สี และเนื้อสัมผัส ซึ่งมาจากชนิดของวัตถุดิบ กระบวนการหมัก ระยะเวลา และปริมาณเกลือที่ใช้ อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษานี้พบว่า ลักษณะทางกายภาพและปริมาณไมโครพลาสติก ไม่มีความสอดคล้องกันซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก ไม่ได้เกิดจากคุณสมบัติของเนื้อกะปิ

ไมโครพลาสติกที่แยกจากบรรจุภัณฑ์พบว่าปริมาณไมโครพลาสติกในกระปุกพลาสติกสีฟ้าที่มีฟาสีแดงเฉลี่ย 96.5 ± 29.7 ชิ้นต่อ 50 กรัม กระปุกพลาสติกสีฟ้าที่มีฟาสีเขียวเฉลี่ย 75.9 ± 51.9 ชิ้นต่อ 50 กรัม กระปุกพลาสติกสีฟ้าสีอื่น ๆ เฉลี่ย 23 ± 9.9 ชิ้นต่อ 50 กรัม และถุงพลาสติกเฉลี่ย 69.3 ± 19.3 ชิ้นต่อ 50 กรัม จากผลการทดลองพบว่าบรรจุภัณฑ์กระปุกสีฟ้าที่มีฟาสีแดงมีปริมาณไมโครพลาสติกมากที่สุด อาจพบไมโครพลาสติกสีแดง ซึ่งไม่สอดคล้องกับสีไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีใส การใช้เกณฑ์ของบรรจุภัณฑ์จึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบสีของไมโครพลาสติกได้ เนื่องจากต้องมีการนำไปทำการทดสอบเพิ่มเติมเพื่อให้ทราบชนิดของไมโครพลาสติกแต่ละชนิดก่อนจึงสามารถบอกแหล่งที่มาของสีไมโครพลาสติกได้

การศึกษานี้ยังมีการควบคุมคุณภาพน้ำกลั่นโดยทำการกรองและดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง พบว่าในน้ำกลั่นมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติก ทำให้การวิจัยครั้งนี้อาจพบไมโครพลาสติกมากกว่างานวิจัยอื่น เนื่องจากน้ำที่ใช้ในการทดสอบมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติก

บรรณานุกรม

- กรณีกา หวังฤทธิไกรกุล, ศุภกร เทพวิไล, สกตวรรณ ชาวไชย, และราฟาเอล บิสเซน. (2564). ไมโครพลาสติกบนตะกอนชายหาดของประเทศไทย.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2564). ข้อมูลขยะมูลฝอยชุมชน. เอกสารประกอบการจัดทำรายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2564.
- ทิมมพร ฝ้ายภูมิ. (2562). การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในอาหารและมนุษย์.
- ดร.ทักษา ทรัพย์มีชัย. (2565). ไมโครพลาสติกผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์. ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีปิโตรเคมีและวัสดุ.
- ด้านตรวจสัตว์น้ำลาดกระบ้ง. (2563). กระบวนการควบคุมการนำเข้ากุ้งทะเลจากการเพาะเลี้ยงทางตู้คอนเทนเนอร์.
- เดือนดา ร่าหมาน, จารุวรรณ ชูสงค์, วิจิตรา อมรวิริยะชัย, ศุภชัย นิตพันธ์ และ จินตนา กสินันท์. (2566). ความหลากหลายและโครงสร้างประชากรของกุ้งเคยจากภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย.
- ปิติพงษ์ ธาระมนต์, สุหทัย ไพโรสานท์กุล และ นภาพร เลียดประถม. (2559). การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในหอยสองฝาบริเวณชายหาดเจ้าหลาว และชายหาดคู้งวิมาน จังหวัดจันทบุรี. แก่นเกษตร, 738-744.
- นิตยา ชาวชายโขง, พิสิษฐ์ นามจันทรา, อรนนท์ พรหมมาโน, ภัศราวดี เผ่าจินดา, และวัชรภรณ์ ภูระหงษ์. (2567). การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยแครงบริเวณตำบลปากน้ำประแสร์ อำเภอกาแพง จังหวัดระยอง ประเทศไทย.
- เผ่าเทพ เชิดสุขใจ, ราริน วงษ์พานิช, และสมเกียรติ ขอเกียรติวงศ์. (2562). รายงานความก้าวหน้าของการศึกษาไมโครพลาสติกในชายฝั่งอันดามัน.
- พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์, อภิญญา ซาติทวีสุข, และวัชร ใจงาม. (2563). การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสัตว์ทะเลที่เป็นอาหาร.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2566). รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2566. กรุงเทพมหานคร.

