



โครงการ
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ ชนิดและการกระจายของไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอน
บริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

Classification and distribution of microplastics in surface sediments
in the Gulf of Thailand

ชื่อนิสิต นางสาวปิ่นมณัส บูชา

เลขประจำตัว 5932815723

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

ปีการศึกษา 2562

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชนิดและการกระจายของไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

ปิ่นมณัส บุษบา

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562

Classification and distribution of microplastics in surface sediments
in the Gulf of Thailand

Pinmanas Bucha

A Senior Project in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Bachelor of Science in Marine Science
Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University
Academic Year 2019

Project Title Classification and distribution of microplastics in surface sediments in the Gulf of Thailand
By Miss Pinmanas Bucha
Field of Study Marine Science
Advisor Sujaree Bureekul, Ph.D.
Co-advisor Assistant Professor Penjai Sompongchaiyakul, Ph.D.

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

..... Head of Marine Science Department

(Assoc. Prof. Voranop Viyakarn, Ph.D.)

PROJECT COMMITTEE

Project Advisor

(Sujaree Bureekul, Ph.D.)

Project Co-advisor

(Asst. Prof. Penjai Sompongchaiyakul, Ph.D.)

Member

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

Member

(Asst. Prof. Itchika Sivaipram, Ph.D.)

ชื่อโครงการ	ชนิดและการกระจายของไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย
ชื่อนิสิต	นางสาวปิ่นนัส บุษชา
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.สุจारी บุรีกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล
ปีการศึกษา	2562
ภาควิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ตัวอย่างดินตะกอนพื้นผิว 28 สถานี จากพื้นที่ชายฝั่งทะเลในบริเวณอ่าวไทย นำมาทำการสกัดแยกไมโครพลาสติกด้วยกระบวนการ Density floatation ด้วยสารละลายเกลือแกงอิ่มตัว (saturated sodium chloride solution) และกรองแยกด้วยแผ่นกรอง Isopore™ polycarbonate (ขนาดรูเปิด 5.0 μm) นำมาส่องใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ เพื่อศึกษาจำนวน ขนาด ลักษณะทางกายภาพได้แก่ สีและรูปร่าง และระบุชนิดไมโครพลาสติกด้วยตัวอย่างภาพ ที่ทราบชนิดพลาสติกแล้วจากการวิเคราะห์หาหมู่ฟังก์ชันของโมเลกุลโดยเทคนิค Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR spectroscopy)

พบไมโครพลาสติกทั้งสิ้น 275 ชิ้น (5,362.9 ชิ้นต่อกก.น.น.แห้ง) มีขนาดชิ้นตั้งแต่ 42 ถึง 4,985 μm และส่วนใหญ่มีขนาดระหว่าง 5 – 250 μm โดยส่วนใหญ่เป็นไมโครพลาสติกรูปร่างไร้รูปแบบ (fragment) และรูปร่างเส้นใย (filament) และพบไมโครพลาสติกโทนสีน้ำเงิน (blue) มากที่สุด จากการระบุชนิดไมโครพลาสติก พบว่าส่วนใหญ่เป็นพลาสติก Polypropylene (PP) และ Polyethylene (PE) จากแผนที่การกระจายพบปริมาณไมโครพลาสติกสะสมในดินตะกอนในพื้นที่ปากแม่น้ำสูงกว่าในพื้นที่บริเวณชายหาดหรือหาดทราย โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดที่สถานีปากแม่น้ำท่าจีน (TC) และแนวสันทรายเชื่อมกันคลื่นปากแม่น้ำปราณบุรี (PBJ) เท่ากับ 422.0 และ 9.7 ชิ้นต่อกก.น.น.แห้ง ตามลำดับ ทั้งนี้พบแนวโน้มว่ารูปร่างและชนิดของไมโครพลาสติกมีแนวโน้มสัมพันธ์กับขนาดอนุภาคดินตะกอน ไมโครพลาสติกรูปร่างไร้รูปแบบและเส้นใยพบมากในพื้นที่มีอนุภาคดินตะกอนละเอียดและหยาบตามลำดับ และในอนุภาคดินตะกอนหยาบพบ Polyethylene (PE) เป็นชนิดเด่นเพียงชนิดเดียว

คำสำคัญ: ไมโครพลาสติก ดินตะกอนพื้นผิว การจำแนกและการกระจาย อ่าวไทย

Project title	Classification and Distribution of microplastics in the surface sediments of coastal area in the Gulf of Thailand
Name	Miss Pinmanas Bucha
Advisor	Sujaree Bureekul, Ph.D.
Co-advisor	Assistant Professor Penjai Sompongchaiyakul, Ph.D.
Academic Year	2019
Department	Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Abstract

Surface sediment sampled from twenty-eight coastal area stations in the Gulf of Thailand, extracted by density floatation with saturated sodium chloride solution and filtered with Isopore™ polycarbonate membrane filters (pore size 5.0 µm) to separate microplastics. Number, size and physical properties (shape and color) of microplastic was studied under stereomicroscope. Plastic types later, identified by sample pictures from the functional group of plastic analysis by Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR).

Total, 275 microplastic items (5,362.9 items/kg dry wt.) observed with ranged size from 42 - 4,985 µm. Mostly was in the size range of 5 - 250 µm. Fragment and filament were the most abundance plastic shapes found while blue was the most common plastic color. For plastic type identification, most microplastics items were Polypropylene (PP) and Polyethylene (PE). The distribution map shown the accumulation of microplastics in the area near the river mouth than the sand beach area. The highest and the lowest amounts of microplastic in sediment reported at a mouth of Tha Chin River (TC) and Pranburi Jetty (PBJ) with the average numbers of 422.0 and 9.7 items/kg dry wt., respectively. There was a tendency that shape and type of microplastic were related with sediment grain-size. Fragment and filament items were dominant in sediment with fine and coarse grain size, respectively and Polyethylene (PE) was the only microplastic type abundant in fine grain sediment.

Keywords: Microplastics, surface sediment, classification and distribution, Gulf of Thailand

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากคณาจารย์และบุคคลจากหลายฝ่าย ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. สุจารี บุรีกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำในการทำการทดลอง และตรวจสอบแก้ไขโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อธิฉนิกา ศิวายพราหมณ์ คุณศุภรัตน์ ศรีสอาด คุณธนกร อุบลแย้ม และคุณธนภัทร กลับชุ่ม ที่เอื้อเฟื้อในการเก็บตัวอย่างดินตะกอนและการศึกษาลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกผ่านกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอในครั้งนี้ และขอขอบคุณ คุณปรีชา เสนสิทธิ์ ที่คอยช่วยเหลือในอุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ในการทำการทดลองและการวิเคราะห์ตัวอย่างมาโดยตลอด

ในการจัดทำโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ในครั้งนี้ อยู่ในช่วงระยะเวลาการระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 (COVID-19) ทำให้มีผลกระทบทั้งต่อการปฏิบัติงาน และการนำเสนอผลงาน ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมฤดี จิตประไพ ที่สละเวลาอันมีค่าในการจัดการ และประสานงานโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณอาจารย์ในภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ที่สละเวลา ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกและให้ข้อเสนอแนะแก่นิสิตในการปฏิบัติงานและการนำเสนอผลงาน จนกระทั่งโครงการสำเร็จ

ขอขอบคุณครอบครัวที่เข้าใจ และดูแลเอาใจใส่ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา พร้อมทั้งคำแนะนำต่าง ๆ ที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำโครงการในครั้งนี้เสมอมา และขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ และน้อง ภายในภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล โดยเฉพาะนิสิตชั้นปีที่ 4 ที่คอยให้กำลังใจ ช่วยเหลือในการทำการทดลอง และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันอยู่เสมอ ตลอดจนให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการอย่างยิ่ง และเป็นกำลังใจในการทำโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ปีนมนัส บุษบา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ไมโครพลาสติก.....	3
2.2 ไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทางทะเล	4
2.2.1 ไมโครพลาสติกในมวลน้ำ.....	4
2.2.2 ไมโครพลาสติกในดินตะกอน.....	6
2.2.3 ผลกระทบของไมโครพลาสติกต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล	7
2.3 วิธีศึกษาไมโครพลาสติกในดินตะกอน.....	11
2.3.1 การสกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอน.....	11
2.3.2 การศึกษาลักษณะทางกายภาพและปริมาณของไมโครพลาสติกในตะกอน	13
2.3.3 วิธีศึกษาชนิดของไมโครพลาสติกในตะกอน	13
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	15
3.1 แผนการศึกษา.....	15
3.2 การเก็บตัวอย่าง	16

3.3	อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้.....	16
3.4	การสกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอน	16
3.5	การหาวิเคราะห์หาปริมาณ ลักษณะทางกายภาพ และการระบุชนิดของไมโครพลาสติก	19
3.6	การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ตัวอย่าง	21
3.7	การวิเคราะห์ผลการศึกษา	22
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล.....		23
4.1	ขนาดและจำนวนของไมโครพลาสติก	23
4.2	ลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติก.....	25
4.2.1	รูปร่างไมโครพลาสติก.....	25
4.2.2	สีของไมโครพลาสติก	28
4.3	ชนิดของไมโครพลาสติก.....	29
4.4	ไมโครพลาสติกกับขนาดอนุภาคดินตะกอน	32
4.5	การกระจายเชิงพื้นที่ตามลักษณะทางกายภาพและชนิดของไมโครพลาสติกในดินตะกอน.....	32
4.5.1	การกระจายของไมโครพลาสติกตามจำนวน.....	32
4.5.2	การกระจายของไมโครพลาสติกตามรูปร่าง.....	32
4.5.3	การกระจายของไมโครพลาสติกตามสี.....	33
4.5.4	การกระจายของไมโครพลาสติกตามชนิด.....	33
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....		38
5.1	สรุปผลการศึกษา	38
5.2	ข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง.....		41
ภาคผนวก.....		45
ภาคผนวก ก. สถานีเก็บตัวอย่าง		46
ภาคผนวก ข. การสกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอน.....		47
ภาคผนวก ค. การหาปริมาณน้ำในดิน.....		48
ภาคผนวก ง. รายงานจำนวนไมโครพลาสติกตาม ขนาด รูปร่างและสีของไมโครพลาสติก		49
ภาคผนวก จ. จำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ยตามรูปร่าง สี และชนิดตามพื้นที่.....		54

ภาคผนวก ฉ. ไมโครพลาสติกที่พบในดินตะกอนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย	58
---	----

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ชนิด กระบวนการย่อยและเส้นทางการถ่ายทอดไมโครพลาสติกในสัตว์ทะเล.....	4
2.2.1 กระบวนการและอัตราการเกิดเกิดไมโครพลาสติกทุติยภูมิในทะเล.....	5
2.2.2 การถ่ายทอดไมโครพลาสติกในระบบนิเวศทางทะเล.....	8
3.1 แผนที่ใช้การเก็บตัวอย่าง.....	15
3.2 การเก็บตัวอย่างดินตะกอน	16
3.3 เครื่องมือสำหรับสกัดแยกไมโครพลาสติกในดินตะกอน.....	17
3.4 ขั้นตอนการสกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอนด้วย Density floatation method.....	18
3.5 อุปกรณ์สำหรับจำแนกตัวอย่างไมโครพลาสติก.....	19
3.6 ภาพ FT – IR spectrum ของตัวอย่างชิ้นไมโครพลาสติกจาก ดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย.....	20
3.7 รูปไมโครพลาสติกที่พบในชุดควบคุมในการสกัดแยกไมโครพลาสติก	21
4.1.1 การกระจายตัวตามขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างดินตะกอน.....	23
4.1.2 จำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ยในดินตะกอนจากพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย.....	24
4.2.1 ภาพไมโครพลาสติกจำแนกตามรูปร่าง พบจากดินตะกอนในบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย.....	25
4.2.2 จำนวนของไมโครพลาสติกจำแนกตามรูปร่าง ที่พบบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย.....	27
4.2.3 ตัวอย่างไมโครพลาสติกจำแนกตามสีที่พบจากดินตะกอนในบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย.....	28
4.2.4 จำนวนของไมโครพลาสติกจำแนกตามสีที่พบบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย.....	29
4.3.1 ภาพไมโครพลาสติกจำแนกตามชนิดที่พบจากดินตะกอนในบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย.....	30
4.3.2 จำนวนของไมโครพลาสติกจำแนกตามชนิดที่พบบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย.....	31
4.5.1 การกระจายของไมโครพลาสติกในดินตะกอนเฉลี่ยตามจำนวนในแต่ละพื้นที่.....	34
4.5.2 การกระจายของไมโครพลาสติกในดินตะกอนเฉลี่ยตามสัดส่วนของรูปร่างที่พบในแต่ละพื้นที่.....	35
4.5.3 การกระจายของไมโครพลาสติกในดินตะกอนเฉลี่ยตามสัดส่วนของสีที่พบในแต่ละพื้นที่.....	36
4.5.4 การกระจายของไมโครพลาสติกในดินตะกอนเฉลี่ยตามสัดส่วนของชนิดที่พบในแต่ละพื้นที่.....	37
ภาคผนวก	
จ.1 องค์ประกอบตามจำนวน (%) ของไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนจำแนกตามรูปร่าง เฉลี่ยจากสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย.....	53
จ.2 องค์ประกอบตามจำนวน (%) ของไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนจำแนกตามสี เฉลี่ยจากสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย.....	54

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
จ.3	องค์ประกอบตามจำนวน (%) ของไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนจำแนกตามชนิด เฉลี่ยจากสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย.....55
ฉ.1	ไมโครพลาสติกจากชุดควบคุม.....56
ฉ.2	ไมโครพลาสติกปากแม่น้ำบางปะกง.....57
ฉ.3	ไมโครพลาสติกปากแม่น้ำเจ้าพระยา.....60
ฉ.4	ไมโครพลาสติกปากแม่น้ำท่าจีน.....63
ฉ.5	ไมโครพลาสติกปากแม่น้ำแม่กลอง.....70
ฉ.6	ไมโครพลาสติกปากแม่น้ำปราณบุรี.....71
ฉ.7	ไมโครพลาสติกเลียบชายหาดแม่รำพึง.....75
ฉ.8	ไมโครพลาสติกเกาะทะลุ.....76
ฉ.9	ไมโครพลาสติกปากคลองบ้านบางเปิด.....78

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1.1	ประเภทของผลิตภัณฑ์และชนิดพลาสติกในขยะทะเลที่มีที่มาจากแหล่งน้ำจืด6
2.2.1	จำนวนไมโครพลาสติกที่พบสะสมในดินตะกอน ในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลก.....7
2.2.2	รายงานการวิจัยขยะพลาสติก และไมโครพลาสติกที่พบสะสมในสิ่งมีชีวิตในทะเล.....9
2.3.1	รายงานวิธีวิจัย และการสกัดแยกไมโครพลาสติกในดินตะกอน จากความแตกต่างของความหนาแน่น.....12
ภาคผนวก	
ก.1	สถานีเก็บตัวอย่าง และพิกัดที่ทำการศึกษา.....44
ง.1	จำแนกจำนวนไมโครพลาสติกตามขนาดที่พบ.....47
ง.2	จำนวนของไมโครพลาสติกจากตัวอย่างดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย.....48
ง.3	จำนวนไมโครพลาสติกจำแนกตามรูปร่างจากตัวอย่างดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย.....49
ง.4	จำนวนไมโครพลาสติกจำแนกตามสีจากตัวอย่างดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย.....50
ง.5	จำนวนไมโครพลาสติกจำแนกตามชนิดจากตัวอย่างดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย.....51
จ.1	จำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ยตามพื้นที่ จำแนกตามรูปร่าง.....52
จ.2	จำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ยตามพื้นที่ จำแนกตามสี.....52
จ.3	จำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ยตามพื้นที่ จำแนกตามชนิด.....52

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบันพลาสติกได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เนื่องจากพลาสติกสามารถใช้งานได้หลากหลายอีกทั้งยังมีเทคโนโลยีที่ทำให้สามารถผลิตและขึ้นรูปพลาสติกให้ใช้งานได้ตามความต้องการ เช่น ถุงพลาสติกใส่อาหาร ขวดน้ำดื่ม ฟิล์มถนอมอาหาร หลอดพลาสติก และบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ (สิตาวีร์ ธีรวิรุฬ, 2560) ทำให้มีการใช้สอยพลาสติกเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตเพิ่มมากขึ้น และบรรจุภัณฑ์พลาสติกเหล่านี้มักถูกนำมาใช้เพียงครั้งเดียว (Single-use plastics) (Hopewell et al., 2009) จากการที่พลาสติกเป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้ยากตามธรรมชาติ และมีอายุยืนยาวหลายร้อยปี อีกทั้งประเทศไทยยังไม่มีจัดการขยะพลาสติกอย่างถูกวิธี ส่งผลให้มีการทิ้งขยะพลาสติกจนสะสมและตกค้างอยู่ในแหล่งน้ำ แม่น้ำ และในสิ่งแวดล้อมทางทะเลเป็นจำนวนมาก (กรมควบคุมมลพิษ, 2561)

ขยะพลาสติกที่เป็นพลาสติกขนาดใหญ่ (Macroplastics) เมื่อสะสมและตกค้างในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน สามารถถูกย่อยสลายให้มีขนาดเล็กลง จากกระบวนการหลัก 3 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการย่อยด้วยแสง (Photo degradation) กระบวนการย่อยทางชีวภาพ (Biological degradation) และกระบวนการย่อยทางเคมี (Chemical degradation) ทั้งนี้ขยะพลาสติกเหล่านี้สามารถย่อยสลายได้จากกระบวนการอื่น ๆ อีก เช่น การฉีกพลาสติกจากสิ่งมีชีวิต และพลังงานจากคลื่นลม เป็นต้น (Moore, 2008) สำหรับขยะพลาสติกที่ถูกย่อยสลายจนมีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร จะกลายเป็นไมโครพลาสติก (Microplastics) พบมีการกระจายตัว และปนเปื้อนได้ง่ายในแหล่งน้ำธรรมชาติ ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำที่ชุมชนมีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกจากพลาสติกใยผ้า กลิตเตอร์เครื่องสำอาง และเม็ดสกรับในผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกาย ซึ่งพลาสติกขนาดเล็กเหล่านี้สามารถพบได้ในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว ทำให้เกิดการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำชุมชนซึ่งกลายเป็นแหล่งแพร่กระจายไมโครพลาสติกลงสู่แม่น้ำ และทะเล

ไมโครพลาสติกที่พบกระจายและปนเปื้อนในน้ำทะเลสามารถจับตัวกับสารอินทรีย์จนมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำทะเล และตกตะกอนสะสมอยู่ที่พื้นผิวดินตะกอนในทะเลได้ เนื่องจากไมโครพลาสติกเป็นตัวกลางที่ดีในการดูดซับสารเคมีที่ปนเปื้อนอยู่ในทะเล (สิตาวีร์ ธีรวิรุฬ, 2560) บางชนิดยังมีความเป็นพิษจากสารประกอบในพลาสติกเอง อาทิเช่น สาร Vinyl chloride ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็งตับ (สิตาวีร์ ธีรวิรุฬ, 2560) ทำให้ไมโครพลาสติกกลายเป็นแหล่งสะสมสารก่อพิษในระบบนิเวศทางทะเล ที่ปนเปื้อนและถ่ายทอดผ่านทางห่วงโซ่อาหารจนอาจก่อให้เกิดพิษต่อสัตว์น้ำ และผู้บริโภคได้

ในประเทศไทย ขยะพลาสติกในทะเลได้กลายเป็นปัญหามลพิษที่สำคัญ จากการรายงานประจำปี พ.ศ.2557-2558 โดยกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง สรุปผลการสำรวจขยะทะเลในบริเวณอ่าวไทย จำแนกรายประเภท โดยขยะพลาสติกที่พบมากที่สุด ได้แก่ ถุงพลาสติก และขวดน้ำพลาสติก มีปริมาณคิดเป็นร้อยละ 24.72 และ 17.51 ตามลำดับ สำหรับขยะทะเลที่สำรวจจากบริเวณปากแม่น้ำ รายงานพบจำนวน

ขยะทะเลในแม่น้ำเจ้าพระยามากที่สุด รองลงมาคือ แม่น้ำแม่กลอง ท่าจีน และบางปะกง โดยพบขยะทะเลจำนวน 14,781 4,085 11,218 และ 693 ชิ้นต่อชั่วโมง ตามลำดับ และในส่วนของจังหวัดชายฝั่งทะเลทั้ง 23 จังหวัด มีปริมาณขยะทะเลมากถึง 10 ล้านตัน และมากกว่า 50 % ของปริมาณดังกล่าวเป็นขยะที่พบในพื้นที่ที่ยังไม่มีการจัดการขยะอย่างถูกวิธี ซึ่งขยะทะเลเหล่านี้ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยขยะพลาสติก ได้แก่ ถุงพลาสติก หลอด ข้อนพลาสติกสำหรับคนเครื่องดื่ม ฝาขวด และเชือก

จากปริมาณการตกค้างของขยะพลาสติกในทะเลทำให้เกิดปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนได้ ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาชนิดและการกระจายของไมโครพลาสติกที่พบในพื้นที่ผิวดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย เพื่อศึกษาชนิดและการกระจายตัวของไมโครพลาสติกในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย เพื่อเป็นข้อมูลนำไปสู่การจัดการและแก้ไขปัญหาขยะทะเลอย่างยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- ศึกษาชนิดและปริมาณของไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย
- เปรียบเทียบการกระจายตัวของไมโครพลาสติกชนิดต่าง ๆ ในพื้นที่ผิวดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

1.3 ขอบเขตการศึกษา

วิเคราะห์ปริมาณ ลักษณะกายภาพ และชนิดของไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย รวมทั้งสิ้น 28 สถานี แบ่งเป็น ปากแม่น้ำบางปะกง 5 สถานี ปากแม่น้ำเจ้าพระยา 4 สถานี ปากแม่น้ำท่าจีน 6 สถานี ปากแม่น้ำแม่กลอง 1 สถานี ปากแม่น้ำปราณบุรี 3 สถานี เลียบหาดแม่รำพึง 2 สถานี เกาะทะลุ 5 สถานี และปากคลองบ้านบางเบ็ด 2 สถานี ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างในระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายนปี 2562

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงชนิด และปริมาณของไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำของประเทศไทย และชายฝั่งทะเลในอ่าวไทย และสามารถเปรียบเทียบการกระจายตัวของไมโครพลาสติกชนิดต่าง ๆ ในพื้นที่ผิวดินตะกอนได้

บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

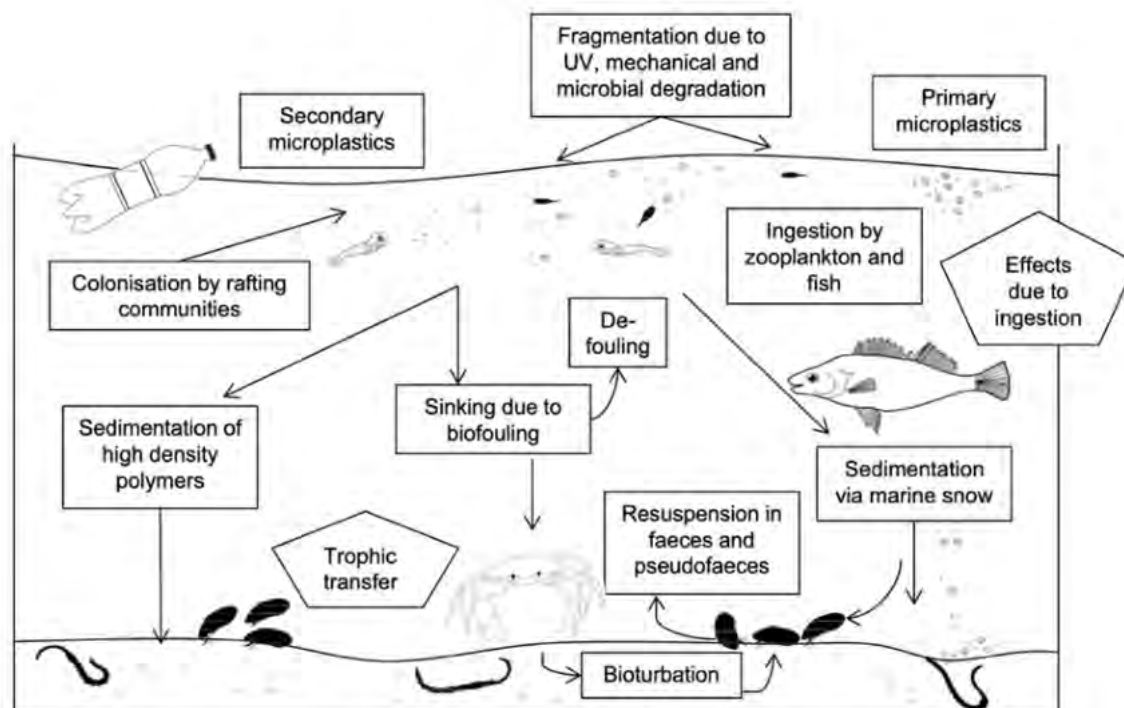
2.1 ไมโครพลาสติก

ไมโครพลาสติก คือ อนุภาคของวัสดุพลาสติกที่เกิดจากพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่มีขนาดเล็กกว่า 5 mm (Arthur et al., 2009) งานวิจัยเกี่ยวกับไมโครพลาสติกเริ่มขึ้นครั้งแรกในช่วงปี 1970 (Carpenter and Smith, 1972) โดยรายงานถึงจำนวนไมโครพลาสติก ลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติก และการกระจายตัวของไมโครพลาสติกที่ผิวน้ำในบริเวณทะเลซาร์แกสโซ (Sargasso sea) หลังจากนั้นจึงมีผู้สนใจทำงานวิจัยเกี่ยวกับไมโครพลาสติกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะในช่วงหลังจากปี 2011

ในระยะแรกของการศึกษาได้มีการกำหนดขนาดของไมโครพลาสติกเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 5 mm เท่านั้น (Zhang et al., 2019) และไม่มีรายงานที่กำหนดขนาดอนุภาคที่เล็กที่สุดของไมโครพลาสติก จากงานวิจัยของ Yao et al. (2019) แสดงให้เห็นว่าไมโครพลาสติกสามารถคงทนอยู่ในธรรมชาติและมีการย่อยสลายยาก จึงเสนอให้มีการกำหนดชนิดของพลาสติกตามขนาดอนุภาค โดยอ้างอิงจากงานวิจัยของ Hartmann et al. (2019) และแบ่งขนาดออกเป็น 4 ขนาด ได้แก่ Nanoplastics (1 - < 1,000 nm) Microplastics (1 - < 1,000 μ m) Mesoplastics (1 - 10 mm) และ Macroplastics (\geq 1 cm)

ไมโครพลาสติกสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ (Primary microplastics) และไมโครพลาสติกทุติยภูมิ (Secondary microplastics) (Arthur et al. 2009) ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ คือ ไมโครพลาสติกที่เกิดจากการกระบวนการผลิตโดยตรง เช่น เม็ดพลาสติกขนาดเล็ก เม็ดสครับ หรือ เม็ดปิดในผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกาย (Browne et al. 2007, Arthur et al. 2009) ซึ่งไมโครพลาสติกประเภทนี้สามารถปนเปื้อนในมหาสมุทรได้จากการพาโดยของน้ำท่า (Andrady, 2011) ส่วนไมโครพลาสติกทุติยภูมิเกิดจากการแตกย่อยเป็นชิ้นเล็ก (Fragmentation) จากเศษพลาสติกขนาดใหญ่ที่ปนเปื้อนอยู่บริเวณชายหาดและในมหาสมุทร เช่น อวนหรือตาข่ายดักปลา และเศษพลาสติกจากภาชนะต่าง ๆ

กระบวนการเกิดไมโครพลาสติกทุติยภูมิ สามารถเกิดได้จากการย่อยด้วยแสง (Photo degradation) การย่อยทางชีวภาพ (Biological degradation) (Thomson et al., 2004; Browne et al., 2007; Cooper and Corcoran, 2010; Andrady, 2011) และการย่อยทางเคมี (Chemical degradation) (Moore, 2008) รูปที่ 2.1 แสดงชนิด กระบวนการย่อย และเส้นทางการถ่ายทอดไมโครพลาสติกสู่สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมทางทะเล (Wright et al., 2013) ทั้งนี้ไมโครพลาสติกซึ่งรวมไปถึงโพลีเมอร์สังเคราะห์จากอุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นไมโครพลาสติกอนุภาคขนาดเล็กที่ลอยน้ำ ที่สามารถปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น น้ำเสียชุมชนและอุตสาหกรรม สำหรับการสะสมในพื้นที่ผิวดินตะกอนเกิดจากการแตกหักและการย่อยเป็นชิ้นเล็ก และตกสะสมเนื่องจากไมโครพลาสติกจับตัวกับสารอินทรีย์จึงมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำทะเล



รูปที่ 2.1 ชนิด กระบวนการย่อยและเส้นทางการถ่ายทอดไมโครพลาสติกในสัตว์ทะเล (ที่มา Wright et al., 2013)

2.2 ไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทางทะเล

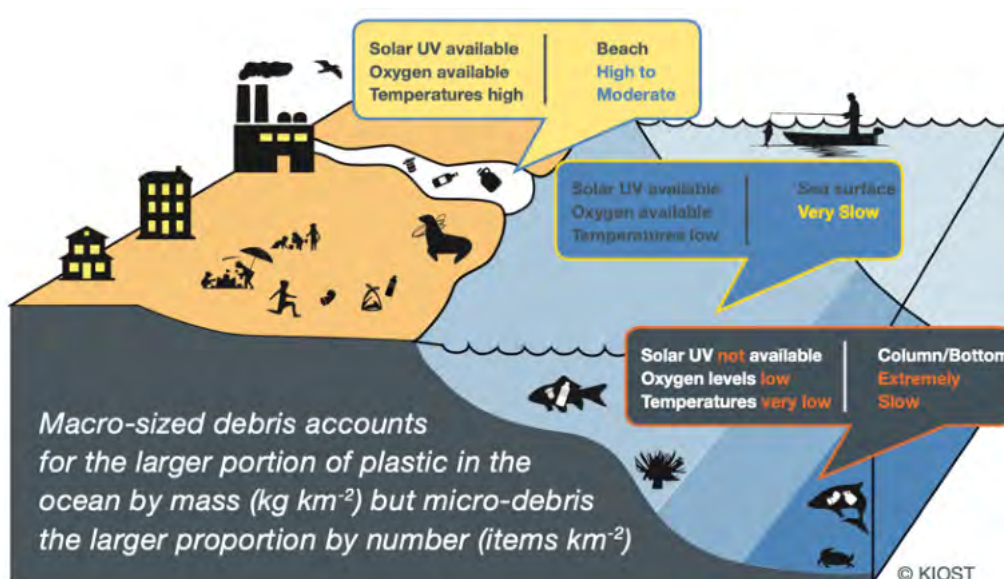
ไมโครพลาสติกเข้าสู่สิ่งแวดล้อมทางทะเลผ่านทางกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น การท่องเที่ยว อุตสาหกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และระบบการบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น จากการเพิ่มขึ้นของประชากรในปัจจุบันส่งผลให้เกิดการทิ้งขยะพลาสติกลงในสิ่งแวดล้อมทางทะเลมากขึ้น และมีปัจจัยที่ส่งผลต่อไมโครพลาสติกกระจายอยู่ในสิ่งแวดล้อมทางทะเล ได้แก่ การไหลวนของมวลน้ำ ความหนาแน่นของมวลน้ำ คลื่น และลม (Guzzetti et al., 2018) อีกทั้งไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กมาก และน้ำหนักเบาทำให้มีการแพร่กระจายระยะไกล (Long – range transport) จึงเป็นสาเหตุให้มีการสะสมตัวของไมโครพลาสติกอยู่ในมวลน้ำ และดินตะกอนในสิ่งแวดล้อมทางทะเล เช่น ภูเขาน้ำแข็งของประเทศนอร์เวย์ (Guzzetti et al., 2018) พื้นที่ชายฝั่งของประเทศจีน (Yao et al., 2019) ระบบนิเวศป่าชายเลนของประเทศจีน (Li et al., 2019) ดินตะกอนแม่น้ำประเทศออสเตรเลีย (He et al., 2020) และดินตะกอนทะเลลึกกลางมหาสมุทรอาร์คติก (Kanhai et al., 2019) เป็นต้น

2.2.1 ไมโครพลาสติกในมวลน้ำ

การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติทั้งน้ำท่าและน้ำทะเล เกิดผ่านระบบระบายน้ำจากการใช้น้ำของชุมชนและอุตสาหกรรม โดยมีกระแสลมและกระแสน้ำเป็นตัวกลางให้เกิดการกระจายไมโครพลาสติกไปตามแนวชายฝั่งของทุกทวีป ซึ่งจากงานวิจัยเรื่องการกระจาย ปริมาณ และความเสี่ยงของไมโครพลาสติกต่อสิ่งแวดล้อมของ Yu et al. (2020) อธิบายว่านอกจากกระแสลม และกระแสน้ำที่เป็นตัวพา

ไมโครพลาสติกกลบสู่สิ่งแวดล้อมทางทะเลแล้ว ยังพบว่าไมโครพลาสติกส่วนใหญ่เกิดจากการแตก และย่อยของ ทุ่นลอยน้ำที่ไม่ได้รับการดูแลอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำธรรมชาติจำนวนมากเกิด จากอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอีกด้วย

ในกระบวนการเกิดไมโครพลาสติกทุติยภูมิจากการแตกหักจากขยะพลาสติกในมวลน้ำจาก กระบวนการย่อยด้วยแสง การย่อยทางชีวภาพ และการย่อยทางเคมี สามารถเกิดได้รวดเร็วในบริเวณชายฝั่ง เนื่องจากมีรังสียูวี (UV radiation) และมีคลื่นลมรุนแรง เมื่อความลึกน้ำทะเลเพิ่มขึ้น รังสียูวีที่ส่องถึงจะมี ปริมาณลดลง จึงทำให้เกิดไมโครพลาสติกทุติยภูมิซ้าลง (GESAMP, 2015) รูปที่ 2.2.1 แสดงกระบวนการและ อัตราการเกิดไมโครพลาสติกทุติยภูมิในทะเล (GESAMP, 2015)



รูปที่ 2.2.1 กระบวนการและอัตราการเกิดไมโครพลาสติกทุติยภูมิในทะเล (GESAMP, 2015)

จากการศึกษาชนิดของไมโครพลาสติกที่กระจายในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลก พบมีเม็ดพลาสติกหลากหลาย ชนิดที่นำมาใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการอุปโภค ศีลาวุธ ดำรงศิริ และเพ็ญฤติ จันทรภิวฒน์ (2562) ได้รายงานชนิดพลาสติกที่มีการนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด ซึ่งประกอบไปด้วยพลาสติกทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ Polyethylene (PE) Polyvinyl chloride (PVC) Polypropylene (PP) Polystyrene (PS) Polyethylene terephalate (PET) Polyamide (PA) และ Polyester (PES) โดยรวบรวมและแสดงประเภทของผลิตภัณฑ์ และชนิดพลาสติกดัง ตารางที่ 2.1.1

ขยะพลาสติกในทะเลนอกจากจะเกิดจากการสะสมตัวจากการปนเปื้อนจากขยะในแหล่งน้ำจืดแล้วยัง เกิดจากกิจกรรมการที่บริเวณชายหาดด้วย สถานการณ์ของขยะทะเลที่พบบริเวณชายหาดจากข้อมูลของ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2558) พบว่าโดยส่วนใหญ่ขยะทะเลมาจากกิจกรรมชายฝั่งและ การพักผ่อน (78%) และขยะที่พบในลำดับถัดมา ได้แก่ ขยะจากกิจกรรมทางน้ำ ก้นบูทรี ขยะขนาดใหญ่ ขยะจากอุปกรณ์การแพทย์/อนามัย และอื่น ๆ ตามลำดับ ซึ่งขยะจากกิจกรรมชายฝั่งและการพักผ่อนส่วนใหญ่

เป็นขยะพลาสติกจากบรรจุภัณฑ์เพื่อการอุปโภคและบริโภคซึ่งประกอบไปด้วยถุงพลาสติก ขวดเครื่องดื่ม ถ้วยโฟม เชือก หลอด/ที่คนเครื่องดื่ม ขวดน้ำดื่ม กล่องอาหาร และฝาพลาสติก เป็นต้น การทิ้งขยะไม่ถูกวิธี และการจัดการขยะมูลฝอยที่ไม่ครอบคลุมพื้นที่ชายหาดทำให้เกิดเป็นปัญหาการสะสมของขยะพลาสติกในทะเล โดยมีงานวิจัยรายงานว่า ประเทศไทยเป็นประเทศที่ทิ้งขยะพลาสติกลงทะเลมากที่สุดเป็นอันดับที่ 6 ของโลก (สุจิตรา วาสนาดำรงดี, 2560)

ตารางที่ 2.1.1 ประเภทของผลิตภัณฑ์และชนิดพลาสติกในขยะทะเลที่มีที่มาจากแหล่งน้ำจืด (ที่มา: ศีลาวุธ ดำรงศิริ และ เพ็ญรัตน์ จันทร์ภักดิ์, 2562)

ประเภทผลิตภัณฑ์พลาสติก	ชนิดของพลาสติก						
	PE	PVC	PP	PS	PET	PA	PES
ถุงก๊อบแก๊บ	+	-	-	-	-	-	-
ถุงพลาสติกอื่น ๆ	+	-	+	-	+	-	+
ถุง/ห่อขนม ถุงพอยล์	+	-	+	-	+	+	-
ขวดน้ำดื่ม ขวดพลาสติก	-	-	-	-	+	-	-
ฝาพลาสติก	+	+	+	+	-	-	-
หลอด	-	-	+	+	-	-	-
กล่องโฟมบรรจุอาหาร	-	-	-	+	-	-	-
ภาชนะพลาสติกบรรจุอาหาร	+	-	+	+	+	-	-
ซอน ส้อม มีด ไม้จิ้มพลาสติก	-	-	-	+	-	-	-
เชือก	+	+	+	-	-	+	+

หมายเหตุ “+” พบรายงานเป็นชนิดพลาสติกดังกล่าว และ “-” ไม่พบเป็นชนิดพลาสติกดังกล่าว

2.2.2 ไมโครพลาสติกในดินตะกอน

การเพิ่มขึ้นของขยะพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทางทะเล ทำให้ไมโครพลาสติกมีโอกาสสะสม ตกค้างอยู่ในพื้นผิวดินตะกอนได้มากขึ้น Yao et al. (2019) ได้ศึกษาวิธีการวิเคราะห์และหาปริมาณการสะสมของไมโครพลาสติกในพื้นผิวดินตะกอน พบว่าไมโครพลาสติกที่สะสมในดินตะกอนเป็นไมโครพลาสติกที่มีความหนาแน่นมาก ส่วนใหญ่จะถูกเคลือบด้วยไบโอฟิล์ม (Biofilms) และมีขนาดเล็กกว่า 300 μm ในรายงานการวิจัยปริมาณไมโครพลาสติกที่สะสมในพื้นผิวดินตะกอนในพื้นที่บริเวณชายหาดคุ้งวิมาน และชายหาดเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี พบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุดและส่วนใหญ่เป็นพลาสติกชนิด PE ที่มีความหนาแน่นมาก (High density polyethylene: HDPE) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนแตกย่อยจากเครื่องมือการประมง เช่น แห อวน เอ็น และเชือก (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน, 2557) โดยตารางที่ 2.2.1 แสดงปริมาณไมโครพลาสติกที่พบสะสมในพื้นผิวดินตะกอนจากพื้นที่ทั่วโลก ซึ่งปัจจัยที่ส่งเป็นผลต่อการสะสมในดินตะกอน ได้แก่ การพัดพาของกระแสน้ำ กระแสลม และปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง

ตารางที่ 2.2.1 จำนวนไมโครพลาสติกที่พบสะสมในดินตะกอน ในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลก (ที่มา Zhang et al., 2019)

Country	Location	Abundance (items/kg dry wt.)	Reference
Singapore	Mangrove	36	Nor and Obbard, 2014
Dutch	Coast	3,305	Leslie et al., 2017
Belgium	Harbor	166	Claessens et al., 2011
Italy	Lagoon	1,445	Vianello et al., 2013
Slovenia	Infra-littoral	170	Laglbauer et al., 2014
Tunisian	Coast	316	Abidli et al., 2018
Canada	Humber Bay	352	Corcoran et al., 2015
Canada	Intertidal	5,000	Mathalon and Hill, 2014
Canada	Nearshore	980	Ballent et al., 2016
Canada	Tributary	760	Ballent et al., 2016
Portugal	Coast	55	Frias et al., 2016
China	Changjiang Estuary	121	Peng et al., 2017
China	Bohai sea offshore	171.8	Zhao et al., 2018
China	Sishili sea	499	Zhang et al., 2019

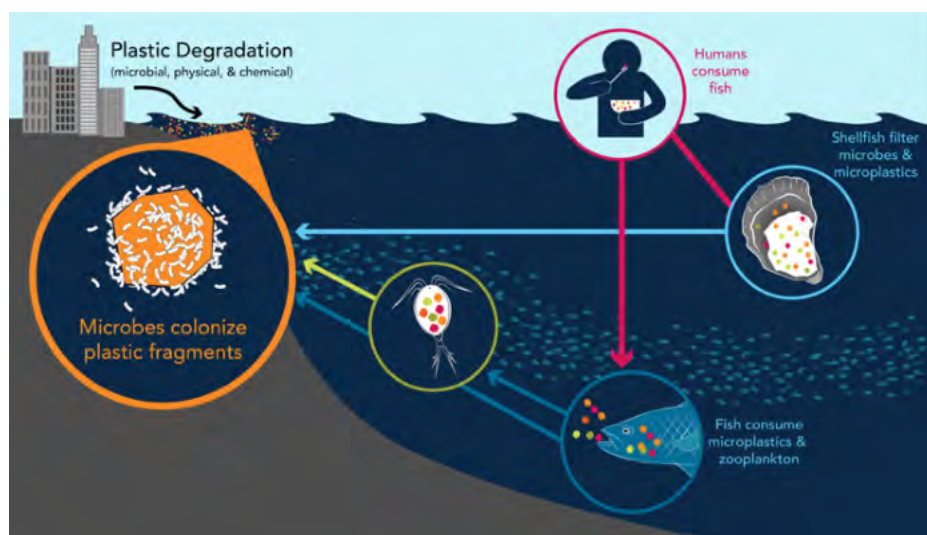
2.2.3 ผลกระทบของไมโครพลาสติกต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล

ไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมสามารถสะสมและเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลได้ ไมโครพลาสติกเข้าสู่สิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ และกระจายในระบบนิเวศทางทะเลผ่านทางกระแสน้ำ กระแสลม และการไหลของน้ำท่า (river runoff) (Guzzetti et al., 2018) เนื่องจากไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กอีกทั้งยังเป็นสารพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่ย่อยสลายได้ยากทำให้สะสมอยู่ในธรรมชาติได้เป็นเวลานาน จึงก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในหลายลำดับชั้นการกินอาหาร (trophic level) ได้ ดังรูปที่ 2.2.2 ไมโครพลาสติกสามารถพบสะสมได้ตั้งแต่ในผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์ (detritus-feeders) เช่น พยาธิ (lungworms) *Arenicola marina* (Green et al., 2016) พวกกรองกิน (filter feeder) เช่น หอยแมลงภู่ (Browne et al., 2008) แพลงก์ตอนสัตว์ เช่น *Daphnia magna* (Ogonowski et al., 2016) สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในทะเลมีความเสี่ยงที่จะสะสมไมโครพลาสติกทั้งจากการกินเหยื่อที่มีไมโครพลาสติกปนเปื้อน และการกลืนกินไมโครพลาสติกที่ลอยในมวลน้ำ (Moore, 2008)

ไมโครพลาสติกสามารถถ่ายทอดในระบบนิเวศได้ การกลืนกินไมโครพลาสติกในกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ทำให้ไมโครพลาสติกสามารถถ่ายทอดสู่ระดับชั้นการกิน (trophic levels) ที่สูงขึ้น Amin et al. (2020) พบการกลืนกินไมโครพลาสติกในแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มต่าง ๆ เช่น ไส้โคพอยด์โคพีพอด (cyclopoids copepods) คาลานอยด์โคพีพอด (calanoids copepods) ไส้เดือนทะเล (polychaetes) กุ้งวัยอ่อน (shrimp zoea) หนอนรฐ (chaetognaths) และ ลูกปลา (fish larvae) ในพื้นที่ที่ชายฝั่งของ Terengganu บริเวณทางตอนใต้ของทะเลจีนใต้ ซึ่งเป็นกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มใหญ่ (62% ของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด) และพบการกลืนกินไมโครพลาสติกที่รูปร่างเส้นใยมากที่สุด (Moore, 2008) ซึ่งการกลืนไมโครพลาสติก และขยะพลาสติกเข้าไปก่อให้เกิดการบาดเจ็บภายในร่างกายและอุดตันระบบทางเดินอาหารของสิ่งมีชีวิตได้ และส่งผลต่อ

การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และอัตราการรอดตายของลูกสิ่งมีชีวิต (Moore, 2008) เช่น ในหอยแมลงภู่พบว่าไมโครพลาสติกขนาดที่สามารถผ่านเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือดก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันได้ (Browne et al., 2008) นอกจากนี้ยังมีการรายงานการกลืนกินไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตอีกหลายชนิด ซึ่งรวบรวมและแสดงในตารางที่ 2.2.2

ไมโครพลาสติกยังมีสารเติมแต่ง (Additives) และสารปรับปรุงคุณภาพ (Modifier) ที่ก่อให้เกิดพิษต่อสิ่งมีชีวิตได้ สารเติมแต่งและสารปรับปรุงคุณภาพที่เติมลงในระหว่างกระบวนการผลิตพลาสติกทำให้ไมโครพลาสติกมีคุณสมบัติเป็นสารที่ไม่มีขั้ว (Hydrophobic) ที่ไม่สามารถยึดติดกับโมเลกุลของน้ำได้ จึงเป็นตัวกลางที่ดีในการดูดซับสารเคมีที่ปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อมทางทะเล เช่น ยาฆ่าแมลง สารกำจัดวัชพืช สารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน (Persistent organic pollutants: POPs) ไฮโดรคาร์บอน และโลหะหนักต่าง ๆ ซึ่งสารเหล่านี้มีผลกระทบที่หลากหลายต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล เช่น การสืบพันธุ์ ระบบเผาผลาญ (Metabolic activities) ระบบภูมิคุ้มกัน การอักเสบของระบบย่อยอาหาร และการเกิดโรคมะเร็ง (สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ และคณะ, 2562)



รูปที่ 2.2.2 การถ่ายทอดไมโครพลาสติกในระบบนิเวศทางทะเล

(ที่มา <https://microplastics.whoi.edu/wp-content/uploads/sites/119/2019/05/diagram.png>)

นอกจากนี้ลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกยังส่งผลต่อการกินของสิ่งมีชีวิตในทะเลได้ จากรายงานของ Wright et al. (2013) ลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเลือกกินของสิ่งมีชีวิตในทะเล และพฤติกรรมการกินของสัตว์ทะเลแต่ละชนิดส่งผลต่อการสะสมของไมโครพลาสติกและถ่ายทอดต่อในห่วงโซ่อาหารได้ ลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตมีดังนี้

ตารางที่ 2.2.2 รายนายการวิจัยขยะพลาสติก และไม่ครพลาستيكที่พบสะสมในสิ่งมีชีวิตในทะเล

Species	Type	Shape	MPs Found in studies	Identification method	References
fish	PA, PEs, PS, LDPE, AC	fibres, fragments, beads and films	36.5 %	microscope and FT-IR Spectroscopy	Lusher et al., 2013
Humpback whale	PE, PP, PVC, PET, PA	-NA-	45 particles	stereomicroscopy and FT-IR spectroscopy	Besseling et al., 2015
birds	-NA-	fibres, film, pellet, foam and rubber	47%	stereomicroscope	Provencher et al., 2018
sea cucumber	cellophane, PEs, PET, PE, PP, PVA, PAN	microfibres, fragment and films	620 particles	stereomicroscope and infrared microscope	Mohsen et al., 2019
macrobenthic species	Cnidaria, Mollusca, Arthropoda, Annelida, Nylon, PP	-NA-	83%	μ FT-IR spectroscopy	Sfriso et al., 2020
Beluga whales	rubber, PVC, Polyolefin, Nylon, AC, PP, PS, PE, PEs	fibres, fragments and sphere	18 - 147 particles	microscope and FT-IR Spectroscopy	Moore et al., 2020

หมายเหตุ plastics type; RY (Rayon), PA (Polyamide or nylon), PEs (Polyester), Pest (), PS (Polystyrene), LDPE (Low density polyethylene), AC (Acrylic), PE (Polyethylene), PP (Polypropylene), PVC (Polyvinyl chloride), PET (Polyethylene terephthalate), PVA (Polyvinyl acetate) and PAN (Polyacrylonitrile)

“NA” ไม่ปรากฏข้อมูล

ขนาดของไมโครพลาสติก

ขนาดของไมโครพลาสติกส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล จากงานวิจัยของ Browne et al. (2008) ได้ศึกษาการกลืนกินไมโครพลาสติก และติดตามอวัยวะที่สะสมไมโครพลาสติกของหอยแมลงภู่มะพร้าว *Mytilus edulis* โดยศึกษาติดตามไมโครพลาสติกที่เรืองแสงได้ (fluorescent microspheres) พบว่าไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กจากระบบทางเดินอาหารสามารถผ่านเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือดของหอยแมลงภู่มะพร้าวได้เร็วกว่าไมโครพลาสติกที่มีขนาดใหญ่ หลังจากการกลืนกินไมโครพลาสติกเรืองแสงแล้ว 3 วัน พบไมโครพลาสติกขนาด 3.0 – 9.6 μm สะสมในระบบไหลเวียนเลือดของหอยแมลงภู่มะพร้าว ซึ่งก่อให้เกิดการอักเสบของระบบย่อยอาหาร และส่งผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันของหอยแมลงภู่มะพร้าว

ความหนาแน่นของไมโครพลาสติก

ความหนาแน่นของไมโครพลาสติกส่งผลกระทบต่อความสามารถของไมโครพลาสติกในมวลน้ำและดินตะกอน และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการกินและเส้นทางการรับไมโครพลาสติกเข้าสู่ร่างกาย ไมโครพลาสติกชนิด PE ที่มีความหนาแน่นต่ำ (Low density polyethylene: LDPE) ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ด้านบนของมวลน้ำมากกว่า และมีแนวโน้มสะสมในสิ่งมีชีวิตที่กรองกินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร (Planktivores) (Wright et al., 2013) ในขณะที่ไมโครพลาสติกชนิด Polyvinylchloride (PVC) ที่เป็นไมโครพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูงและสะสมตัวพื้นผิวดินตะกอนได้ดี จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่มีพฤติกรรมการกินอยู่บริเวณพื้นผิวดินตะกอนและสะสมไมโครพลาสติกชนิด PVC ได้มากกว่า (Wright et al., 2013)

ปริมาณของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อม

การเพิ่มขึ้นของปริมาณของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทางทะเลเป็นการเพิ่มโอกาสที่สิ่งมีชีวิตจะพบกับอนุภาคไมโครพลาสติกมากขึ้น และการกระจายตัวของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทางทะเลสามารถส่งผลให้มีสิ่งมีชีวิตบริโภคไมโครพลาสติกเพิ่มขึ้นในวงกว้าง (Wright et al., 2013)

สีของไมโครพลาสติก

สีเป็นปัจจัยทางกายภาพที่ส่งผลกระทบต่อเลือกกินของสิ่งมีชีวิตที่มีประสาทรับรู้ทางการมองเห็น มีรายงานว่าปลาเศรษฐกิจบางชนิดและตัวอ่อนของมันที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร มีพฤติกรรมเลือกกินไมโครพลาสติกที่มีลักษณะคล้ายเหยื่อของมัน เช่น ไมโครพลาสติกสีขาว หรือสีใส (Wright et al., 2013) ทั้งนี้การรับเข้าไมโครพลาสติกอาจเกิดขึ้นกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีพฤติกรรมล่าโดยใช้ประสาทสัมผัสทางการมองเห็น เนื่องจากความคล้ายคลึงระหว่างอาหารและไมโครพลาสติก (Wright et al., 2013) ในงานวิจัย Carpenter et al. (1972) พบการเลือกกินไมโครพลาสติกเม็ดกลมสีขาวชนิด Polystyrene (PS) ในปลาทั้งสิ้น 8 ชนิด จาก 14 ชนิด ซึ่งเป็นต้นเหตุของการเกิดลำไส้อุดตันในปลาขนาดเล็กด้วย

นอกจากนี้พฤติกรรมการกินของสิ่งมีชีวิตก็ส่งผลต่อการกลืนกินไมโครพลาสติก ซึ่งสิ่งมีชีวิตบางชนิดไม่สามารถหลีกเลี่ยงการกลืนกินของไมโครพลาสติกได้ เช่น วาฬพิน (*Balaenoptera physalus*) (Fossi et al., 2012) ที่กรองกินแพลงก์ตอนในน้ำปริมาณมากกว่า 70,000 ลิตร ทำให้วาฬพินรับไมโครพลาสติกทั้งทางตรงจากน้ำทะเลที่กรองกิน และทางอ้อมจากการถ่ายทอดผ่านแพลงก์ตอนที่กรองกินเข้ามา