- สีลาวัณย์ คำรงค์ศิริ และเพ็ญฤดี จันทร์ภักดิ์. (2562). ไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำจืดและแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค.
- สุกฤดา ปุณขอุปพัทธ์ และประสงค์สม ปุณขอุปพัทธ์. (2562). ไมโครพลาสติกจุดกำเนิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม และ วิธีการจัดการ.
- อุดมศักดิ์ ดารุมาศ. (2563). กะปิเคยกับภูมิปัญญาพื้นบ้าน.
- อรรณพวงพันธุ์ และวัชร คงรัตน์. (2556). กระบวนการหมักกะปิและการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกะปิ
- Azad, S. M. O., Towatana, P., Pradit, S., Patricia, B. G., Hue, H. T. T, & Jualaong, S. (2018). First evidence of existence of microplastics in stomach of some commercial fishes in the lower Gulf of Thailand. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(6), 7345-7360.
- Bhattacharya, Lin, Turner & Ke. (2010). Physical adsorption of charged plastic nanoparticles affects algal photosynthesis. *Journal of Physical Chemistry C*, 114(39), 16556-16561.
- Dalberg Advisors., W de Wit., N Bigaud. (2019). Assessing Plastic Ingestion From Nature to People. World Wide Fund For Nature, Gland Switzerland. https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/plastic_ingestion_web_spreads_1.pdf.
- Hee-Jee Lee., Nan-Seon Song., Ji-Su Kim., Seung-Kyu Kim. (2021). Global Pattern of Microplastics (MPs) in Commercial Food-Grade Salts: Sea Salt as an Indicator of Seawater MP Pollution. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30285421/>
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., ... & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768-771.
- Mary Kosuth., Sherri A Mason., Elizabeth V Wattenberg. (2018). Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5895013/>
- Meijer, L.J., Van Emmerik, T., Van Der Ent, R., Schmidt, C. and Lebreton, L., 2021. More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18), 5803.
- Michigan Sea Grant. (2025). Fish life cycle. <https://www.michiganseagrant.org/lessons/lessons/by-broad-concept/life-science/fish-life-cycle/>.

- 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, 178-185.
- Pletz, M. (2022). Ingested microplastics: Do humans eat one credit card per week?. *Journal of Hazardous Materials Letters*, 2666-9110. <https://doi.org/10.1016/j.hazl.2022.100071>
- Punyauppa-path, S. & Punyauppa-path, P. (2019). Microplastics: Origin, Environmental Impact, Environmental Contamination and Management Methods. *Journal of Environmental Management*, 15(2), 90-105.
- Science museum. (2019). The age of plastic : From parkesine to pollution. Science museum. <https://www.sciencemuseum.org.uk/objects-and-stories/chemistry/age-plastic-parkesine-Pollution>.
- Senathirajah, K., Palanisami, T., (2019, June 11). *How Much Microplastics Are We Ingesting?: Estimation of the Mass of Microplastics Ingested*. University of Newcastle. [https://www.newcastle.edu.au/newsroom/ featured/ plastic-ingestion-by-people-could-be-equating-to-a-credit-card-a-week/how-much-microplastics-are-we-ingesting-estimation-of-the-mass-of-microplastics-ingested](https://www.newcastle.edu.au/newsroom/featured/plastic-ingestion-by-people-could-be-equating-to-a-credit-card-a-week/how-much-microplastics-are-we-ingesting-estimation-of-the-mass-of-microplastics-ingested)
- Thushari, G.G.N., J.D.M. Senevirathna, A. Yakupitiyage and S. Chavanich. 2017. Effects of microplasticson sessile invertebrates in the eastern coast of Thailand: An approach to coastal zone conservation.*Marine Pollution Bulletin*124, 349-355.

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก ก
รายละเอียดภาพประกอบ

รูปภาพการควบคุมคุณภาพ



รูปภาพการกลั้วอุปกรณ์ด้วยน้ำกลั่นก่อนใช้ทำการทดสอบ



รูปภาพการสูบน้ำ DW มาตรวจก่อนการทำทดสอบทุกครั้ง

รูปภาพวิธีการเตรียมกะปิ



รูปภาพบรรจุภัณฑ์ของกะปิก่อนทำการทดสอบ



รูปภาพขั้นตอนการนำกะปิส่วนที่สัมผัสกับภาชนะออกและการชั่ง

รูปภาพวิธีการเตรียมกะปิ (ต่อ)



รูปภาพขั้นตอนการละลายกะปิด้วยน้ำกลั่น



รูปภาพขั้นตอนการกรองกะปิ

รูปภาพวิธีการเตรียมกะปิ (ต่อ)



รูปภาพขั้นตอนการปั่นแยกกะปิ



รูปภาพขั้นตอนการย่อยเนื้อกะปิด้วยสารเคมี

รูปภาพวิธีการเตรียมกะปิ (ต่อ)