2.3 วิธีศึกษาไมโครพลาสติกในดินตะกอน

การศึกษาไมโครพลาสติกในชายหาดและชายฝั่ง เริ่มขึ้นประมาณปี 1970 (Carpenter et al., 1972; Bowmer and Kershaw, 2010) แต่ในอดีตคำว่า “ไมโครพลาสติก” นั้นไม่ได้ใช้เรียกอย่างแพร่หลาย จนกระทั่งประมาณปี 2000 ที่การผลิตพลาสติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากความต้องการของผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีขยะพลาสติกออกสู่สิ่งแวดล้อมจำนวนมาก ซึ่งการแตกและย่อยทำให้ขนาดอนุภาคของพลาสติกเล็กลงเรื่อย ๆ ตามสภาพแวดล้อมและกระจายอยู่ทั่วไปในน้ำและดินตะกอน

2.3.1 การสกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอน

ในการศึกษาไมโครพลาสติกในดินตะกอน สามารถเก็บตัวอย่างดินตะกอนในพื้นที่ใต้ท้องน้ำด้วย corer และ grab sampler (NOAA, 2015) โดยการเลือกใช้เครื่องมือจะขึ้นกับหัวข้อการศึกษาวิจัยในการศึกษาการสะสมตัวของไมโครพลาสติกจำเป็นต้องใช้ corer ในการเก็บตัวอย่าง ในขณะที่การศึกษาไมโครพลาสติกที่พื้นผิวดินตะกอนสามารถใช้ grab sampler เก็บตัวอย่างปริมาณมากได้ สำหรับการเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณชายฝั่งที่น้ำท่วมไม่ถึงที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องมือข้างต้นได้ เช่น การเก็บตัวอย่างบริเวณชายหาด จะเลือกใช้ช้อนตักดินที่ทำจากวัสดุอื่น ๆ ที่ไม่ใช่พลาสติกเก็บตัวอย่างแทน โดยเลือกสุ่มพื้นที่ให้ทั่วบริเวณเก็บตัวอย่างเพื่อใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ จึงเป็นวิธีที่นำมาใช้ปฏิบัติ โดยตัวอย่างดินตะกอนที่ได้จะนำมาสกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอน เพื่อนำตัวอย่างไปใช้ในนับจำนวนไมโครพลาสติก หรือศึกษาลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติก ได้แก่ รูปร่าง และสี และการศึกษาชนิดของไมโครพลาสติกต่อไป

วิธีการสกัดแยกไมโครพลาสติกในดินตะกอนที่นิยม คือ การสกัดแยกโดยอาศัยความแตกต่างของความหนาแน่น (Density separation method) (Martin et al., 2017; Phuong et al., 2018; Li et al., 2018; Zhang et al., 2019) โดยการใช้สารละลายที่มีความหนาแน่นมากกว่าไมโครพลาสติกเพื่อทำให้ไมโครพลาสติกลอยขึ้นมาเหนือผิวของสารละลาย และทำการกรองไมโครพลาสติกโดยใช้แผ่นกรองขนาดที่ต้องการ เพื่อแยกไมโครพลาสติกบนแผ่นกรองไปศึกษาต่อไป ตารางที่ 2.3.1 แสดงรายละเอียดวิธีการศึกษาไมโครพลาสติกในดินตะกอน โดยรวบรวมวิธีการเก็บตัวอย่าง การสกัดและกรองแยก และการวิธีการจำแนกรูปร่างและชนิด ในดินตะกอนหลายชนิด

ตารางที่ 2.3.1 รายงานวิธีวิจัย และการสกัดแยกไมโครพลาสติกในดินตะกอนจากความแตกต่างของความหนาแน่น

Type of sediment	Sample collection	Reagents for		Membrane type	Microplastic Identification method	Scope of study	Place of study	Reference
		Organic Digestion	Density separation					
intertidal mudflats	box-corer	KOH (10%) or HNO ₃ (65%)	50% KI	cellulose nitrate membranes 12 µm	microscope with µ-FT-IR spectroscopy	abundance, size, color, type	France Atlantic	Phuong et al., 2018
mangrove sediment	-NA-	H ₂ O ₂ (30%)	HCOOK	GF/C 1.2 mm	stereomicroscope with µ-Raman spectroscopy	abundance, size, color, type	the semi-enclosed Maowei Sea of the south China sea	Li et al., 2018
surface sediment	stainless steel box sampler and metal scoop	H ₂ O ₂ (30%)	sat NaCl	GF/B 2.0 µm	stereomicroscope with µ-FT-IR spectroscopy	abundance, size, shape, type	Shisili bay, China	Zhang et al., 2019
surface sediment	grab sampler	-NA-	ZnCl ₂ in deionized water	GF/B 2.0 µm	light microscope with FT-IR spectroscopy	abundance, shape, color, type, distribution	Brisbane River, Australia	He et al., 2020
surface sediment	Ekman dredge sampler	H ₂ O ₂ (30%) and 0.05 M Fe(II) catalyst	5.13 M NaCl	filter 0.3 mm	stereomicroscope with FT-IR spectroscopy	abundance, shape, color, type	Jagir Estuary, Surabaya City, Indonesia	Firdaus et al., 2020

หมายเหตุ “NA” ไม่ปรากฏข้อมูล

2.3.2 การศึกษาลักษณะทางกายภาพและปริมาณของไมโครพลาสติกในตะกอน

เนื่องจากขนาดของไมโครพลาสติก การศึกษาลักษณะทางกายภาพและปริมาณของไมโครพลาสติก จำเป็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ทั้งแบบใช้แสงแบบธรรมดา (ปิติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ 2559; Phuong et al., 2018; He et al., 2020) และแบบสเตรียโอ (Zhang et al., 2019; Martin et al., 2017; Li et al., 2018; Firdaus et al., 2020) ช่วยในการศึกษา ซึ่งในบางงานวิจัยมีการใช้กล้องจุลทรรศน์ร่วมกับเทคนิค Fourier transform spectroscopy และ Raman spectroscopy ในการวิเคราะห์วัตถุ หรือสารตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก เพื่อเพิ่มความชัดเจนในการแสดงภาพ (Phoung et al., 2018)

2.3.3 วิธีศึกษาชนิดของไมโครพลาสติกในตะกอน

การศึกษาชนิดของไมโครพลาสติกสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งวิธีที่นิยมในปัจจุบัน ได้แก่ Visual Identification เหมาะสำหรับไมโครพลาสติกมีขนาดใหญ่มากพอที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งพบข้อจำกัดกับการศึกษาสีของอนุภาคไมโครพลาสติก (Araujo et al., 2018) แต่โดยทั่วไปแล้วไมโครพลาสติกที่พบสะสมในดินตะกอนมีขนาดเล็กมากจึงใช้กล้องจุลทรรศน์ในการตรวจสอบ

การวิเคราะห์ชนิดของพอลิเมอร์พลาสติก (polymer type) จากตัวอย่างในดินตะกอน ใช้เทคนิคสเปกโตรสโคปีโดยอาศัยหลักการทางแสง ซึ่งวิธีที่นิยมในปัจจุบันเป็นวิธีที่ไม่ทำลายตัวอย่าง (non-destructive) ที่มีความแม่นยำ และปลอดภัยแก่ผู้ใช้งาน มี 2 วิธี ได้แก่

1) Raman spectroscopy

เป็นเทคนิคการใช้แสงเลเซอร์ในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรดฉายลงบนสารตัวอย่าง เพื่อศึกษาโมเลกุลและหมู่ฟังก์ชันของสารด้วยการวัดค่าพลังงานที่กระเจิงออกมาจากการสั่นของโมเลกุล ซึ่งโมเลกุลของสารแต่ละชนิดจะมีการสั่นที่แตกต่างกัน ในการใช้เทคนิค Raman spectroscopy จะสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้ทั้งของแข็ง ของเหลว และผง โดยแสดงผลเป็นสเปกตรัมของสารตัวอย่างนั้น ซึ่งการวิเคราะห์โดยวิธีนี้จำเป็นต้องมี Library หรือฐานข้อมูลของสารมาตรฐานเพื่อใช้เปรียบเทียบรามานสเปกตรัม (Raman spectrum) ของสารตัวอย่างเพื่อยืนยันชนิดของหมู่ฟังก์ชัน วิธีนี้เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ชนิดของไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 20 μm ซึ่งสามารถใช้การตรวจจับการกระเจิงแสงของโมเลกุลแบบ Real time ข้อเสียของวิธีการนี้คือการฉายแสงเลเซอร์ต่อเนื่องก่อให้เกิดความร้อนขึ้นกับสารตัวอย่าง อีกทั้งหากสารตัวอย่างมีการเรืองแสงอาจรบกวนสัญญาณของรามานสเปกตรัมได้ (Araujo et al., 2018)

2) Fourier transform Infrared spectroscopy (FT-IR spectroscopy)

จากงานวิจัยของ ศรีณรัชธรรม ภูริจารูยางกูร (2559) รายงานว่า FT-IR spectroscopy เป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และหมู่ฟังก์ชันของโมเลกุล ซึ่งอาศัยรังสีอินฟราเรด (Infrared radiation: IR) ที่มีความยาวคลื่น อยู่ระหว่างช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ (visible light radiation) และ

คลื่นไมโครเวฟ (microwave radiation) โดยมีความยาวคลื่นระหว่าง 0.75 – 1,000 μm ซึ่งแบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่ รังสีอินฟราเรดช่วงคลื่นสั้น (Near infrared: NIR) รังสีอินฟราเรดช่วงคลื่นกลาง (Middle infrared: MIR) และรังสีอินฟราเรดช่วงคลื่นยาว (Far infrared: FIR)

รังสีอินฟราเรดมีพลังงานค่อนข้างต่ำ เมื่อสารดูดกลืนรังสีอินฟราเรดเข้าไปจึงไม่สามารถกระตุ้นอิเล็กตรอนในโมเลกุลได้ แต่จะทำให้โมเลกุลเกิดการสั่น และการหมุน ซึ่งสารแต่ละชนิดจะมีการสั่น และการหมุนที่มีความจำเพาะ ทำให้สามารถนำเทคนิค FT-IR spectroscopy มาใช้ในการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของโมเลกุลไมโครพลาสติกได้ ซึ่งจะได้ FT-IR spectrum ที่แสดงผลจากความสัมพันธ์ระหว่างเลขคลื่น (wave number) และการส่องผ่านของแสง (transmittance) การระบุชนิดของไมโครพลาสติกจะนำ FT-IR spectrum ที่ได้ไปเทียบกับ Reference data base ของข้อมูลใน library ที่ทราบชนิดของไมโครพลาสติกที่แน่นอน (ศรัณย์ธรรม ภูริจารุยางกูร, 2559)

ข้อดีของการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกด้วยเครื่องมือ FT-IR spectrometer คือ จะให้ผลการวิเคราะห์รวดเร็ว ซึ่งมีอัตราส่วนของสัญญาณต่อการรบกวนสัญญาณ (Signals - To - Noise ratio) ต่ำ และเป็นเครื่องมือที่ใช้หลักการแทรกสอดของสเปคตรัมที่มีความละเอียดสูง หากมีการต่อเข้ากับกล้องจุลทรรศน์ (microscope) จะสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ได้อย่างแม่นยำ (ศรัณย์ธรรม ภูริจารุยางกูร, 2559)

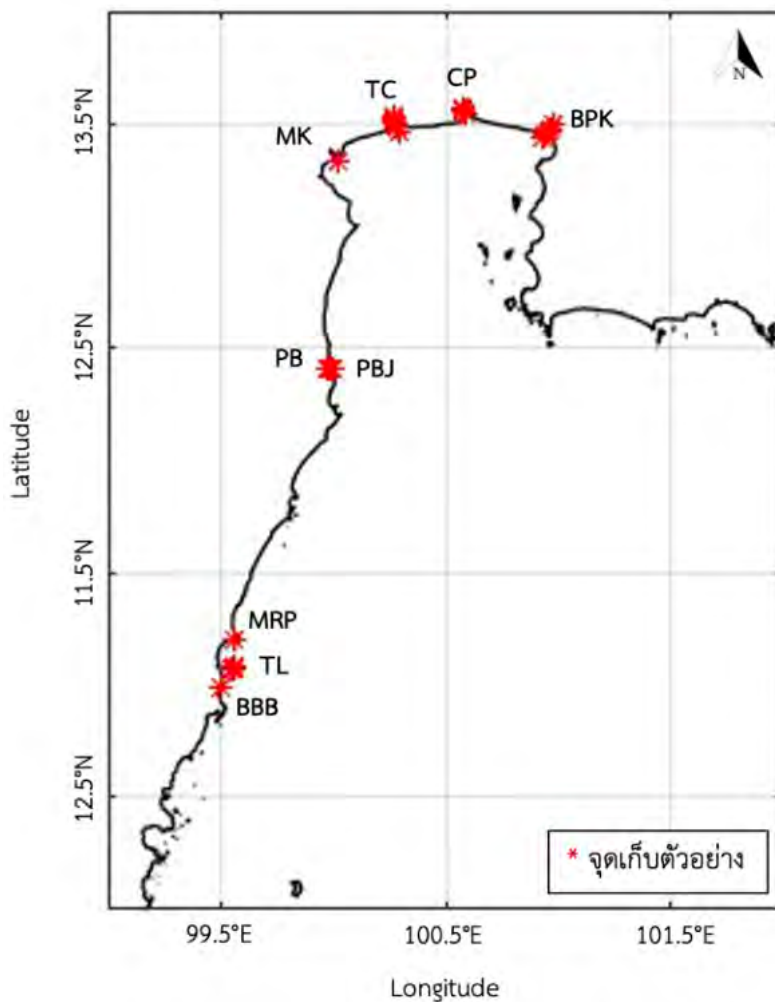
จากที่กล่าวมาข้างต้นเทคนิค FT-IR spectroscopy จึงเป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ชนิดหมู่ฟังก์ชันของไมโครพลาสติกในปัจจุบัน โดยมีงานวิจัยจำนวนมากที่ใช้เทคนิค FT-IR spectroscopy ในการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของไมโครพลาสติก (Phoung et al., 2018; Zhang et al., 2019; He et al., 2020; Firdaus et al., 2020)

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

3.1 แผนการศึกษา

งานวิจัยนี้ เป็นการเก็บตัวอย่างไมโครพลาสติกในตะกอนดินในพื้นที่ชายฝั่งทะเลในอ่าวไทย ได้แก่ พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำต่าง ๆ ในบริเวณอ่าวไทย ได้แก่ ปากแม่น้ำบางปะกง (BPK) เจ้าพระยา (CP) ท่าจีน (TC) แม่กลอง (MK) และปราณบุรี 2 สถานี (PB1 PB2 PBJ) และพื้นที่ชายหาดในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ได้แก่ เลียบหาดแม่รำพึง (MPR) อำเภอบางสะพาน และบริเวณชายหาดเกาะทะลุ (TL) อำเภอบางสะพาน และชายหาดบริเวณปากคลองบ้านบางเบิด (BBB) ตำบลปากคลอง อำเภอบะพิว

ในการศึกษานี้ทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้นรวม 28 สถานี โดยสถานีการเก็บตัวอย่าง แสดงดังรูปที่ 3.1 สำหรับพิกัด และวันที่เก็บตัวอย่าง แสดงดังภาคผนวก ก. ตาราง ก.1



รูปที่ 3.1 แผนที่การเก็บตัวอย่าง

3.2 การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างดินตะกอนเพื่อศึกษาไมโครพลาสติกในครั้งนี้ใช้ Ekman grab sampler ในการเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำ สำหรับดินตะกอนทรายบริเวณคลองบ้านบางเบ็ด หาดแม่รำพึง และเกาะทะลุ เก็บตัวอย่างโดยการใช้ช้อนตักดิน ดังรูปที่ 3.2 ซึ่งในการเก็บตัวอย่างทั้ง 2 แบบจะเก็บตัวอย่างดินตะกอนใส่กระดาชฟอยล์ และนำไปใส่ในถุงซิปล็อคสองชั้นที่ปิดสนิทเพื่อนำกลับมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ หลังจากการเก็บตัวอย่าง จะนำตัวอย่างดินตะกอนไปเก็บรักษาไว้ใน Freezer ที่อุณหภูมิ $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ เพื่อคงสภาพดินตะกอนตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.2 การเก็บตัวอย่างดินตะกอน ด้วยวิธี Ekman grab sampler (ก) และช้อนตักดิน (ข)

3.3 อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้

การสกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอนจะใช้สารละลายเกลือแกงอิ่มตัว (Saturated sodium chloride) (ปีติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ, 2559; Martin et al., 2017) ซึ่งเตรียมโดยการนำเกลือมาละลายในน้ำประปา พร้อมทั้งให้ความร้อนและคนตลอดเวลา เติมเกลือลงไปจนไม่สามารถละลายได้อีก หรือเกิดผลึกเกลือขึ้นด้านบนสารละลายเกลือ หลังจากนั้นรอให้สารละลายเกลืออิ่มตัวเย็นและนำมากรองผ่านแผ่นกรอง GF/B 1.0 μm ทั้งนี้เนื่องจากไมโครพลาสติกสามารถปนเปื้อนจากน้ำประปา และจากฝุ่นในอากาศ และถูกชะล้างจากอุปกรณ์ที่ทำจากพลาสติกได้ ในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้อุปกรณ์ที่ทำจากแก้วเป็นหลัก และชะล้างก่อนทำการสกัดแยกไมโครพลาสติก ด้วยน้ำที่กรองแล้วเท่านั้น ภาคผนวก ข.1 แสดงรายละเอียดของสารเคมีที่ใช้ในการสกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอน

3.4 การสกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอน

การสกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอนในการศึกษานี้เลือกใช้การแยกออกด้วย Density floatation method โดยใช้สารละลายเกลืออิ่มตัวสกัดแยก (ปีติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ, 2559;

Zhang et al., 2019) ซึ่งเป็นการทำให้ตัวอย่างไมโครพลาสติกซึ่งมีความหนาแน่นต่ำกว่าลอยขึ้นเหนือสารละลายเกลืออิ่มตัว โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดแยก แสดงดังรูปที่ 3.3 และ วิธีสกัดแยกแสดงในรูปที่ 3.4 และ ภาคผนวก ข.2



(ก)

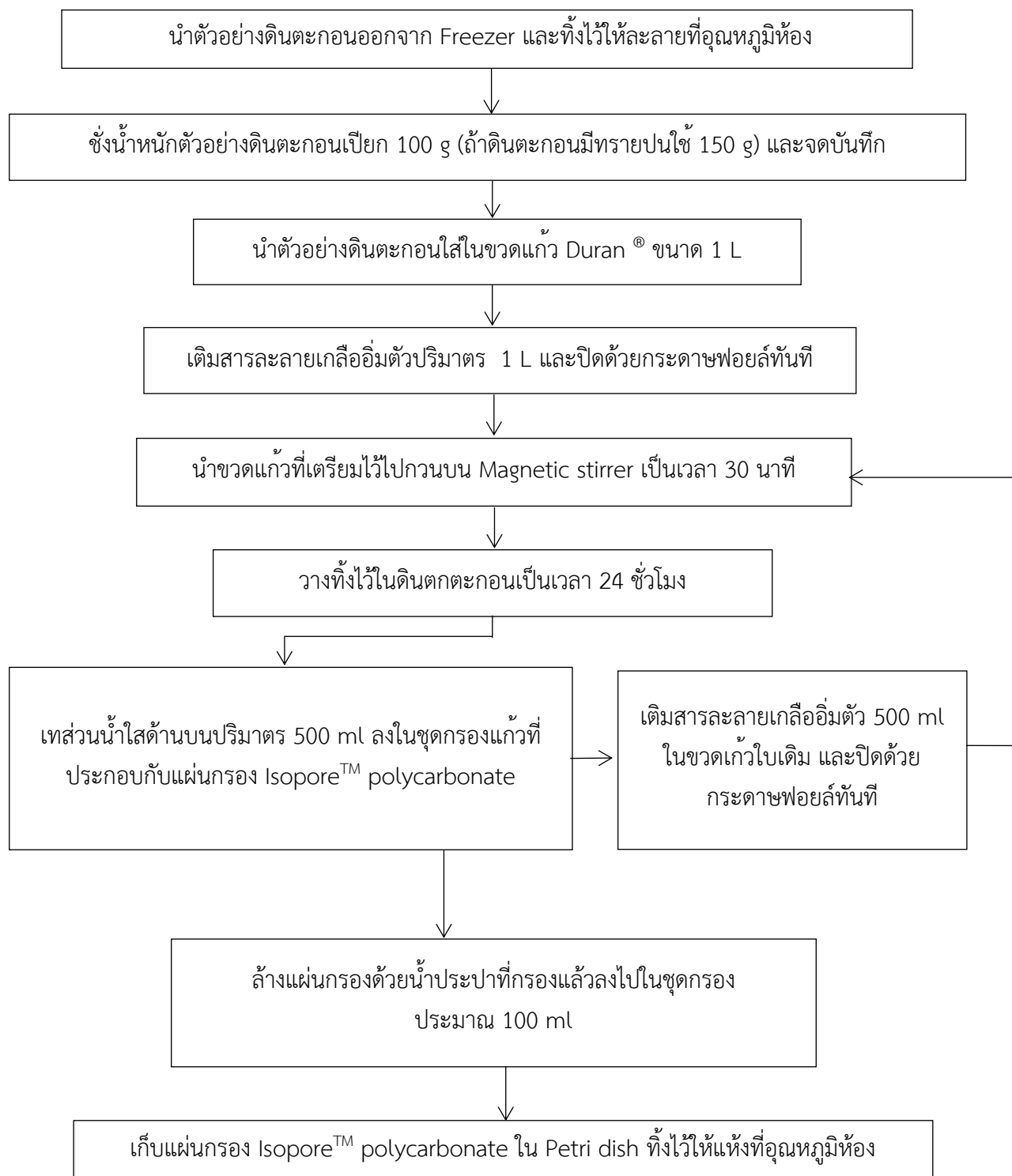


(ข)



(ค)

รูปที่ 3.3 เครื่องมือสำหรับสกัดแยกไมโครพลาสติกในดินตะกอน ด้วยวิธี Density floatation method ด้วยสารละลายเกลือแกงอิ่มตัว (ก) และกรองผ่านแผ่นกรอง Isopore™ polycarbonate (ข) ด้วยชุดกรองแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 มม. (ค)



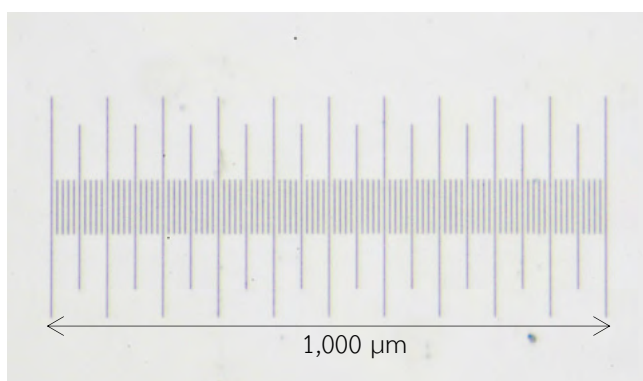
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการสกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอนด้วยวิธี Density floatation method

3.5 การวิเคราะห์หาปริมาณ ลักษณะทางกายภาพ และการระบุชนิดของไมโครพลาสติก

ในการวิเคราะห์ปริมาณ และลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกจะทำการแยกสี รูปร่าง และนับจำนวนไมโครพลาสติกที่สกัดแยกจากในดินตะกอนด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ (Zhang et al., 2019; Martin et al., 2017; Li et al., 2018) ยี่ห้อ Nikon รุ่น SMZ800N กำลังขยาย 10 – 80 เท่าที่ต่อเข้ากับกล้อง Canon รุ่น EOS 6D เพื่อถ่ายรูปตัวอย่างไมโครพลาสติก (รูปที่ 3.5) จากนั้นให้นำภาพไมโครพลาสติกที่ได้ไปวัดความยาวด้วยโปรแกรม “ImageJ” (Schneider et al., 2012) ในการวัดขนาดของไมโครพลาสติกจำเป็นต้องทราบกำลังขยายที่ใช้ในกล้องจุลทรรศน์ในการถ่ายภาพไมโครพลาสติกแต่ละชิ้น แล้วปรับสเกลในโปรแกรมด้วยการเทียบขนาดสเกลมาตรฐานกับ Stage micrometer ซึ่งเป็นแผ่นกระจกใสที่มีสเกลมาตรฐานกำหนดอยู่โดยความยาว 1 mm หรือ จะเทียบเป็น 100 ช่อง จากนั้นจึงทำการวัดขนาดของไมโครพลาสติกในหน่วยไมโครเมตร (μm)



(ก)



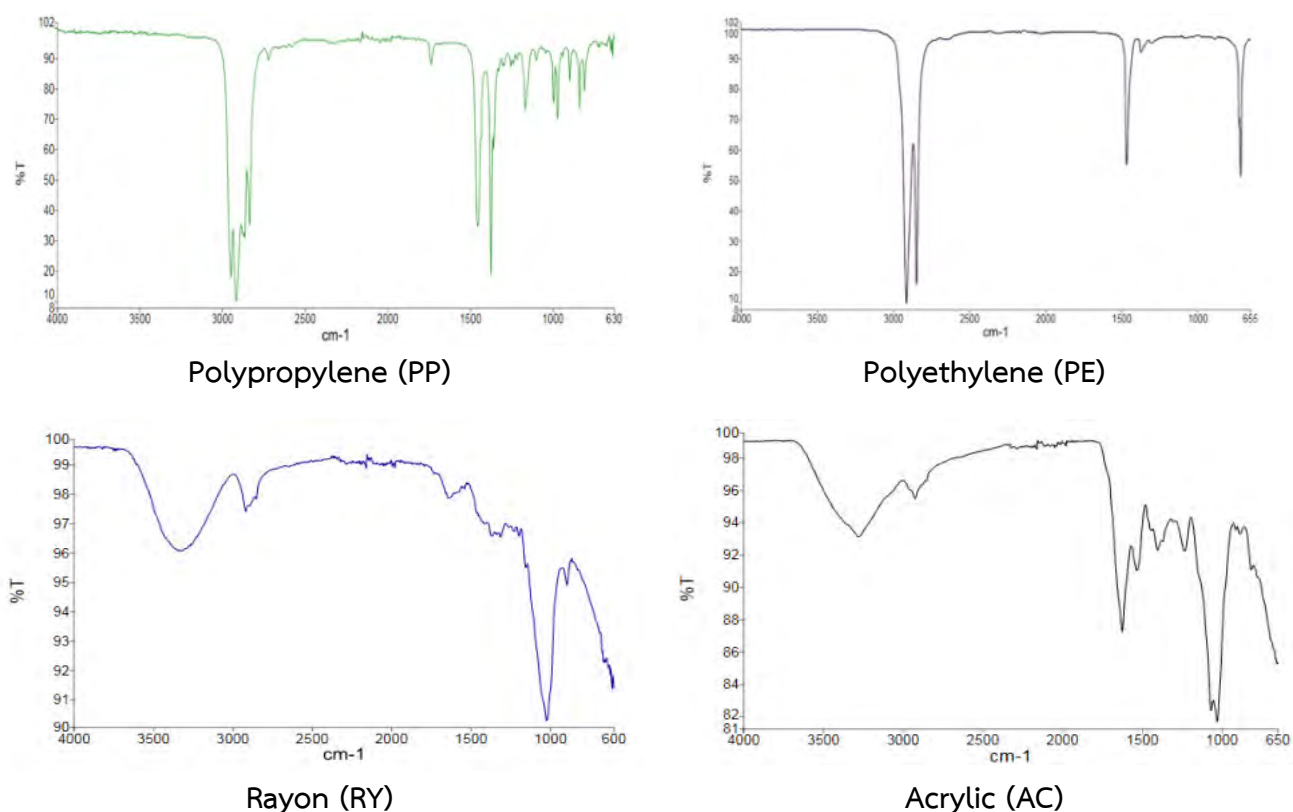
(ข)