รูปขั้นตอนการให้ใช้ความร้อนหลังจากใช้สารเคมี



รูปภาพขั้นตอนการ Suction กะปิผ่านกระดาษกรอง

รูปภาพการบันทึกลักษณะทางกายภาพของกะปิ



กะปิเนื้อหยาบน้อย

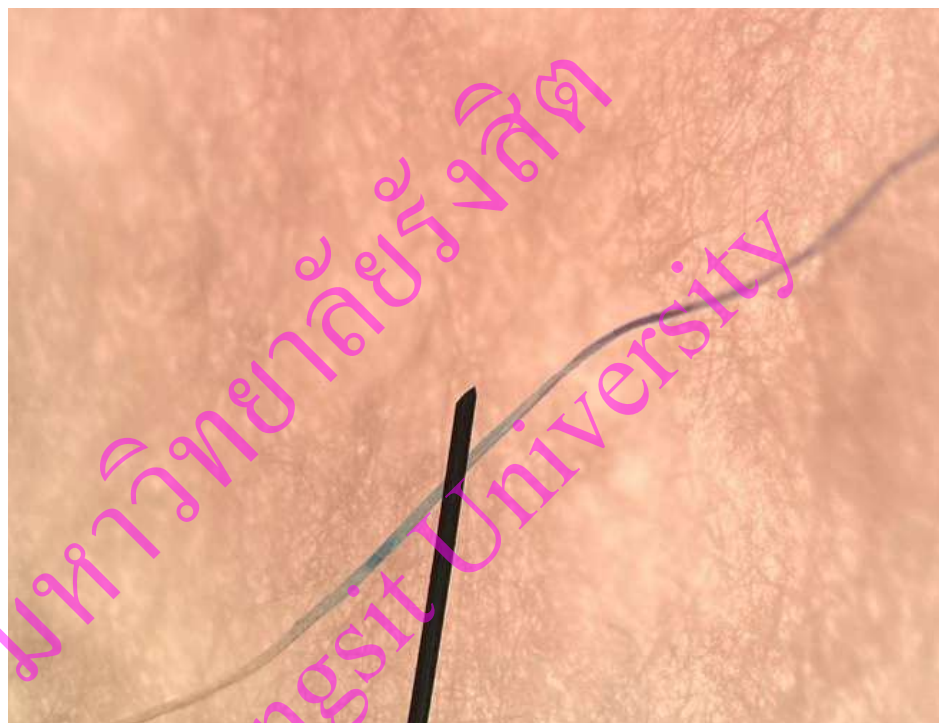


กะปิเนื้อหยาบปานกลาง



กะปิเนื้อหยาบมาก

รูปภาพลักษณะไมโครพลาสติกที่ตรวจพบที่กำลังขยาย 10x



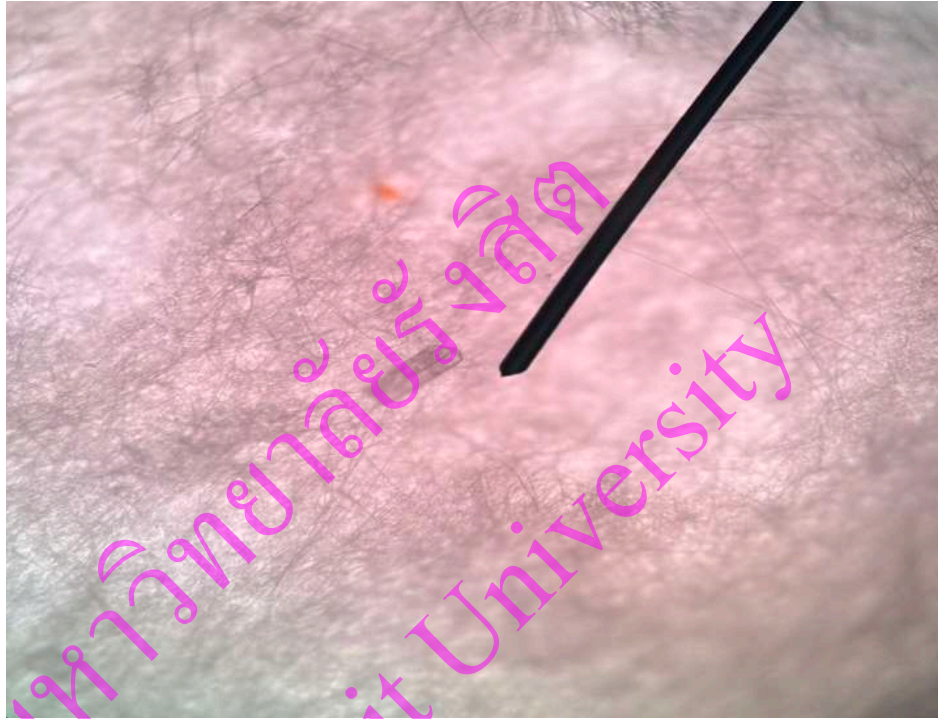
รูปภาพไมโครพลาสติกลักษณะเส้นใย (fiber)

รูปภาพลักษณะไมโครพลาสติกที่ตรวจพบที่กำลังขยาย 10x (ต่อ)



รูปภาพไมโครพลาสติกลักษณะกลม (pellet)