รูปที่ 3.5 อุปกรณ์สำหรับจำแนกตัวอย่างไมโครพลาสติก กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ Nikon รุ่น SMZ800N ต่อกับ กล้องถ่ายภาพ Canon รุ่น EOS 6D (ก) และ Stage micrometer (ข) สำหรับวัดขนาดไมโครพลาสติก

ในการศึกษาครั้งนี้ ทำการจำแนกลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกตามรูปร่าง และสี ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ โดยจำแนกเป็น 4 รูปร่าง ได้แก่ ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ (fragment) เส้นใย (filament) แผ่นฟิล์ม (film) และเม็ดกลม (pellet) และ 6 เฉดสี ได้แก่ สีใส (transparent) สีขาวหรือขุ่น (white) สีดำ (black) สีแดง (red) สีน้ำเงิน (blue) และสีเขียว (green) และถ่ายรูปไมโครพลาสติกทุกชิ้นที่พบในตัวอย่างทั้งหมด

สำหรับการระบุชนิดไมโครพลาสติก ทำการสุ่มตัวอย่างชิ้นไมโครพลาสติกที่มีลักษณะเด่นไปทดสอบชนิดพลาสติกโดยใช้เทคนิค Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR spectroscopy) (Phuong et al., 2018; Martin et al., 2017; Li et al., 2018) เพื่อจำแนกประเภทหมู่ฟังก์ชันของโมเลกุลด้วยรังสี

อินฟราเรด รูปที่ 3.6 แสดงผล FT-IR spectrum ของฟังก์ชันของโมเลกุลพลาสติกจากตัวอย่างชิ้นไมโครพลาสติก



รูปที่ 3.6 ภาพ FT – IR spectrum ของตัวอย่างชิ้นไมโครพลาสติกจากดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

สำหรับชิ้นไมโครพลาสติกส่วนที่เหลือจะระบุชนิดผ่านการเทียบกับตัวอย่างภาพ (sample picture) ที่ระบุหมู่ฟังก์ชันโมเลกุลพลาสติกแล้ว ซึ่งสามารถระบุชนิดได้ทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ Polypropylene (PP) Polyethylene (PE) Rayon (RY) และ Acrylic (AC) สำหรับชิ้นพลาสติกที่ไม่เข้าเกณฑ์ดังกล่าวจะระบุเป็นไมโครพลาสติกที่ไม่ระบุชนิด (unidentified)

สำหรับการระบุชนิดจำเป็นต้องสังเกตจากความขุ่น ความโปร่งใส รูปร่าง ลักษณะของสี รอยแตก และปลายเส้นใยของไมโครพลาสติก มีรายละเอียดการจำแนกดังต่อไปนี้

1. การระบุไมโครพลาสติกชนิด Polypropylene (PP) - ส่วนใหญ่พบมีรูปร่างแบบชิ้นส่วน ไร้รูปแบบ (fragment) มีสีค่อนข้างเข้ม ขุ่น ทึบ และไม่โปร่งแสง
2. การระบุไมโครพลาสติกชนิด Polyethylene (PE) - ส่วนใหญ่พบมีรูปร่างแบบเส้นใย (filament) มีสีค่อนข้างอ่อน โปร่งแสงคล้ายเชือกฟาง
3. การระบุไมโครพลาสติกชนิด Rayon (RY) - ต้องมีรูปร่างแบบเส้นใย ลักษณะค่อนข้างบาง และมีรอยแตกที่ปลายชิ้น คล้ายเส้นด้าย

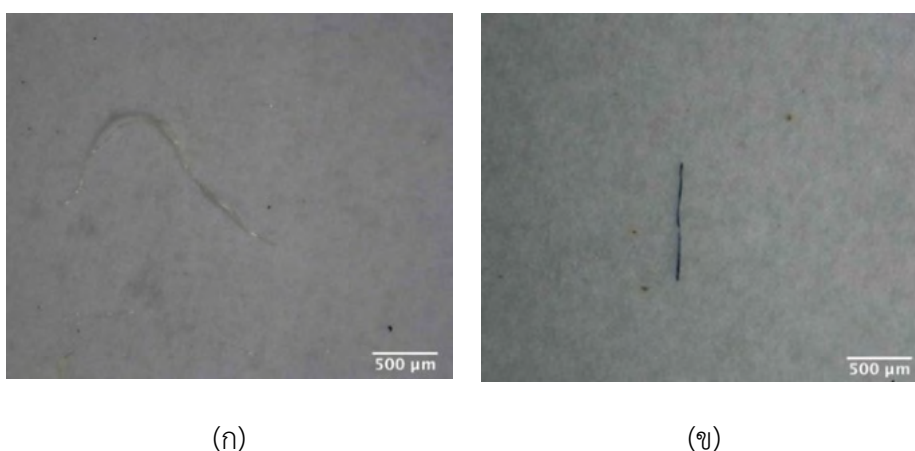
4. การระบุไมโครพลาสติกชนิด Acrylic (AC) - ส่วนใหญ่พบมีรูปร่างแบบชิ้นส่วนไร้รูปแบบ (fragment) มีรอยแตกคล้ายแก้ว มีความโปร่งแสง สีค่อนข้างเข้มแต่ไม่เข้มเท่าไมโครพลาสติกชนิด Polypropylene (PP)

3.6 การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ตัวอย่าง

สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างไมโครพลาสติกจะใช้วัสดุ และอุปกรณ์แก้วที่ล้างด้วยน้ำประปาที่กรองด้วย GF/B 1.0 μm ผึ่งอุปกรณ์ให้แห้งสนิทในพื้นที่เกือบปิดสนิทที่ห่อหุ้มพื้นผิวด้วยกระดาษพอยล์ป้องกันการปนเปื้อนจากไมโครพลาสติกในบรรยากาศ ก่อนนำมาใช้งานจะใช้สารละลายเกลืออิมิตัวที่ผ่านการกรองด้วย GF/B 1.0 μm แล้วชะก่อนเริ่มทำการทดลองทุกครั้ง

ในระหว่างการทดลองสกัดแยกไมโครพลาสติกจากดินตะกอน จะมีการตั้งชุดควบคุม (Control set) ไว้ในห้องปฏิบัติการทุกครั้ง โดยการนำปิเปตเตอร์สะอาดใส่น้ำประปาที่กรองแล้วปริมาตร 500 มล. และตั้งไว้ 2 จุดภายในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ชุดควบคุมที่ 1 พื้นที่เตรียมอุปกรณ์และสารเคมี (control 1) และชุดควบคุมที่ 2 พื้นที่สกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอน (control 2) หลังสิ้นสุดการทดลองในแต่ละวันจะนำไปกรองด้วยแผ่นกรอง Isopore™ polycarbonate และเก็บรักษาเช่นเดียวกับตัวอย่าง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการตรวจสอบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกจากสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ และเพื่อลดการฟุ้งกระจายของไมโครพลาสติกในอากาศซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการปนเปื้อน และทำให้ผลการทดลองเชิงปริมาณของไมโครพลาสติกมีมากกว่าความเป็นจริงได้ ในการทดลองจึงได้หลีกเลี่ยงการใช้เครื่องปรับอากาศขณะทำการทดลองสกัดแยก

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ใช้เวลาในการสกัดแยกทั้งสิ้น 6 วัน รวมมีตัวอย่างชุดควบคุมทั้งสิ้น 12 ตัวอย่าง ซึ่งพบไมโครพลาสติกในชุดควบคุมที่ 1 ในวันที่ 3 และ วันที่ 5 ของการสกัดแยก รวม 2 ชิ้น แสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 รูปไมโครพลาสติกที่พบในชุดควบคุมในการสกัดแยกไมโครพลาสติก ในวันที่ 3 (ก) และ วันที่ 5 (ข) ในบริเวณที่เตรียมอุปกรณ์และสารเคมี (control1)

3.7 การวิเคราะห์ผลการศึกษา

นับจำนวนของไมโครพลาสติกที่พบโดยจำแนกตามสี และรูปร่าง (ลักษณะทางกายภาพ) ของไมโครพลาสติก ในแต่ละสถานี วิทยผลเป็นจำนวนชิ้นไมโครพลาสติกที่พบต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งคำนวณจากน้ำหนักแห้งของตัวอย่างดินตะกอนจากการหักลบกับปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดินตะกอน (Water content: %) ซึ่งแสดงรายละเอียดวิธีการหาปริมาณน้ำในดิน (water content) ในภาคผนวก ค.

ถ่ายภาพตัวอย่างไมโครพลาสติกนำมาประมวลหาขนาดด้วยโปรแกรม ImageJ (Schneider et al., 2012) โดยมี Stage micrometer ในการ Set scale เพื่อเปรียบเทียบในการคำนวณขนาดจริงของตัวอย่าง และระบุชนิดของไมโครพลาสติกตัวอย่างด้วยเทคนิค Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR spectroscopy) และ ภาพตัวอย่างเพื่อรายงานเป็น จำนวน และชนิดของพลาสติกที่พบตามรายสถานี

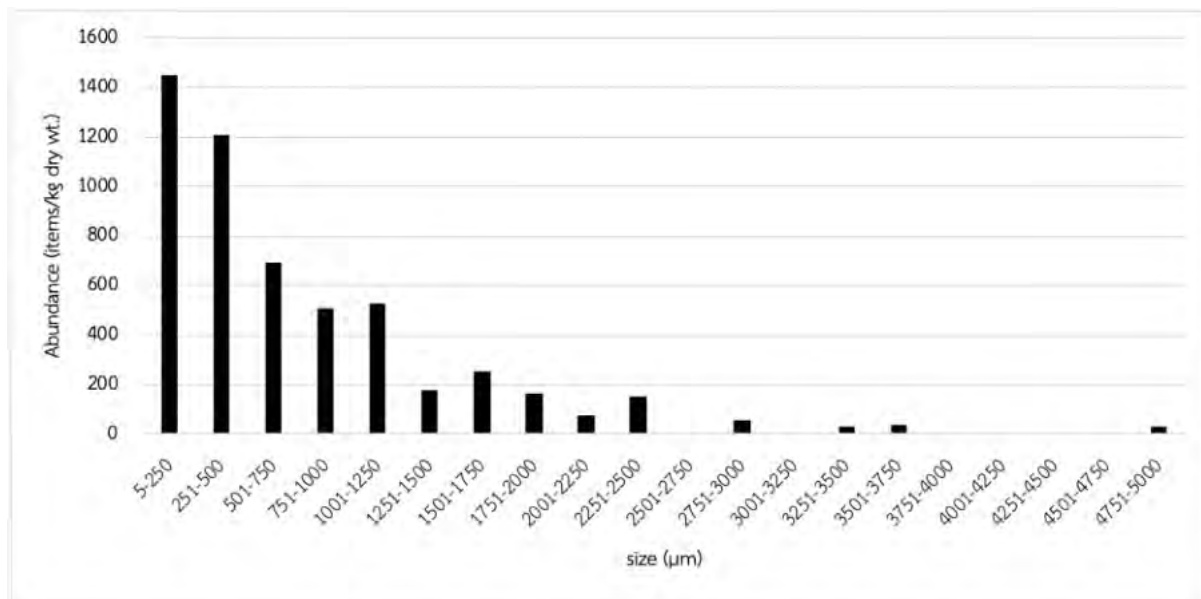
คำนวณจำนวนไมโครพลาสติกที่ได้จากตัวอย่าง และสร้างกราฟการกระจายไมโครพลาสติก ตามจำนวนและลักษณะทางกายภาพ และแสดงค่าทางสถิติเชิงบรรยาย (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ด้วยโปรแกรม Microsoft Office Excel

บทที่ 4 ผลการศึกษาแลวิจารณ์ผล

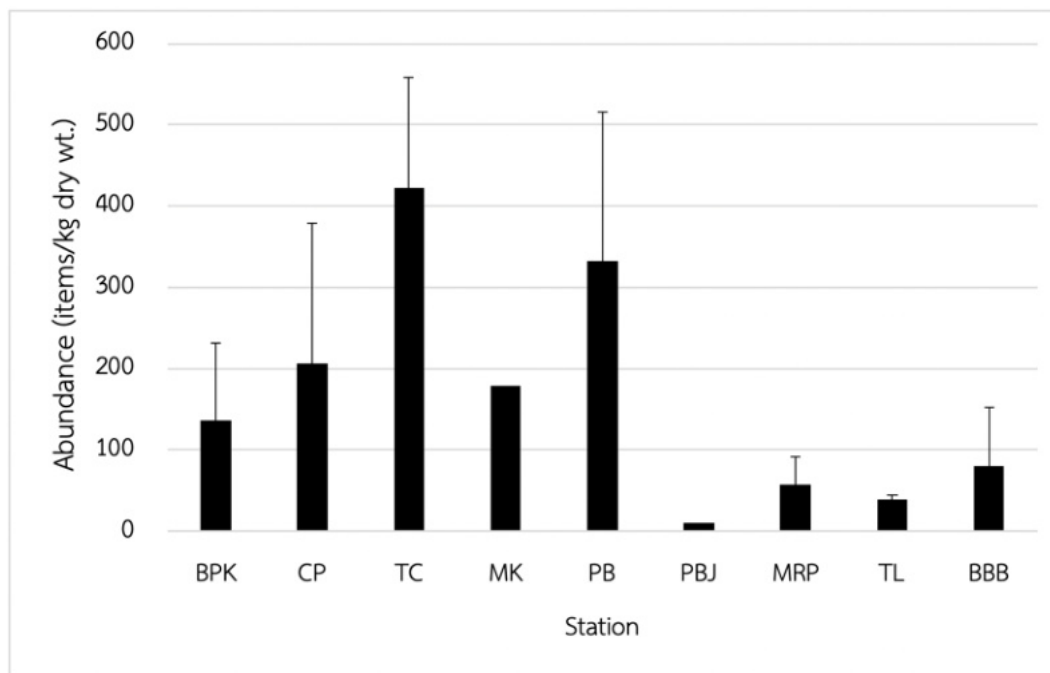
การศึกษาชนิดและการกระจายของไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย ในบริเวณปากแม่น้ำหลัก 4 สาย และพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์และชุมพร (แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่างและพิกัดในภาคผนวก 1 ตาราง ผ.1) ที่เก็บตัวอย่างในระหว่างเดือนกันยายนถึง พฤศจิกายน 2562 และรายงานผลการศึกษาในเชิงจำนวน ลักษณะรูปร่าง สี และชนิดของไมโครพลาสติกซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ขนาดและจำนวนของไมโครพลาสติก

จำนวนของไมโครพลาสติกในดินตะกอนตรวจพบจากทุกสถานีรวมทั้งสิ้น 275 ชิ้น หรือคิดเป็น 5,362.9 ชิ้นต่อกก.น.แห้ง ขนาดของไมโครพลาสติกในตัวอย่างดินตะกอนวัดขนาดด้วยโปรแกรม ImageJ (Schneider et al., 2012) มีค่าอยู่ในช่วง 42 – 4,985 μm การกระจายตัวตามขนาดของไมโครพลาสติก แบ่งช่วงขนาดตามความยาวเป็น 20 ช่วง ช่วงละ 250 μm ได้แผนภูมิการกระจายตามขนาด แสดงดังรูปที่ 4.1.1 พบว่าขนาดส่วนใหญ่ที่พบในดินตะกอนมีขนาดอยู่ในช่วง 0 – 250 μm (67 ชิ้น หรือ 1,519 ชิ้นต่อกก.น.แห้ง) และปริมาณไมโครพลาสติกจะมีปริมาณลดลงเมื่อมีขนาดชิ้นใหญ่ขึ้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบไมโครพลาสติกที่มีขนาดใหญ่กว่า 2 มม. น้อยมาก โดยรายละเอียดจำนวนชิ้นที่พบในแต่ละช่วงขนาด แสดงใน ภาคผนวก ง. ตารางที่ ง.1 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Yao et al. (2019) ที่พบไมโครพลาสติกในดินตะกอนส่วนใหญ่ในขนาดเล็กกว่า 300 μm เช่นกัน ซึ่งการพบไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก ชี้บ่งได้ว่าไมโครพลาสติกที่พบในดินตะกอนส่วนใหญ่อาจเป็นไมโครพลาสติกปฐมภูมิ ซึ่งไม่ได้เกิดจากการแตกหักจากพลาสติกขนาดใหญ่เพียงอย่างเดียว



รูปที่ 4.1.1 การกระจายตัว (ชิ้น ต่อ กก.น.น.แห้ง) ตามขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างดินตะกอน



รูปที่ 4.1.2 จำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ย (ชิ้น ต่อ กก.น.น.แห้ง) ในดินตะกอนจากพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย (BPK: ปากแม่น้ำบางปะกง; CP: ปากแม่น้ำเจ้าพระยา; TC: ปากแม่น้ำท่าจีน; MK: ปากแม่น้ำแม่กลอง; PBR: ปากแม่น้ำปราณบุรี; PBJ: แนวสันทรายเชื่อมกันคลื่นปากน้ำปราณบุรี MRP: เลียบชายหาดแม่รำพึง; TL: เกาะทะลุ; BBB: ปากคลองบ้านบางเบ็ด)

รูปที่ 4.1.2 แสดงจำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ยในดินตะกอนจากสถานีเก็บตัวอย่างในแต่ละบริเวณ (รายละเอียดของจำนวนไมโครพลาสติกรายสถานีแสดงในภาคผนวก ง. ตารางที่ ง.2) พบว่าที่บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนมีจำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ยสูงสุด 422.0 ± 136.4 ชิ้นต่อกก.น.น.แห้ง รองลงมาคือ พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี เจ้าพระยา และแม่กลอง ซึ่งมีจำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ย 332.1 ± 183.3 และ 206.6 ± 172.6 และ 178.5 ชิ้นต่อกก.น.น.แห้งตามลำดับ การพบปริมาณไมโครพลาสติกเป็นจำนวนมากในพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำ อาจเป็นผลจากกิจกรรมและการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ลุ่มน้ำ จากข้อมูลการศึกษาแหล่งกำเนิดน้ำเสียของกรมควบคุมมลพิษ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5, 2555) พบว่าแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญของกลุ่มน้ำท่าจีนได้แก่ น้ำเสียจากชุมชน อุตสาหกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และจากฟาร์มสุกร เป็นต้น

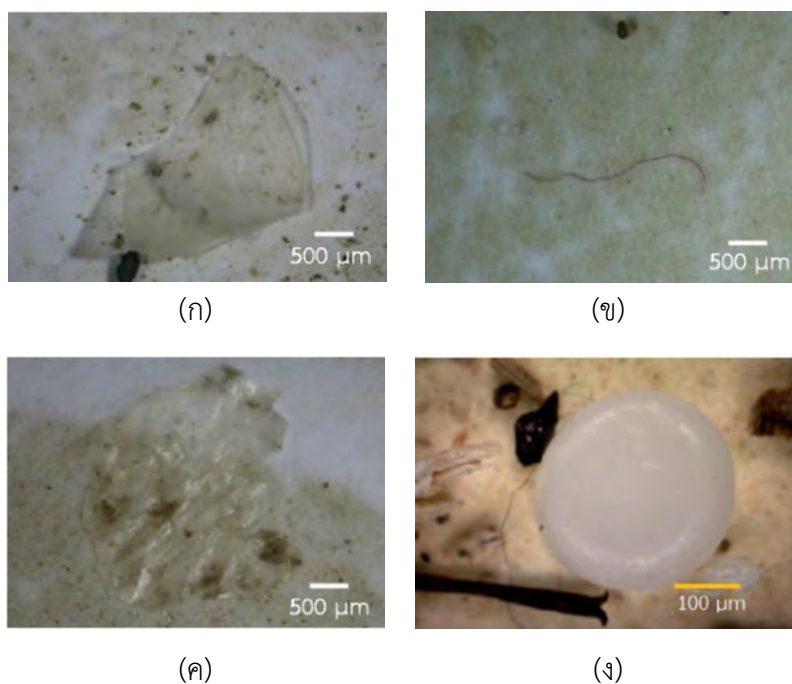
นอกจากนี้ขนาดของอนุภาคดินตะกอนที่ค่อนข้างละเอียดจึงทำให้มีไมโครพลาสติกสะสมอยู่เป็นในพื้นที่ผิวดินตะกอนได้เป็นจำนวนมาก สำหรับสถานีที่พบจำนวนไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนมีค่าต่ำ ได้แก่ สถานีที่มีปริมาณเปลือกหอยในตัวอย่างสูงและดินตะกอนค่อนข้างหยาบ ได้แก่ สถานีแนวสันทรายเชื่อมกันคลื่นปากน้ำปราณบุรี (PBJ) และพื้นที่บริเวณชายหาดในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์และชุมพร

4.2 ลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติก

การจำแนกลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกตามรูปร่าง และสี ศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ ยี่ห้อ Nikon รุ่น SMZ800N กำลังขยาย 10 – 80 เท่า ที่ต่อเข้ากับกล้อง Canon รุ่น EOS 6D เพื่อใช้ในการถ่ายรูป ถ่ายรูปไมโครพลาสติกทุกชิ้นที่พบในตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 275 ชิ้น โดยจำแนกตามรูปร่างและสีไมโครพลาสติกที่พบบนตัวอย่างกระดาษกรองทั้งหมด รายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 รูปร่างไมโครพลาสติก

การจำแนกลักษณะของไมโครพลาสติกตามรูปร่างจำแนกได้เป็น 4 ชนิด ได้แก่ ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ (fragment) เส้นใย (filament) แผ่นฟิล์ม (film) และเม็ดกลม (pellet) (Zhang et al., 2019) ดังรูปที่ 4.2.1 ซึ่งการสุ่มตัวอย่างดินตะกอนของการศึกษาในครั้งนี้ไม่พบไมโครพลาสติกรูปร่างเม็ดกลม (pellet)



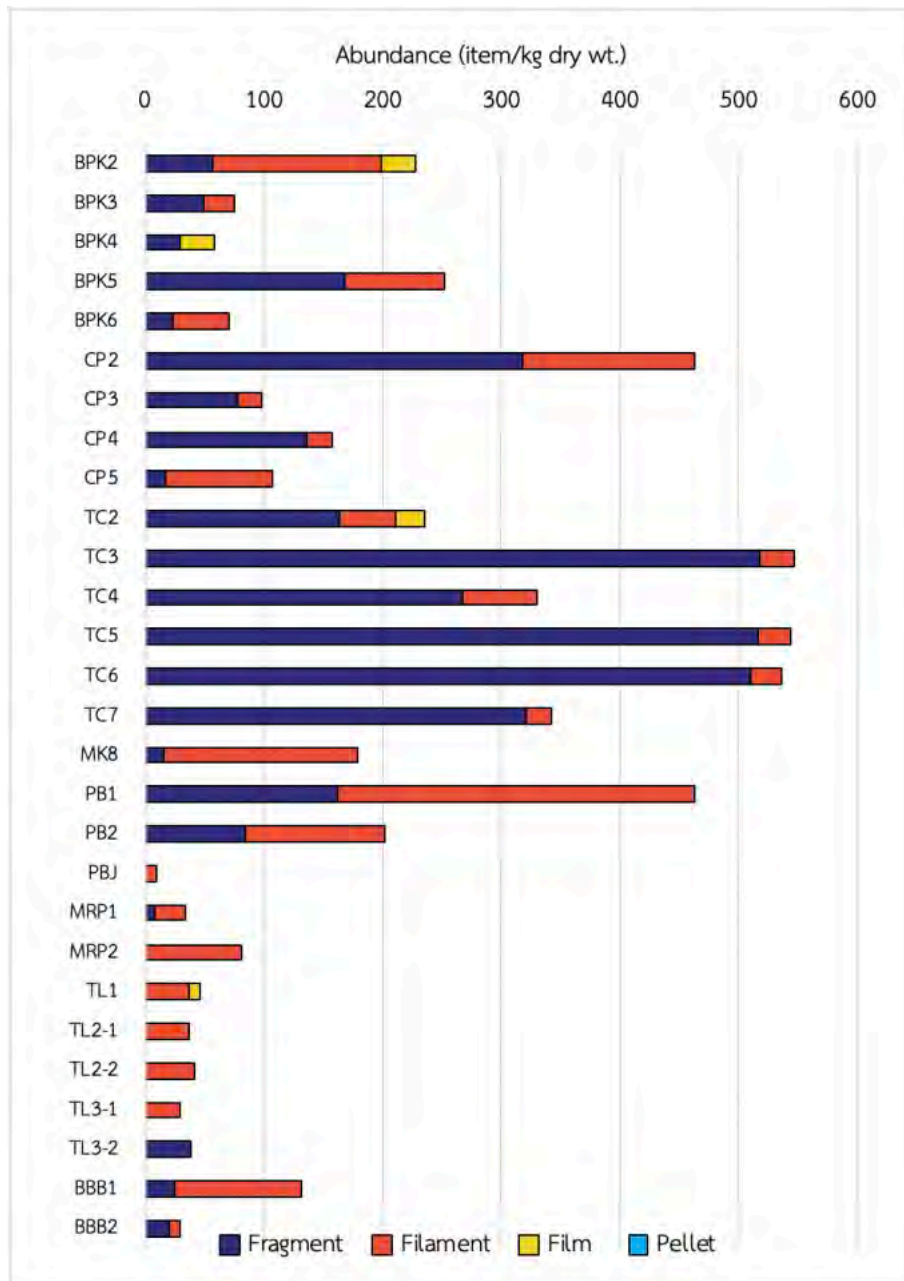
รูปที่ 4.2.1 ภาพไมโครพลาสติกจำแนกตามรูปร่าง ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ (ก) เส้นใย (ข) และแผ่นฟิล์ม (ค) ที่พบจากดินตะกอนในบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย และตัวอย่างเม็ดกลม (ง) (ที่มาภาพตัวอย่างเม็ดกลมจาก สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน, 2557)

การจำแนกไมโครพลาสติกในดินตะกอนตามรูปร่าง ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง (แสดงดังรูปที่ 4.2.2 และ ตาราง ง.3) พบจำนวนชิ้นของไมโครพลาสติกชิ้นส่วนไร้รูปแบบและเส้นใยมากที่สุด โดยในสถานีเก็บตัวอย่างในปากแม่น้ำท่าจีน ปากแม่น้ำเจ้าพระยา ปากแม่น้ำป्राณบุรี และบางสถานีในปากแม่น้ำบางปะกง (BPK5) พบไมโครพลาสติกรูปร่างไร้รูปแบบเป็นจำนวนมากที่สุดในขณะที่พื้นอื่น ๆ มีไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยจำนวนสูงกว่า

ลักษณะอนุภาคของดินตะกอนอาจส่งผลต่อการสะสมตัวของไมโครพลาสติกในแต่ละรูปร่างที่ต่างกั น ในสถานที่ที่เป็นดินตะกอนมีอนุภาคละเอียด เช่น ดินตะกอนจากบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำ พบการสะสมตัว ของไมโครพลาสติกรูปร่างไร้รูปแบบเป็นจำนวนมาก ในขณะที่สถานที่ดินตะกอนมีอนุภาคหยาบที่เก็บตัวอย่าง ได้จากพื้นที่บริเวณชายหาดพบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยสะสมตัวอยู่ในปริมาณที่สูงกว่า นอกจากนี้ การสะสมตัวของไมโครพลาสติกในดินตะกอนยังขึ้นอยู่กับปัจจัยทางกายภาพอื่น ๆ (Zhang et al., 2019) เช่น กระแสลม กระแสน้ำ คลื่น และปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง และยังมีกรกวนตะกอนจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเดินเรือ และการประมง เป็นต้น

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการศึกษาไมโครพลาสติก พบว่าไมโครพลาสติกมีการกระจายอยู่ทั่วไปใน สิ่งแวดล้อมทางทะเล (สถาบันวิจัยและพัฒนา ทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน, 2557) ทั้งนี้ไมโครพลาสติก รูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ และเส้นใย ถือว่าเป็นไมโครพลาสติกชนิดเด่นที่พบในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย ซึ่ง คาดว่าน่าจะเกิดจากน้ำเสียในชุมชน เช่นเดียวกับการศึกษาไมโครพลาสติกจากน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัด น้ำเสียชุมชนในประเทศสหรัฐอเมริกาของ Mason et al. (2016) ที่พบจำนวนไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใย และรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบมากที่สุด และคิดเป็นปริมาณ 59% และ 33% ตามลำดับ

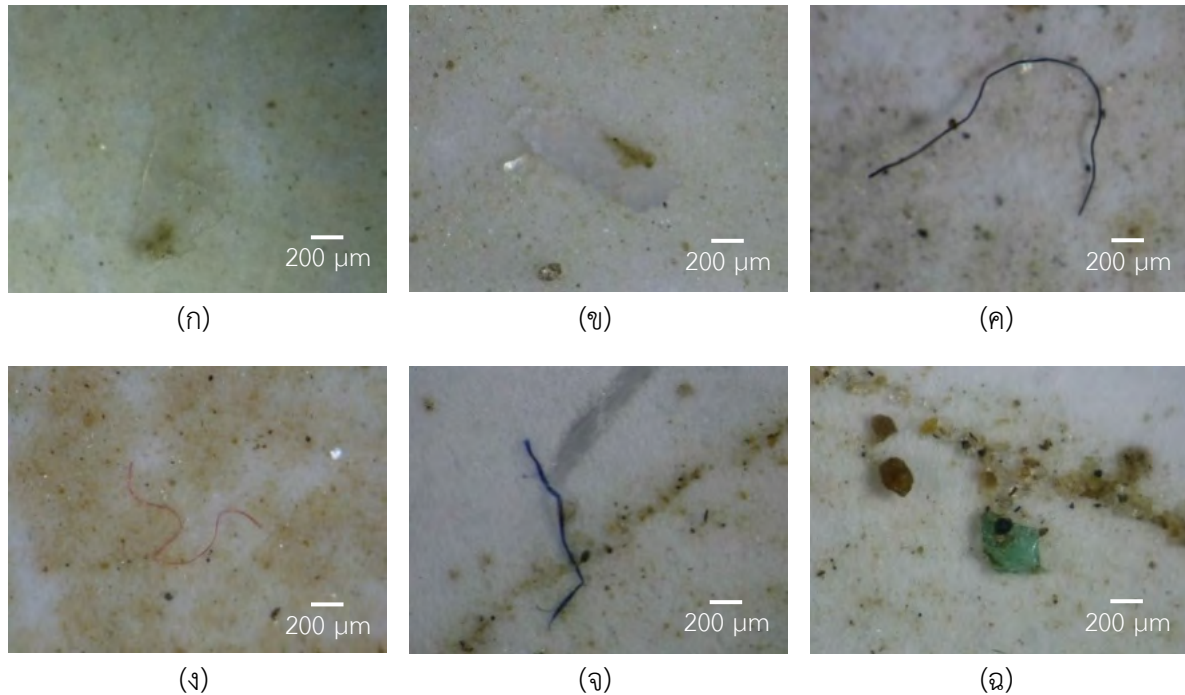
จากการสุ่มตัวอย่างดินตะกอนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยในครั้งนี้ ไม่พบไมโครพลาสติกรูปร่าง เม็ดกลม (pellet) จึงคาดว่าไมโครพลาสติกรูปร่างเม็ดกลมเป็นไมโครพลาสติกที่มีความหนาแน่นต่ำและ ไม่สะสมตัวในดินตะกอน ในการวางแผนการเก็บตัวอย่างดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลครั้งถัดไป ควรคำนึงถึงการเก็บตัวอย่างในพื้นที่ชายฝั่งที่มีความหลากหลายของชนิดดินตะกอน และเพิ่มจำนวนตัวอย่าง เพื่อนำผลการศึกษามายืนยันการสะสมตัวของไมโครพลาสติกรูปร่างเม็ดกลมในดินตะกอนต่อไป



รูปที่ 4.2.2 จำนวน (ขึ้นต่อ กก.นน.แห้ง) ของไมโครพลาสติก จำแนกตามรูปร่าง ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ (สีน้ำเงิน) เส้นใย (สีแดง) แผ่นฟิล์ม (สีเหลือง) และเม็ดกลม (สีฟ้า) ที่พบบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

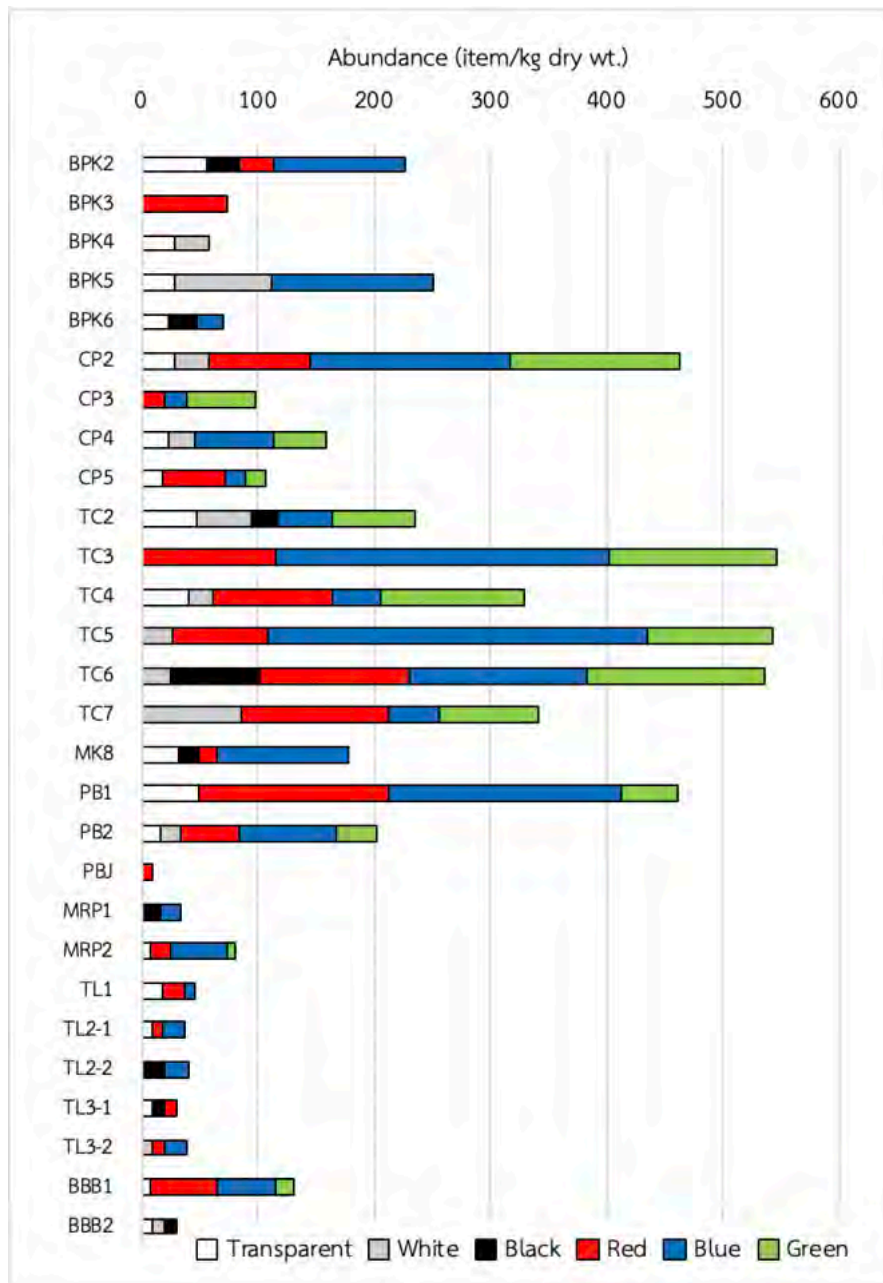
4.2.2 สีของไมโครพลาสติก

สีของไมโครพลาสติกในการศึกษาครั้งนี้ สามารถแบ่งได้เป็น 6 เฉดสี ได้แก่ สีใส (transparent) สีขาว หรือขุ่น (white) สีดำ (black) สีน้ำเงิน (blue) สีแดง (red) และสีเขียว (green) แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 4.2.3 ซึ่งในการสุ่มตัวอย่างดินตะกอนในครั้งนี้ตรวจพบไมโครพลาสติกทุกเฉดสี



รูปที่ 4.2.3 ภาพไมโครพลาสติกจำแนกตามสี ได้แก่ สีใส (ก) สีขาว (ข) สีดำ (ค) สีแดง (ง), สีน้ำเงิน (จ) และสีเขียว (ฉ) ที่พบจากดินตะกอนในบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

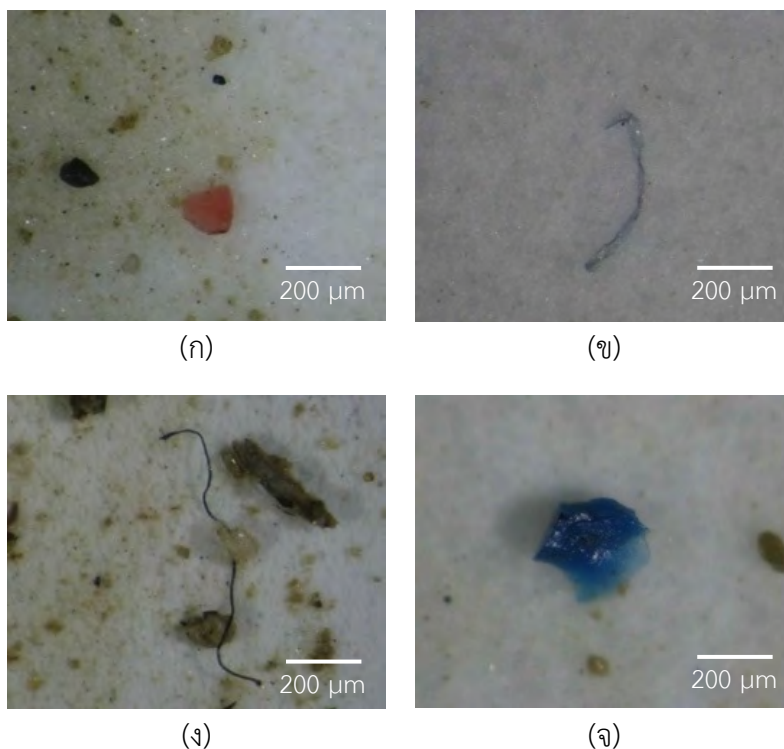
จากการจำแนกไมโครพลาสติกในดินตะกอนตามสี ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย (รูปที่ 4.2.4 และภาคผนวก ง. ตาราง ง.4) พบว่ามีไมโครพลาสติกสีน้ำเงินเป็นสีเด่น รองมาคือสีแดง และสีเขียว ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วมีรูปร่างแบบชิ้นส่วนไร้รูปแบบ และเส้นใย ซึ่งคาดว่าเป็นไมโครพลาสติกที่มีที่มาจากน้ำทิ้งของชุมชน ที่ประกอบไปด้วยใยผ้า และการแตกและย่อยจากบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ขวดน้ำพลาสติก กล่องบรรจุอาหาร และแกลลอนพลาสติก เป็นต้น ส่วนไมโครพลาสติกสีแดงส่วนมากมีรูปร่างเป็นเส้นใยที่มีที่มาจากเชือกฟาง และเชือกสานที่ใช้ในกิจกรรมประมง



รูปที่ 4.2.4 จำนวน (ขึ้นต่อ กก.นน.แห้ง) ของไมโครพลาสติก จำแนกตามสี ที่พบบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

4.3 ชนิดของไมโครพลาสติก

การระบุชนิดของไมโครพลาสติกที่จำแนกในการศึกษานี้ (รูปที่ 4.3.1) แบ่งได้เป็น 4 ชนิด ได้แก่ Polypropylene (PP) Polyethylene (PE) Rayon (RY) และ Acrylic (AC) โดยระบุชนิดจากตัวอย่างภาพ และ FT-IR spectrum และเงื่อนไขภาพตามข้อกำหนดหัวข้อ 3.5 ตามลักษณะความขุ่น ความเข้มของสี ความมันวาว รอยขาด และรอยแตก สำหรับไมโครพลาสติกที่ไม่สามารถระบุเป็นไมโครพลาสติกทั้ง 4 ชนิดได้ จะระบุเป็นไมโครพลาสติกที่ไม่ระบุชนิด (unidentified) ในภาคผนวก ฉ. แสดงภาพไมโครพลาสติกทุกชิ้นที่พบในแต่ละพื้นที่ ซึ่งได้ทำการระบุรูปร่าง สี และชนิดแล้ว

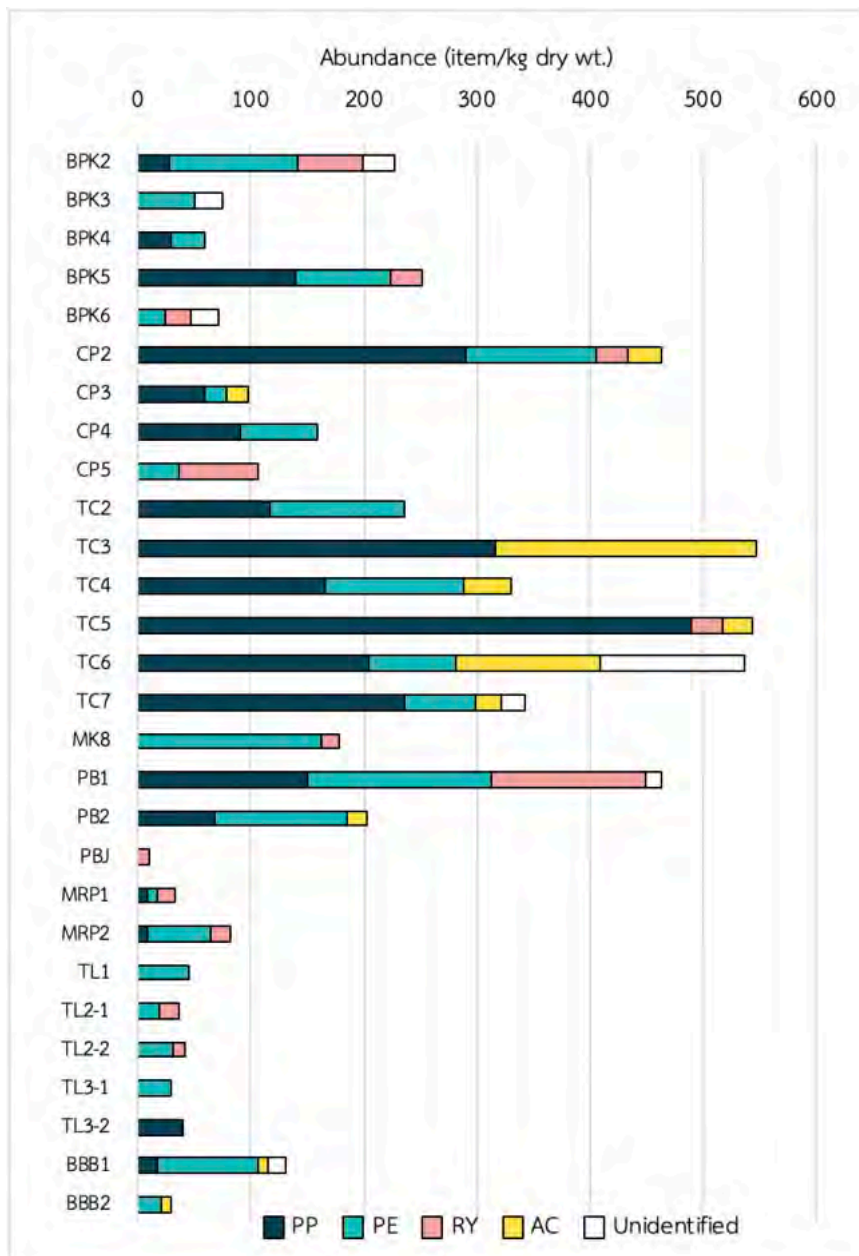


รูปที่ 4.3.1 ภาพไมโครพลาสติกจำแนกตามชนิด PP (ก) PE (ข) RY (ค) และ AC (ง) ที่พบจากดินตะกอนในบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

การจำแนกไมโครพลาสติกในดินตะกอนตามชนิด (ในภาคผนวก ง. ตาราง ง.5) ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างพบว่า ไมโครพลาสติกชนิด PP และ ชนิด PE เป็นชนิดไมโครพลาสติกเด่นที่พบในพื้นที่ผิวตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งอ่าวไทย โดยในสถานีที่มีดินตะกอนอนุภาคละเอียด ได้แก่ BPK5 CP2 TC2 TC6 PB1 และ PB2 จะพบได้ทั้งไมโครพลาสติกชนิด PP และ PE ในขณะที่สถานีเลียบชายหาดแม่รำพึง (MRP) เกาะทะลุ (TL) และปากคลองบ้านบางเบ็ด (BBB) ที่เป็นดินตะกอนอนุภาคหยาบพบ PE เป็นไมโครพลาสติกเด่น และในสถานีปากแม่น้ำท่าจีน (TC) พบไมโครพลาสติกชนิด AC เป็นจำนวนมากอีกด้วย

จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงว่ารูปร่างและสี สามารถบ่งชี้ชนิดและแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกได้ ไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยสีน้ำเงิน และสีแดงที่นิยมนำมาทำแห ตาอวน และใช้ในการเกษตร ส่วนใหญ่เป็นไมโครพลาสติกชนิด PE ที่มีความหนาแน่นสูง (High density polyethylene: HDPE) และสำหรับไมโครพลาสติกชนิด PP ส่วนใหญ่ที่พบเป็นพลาสติกรูปร่างแบบชิ้นส่วนไร้รูปแบบ ซึ่งเป็นไมโครพลาสติกทุติยภูมิที่เกิดจากการแตกและย่อยจากบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ สำหรับไมโครพลาสติกชนิด RY ทั้งหมดพบเฉพาะรูปร่างแบบเส้นใย ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเสื้อผ้า ซึ่งมาจากน้ำทิ้งจากการซักล้างในครัวเรือน และไมโครพลาสติกชนิด AC เป็นไมโครพลาสติกที่มีความทนทาน และค่อนข้างโปร่งใสจึงมีการนำใช้แทนแก้วในอุตสาหกรรมที่หลากหลาย เช่น กระจกตู้ปลา ป้ายโฆษณา และกรอบรูป เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบเป็นสัดส่วนสูงเฉพาะในดินตะกอนจากพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน (รูปที่ 4.3.2)

จำนวนไมโครพลาสติกจำแนกตามชนิดที่พบในแต่ละสถานี (ในภาคผนวก ง. ตาราง ง.5) สามารถบ่งชี้ได้ว่าบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ปากแม่น้ำเจ้าพระยา และปากแม่น้ำแม่กลอง มีการใช้ประโยชน์เชิงพื้นที่ด้านการอยู่อาศัย และการประมง เนื่องจากพบ PE รูปร่างเส้นใย และ PP รูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ เป็นไมโครพลาสติกชนิดเด่น ส่วนในปากแม่น้ำท่าจีนมีนอกจากพื้นที่ชุมชนแล้ว น่าจะมีโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้พลาสติกชนิด AC ในการประกอบกิจการด้วย ส่วนในบริเวณเลียบบาดแม่รำพึง และปากคลองบ้านบางเบ็ด มีการใช้ประโยชน์จากพลาสติกในวัสดุอุปกรณ์การประมง และสำหรับสถานีเกาะทะลุคาดว่ายังมีแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกจากการซักร้าง และกิจกรรมจากการท่องเที่ยว



รูปที่ 4.3.2 จำนวน (ขึ้นต่อ กก.นน.แห้ง) ของไมโครพลาสติก จำแนกตามชนิด PP (สีเขียวกเข้ม) PE (สีเขียวอ่อน) RY (สีชมพู) AC (สีเหลือง) และ ไม่ระบุชนิด (สีขาว) ที่พบบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

4.4 ไมโครพลาสติกกับขนาดอนุภาคดินตะกอน

จำนวน ชนิด และรูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในดินตะกอนมีแนวโน้มสัมพันธ์กับขนาดอนุภาคดินตะกอน เนื่องจากพบความแตกต่างของจำนวนและรูปร่างของไมโครพลาสติกระหว่างตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บจากพื้นที่ปากแม่น้ำและบริเวณชายหาด ในสถานที่ที่เป็นดินตะกอนละเอียด (ในสถานีวิจัยปากแม่น้ำ ได้แก่ BPK CP TC MK และ PB) ส่วนใหญ่จะพบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากกว่ารูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ และเนื่องจากไมโครพลาสติกรูปร่างไร้รูปแบบส่วนใหญ่เป็นไมโครพลาสติกชนิด PP และ AC จึงทำให้บริเวณดินตะกอนละเอียดมีไมโครพลาสติกชนิด PP และ AC เป็นไมโครพลาสติกชนิดเด่นด้วย

ส่วนสถานที่ที่เป็นดินตะกอนหยาบ (สถานีวิจัยชายหาด ได้แก่ PBJ MRP TL และ BBB) ส่วนใหญ่จะพบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยเป็นกลุ่มเด่น ซึ่งส่วนใหญ่ไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างเป็นเส้นใย ได้แก่ ไมโครพลาสติกชนิด RY และ PE จึงพบว่า RY และ PE เป็นไมโครพลาสติกชนิดเด่นในดินตะกอนหยาบด้วย จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่า จำเป็นต้องทำการศึกษขนาดอนุภาคดินตะกอนร่วมในศึกษาไมโครพลาสติกในดินตะกอนด้วย

4.5 การกระจายเชิงพื้นที่ตามลักษณะทางกายภาพและชนิดของไมโครพลาสติกในดินตะกอน

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพและชนิดของไมโครพลาสติก สามารถนำเสนอข้อมูลในส่วนจำนวน รูปร่าง สี และชนิดของไมโครพลาสติกในรูปแบบที่การกระจาย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.1 การกระจายของไมโครพลาสติกตามจำนวน

รูปที่ 4.5.1 แสดงการกระจายเชิงพื้นที่ตามจำนวนไมโครพลาสติกที่พบในดินตะกอน โดยไมโครพลาสติกส่วนใหญ่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนละเอียดในตัวอย่างจากบริเวณปากแม่น้ำได้มากกว่าดินตะกอนหยาบจากตัวอย่างในพื้นที่บริเวณชายฝั่ง ในงานวิจัยของ He et al. (2020) ศึกษาจำนวนและการกระจายของไมโครพลาสติกในดินตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำของแม่น้ำ Brisbane ในประเทศออสเตรเลีย ตรวจสอบพบไมโครพลาสติกในดินตะกอนในพื้นที่ชุมชน พื้นที่เชิงพาณิชย์ และพื้นที่อุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก ซึ่งไมโครพลาสติกในทะเลส่วนใหญ่มีที่มาจากแหล่งน้ำจืด และดินตะกอนที่มาจากแม่น้ำ โดยพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำเป็นส่วนหนึ่งในการกักเก็บไมโครพลาสติกให้ตกสะสมในดินตะกอนไม่ให้เข้าสู่สิ่งแวดล้อมทางทะเล

4.5.2 การกระจายของไมโครพลาสติกตามรูปร่าง

รูปที่ 4.5.2 แสดงการกระจายของไมโครพลาสติกในดินตะกอนตามรูปร่างในแต่ละบริเวณ โดยคิดเป็นสัดส่วน (%) เฉลี่ยในแต่ละบริเวณ โดยพบการกระจายในเชิงพื้นที่ของไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุด แต่ในเชิงปริมาณจะพบไมโครพลาสติกรูปร่างไร้รูปแบบ (3,529.3 ชิ้น ต่อ กก.น.น.แห้ง) มากกว่าเส้นใย (1,759.3 ชิ้น ต่อ กก.น.น.แห้ง)