รูปภาพลักษณะไมโครพลาสติกที่ตรวจพบที่กำลังขยาย 10x (ต่อ)



รูปภาพไมโครพลาสติกลักษณะแผ่น (film)

รูปภาพลักษณะไมโครพลาสติกที่ตรวจพบที่กำลังขยาย 10x (ต่อ)



รูปภาพไมโครพลาสติกลักษณะชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบ (fragment)

พื้นที่ทะเล	จังหวัด	ผลการตรวจพบไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/50กรัม)						
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย
		น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	
ทะเลฝั่งอ่าวไทย	สมุทรปราการ	115	21	136	134	26	160	148.0
	สมุทรสงคราม	39	45	84	31	36	67	75.5
	ระยอง	68	73	141	36	95	131	136.0
	ระยอง	65	18	83	9	8	17	50.0
	ระยอง	9	12	21	4	20	24	22.5
	ชุมพร	31	13	44	14	58	72	58.0
	สุราษฎร์ธานี	52	18	70	28	5	33	51.5
	นครศรีธรรมราช	41	35	76	60	31	91	83.5
	นครศรีธรรมราช	15	55	70	17	41	58	64.0
	พัทลุง	35	58	93	28	17	45	69.0
ทะเลฝั่งอันดามัน	ระนอง	22	19	41	4	15	19	30.0
	ระนอง	5	20	25	9	16	25	25.0
	ระนอง	23	74	97	63	101	164	130.5
	พังงา	15	6	21	2	9	11	16.0
	ภูเก็ต	48	57	105	39	33	72	88.5
	ภูเก็ต	4	7	11	16	27	43	27.0
	กระบี่	72	84	156	43	64	107	131.5
	กระบี่	225	25	250	33	25	58	154.0
	กระบี่	16	11	27	12	9	21	24.0
	ตรัง	47	43	90	23	26	49	69.5

ตารางแสดงผลการตรวจพบไมโครพลาสติกแบ่งตามทะเลฝั่งอ่าวไทยและทะเลฝั่งอันดามัน

อ.ย.	จังหวัด	ผลการตรวจพบไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/50กรัม)						ค่าเฉลี่ย
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			
		กรอง	ตะกอน	ผลรวม	กรอง	ตะกอน	ผลรวม	
มี อ.ย.	ระยอง	68	73	141	36	95	131	136.0
	สมุทรปราการ	115	21	136	134	26	160	148.0
	ระยอง	9	12	21	4	20	24	22.5
	ระนอง	22	19	41	4	15	19	30.0
ไม่มี อ.ย.	สมุทรสงคราม	39	45	84	31	36	67	75.5
	ระยอง	65	18	83	9	8	17	50.0
	ชุมพร	31	13	44	14	58	72	58.0
	สุราษฎร์ธานี	52	18	70	28	5	33	51.5
	นครศรีธรรมราช	41	35	76	60	31	91	83.5
	นครศรีธรรมราช	15	55	70	17	41	58	64.0
	พัทลุง	35	58	93	28	17	45	69.0
	ระนอง	5	20	25	9	16	25	25.0
	ระนอง	23	74	97	63	101	164	130.5
	พังงา	15	6	21	2	9	11	16.0
	ภูเก็ต	48	57	105	39	33	72	88.5
	ภูเก็ต	4	7	11	16	27	43	27.0
	กระบี่	72	84	156	43	64	107	131.5
	กระบี่	225	25	250	33	25	58	154.0
	กระบี่	16	11	27	12	9	21	24.0
	ตรัง	47	43	90	26	23	49	69.5

ตารางแสดงผลผลการตรวจพบไมโครพลาสติกโดยแบ่งตามผ่านมาตรฐานองกรณ์อาหารและยา

ไม่ผ่านมาตรฐานองกรณ์อาหารและยา

บรรจุกัญท์	จังหวัด	ผลการตรวจพบไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/50กรัม)						
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย
		กรอง	ตะกอน	ผลรวม	กรอง	ตะกอน	ผลรวม	
กระป๋องพลาสติก ฝาสีแดง	ฉะเชิงเทรา	41	35	76	60	31	91	83.5
	ระยอง	23	74	97	63	101	164	130.5
	สมุทรสงคราม	39	45	84	31	36	67	75.5
กระป๋องพลาสติก ฝาสีใส	สมุทรปราการ	115	21	136	134	26	160	148.0
	ระยอง	68	73	141	36	95	131	136.0
	ระยอง	9	12	21	4	20	24	22.5
	ชุมพร	31	13	44	14	58	72	58.0
	สุราษฎร์ธานี	52	18	70	28	5	33	51.5
	ฉะเชิงเทรา	15	55	70	17	41	58	64.0
	พัทลุง	35	58	93	28	17	45	69.0
	ระนอง	5	20	25	9	16	25	25.0
	ภูเก็ต	4	7	11	16	27	43	27.0
	กระบี่	72	84	156	43	64	107	131.5
	กระบี่	225	25	250	33	25	58	154.0
	กระบี่	16	11	27	12	9	21	24.0
กระป๋องพลาสติก ฝาสีอื่นๆ	พังงา	15	6	21	2	9	11	16.0
	ระนอง	22	19	41	4	15	19	30.0
ถุงพลาสติก	ฉะเชิงเทรา	47	43	90	26	23	49	69.5
	ภูเก็ต	48	57	105	39	33	72	88.5
	ระยอง	65	18	83	9	8	17	50.0

ตารางแสดงผลการตรวจพบไมโครพลาสติกแบ่งตามลักษณะบรรจุกัญท์

ลักษณะความหายของเนื้อ	จังหวัด	ผลการตรวจพบไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/50กรัม)						
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย
		กรอง	ตะกอน	ผลรวม	กรอง	ตะกอน	ผลรวม	
หายามาก	ระนอง	23	74	97	63	101	164	130.5
	พัทลุง	35	58	93	28	17	45	69
	ภูเก็ต	48	57	105	39	33	72	88.5
	นครศรีธรรมราช	15	55	70	17	41	58	64
	ระนอง	5	20	25	9	16	25	25
	กระบี่	16	11	27	12	9	21	24
	ภูเก็ต	4	7	11	16	27	43	27
หายปานกลาง	นครศรีธรรมราช	41	35	76	60	31	91	83.5
	ตรัง	47	43	90	26	23	49	69.5
	กระบี่	72	84	156	43	64	107	131.5
	สุราษฎร์ธานี	52	18	70	28	5	33	51.5
	พังงา	15	6	21	2	9	11	16
	กระบี่	225	25	250	33	25	58	154
	ชุมพร	31	13	44	14	58	72	58
หายน้อย	สมุทรสงคราม	39	45	84	31	36	67	75.5
	ระยอง	68	73	141	36	95	131	136
	สมุทรปราการ	115	21	136	134	26	160	148
	ระยอง	65	18	83	9	8	17	50
	ระยอง	9	12	21	4	20	24	22.5
	ระนอง	22	19	41	4	15	19	30

ตารางแสดงผลการตรวจพบไมโครพลาสติกโดยแบ่งตามลักษณะทางกายภาพของกะปิ

รูปปร่าง	จังหวัด	ผลการตรวจพบไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/50กรัม)						
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย
		น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	
fiber	สมุทรปราการ	13	10	23	7	3	10	16.5
	สมุทรสงคราม	8	14	22	10	9	19	20.5
	ระยอง	12	20	32	3	9	12	22.0
	ระยอง	14	1	15	2	4	6	10.5
	ระยอง	1	2	3	2	5	7	5.0
	ชุมพร	6	4	10	-	9	9	9.5
	ธานี	19	2	21	8	2	10	15.5
	ธรรมราช	9	4	13	6	4	10	11.5
	ธรรมราช	1	4	5	4	2	6	5.5
	พัทลุง	11	18	29	7	5	12	20.5
	ระนอง	6	7	13	2	3	5	9.0
	ระนอง	2	4	6	2	5	7	6.5
	ระนอง	3	15	18	22	28	50	34.0
	พังงา	3	2	5	-	3	3	4.0
	ภูเก็ต	10	10	20	15	6	21	20.5
	ภูเก็ต	1	1	2	3	2	5	3.5
	กระบี่	32	10	42	16	34	50	46.0
	กระบี่	5	4	9	2	10	12	10.5
	กระบี่	1	1	2	-	1	1	1.5
	ตรัง	15	15	30	3	5	8	19.0

ตารางแสดงผลการตรวจพบไมโครพลาสติกในรูปแบบเป็นเส้นใย

รูปร่าง	จังหวัด	ผลการตรวจพบไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/50กรัม)						
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย
		น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	
pellet	สมุทรปราการ	15	7	22	88	4	92	57.0
	สมุทรสงคราม	11	11	22	7	11	18	20.0
	ระยอง	38	27	65	6	55	61	63.0
	ระยอง	9	5	14	3	1	4	9.0
	ระยอง	2	3	5	-	5	5	5.0
	ชุมพร	-	-	0	3	18	21	10.5
	ธานี	8	3	11	8	-	8	9.5
	ธรรมราช	16	8	24	-	12	12	18.0
	ธรรมราช	7	11	18	4	-	4	11.0
	พัทลุง	9	12	21	3	3	6	13.5
	ระนอง	8	3	11	1	4	5	8.0
	ระนอง	1	6	7	2	3	5	6.0
	ระนอง	6	14	20	18	23	41	30.5
	พังงา	8	2	10	2	2	4	7.0
	ภูเก็ต	15	21	36	16	19	35	35.5
	ภูเก็ต	1	3	4	5	12	17	10.5
	กระบี่	19	-	19	8	16	24	21.5
	กระบี่	124	3	127	3	-	3	65.0
	กระบี่	9	6	15	7	2	9	12.0
	ตรัง	6	12	18	5	16	21	19.5