4.5.3 การกระจายของไมโครพลาสติกตามสี

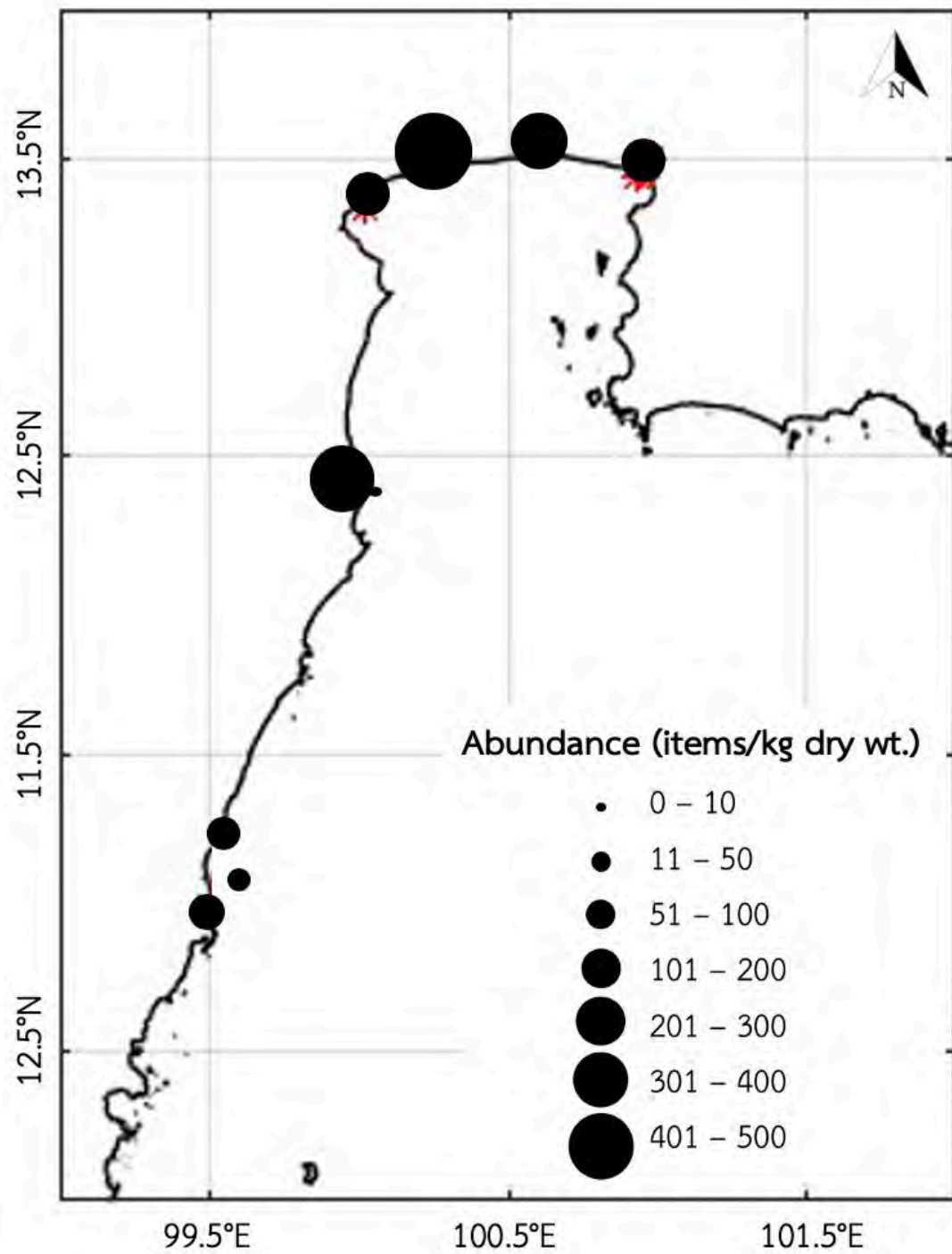
รูปที่ 4.5.3 แสดงการกระจายของไมโครพลาสติกตามสีที่พบในดินตะกอน โดยคิดเป็นสัดส่วน (%) เฉลี่ยในแต่ละบริเวณ โดยมีไมโครพลาสติกสีน้ำเงินกระจายทั่วไปในดินตะกอนจากชายฝั่งทะเลอ่าวไทย รองมาคือ สีแดง และสีเขียว

จากการวิเคราะห์การกระจายของไมโครพลาสติกตามสี ไมโครพลาสติกสีน้ำเงินและสีแดงเป็นไมโครพลาสติกที่เกิดจากกิจกรรมจำพวกน้ำเสียชุมชนและการประมง ส่วนสีเขียวคาดว่าจะเป็ไมโครพลาสติกจากกิจกรรมทางการเกษตร และงานคหกรรมต่าง ๆ เช่น เชือกที่ใส่ในงานสานไม้ไผ่ และอวนจับปลา

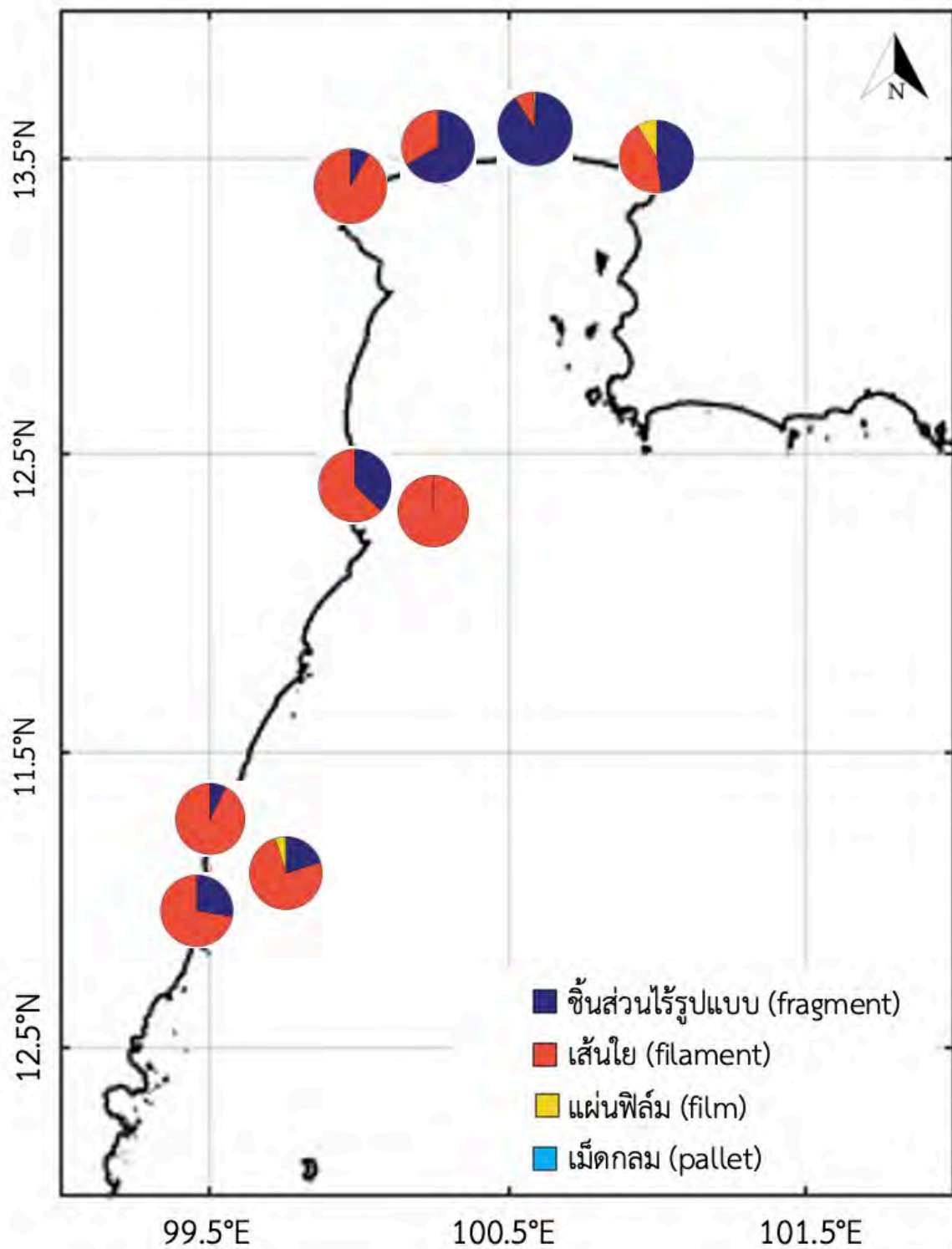
4.5.4 การกระจายของไมโครพลาสติกตามชนิด

รูปที่ 4.5.4 แสดงการกระจายของไมโครพลาสติกตามชนิด โดยคิดเป็นสัดส่วน (%) เฉลี่ยในแต่ละบริเวณ มีการกระจายของพลาสติกชนิด Polyethylene (PE) ในดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยมากกว่าชนิด Polypropylene (PP) ยกเว้นพื้นที่ในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา (CP) และปากแม่น้ำท่าจีน (TC) ที่พบไมโครพลาสติกชนิด Polypropylene (PP) มากกว่า

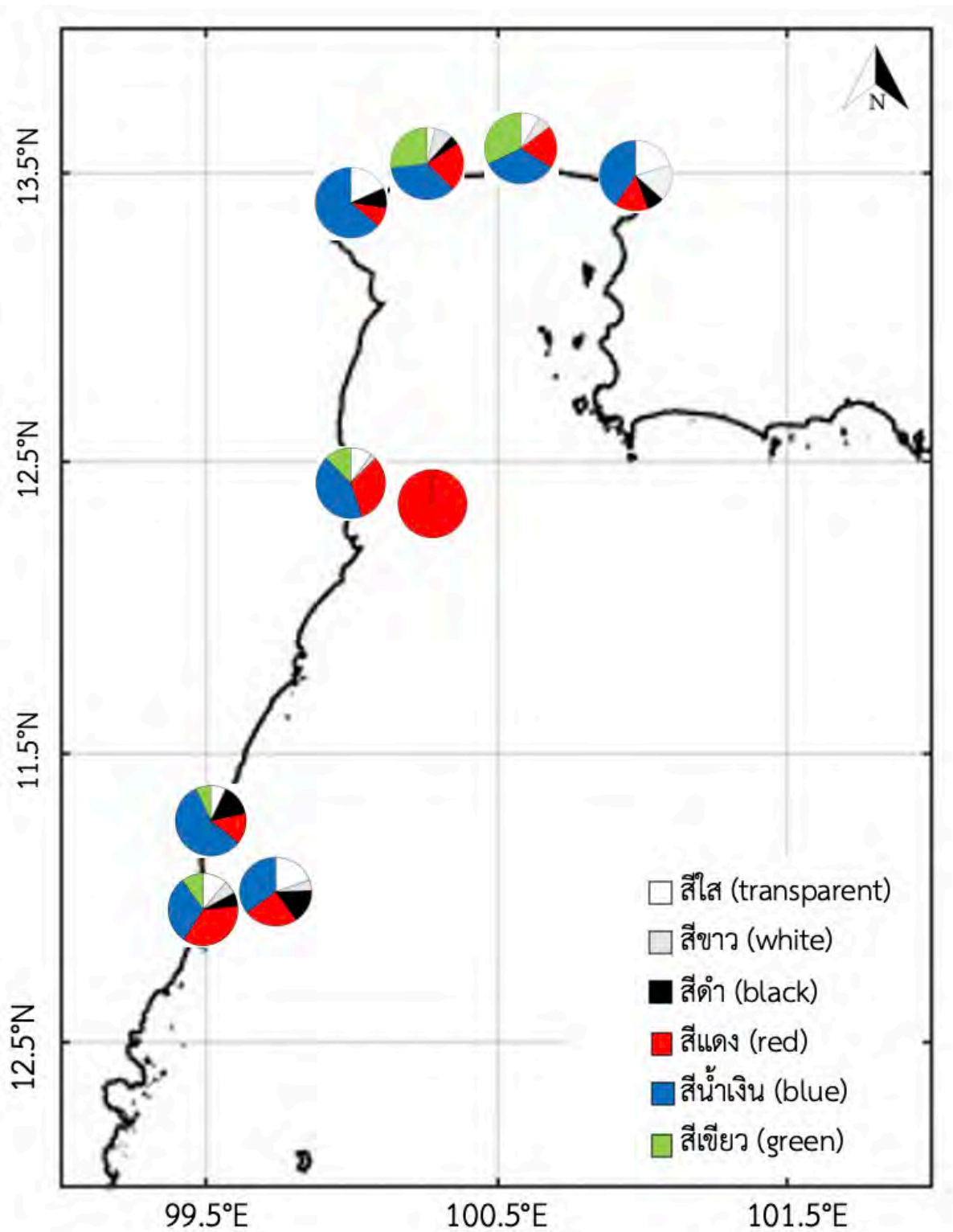
ในการเก็บตัวอย่างดินตะกอนในพื้นที่ศึกษาบริเวณปากแม่น้ำในครั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชุมชน พื้นที่เชิงพาณิชย์ และที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งทำให้พบไมโครพลาสติกชนิด PP และ PE เป็นชนิดเด่น โดยมี RY กระจายปะปนอยู่จากน้ำเสียชั้กลางจากชุมชนและอุตสาหกรรม



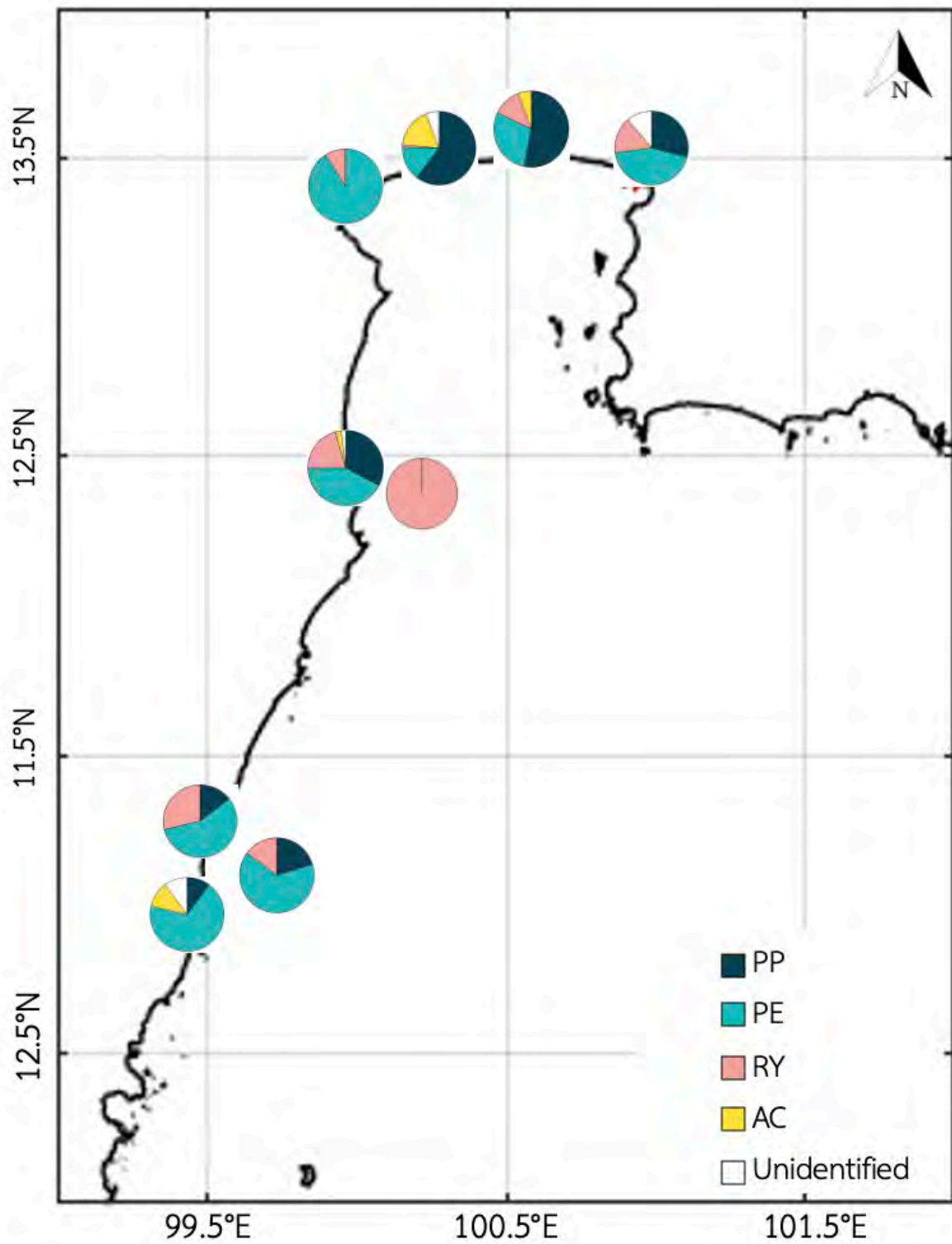
รูปที่ 4.5.1 การกระจายของไมโครพลาสติกในดินตะกอนชายฝั่งทะเลอ่าวไทย เฉลี่ยตามจำนวนในแต่ละพื้นที่



รูปที่ 4.5.2 การกระจายของไมโครพลาสติกในดินตะกอน เฉลี่ยตามสัดส่วนของรูปร่าง (%) ที่พบในแต่ละพื้นที่



รูปที่ 4.5.3 การกระจายของไมโครพลาสติกในดินตะกอน เฉลี่ยตามสัดส่วนของสี (%) ที่พบในแต่ละพื้นที่



รูปที่ 4.5.4 การกระจายของไมโครพลาสติกในดินตะกอน เฉลี่ยตามสัดส่วนของชนิด (%) ที่พบในแต่ละพื้นที่

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย 28 สถานี พบไมโครพลาสติกรวม 275 ชิ้น (5,362.9 ชิ้น/กก. นน.แห้ง) ซึ่งส่วนใหญ่มีขนาดอยู่ในช่วง 5 - 250 μm และพบไมโครพลาสติกที่มีขนาดใหญ่กว่า 2 มม. น้อยมาก โดยพบชิ้นไมโครพลาสติกมากที่สุดในสถานีปากแม่น้ำท่าจีน และพบแนวโน้มการลดลงของจำนวนไมโครพลาสติกเมื่อดินตะกอนมีความหยาบมากขึ้น จากการจำแนกลักษณะของไมโครพลาสติกตามรูปร่างนั้น พบว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างไร้รูปแบบมากที่สุด รองมา คือ เส้นใย และแผ่นฟิล์ม ตามลำดับ ส่วนการจำแนกไมโครพลาสติกตามสี มีไมโครพลาสติกสีน้ำเงินมากที่สุด รองมา คือ สีแดง สีเขียว สีใส สีขาว และสีดำ ตามลำดับ และจากการศึกษาชนิดของไมโครพลาสติก ชนิด Polypropylene (PP) มากที่สุด รองมา คือ Polyethylene (PE) Acrylic (AC) และ Rayon (RY) ตามลำดับ

การกระจายของไมโครพลาสติกในดินตะกอนพบว่า ไมโครพลาสติกรูปร่างไร้รูปแบบส่วนใหญ่จะกระจายอยู่ในดินตะกอนปากแม่น้ำ และไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยส่วนใหญ่กระจายอยู่ในดินตะกอนหยาบ ซึ่งพบไมโครพลาสติกสีน้ำเงินกระจายทั่วไปในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย โดยไมโครพลาสติกชนิด Polyethylene กระจายอยู่ทั่วไปในตะกอนตามชายฝั่งทะเลอ่าวไทย แต่ในดินตะกอนละเอียดจะพบไมโครพลาสติกชนิด Polypropylene มากกว่าในดินตะกอนหยาบ

5.2 ข้อเสนอแนะ

พื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยมีการสะสมของไมโครพลาสติกระหว่าง 9.7 – 546.1 ชิ้น ต่อ กก.นน.แห้ง ทั้งนี้การสะสมตัวของไมโครพลาสติกในแต่ละบริเวณขึ้นอยู่กับปัจจัยทางกายภาพ อาทิเช่น อนุภาคดินตะกอน กระแสลม กระแสน้ำ และปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง และจากกิจกรรมจากมนุษย์ ในการศึกษาชนิดไมโครพลาสติกในดินตะกอนร่วมกับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาจึงมีความสำคัญมาก อีกทั้งในปัจจุบัน การศึกษาเกี่ยวกับไมโครพลาสติกได้รับความสนใจอย่างมาก แต่ยังไม่มียูนิเวอร์ซิตีมาตรฐานสำหรับการศึกษา โดยเฉพาะการศึกษาเปรียบเทียบไมโครพลาสติกในดินตะกอนที่มีขนาดอนุภาคและการเก็บตัวอย่างที่แตกต่างกัน สำหรับงานวิจัยนี้มีการเก็บตัวอย่าง 2 วิธี คือ การใช้ Ekman grab sampler ใช้ในการเก็บตัวอย่างตะกอนในพื้นที่ปากแม่น้ำที่ตะกอนอยู่ใต้พื้นน้ำตลอดเวลา และการใช้ช้อนตักดินในพื้นที่บริเวณชายฝั่งซึ่งเป็นตะกอนที่อยู่เหนือน้ำทะเลเสมอ ซึ่งวิธีการเก็บตัวอย่างที่แตกต่างกันส่งผลต่อจำนวนและชนิดของไมโครพลาสติกที่พบ ทำให้การศึกษาเปรียบเทียบในเชิงพื้นที่มีความซับซ้อนขึ้น

สำหรับผู้ที่มีความสนใจในการศึกษาการสะสมตัวของไมโครพลาสติกในดินตะกอนจำเป็นต้องมีการวางแผนการเก็บโดยคำนึงถึงจำนวนตัวอย่างในแต่ละพื้นที่ศึกษา วิธีการเก็บตัวอย่าง เวลาและจุดเก็บตัวอย่าง และลักษณะทางกายภาพที่เกี่ยวข้อง เพื่อปรับปรุงและพัฒนาวิธีการศึกษาให้มีมาตรฐานเดียวกันต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ออนไลน์

- กรมควบคุมมลพิษ. 2561. ร่างแผนจัดการขยะพลาสติกอย่างบูรณาการ (พ.ศ. 2561-2573). สืบค้นเมื่อวันที่ 21 มกราคม 2563 จาก http://www.pcd.go.th/Info_serv/File/Plastic%20Roadmap.pdf
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2558. ฐานข้อมูลขยะทะเล. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 มกราคม 2563 จาก <http://tcc.dmcr.go.th/thaicoastalcleanup/report>
- สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ, อาทิตย์ เพ็ชรรักษ์, เจนยุกต์ โล้วชรินทร์, จงรักษ์ ผลประเสริฐ. 2562. มลสารไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำเสียดิบและระบบบำบัดน้ำเสีย. วารสารสิ่งแวดล้อม. 23, 1(2562). สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2563 จาก <http://www.ej.eric.chula.ac.th/content/6109/59>
- สิตาวีร์ ชีรวิรุฬห์. 2560. พลาสติก : สิ่งปลอมปนในชีวิตและสิ่งแวดล้อม (Plastics : Extraneous Material that affect life and environment). สืบค้นเมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม 2562 จาก https://www.parliament.go.th/ewtadmin/ewt/parliament_parcy/ewt_w3c/ewt_dl_link.php?nid=45207
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5. 2555. 9 สู่ทศวรรษยุทธศาสตร์การบริหารจัดการลุ่มน้ำท่าจีน. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2563 จาก <http://lib.mnre.go.th/book/9tossawas.pdf>
- Amin, R. Md., Sohaimi, E.S., Anuar, S.T. and Bachok, Z. 2020. Microplastic ingestion by zooplankton in Terengganu coastal waters, southern South China Sea. Marine Pollution Bulletin. 150: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110616>
- Firdaus, M., Trihadiningrum, Y. and Lestari, P. 2020. Microplastic pollution in the sediment of Jagir Estuary, Surabaya City, Indonesia. Marine Pollution Bulletin. 150. 100790. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110790>
- He, B. , Goonetilleke, A. , Ayoko, G.A. and Rintoul, L. 2020. Abundance, distribution patterns, and identification of microplastics in Brisbane River sediments, Australia. Science of the total Environment. 700. 134467: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134467>
- Magnusson , K. and Norén , F., 2014. Screening of microplastic particles in and down-stream a wastewater treatment plant. IVL Swedish Environmental Research Institute. C 55. Doi: <https://doi.org/naturvardsverket-2226>
- Martin, J., Lusher, A., Richard, C. Thompson and Morley, A.D. 2017. The Deposition and Accumulation of Microplastics in Marine Sediments and Bottom Water from the Irish

- Continental Shelf. Scientific Reports. 7(10772). Doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11079-2>
- Mason , S.A., Garneau , D., Sutton , R., Chu , Y., Ehmann , K., Barnes , J. and Rogers , D. L., 2016. Microplastic pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent. Environmental Pollution. 218, 1045–1054. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.08.056>
- Moore, R.C., Loseto, L., Noel, M., Etemadifar, A., Brewster, J.D., MacPhee, S., Bendell, L. and Ross, P.S. 2020. Microplastics in beluga whales (*Delphinapterus leucas*) from the Eastern Beaufort Sea. Marine Pollution Bulletin. 150. 110723. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110723>
- Ogonowski , M., Schür , C., Jarsén , A. and Gorokhova , E., 2016. The effects of natural and anthropogenic microparticles on individual fitness in *Daphnia magna*. PLoS ONE. 11: e0155063. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155063>.
- Sfriso, A.A., Tomio, Y., Rosso, B., Gambaro, A., Sfriso, A., Corami, F., Rastelli, E., Corinaldesi, C., Mistri, M. and Munari, C. 2020. Microplastics accumulation in benthic invertebrates in Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica). Environment International. 137. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105587>
- Wang, Y., Ziu, X., Peng, C., Qiao, S., Wang, T., Yu, W., Khokiattiwong, S. and Kornkannitnan, N. 2020. Occurrence and distribution of microplastics in surface sediments from the Gulf of Thailand: Marine Pollution Bulletin. 152. 110916. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110916>

ภาษาไทย

- ปิติพงษ์ ธาระมนต์, สุหทัย ไพรสานต์กุล และนภาพร เสียดประถม. 2559. การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกใน หอยสองฝาบริเวณชายหาดเจ้าหลาว และชายหาดคู้วิมาน จังหวัดจันทบุรี. แก่นเกษตร. 44(1) : 738-744.
- ศรัณย์ธรรม ภูริจารุยางกูร. 2559. การตรวจวิเคราะห์ดินโดยวิธี FTIR และการวัดสีดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน. 2557. การสำรวจและจำแนกตัวอย่างขยะทะเล ประเภทไมโครพลาสติก .รายงานฉบับสมบูรณ์ คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา: 1-48.
- สุจิตรา วาสนาดำรงดี. 2560. วิกฤตขยะบกสู่แพขยะในทะเล จะแก้ได้อย่างไร?. วารสารสิ่งแวดล้อม. 21(4): 54-58.