ตารางแสดงผลการตรวจพบไมโครพลาสติกทุกรูปร่างกลม

รูปร่าง	จังหวัด	ผลการตรวจพบไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/50กรัม)						ค่าเฉลี่ย
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			
		น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	
film	สมุทรปราการ	29	-	29	16	-	16	22.5
	สมุทรสงคราม	13	12	25	9	13	22	23.5
	ระยอง	4	11	15	12	10	22	18.5
	ระยอง	3	-	3	-	-	0	1.5
	ระยอง	4	2	6	1	3	4	5.0
	ชุมพร	21	-	21	3	23	26	23.5
	ธานี	6	5	11	8	1	9	10.0
	ธรรมราช	4	10	14	16	6	22	18.0
	ธรรมราช	2	8	10	1	20	21	15.5
	พัทลุง	6	16	22	10	6	16	19.0
	ระนอง	1	3	4	0	2	2	3.0
	ระนอง	-	3	3	2	2	4	3.5
	ระนอง	8	27	35	10	29	39	37.0
	พังงา	2	-	2	-	1	1	1.5
	ภูเก็ต	5	12	17	4	4	8	12.5
	ภูเก็ต	-	-	0	2	1	3	1.5
	กระบี่	1	2	3	1	8	9	6.0
	กระบี่	28	4	32	11	-	11	21.5
	กระบี่	-	1	1	1	-	1	1.0
	ตรัง	8	11	19	2	1	3	11.0

ตารางแสดงผลการตรวจพบไมโครพลาสติกกรุปร่างแผ่น

รูปร่าง	จังหวัด	ผลการตรวจพบไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/50กรัม)						
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย
		น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	
fragment	สมุทรปราการ	58	4	62	23	19	42	52.0
	สมุทรสงคราม	7	8	15	5	3	8	11.5
	ระยอง	14	15	29	15	21	36	32.5
	ระยอง	39	12	51	4	3	7	29.0
	ระยอง	2	5	7	1	7	8	7.5
	ชุมพร	4	9	13	8	8	16	14.5
	ธานี	19	8	27	4	2	6	16.5
	ธรรมราช	12	13	25	38	9	47	36.0
	ธรรมราช	5	32	37	8	19	27	32.0
	พัทลุง	9	12	21	8	3	11	16.0
	ระนอง	7	6	13	1	6	7	10.0
	ระนอง	2	7	9	3	6	9	9.0
	ระนอง	6	18	24	13	21	34	29.0
	พังงา	2	2	4	-	3	3	3.5
	ภูเก็ต	18	14	32	4	4	8	20.0
	ภูเก็ต	2	3	5	6	12	18	11.5
	กระบี่	20	72	92	18	6	24	58.0
	กระบี่	68	14	82	17	15	32	57.0
	กระบี่	6	3	9	4	6	10	9.5
	ตรัง	14	9	23	13	4	17	20.0

ตารางแสดงผลการตรวจพบไมโครพลาสติกกรุปร่างไม้เน่ยนอน

สียงไมโคร พลาสติก	จังหวัด	ผลการตรวจพบไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/50กรัม)						
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย
		น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	
ดำ	สมุทรปราการ	20	6	26	86	2	88	57.0
	สมุทรสงคราม	14	15	29	8	10	18	23.5
	ระยอง	20	12	32	14	17	31	31.5
	ระยอง	10	1	11	2	-	2	6.5
	ระยอง	2	3	5	1	4	5	5.0
	ชุมพร	-	2	2	3	12	15	8.5
	สุราษฎร์ธานี	11	2	13	5	2	7	10.0
	นครศรีธรรมราช	24	5	29	32	9	41	35.0
	นครศรีธรรมราช	10	21	31	7	12	19	25.0
	พัทลุง	5	17	22	4	3	7	14.5
	ระนอง	5	5	10	1	3	4	7.0
	ระนอง	2	7	9	3	4	7	8.0
	ระนอง	12	22	34	26	32	58	46.0
	พังงา	10	4	14	-	3	3	8.5
	ภูเก็ต	20	17	37	5	19	24	30.5
	ภูเก็ต	1	2	3	6	14	20	11.5
	กระบี่	29	10	39	24	16	40	39.5
	กระบี่	70	6	76	6	3	9	42.5
	กระบี่	7	5	12	7	2	9	10.5
	ตรัง	8	5	13	2	2	4	8.5

ตารางแสดงผลการตรวจพบไมโครพลาสติกสีดำ

ชื่อของไมโคร พลาสติก	จังหวัด	ผลการตรวจพบไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/50กรัม)						
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย
		น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	
แดง	สมุทรปราการ	2	1	3	7	1	8	5.5
	สมุทรสงคราม	2	3	5	3	5	8	6.5
	ระยอง	24	15	39	6	19	25	32.0
	ระยอง	1	2	3	2	-	2	2.5
	ระยอง	1	1	2	-	2	2	2.0
	ชุมพร	4	3	7	-	9	9	8.0
	สุราษฎร์ธานี	1	-	1	3	-	3	2.0
	นครศรีธรรมราช	5	1	6	-	1	1	3.5
	นครศรีธรรมราช	2	2	4	-	3	3	3.5
	พัทลุง	3	6	9	4	2	6	7.5
	ระนอง	2	2	4	-	1	1	2.5
	ระนอง	-	3	3	1	-	1	2.0
	ระนอง	2	8	10	2	9	11	10.5
	พังงา	1	-	1	-	-	0	0.5
	ภูเก็ต	10	11	21	11	4	15	18.0
	ภูเก็ต	1	1	2	1	3	4	3.0
	กระบี่	3	-	3	3	2	5	4.0
	กระบี่	18	2	20	2	-	2	11.0
	กระบี่	2	2	4	1	-	1	2.5
	ตรัง	1	2	3	-	7	7	5.0

ตารางแสดงผลการตรวจพบไมโครพลาสติกสีแดง

สีของไมโคร พลาสติก	จังหวัด	ผลการตรวจพบไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/50กรัม)						ค่า เฉลี่ย
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			
		กรอง	ตะกอน	ผลรวม	กรอง	ตะกอน	ผลรวม	
ใส	สมุทรปราการ	85	13	98	36	21	57	77.5
	สมุทรสงคราม	15	21	36	18	16	34	35.0
	ระยอง	24	33	57	11	57	68	62.5
	ระยอง	52	14	66	5	5	10	38.0
	ระยอง	6	6	12	3	10	13	12.5
	ชุมพร	21	7	28	11	27	38	33.0
	สุราษฎร์ธานี	38	15	53	14	3	17	35.0
	ฉะฉินราช	11	28	39	17	8	25	32.0
	ฉะฉินราช	2	30	32	7	22	29	30.5
	พัทลุง	17	24	41	16	11	27	34.0
	ระนอง	11	9	20	3	10	13	16.5
	ระนอง	3	9	12	3	7	10	11.0
	ระนอง	9	37	46	29	48	77	61.5
	พังงา	3	1	4	1	5	6	5.0
	ภูเก็ต	15	22	37	23	10	33	35.0
	ภูเก็ต	2	4	6	7	5	12	9.0
	กระบี่	32	68	100	2	40	42	71.0
	กระบี่	109	17	126	23	18	41	83.5
	กระบี่	5	2	7	4	7	11	9.0
	ตรัง	34	30	64	12	17	29	46.5

ตารางแสดงผลการตรวจพบไมโครพลาสติกสีดำ

สีของไมโครพลาสติก	จังหวัด	ผลการตรวจพบไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/50กรัม)						
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย
		น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	
น้ำเงิน	สมุทรปราการ	3	1	4	-	1	1	2.5
	สมุทรสงคราม	2	3	5	2	3	5	5.0
	ระยอง	-	7	7	1	1	2	4.5
	ระยอง	1	1	2	-	2	2	2.0
	ระยอง	-	1	1	-	2	2	1.5
	ชุมพร	2	-	2	-	3	3	2.5
	สุราษฎร์ธานี	2	-	2	-	-	0	1.0
	นครศรีธรรมราช	-	1	1	1	3	4	2.5
	นครศรีธรรมราช	1	2	3	3	3	6	4.5
	พัทลุง	4	3	7	3	1	4	5.5
	ระนอง	2	2	4	-	1	1	2.5
	ระนอง	-	1	1	1	3	4	2.5
	ระนอง	-	4	4	5	6	11	7.5
	พังงา	1	-	1	-	-	0	0.5
	ภูเก็ต	1	4	5	-	-	0	2.5
	ภูเก็ต	-	-	0	-	-	0	0.0
	กระบี่	1	6	7	5	4	9	8.0
	กระบี่	-	-	0	-	1	1	0.5
กระบี่	-	1	1	-	-	0	0.5	
ตรัง	4	-	4	-	-	0	2.0	

ตารางแสดงผลการตรวจพบไมโครพลาสติกสีน้ำเงิน

ชื่อของไมโครพลาสติก	จังหวัด	ผลการตรวจพบไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/50กรัม)						
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย
		น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	
เขี้ยว	สมุทรปราการ	-	-	0	-	-	0	0.0
	สมุทรสงคราม	3	1	4	-	1	1	2.5
	ระยอง	-	4	4	4	1	5	4.5
	ระยอง	1	-	1	-	-	0	0.5
	ระยอง	-	-	0	-	1	1	0.5
	ชุมพร	-	1	1	-	-	0	0.5
	สุราษฎร์ธานี	-	1	1	-	-	0	0.5
	นครศรีธรรมราช	1	-	1	10	8	18	9.5
	นครศรีธรรมราช	-	-	0	-	1	1	0.5
	พัทลุง	1	3	4	0	-	0	2.0
	ระนอง	1	-	1	-	-	0	0.5
	ระนอง	-	-	0	-	1	1	0.5
	ระนอง	-	1	1	-	2	2	1.5
	พังงา	-	1	1	1	-	1	1.0
	ภูเก็ต	2	1	3	-	-	0	1.5
	ภูเก็ต	-	-	0	2	1	3	1.5
	กระบี่	6	-	6	8	2	10	8.0
	กระบี่	9	-	9	2	1	3	6.0
	กระบี่	-	-	0	-	-	0	0.0
	ตรัง	-	3	3	-	-	0	1.5