ภาษาอังกฤษ

- Besseling, E., Foekema, E.M., Van Franeker, J.A., Leopold, M.F., Kühn, S., Bravo Rebolledo, E.L., Heße, E., Mielke, L., IJzer, J., Kamminga, P. and Koelmans, A.A. 2015. Microplastic in a macro filter feeder: Humpback whale *Megaptera novaeangliae*. Marine Pollution Bulletin. 95(1): 248-252.
- Bowmer, T. and Kershaw, P.J. (Eds.). 2010. IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP). Proceedings of the GESAMP International Workshop on plastic particles as a vector in transporting persistent, bio-accumulating and toxic substances in the oceans. GESAMP Reports and Studies. No. 82, 68pp.
- Bugoni, L., Krause, L.g. and Petry, M.V.n. 2001. Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. Marine Pollution Bulletin. 42(12): 1330-1334.
- Carpenter, E.J., Anderson, S.J., Harvey, G.R., Miklas, H.P. and Peck, B.B. 1972. Polystyrene spherules in coastal waters. Science. 178(4062): 749-750.
- Fossi, M.C., Panti, C., Gurranti, C., Coppola, D., Giannetti, M., Marsili, L. and Minutoli, R. 2012. Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*). Marine Pollution Bulletin. 64(11): 2374-2379.
- Green, D.S., Boots, B., Sigwart, J., Jiang, S., Rocha, C. 2016. Effects of conventional and biodegradable microplastics on a marine ecosystem engineer (*Arenicola marina*) and sediment nutrient cycling. Environmental Pollution. 208(Part B): 426-434.
- Guzzetti, E., Sureda, A., Tejada, S. and Faggio, C. 2018. Microplastic in marine organism: Environmental and toxicological effects. Environmental Toxicology and Pharmacology. 64: 164-171.
- IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. (GESAMP). 2015. A global assessment: Microplastics in the ocean. GESAMP Reports and Studies. No. 90, 8pp.
- Li, R.L., Zhang, L.L., Xue, B.M. and Wang, Y.H. 2019. Abundance and characteristics of microplastics in the mangrove sediment of the semi-enclosed Maowei Sea of the south China sea: New implications for location, rhizosphere, and sediment compositions. Environmental Pollution. 244: 685-692.

- Lusher, A.L., Mchugh, M. and Thompson, R.C. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. Marine Pollution Bulletin. 67: 94-99.
- Masura, J., Baker, J., Foster, G. and Arthur, C. 2015. Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. NOAA Technical Memorandum. NOS-OR&R-48.
- Mohsen, M., Wang, Q. , Zhang, L., Sun, L. , Lin, C. and Yang, H. 2019. Microplastic ingestion by the farmed sea cucumber *Apostichopus japonicus* in China. Environmental Pollution. 245: 1071-1078.
- Moore, J. 2008. Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing ,long-term threat. Environmental Research. 108: 131-139.
- Phuong, N.N., Poirier, L.R., Lagarde, F.B., Kamari, A.D.R.M. and Zalouk – Vergnoux, A.R. 2018. Microplastics abundance and characteristic in French Atlantic coastal sediments using a new extraction method. France Elsevier Environmental Pollution. 243: 228-237
- Provencher, J.F., Vermaire, J.C., Avery-Gomm, S., Braune, B.M. and Mallory, M.L. 2018. Garbage in guano? Microplastic debris found in faecal precursors of seabirds known to ingest plastics. Science of the Total Environment. 644: 1477–1484
- Scheider, C.A., Rasband, W.S. and Eliceiri, K.W. 2012. “NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis”, *Nature method* 9 (7): 671-675, PMID 2290834
- Wright, S. L., Thompson, R. C. and Galloway, T. S. 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. Environmental Pollution. 178: 482-492
- Zhang, B., Wu, D., Yang, X., Teng, J., Liu, Y.L., Zhang, C., Zhao, J.M., Yin, X.N., You, L.P., Liu, Y.F. and Qing, W. 2019. Microplastics pollution in the surface sediments collected from Sishili Bay, North Yellow Sea, China. Marine Pollution Bulletin. 141: 9-15.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. สถานีเก็บตัวอย่าง

ตาราง ก.1 สถานีเก็บตัวอย่าง และพิกัดที่ทำการศึกษา

Date	Station	Latitude	Longitude
14-Sep-19	PBR1	12°40'47.1"	99°97'41.2"
	PBR2	12°40'43.5"	99°98'33.1"
	PBR3	12°41'12.8"	99°99'16.9"
27-30 Sep 2019	MRP1	11°20'16.7"	99°56'31.9"
	MRP2	11°20'17.3"	99°56'40.9"
	BBB1	10°98'96.5"	99°49'89.6"
	BBB2	10°98'92.4"	99°49'88.4"
	TL1	11°06'98.7"	99°54'85.5"
	TL2-1	11°07'76.4"	99°55'75.0"
	TL2-2	11°07'80.6"	99°55'70.3"
	TL3-1	11°07'51.3"	99°55'56.6"
	TL3-2	11°07'50.1"	99°55'50.3"
	25-Oct-19	MK8	13°33'27.9"
26-Oct-19	TC2	13°53'27.9"	100°27'31.8"
	TC3	13°52'24.3"	100°26'85.5"
	TC4	13°51'35.8"	100°27'39.0"
	TC5	13°50'07.1"	100°28'08.6"
	TC6	13°48'32.1"	100°28'51.6"
	TC7	13°46'37.6"	100°29'13.5"
	8-Nov-19	CP2	13°57'27.8"
CP3		13°56'27.2"	100°57'50.8"
CP4		13°55'17.1"	100°57'91.6"
CP5		13°54'05.9"	100°58'64.5"
9-Nov-19	BPK2	13°49'99.3"	100°98'34.8"
	BPK3	13°47'29.5"	100°97'06.0"
	BPK4	13°45'60.5"	100°95'69.7"
	BPK5	13°44'46.1"	100°94'18.7"
	BPK6	13°43'22.4"	100°92'90.5"

หมายเหตุ

TC: สถานีในพื้นที่ปากแม่น้ำท่าจีน; MK: สถานีในพื้นที่ปากแม่น้ำแม่กลอง; CP: สถานีในพื้นที่ปากแม่น้ำเจ้าพระยา; BPK: สถานีในพื้นที่ปากแม่น้ำบางปะกง; PBR: สถานีในพื้นที่ปากแม่น้ำปราณบุรี; MRP: สถานีเลียยหาดแม่รำพึง; BBB: สถานีในพื้นที่ปากคลองบ้านบางเบ็ด; TL: สถานีในพื้นที่เกาะทะลุ

ภาคผนวก ข. การสกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอน

รายละเอียดวิธีการสกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอน

ข.1 สารเคมีที่ใช้

- 1) สารละลายเกลืออิ่มตัว
เตรียมโดยนำเกลือ (NaCl) มาละลายในน้ำประปาและให้ความร้อนตลอดเวลาจนไม่สามารถละลายได้อีก รอให้เย็นที่อุณหภูมิห้องและกรองด้วยแผ่นกรอง GF/B 1.0 μm
- 2) น้ำประปากรอง
นำน้ำประปามากกรองด้วยแผ่นกรอง GF/B 1.0 μm

ข.2 ขั้นตอนการสกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอน

- 1) นำตัวอย่างดินตะกอนออกจาก Freezer และทิ้งไว้ให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง
- 2) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างดินตะกอนเปียก 100 g (ถ้าดินตะกอนมีทรายปนใช้ 150 g) และจดบันทึกน้ำหนักตัวอย่างดินตะกอน (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)
- 3) นำตัวอย่างดินตะกอนใส่ในขวด Duran ขนาด 1 L ที่ทำความสะอาดและชะด้วยน้ำประปาที่ผ่านการกรองแล้ว
- 4) เติมสารละลายเกลืออิ่มตัวปริมาตร 1 L ลงในขวด Duran และปิดด้วยกระดาษฟอยล์ทันที
- 5) นำขวด Duran ที่เตรียมไว้ไปกวนบน Magnetic stirrer เป็นเวลา 30 นาที
- 6) วางทิ้งไว้ในดินตกตะกอนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- 7) เทส่วนน้ำใสด้านบนปริมาตร 500 ml มากกรองบนกระดาษกรอง Isopore 5.0 μm PC membrane ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 mm ด้วยชุดกรองแก้วที่ต่อกับปั๊มลม
- 8) ล้างเกลือออกจากตัวอย่างโดยการเทน้ำประปาที่กรองแล้วลงไปในชุดกรองประมาณ 100 ml
- 9) นำแผ่นกรองที่มีตัวอย่างไมโครพลาสติกมาเก็บไว้ใน Petri dish ที่อุณหภูมิห้อง เติมสารละลายเกลืออิ่มตัว 500 ml ลงในขวด Duran ใ้เติมอีกครั้งหลังเทส่วนน้ำใสไปกรองและปิดด้วยกระดาษฟอยล์ทันที ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นที่ยืนยันว่าการสกัดแยกไมโครพลาสติกออกจากดินตะกอนสามารถแยกไมโครพลาสติกออกจนหมดจึงต้องทำการแยกซ้ำอีกครั้ง
- 10) ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 5) ถึง 8) อีกครั้ง

ภาคผนวก ค. การหาปริมาณน้ำในดิน

ค. การหาปริมาณน้ำในดิน (Water content)

- 1) ชั่งน้ำหนักถ้วยกระดาษฟอยล์ และจดบันทึก
- 2) ชั่งน้ำหนักดินตะกอนเปียกในถ้วยกระดาษฟอยล์
- 3) นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C รอจนดินแห้ง และทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
- 4) นำถ้วยกระดาษฟอยล์จากข้อ 3 มาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง และจดบันทึก
- 5) คำนวณน้ำหนักดินแห้ง
- 6) คำนวณปริมาณน้ำในดิน โดยใช้สูตร $\% \text{ water content} = (W_1 - W_2)/W_1 * 100$

เมื่อ W_1 คือ น้ำหนักดินเปียก (g)

W_2 คือ น้ำหนักดินแห้ง (g)

ภาคผนวก ง. รายงานจำนวนไมโครพลาสติกตาม ขนาด รูปร่างและสีของไมโครพลาสติก

ง.1. จำนวนไมโครพลาสติกจำแนกตามขนาด

ขนาดของไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยวัดค่าจากการวัดความยาวไมโครพลาสติกด้วย “โปรแกรม ImageJ” พบไมโครพลาสติกมีขนาดอยู่ในช่วงระหว่าง 42 – 4,985 μm โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้จำแนกไมโครพลาสติกที่พบตามขนาดออกเป็น 20 ช่วง ตั้งแต่ 0 – 5,000 μm โดยความยาวแต่ละช่วงต่างกันช่วงละ 250 μm แสดงค่าดังตารางดังนี้

ตาราง ง.1 จำแนกจำนวนไมโครพลาสติกตามขนาดที่พบ

Size (μm)	Abundance (items)	Abundance (items/kg. dry wt.)
0-250	67	1,519
251-500	62	1,237
501-750	41	704
751-1,000	31	527
1,001-1,250	27	177
1,251-1,500	10	206
1,501-1,750	13	252
1,751-2,000	8	164
2,001-2,250	4	74
2,251-2,500	9	150
2,501-2,750	-	-
2,751-3,000	3	54
3,001-3,250	-	-
3,251-3,500	2	29
3,501-3,750	2	38
3,751-4,000	-	-
4,001-4,250	-	-
4,251-4,500	-	-
4,501-4,750	-	-
4,751-5,000	1	29

หมายเหตุ “ - ” ไม่พบในตัวอย่างที่ทำการส่องกล้อง

ตาราง ง.2 จำนวนของไมโครพลาสติกจากตัวอย่างดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

Area	Station	Sediment (g. dry wt.)	Abundance (items)	Abundance (items/kg. dry wt.)	Average (items/kg. dry wt.)
บางปะกง	BPK2	35.2	8	227.1	136.6 ± 94.4
	BPK3	40.2	3	74.7	
	BPK4	34.0	2	58.8	
	BPK5	35.8	9	251.7	
	BPK6	42.4	3	70.7	
เจ้าพระยา	CP2	34.6	16	462.5	206.0 ± 172.6
	CP3	50.8	5	98.4	
	CP4	44.2	7	158.2	
	CP5	56.0	6	107.2	
ท่าจีน	TC2	42.6	10	234.9	422.0 ± 136.4
	TC3	34.8	19	546.1	
	TC4	48.5	16	330.0	
	TC5	36.8	20	543.7	
	TC6	39.2	21	535.6	
	TC7	46.8	16	341.9	
แม่กลอง	MK8	61.6	11	178.5	-
ปราณบุรี	PB1	80.1	37	462.1	332.1 ± 183.8
	PB2	59.4	12	202.2	
	PBJ	102.6	1	9.7	
แม่รำพึง	MRP1	119.7	4	33.4	57.3 ± 33.7
	MRP2	123.3	10	81.1	
เกาะทะลุ	TL1	108.9	5	45.9	38.6 ± 6.0
	TL2-1	107.3	4	37.3	
	TL2-2	96.8	4	41.3	
	TL3-1	101.3	3	29.6	
	TL3-2	102.2	4	39.1	
บ้านบางเบิด	BBB1	121.8	16	131.3	80.6 ± 71.8
	BBB2	100.8	3	29.8	

ตาราง ง.3 จำนวนไมโครพลาสติกจำแนกตามรูปร่างจากตัวอย่างดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

Station	items			items/kg. dry wt.		
	Fragment	Filament	Film	Fragment	Filament	Film
BPK2	2	5	1	56.8	141.9	28.4
BPK3	2	1	-	49.8	24.9	-
BPK4	1	-	1	29.4	-	29.4
BPK5	6	3	-	167.8	83.9	-
BPK6	1	2	-	23.6	47.1	-
CP2	11	5	-	318.0	144.5	-
CP3	4	1	-	78.7	19.7	-
CP4	6	1	-	135.6	22.6	-
CP5	1	5	-	17.9	89.4	-
TC2	7	2	1	164.4	47.0	23.5
TC3	18	1	-	517.4	28.7	-
TC4	13	3	-	268.1	61.9	-
TC5	19	1	-	516.6	27.2	-
TC6	20	1	-	510.1	25.5	-
TC7	15	1	-	320.5	21.4	-
MK8	1	10	-	16.2	162.3	-
PB1	13	24	-	162.3	299.7	-
PB2	5	7	-	84.2	117.9	-
PBJ	-	1	-	-	9.7	-
MRP1	1	3	-	8.4	25.1	-
MRP2	-	10	-	-	81.1	-
TL1	-	4	1	-	36.7	9.2
TL2-1	-	4	-	-	37.3	-
TL2-2	-	4	-	-	41.3	-
TL3-1	-	3	-	-	29.6	-
TL3-2	4	-	-	39.1	-	-
BBB1	3	13	-	24.6	106.7	-
BBB2	2	1	-	19.8	9.9	-

หมายเหตุ “ - ” ไม่พบในตัวอย่าง และไม่พบไมโครพลาสติกรูปร่างเม็ดกลม (pellet) ในการส่องกล้อง

ตาราง ง.4 จำนวนไมโครพลาสติกจำแนกตามสีจากตัวอย่างดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

Station	Items						Items/kg. dry wt.					
	TP	White	Black	Red	Blue	Green	TP	White	Black	Red	Blue	Green
BPK2	2	-	1	1	4	-	56.8	-	28.4	28.4	113.5	-
BPK3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	74.7	-	-
BPK4	1	1	-	-	-	-	29.4	29.4	-	-	-	-
BPK5	1	3	-	-	5	-	28.0	83.9	-	-	139.8	-
BPK6	1	-	1	-	1	-	23.6	-	23.6	-	23.6	-
CP2	1	1	-	3	6	5	28.9	28.9	-	86.7	173.5	144.5
CP3	-	-	-	1	1	3	-	-	-	19.7	19.7	59.1
CP4	1	1	-	-	3	2	22.6	22.6	-	-	67.8	45.2
CP5	1	-	-	3	1	1	17.9	-	-	53.6	17.9	17.9
TC2	2	2	1	-	2	3	47.0	47.0	23.5	-	47.0	70.5
TC3	-	-	-	4	10	5	-	-	-	115.0	287.4	143.7
TC4	2	1	-	5	2	6	41.2	20.6	-	103.1	41.2	123.7
TC5	-	1	-	3	12	4	-	27.2	-	81.6	326.2	108.7
TC6	-	1	3	5	6	6	-	25.5	76.5	127.5	153.0	153.0
TC7	-	4	-	6	2	4	-	85.5	-	128.2	42.7	85.5
MK8	2	-	1	1	7	-	32.5	-	16.2	16.2	113.6	-
PB1	4	-	-	13	16	4	50.0	-	-	162.3	199.8	50.0
PB2	1	1	-	3	5	2	16.8	16.8	-	50.5	84.2	33.7
PBJ	-	-	-	1	-	-	-	-	-	9.7	-	-
MRP1	-	-	2	-	2	-	-	-	16.7	-	16.7	-
MRP2	1	-	-	2	6	1	8.1	-	-	16.2	48.7	8.1
TL1	2	-	-	2	1	-	18.4	-	-	18.4	9.2	-
TL2-1	1	-	-	1	2	-	9.3	-	-	9.3	18.6	-
TL2-2	-	-	2	-	2	-	-	-	20.7	-	20.7	-
TL3-1	1	-	1	1	-	-	9.9	-	9.9	9.9	-	-
TL3-2	-	1	-	1	2	-	-	9.8	-	9.8	19.6	-
BBB1	1	-	-	7	6	2	8.2	-	-	57.5	49.3	16.4
BBB2	1	1	1	-	-	-	9.9	9.9	9.9	-	-	-

หมายเหตุ “-” ไม่พบในตัวอย่างที่ทำการส่องกล้อง, “TP” ย่อจาก transparent

ตาราง ง.5 จำนวนไมโครพลาสติกจำแนกตามชนิดจากตัวอย่างดินตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

Station	items					items/kg. dry wt.				
	PP	PE	RY	AC	Unidentified	PP	PE	RY	AC	Unidentified
BPK2	1	4	2	-	1	28.4	113.5	56.8	-	28.4
BPK3	-	2	-	-	1	-	49.8	-	-	24.9
BPK4	1	1	-	-	-	29.4	29.4	-	-	-
BPK5	5	3	1	-	-	139.8	83.9	28.0	-	-
BPK6	-	1	1	-	1	-	23.6	23.6	-	23.6
CP2	10	4	1	1	-	289.1	115.6	28.9	28.9	-
CP3	3	1	-	1	-	59.1	19.7	-	19.7	-
CP4	4	3	-	-	-	90.4	67.8	-	-	-
CP5	-	2	4	-	-	-	35.7	71.5	-	-
TC2	5	5	-	-	-	117.4	117.4	-	-	-
TC3	11	-	-	8	-	316.2	-	-	229.9	-
TC4	8	6	-	2	-	165.0	123.7	-	41.2	-
TC5	18	-	1	1	-	489.4	-	27.2	27.2	-
TC6	8	3	-	5	5	204.0	76.5	-	127.5	127.5
TC7	11	3	-	1	1	235.0	64.1	-	21.4	21.4
MK8	-	10	1	-	-	-	162.3	16.2	-	-
PB1	12	13	11	-	1	149.9	162.3	137.4	-	12.5
PB2	4	7	-	1	-	67.4	117.9	-	16.8	-
PBJ	-	-	1	-	-	-	-	9.7	-	-
MRP1	1	1	2	-	-	8.4	8.4	16.7	-	-
MRP2	1	7	2	-	-	8.1	56.8	16.2	-	-
TL1	-	5	-	-	-	-	45.9	-	-	-
TL2-1	-	2	2	-	-	-	18.6	18.6	-	-
TL2-2	-	3	1	-	-	-	31.0	10.3	-	-
TL3-1	-	3	-	-	-	-	29.6	-	-	-
TL3-2	4	-	-	-	-	39.1	-	-	-	-
BBB1	2	11	-	1	2	16.4	90.3	-	8.2	16.4
BBB2	-	2	-	1	-	-	19.8	-	9.9	-

หมายเหตุ “ - ” ไม่พบในตัวอย่าง, Polypropylene: PP, Polyethylene: PE, Rayon: RY และ Acrylic: AC

ภาคผนวก จ. จำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ยตามรูปร่าง สี และชนิดตามพื้นที่

ตาราง จ.1 จำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ยตามพื้นที่ จำแนกตามรูปร่าง ในหน่วยชิ้น/กก. นน.แห้ง (items/kg. dry wt.)

Station	Fragment	Filament	Film	Pallet	Total	S.E.
BPK	65.5	59.6	11.6	-	136.6	42.2
CP	137.6	69.0	-	-	206.6	86.3
TC	382.8	35.3	3.9	-	422.0	55.7
MK	16.2	162.3	-	-	178.5	-
PB	123.3	208.8	-	-	332.1	129.9
PBJ	-	9.7	-	-	9.7	-
MRP	4.2	53.1	-	-	57.3	23.8
TL	7.8	29.0	1.8	-	38.6	2.7
BBB	22.2	58.3	-	-	80.6	50.8

หมายเหตุ “ - ” ไม่พบในตัวอย่างที่ทำการส่งกล้อง

ตาราง จ.2 จำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ยตามพื้นที่ จำแนกตามสี ในหน่วยชิ้น/กก. นน.แห้ง (items/kg. dry wt.)

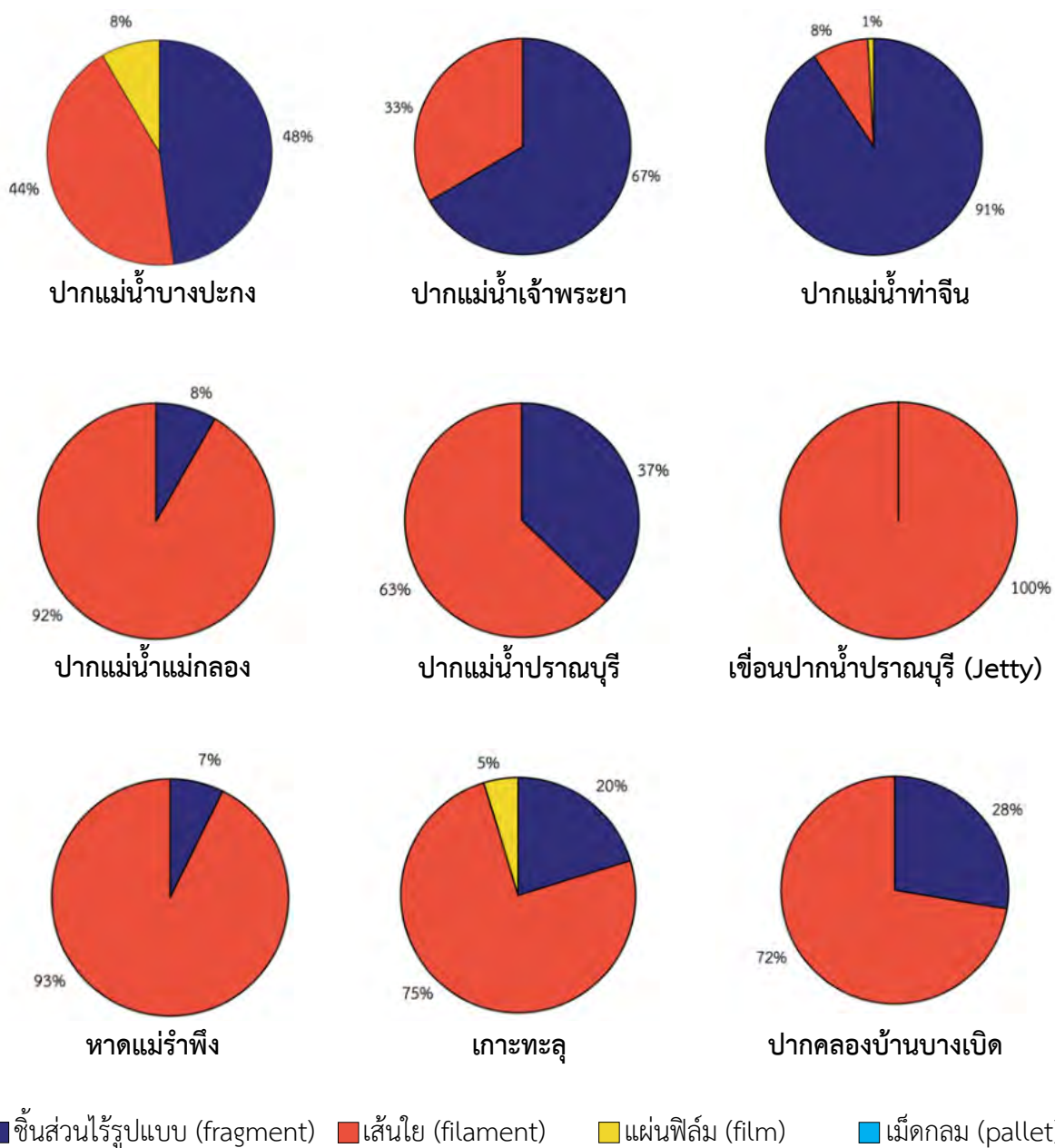
Station	Transparent	White	Black	Red	Blue	Green
BPK	27.5	22.7	10.4	20.6	55.4	-
CP	17.3	12.9	-	40.0	69.7	66.7
TC	14.7	34.3	16.7	92.6	149.6	114.2
MK	32.5	-	16.2	16.2	113.6	-
PBR	22.3	5.6	-	74.2	94.7	27.9
MRP	4.1	-	8.4	8.1	32.7	4.1
TL	7.5	2.0	6.1	9.5	13.6	-
BBB	9.1	5.0	5.0	28.7	24.6	8.2

หมายเหตุ “ - ” ไม่พบในตัวอย่างที่ทำการส่งกล้อง

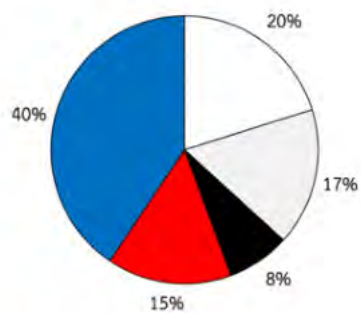
ตาราง จ.3 จำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ยตามพื้นที่ จำแนกตามชนิด ในหน่วยชิ้น/กก. นน.แห้ง (items/kg. dry wt.)

Station	PP	PE	RY	AC	Unidentified
BPK	39.5	60.0	21.7	-	15.4
CP	109.6	59.7	25.1	12.1	-
TC	254.5	63.6	4.5	74.5	24.8
MK	-	162.3	16.2	-	-
PB	108.6	140.1	68.7	8.4	6.2
PBJ	-	-	9.7	-	-
MRP	8.2	32.6	16.5	-	-
TL	7.8	25.0	5.8	-	-
BBB	8.2	55.1	-	9.1	8.2

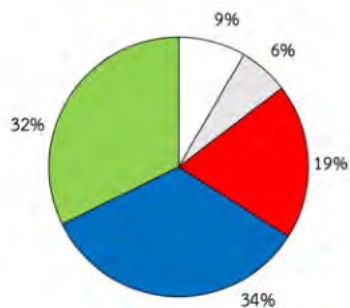
หมายเหตุ “ - ” ไม่พบในตัวอย่างที่ทำการส่งกล้อง



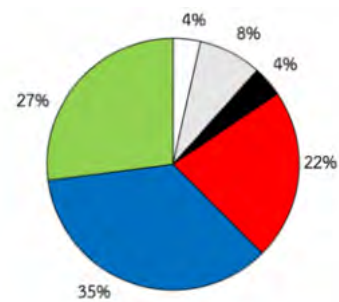
รูปที่ จ.1 องค์ประกอบตามจำนวน (%) ของไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนจำแนกตามรูปร่าง
เฉลี่ยจากสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย



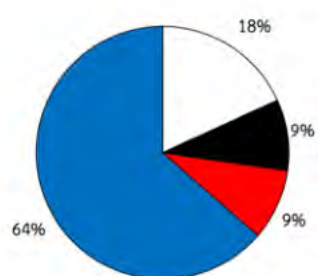
ปากแม่น้ำบางปะกง



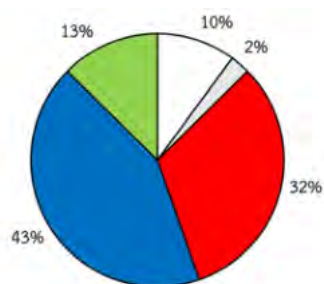
ปากแม่น้ำเจ้าพระยา



ปากแม่น้ำท่าจีน



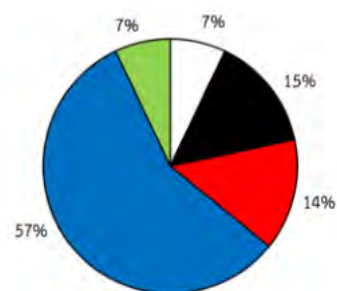
ปากแม่น้ำแม่กลอง



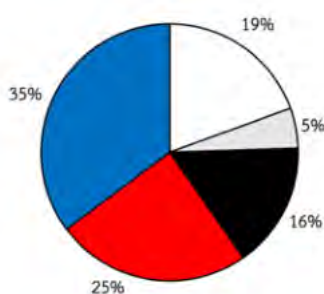
ปากแม่น้ำปราณบุรี



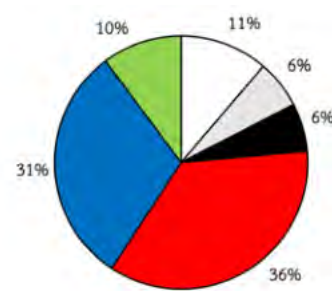
เขื่อนปากน้ำปราณบุรี (Jetty)



หาดแม่รำพึง



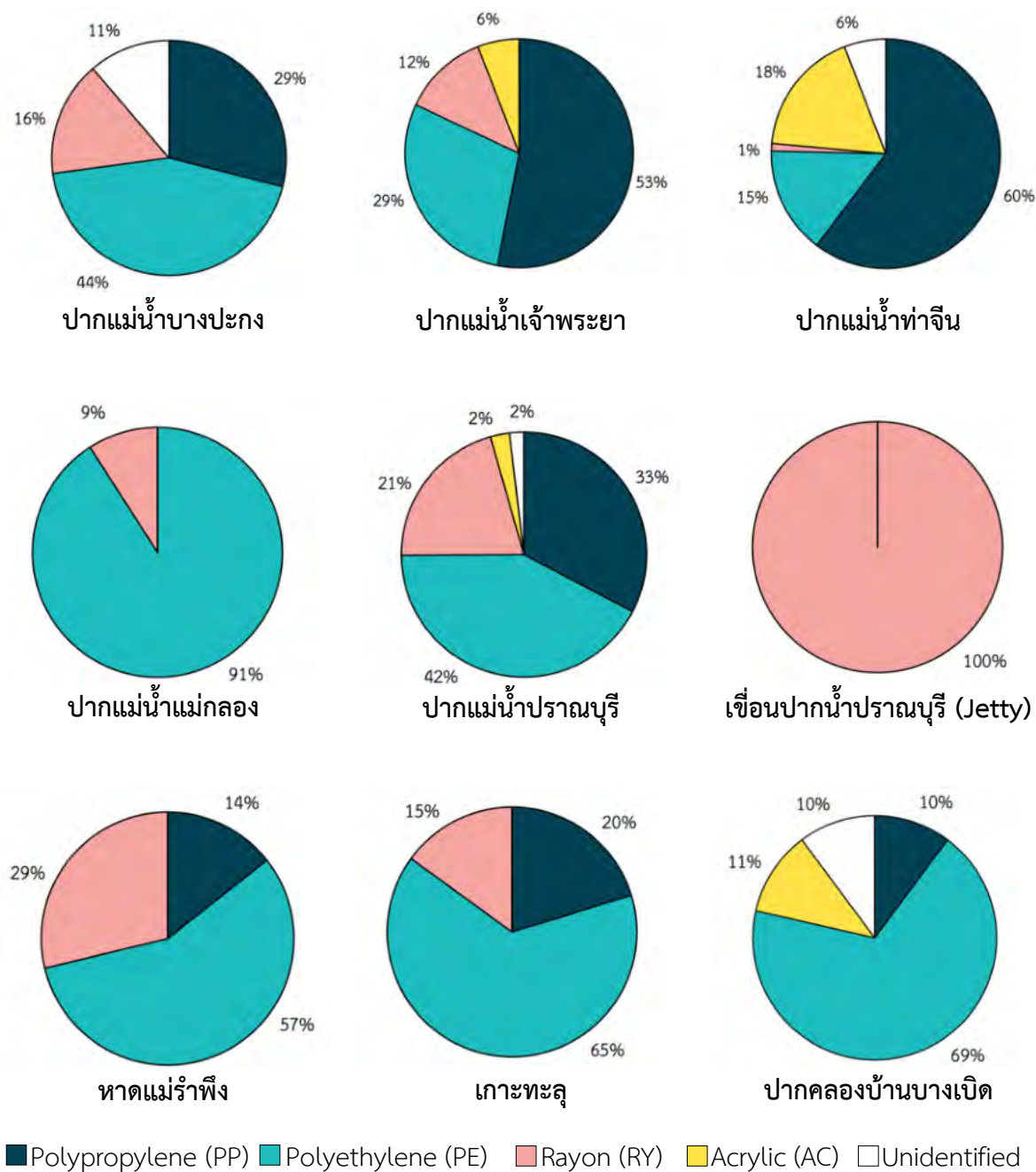
เกาะทะลุ



ปากคลองบ้านบางเบ็ด

□ สีใส (transparent) □ สีขาว (white) ■ สีดำ (black) ■ สีแดง (red) ■ สีน้ำเงิน (blue) ■ สีเขียว (green)

รูปที่ จ.2 องค์ประกอบตามจำนวน (%) ของไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนจำแนกตามสี
เฉลี่ยจากสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย



รูปที่ จ.3 องค์ประกอบตามจำนวน (%) ของไมโครพลาสติกในพื้นที่ผิวดินตะกอนจำแนกตามชนิด
 เฉลี่ยจากสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

ภาคผนวก ฉ. ไมโครพลาสติกที่พบในดินตะกอนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

จากเก็บตัวอย่างตะกอนมาทำการสกัดแยกไมโครพลาสติก พบไมโครพลาสติกจำนวน 275 ชิ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการจำแนกลักษณะทางกายภาพตามขนาด รูปร่างและ สี และระบุชนิดพลาสติกจากการส้อมวิเคราะห์ตัวอย่างโดยเทคนิค FT-IR spectroscopy และระบุชนิดไมโครพลาสติกที่เหลือจากการเปรียบเทียบกับตัวอย่างภาพ (sample pictures) และตามข้อจำกัดของรูปร่าง และความขุ่นของไมโครพลาสติกแต่ละชนิด โดยผู้วิจัยได้แสดงข้อมูลชนิด รูปร่าง สี และขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในการศึกษาในส่วนนี้ของภาคผนวก

ฉ.1 ไมโครพลาสติก จากชุดควบคุม (CONTROL)

ในการสกัดแยกไมโครพลาสติกได้มีการทำชุดควบคุม โดยตั้งน้ำที่ปราศจากไมโครพลาสติกทิ้งไว้ในห้องสกัดแยกทุกวันที่ทำการทดลอง และทำเป็นจำนวน 2 ต่อวัน รวมทั้งสิ้น 12 ตัวอย่างจากนั้นนำน้ำดังกล่าวมากรองแยกเฉพาะเพื่อหาปริมาณไมโครพลาสติกปนเปื้อนจากบรรยากาศในการทดลอง โดยพบ ไมโครพลาสติกปนเปื้อน ใน ชุดควบคุม วันที่ 3 และวันที่ 5 ของการทดลอง วันละ 1 ชิ้น

Control Ref 1 Day 3



Polyethylene (PE)
filament
blue

Control Ref 2 Day 5

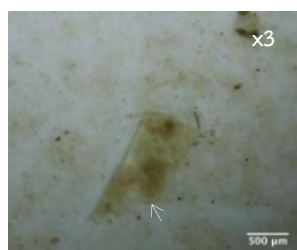


Polyethylene (PE)
filament
transparent

จ.2 ไมโครพลาสติก ปากแม่น้ำบางปะกง – BPK

เก็บตัวอย่างตะกอน 5 สถานี ได้แก่ BPK2 BPK3 BPK4 BPK5 และ BPK6 และพบไมโครพลาสติกทุกสถานี

Station BPK2



Polyethylene (PE)
film
transparent



Unidentified
fragment
black



Polyethylene (PE)
filament
red



Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polyethylene (PE)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
transparent



Rayon (RY)
filament
blue



Rayon (RY)
filament
blue

Station BPK3



Unidentified
fragment
red



Polyethylene (PE)
fragment
red

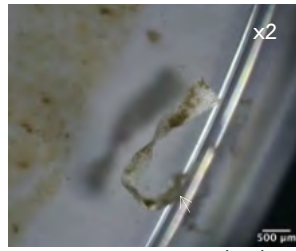


Polyethylene (PE)
filament
red

Station BPK4

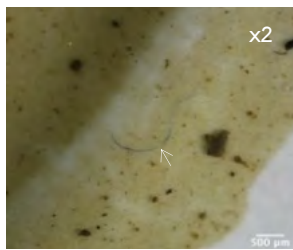


Polypropylene (PP)
film
transparent



Polyethylene (PE)
fragment
white

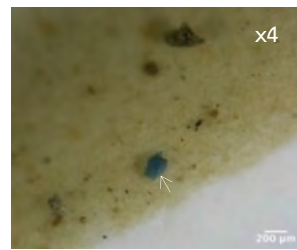
Station BPK5



Rayon (RY)
filament
blue



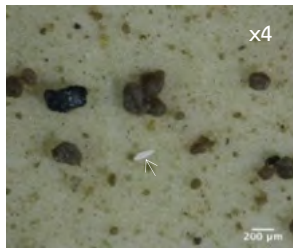
Polypropylene (PP)
fragment
white



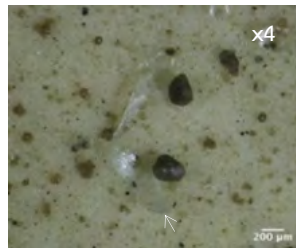
Polypropylene (PP)
fragment
blue



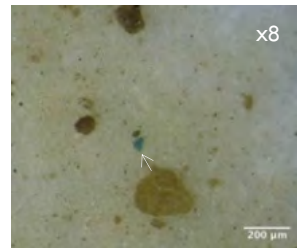
Polypropylene (PP)
fragment
white



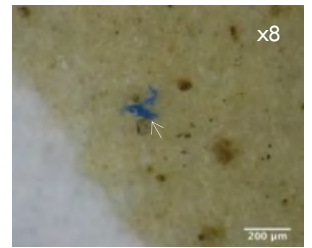
Polypropylene (PP)
fragment
white



Polyethylene (PE)
fragment
transparent



Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polyethylene (PE)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
blue

Station BPK6



Polyethylene (PE)
filament
transparent



Rayon (RY)
filament
black



Unidentified
fragment
blue

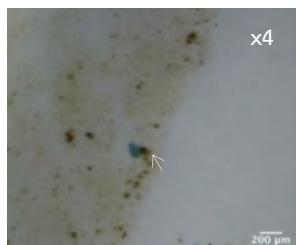
จ.3 ไมโครพลาสติก ปากแม่น้ำเจ้าพระยา – CP

เก็บตัวอย่างตะกอน 4 สถานี ได้แก่ CP2 CP3 CP4 และ CP5 และพบไมโครพลาสติกทุกสถานี

Station CP2



Polypropylene (PP)
fragment
blue



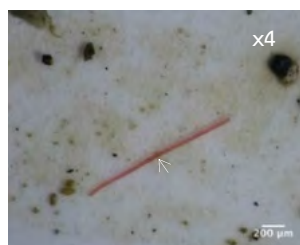
Polypropylene (PP)
fragment
blue



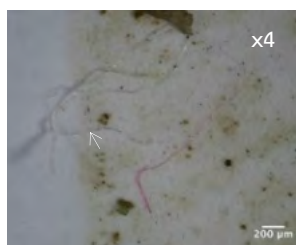
Polypropylene (PP)
fragment
green



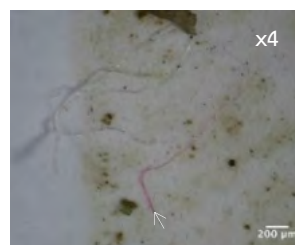
Polypropylene (PP)
fragment
white



Polyethylene (PE)
filament
red



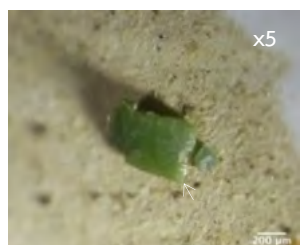
Polyethylene (PE)
filament
transparent



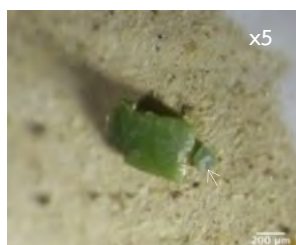
Polyethylene (PE)
filament
red



Polypropylene (PP)
fragment
green



Polypropylene (PP)
fragment
green



Polypropylene (PP)
fragment
green



Rayon (RY)
filament
green



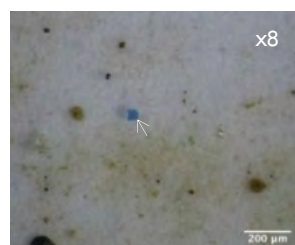
Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polyethylene (PE)
filament
blue



Polypropylene (PP)
fragment
blue

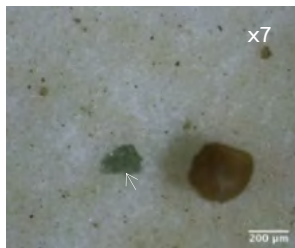


Acrylic (AC)
fragment
blue

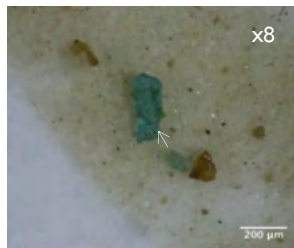


Polypropylene (PP)
fragment
red

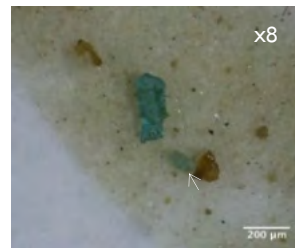
Station CP3



Polypropylene (PP)
fragment
green



Acrylic (AC)
fragment
green



Polypropylene (PP)
fragment
green



Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polyethylene (PE)
filament
red

Station CP4



Polypropylene (PP)
fragment
green



Polypropylene (PP)
fragment
white



Polyethylene (PE)
fragment
transparent



Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
green



Polyethylene (PE)
filament
blue



Polyethylene (PE)
fragment
green

Station CP5



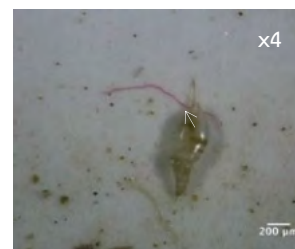
Rayon (RY)
filament
red



Rayon (RY)
filament
green



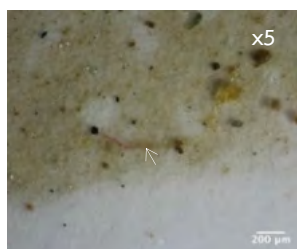
Polyethylene (PE)
fragment
transparent



Rayon (RY)
filament
red



Rayon (RY)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
red

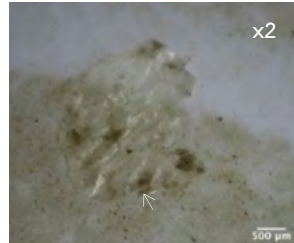
จ.4 ไมโครพลาสติก ปากแม่น้ำท่าจีน – TC

เก็บตัวอย่างตะกอน 6 สถานี ได้แก่ TC2 TC3 TC4 TC5 TC6 และ TC7 และพบไมโครพลาสติกทุกสถานี

Station TC2



Polyethylene (PE)
filament
green



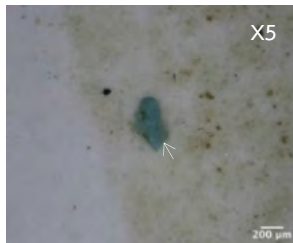
Polyethylene (PE)
film
transparent



Polyethylene (PE)
fragment
white



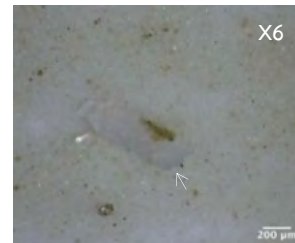
Polyethylene (PE)
filament
black



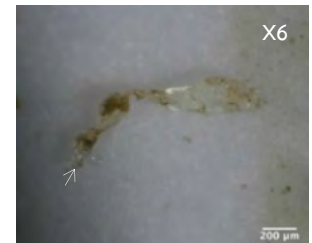
Polypropylene (PP)
fragment
green



Polypropylene (PP)
fragment
green



Polypropylene (PP)
fragment
white



Polyethylene (PE)
fragment
transparent

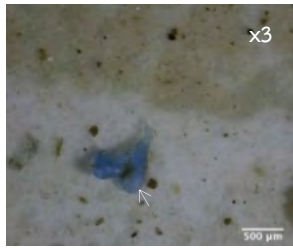


Polypropylene (PP)
fragment
blue

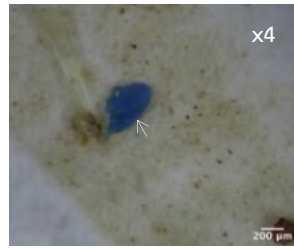


Polypropylene (PP)
fragment
blue

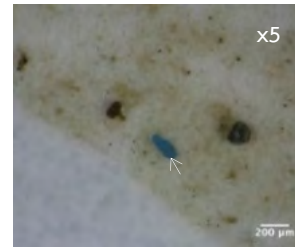
Station TC3



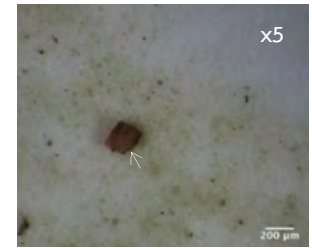
Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
blue



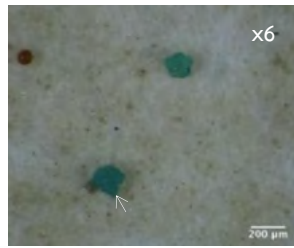
Polypropylene (PP)
fragment
blue



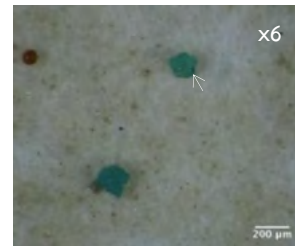
Polypropylene (PP)
fragment
red



Polypropylene (PP)
filament
red



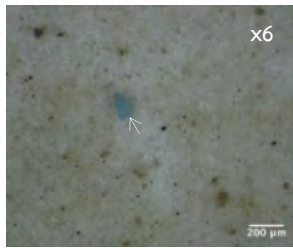
Polypropylene (PP)
fragment
green



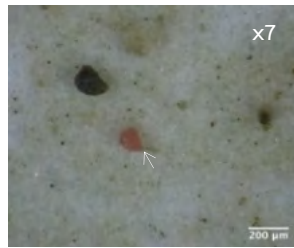
Polypropylene (PP)
fragment
green



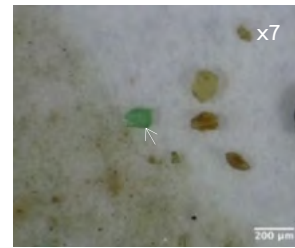
Polypropylene (PP)
fragment
green



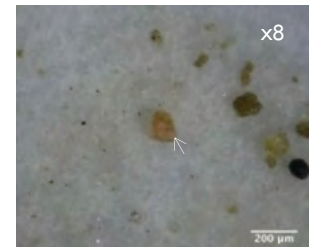
Polypropylene (PP)
fragment
blue



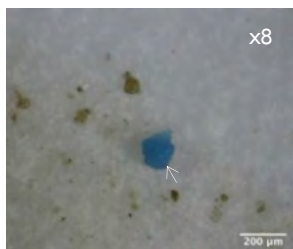
Acrylic (AC)
fragment
red



Acrylic (AC)
fragment
green



Acrylic (AC)
fragment
red



Polypropylene (PP)
fragment
blue



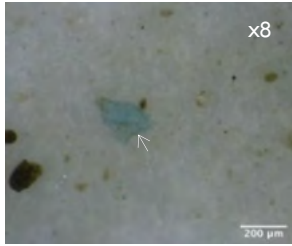
Acrylic (AC)
fragment
blue



Acrylic (AC)
fragment
blue



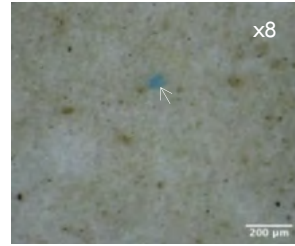
Acrylic (AC)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
green

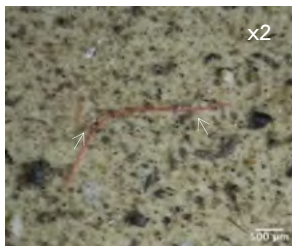


Acrylic (AC)
fragment
blue

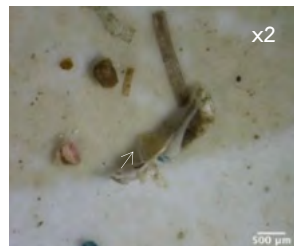


Acrylic (AC)
fragment
blue

Station TC4



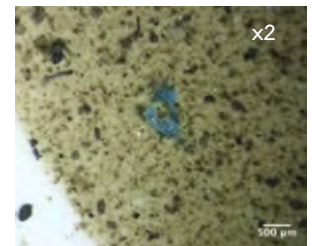
Polyethylene (PE)
filament
red



Polyethylene (PE)
fragment
transparent



Polypropylene (PP)
fragment
white



Polypropylene (PP)
fragment
green



Polyethylene (PE)
filament
red



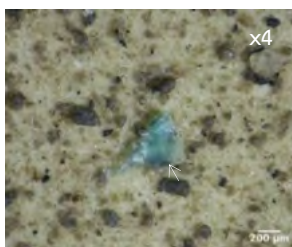
Polypropylene (PP)
fragment
green



Polypropylene (PP)
fragment
green



Polyethylene (PE)
filament
red



Polyethylene (PE)
fragment
green



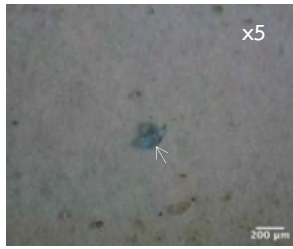
Polypropylene (PP)
fragment
red



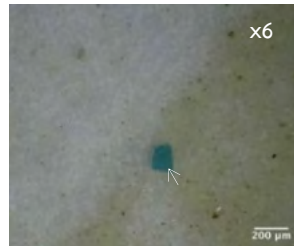
Polyethylene (PE)
fragment
transparent



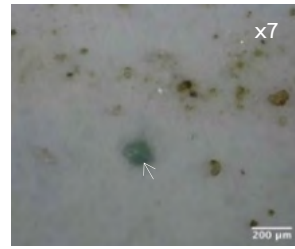
Acrylic (AC)
fragment
green



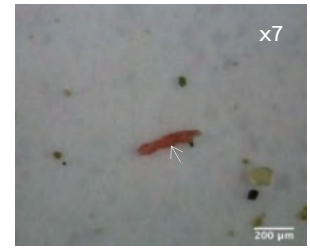
Acrylic (AC)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
green

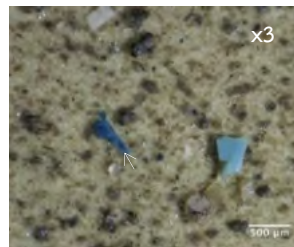


Polypropylene (PP)
fragment
red

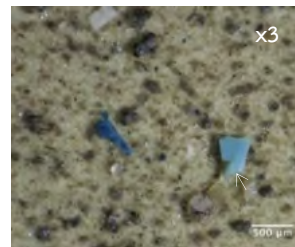
Station TC5



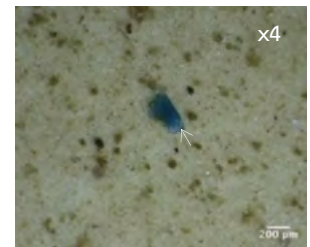
Polypropylene (PP)
fragment
blue



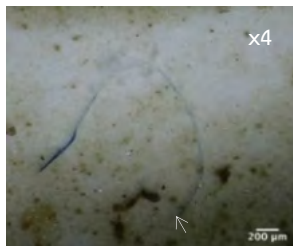
Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
green



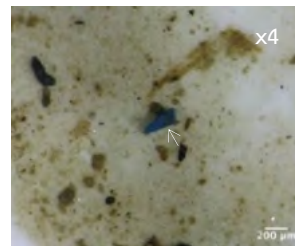
Polypropylene (PP)
fragment
blue



Rayon (RY)
filament
blue



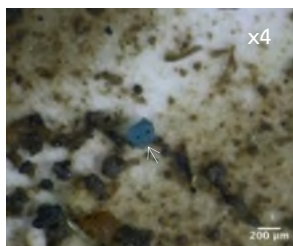
Polypropylene (PP)
fragment
blue



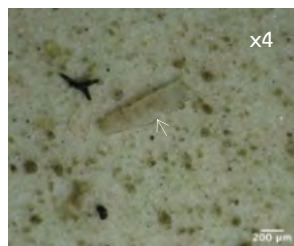
Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
green



Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
white



Polypropylene (PP)
fragment
blue



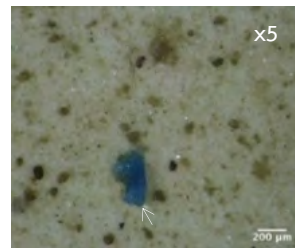
Polypropylene (PP)
fragment
green