ตารางแสดงผลการตรวจพบไมโครพลาสติกสีน้ำเขี้ยว

ชื่อของไมโคร พลาสติก	จังหวัด	ผลการตรวจพบไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/50กรัม)						
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย
		น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	น้ำกรอง	ตะกอน	ผลรวม	
เหือง	สมุทรปราการ	5	-	5	5	1	6	5.5
	สมุทรสงคราม	3	2	5	-	1	1	3.0
	ระยอง	-	2	2	-	-	0	1.0
	ระยอง	0	-	0	-	1	1	0.5
	ระยอง	-	1	1	-	1	1	1.0
	ชุมพร	4	-	4	-	7	7	5.5
	สุราษฎร์ธานี	-	-	0	6	-	6	3.0
	นครศรีธรรมราช	-	-	0	-	2	2	1.0
	นครศรีธรรมราช	-	-	0	-	-	0	0.0
	พัทลุง	5	5	10	1	-	1	5.5
	ระนอง	1	1	2	-	-	0	1.0
	ระนอง	-	-	0	1	1	2	1.0
	ระนอง	-	2	2	1	4	5	3.5
	พังงา	-	-	0	-	1	1	0.5
	ภูเก็ต	-	2	2	-	-	0	1.0
	ภูเก็ต	-	-	0	-	4	4	2.0
	กระบี่	1	-	1	1	-	1	1.0
	กระบี่	19	-	19	-	2	2	10.5
	กระบี่	2	1	3	-	-	0	1.5
	ตรัง	-	3	3	9	-	9	6.0

ตารางแสดงผลการตรวจพบไมโครพลาสติกสีน้ำเหือง

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	กมลนัทร ลือชัย
วัน เดือน ปีเกิด	10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546
สถานที่เกิด	สุราษฎร์ธานี
ที่อยู่ปัจจุบัน	70 หมู่ 7 ตำบลกะเปา อำเภอกีรีรัตนคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2561 จากโรงเรียนบ้านตาขุนวิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2564 จากโรงเรียนบ้านตาขุนวิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ปัจจุบัน	นักศึกษาคณะเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยรังสิต

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	กิริติ แยมสีบัว
วัน เดือน ปีเกิด	11 พฤษภาคม พ.ศ.2546
สถานที่เกิด	สมุทรปราการ
ที่อยู่ปัจจุบัน	1279/657 หมู่ 6 ตำบลท้ายบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ.2560 จากโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2563 จากโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ
ปัจจุบัน	นักศึกษาคณะเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยรังสิต

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	ชนัญชิดา สุวรรณนะ
วัน เดือน ปีเกิด	25 เมษายน พ.ศ.2546
สถานที่เกิด	พัทลุง
ที่อยู่ปัจจุบัน	125 หมู่ 7 ตำบลแหลมไหนด อำเภอกวนขนุน จังหวัดพัทลุง
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ.2560 จากโรงเรียนสตรีพัทลุง จังหวัดพัทลุง สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2563 จากโรงเรียนสตรีพัทลุง จังหวัดพัทลุง
ปัจจุบัน	นักศึกษาคณะเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยรังสิต

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	บัณฑิตา สุขเศรษฐสิทธิ์
วัน เดือน ปีเกิด	24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	34 ซอยราษฎร์บูรณะ 24 ถนนราษฎร์บูรณะ เขตราษฎร์บูรณะ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2561 จากโรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒาราม ในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2564 จากโรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒาราม ในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ปัจจุบัน	นักศึกษาคณะเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยรังสิต

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	มุนินทร์ เลิศจันทรางกูร
วัน เดือน ปีเกิด	30 เมษายน พ.ศ. 2547
สถานที่เกิด	สุโขทัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	181/2 หมู่ 2 ตำบลในเมือง อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2561 จากโรงเรียนสวรรคค่อนันต์วิทยา จังหวัดสุโขทัย สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2564 จากโรงเรียนสวรรคค่อนันต์วิทยา จังหวัดสุโขทัย
ปัจจุบัน	นักศึกษาคณะเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยรังสิต

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	วรินชญา หลานเศรษฐา
วัน เดือน ปีเกิด	29 มีนาคม 2546
สถานที่เกิด	สกลนคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	139 หมู่ 4 ตำบลกุดเรือคำ อำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2561 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย จังหวัดเลย สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2564 โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร
ปัจจุบัน	นักศึกษาคณะเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยรังสิต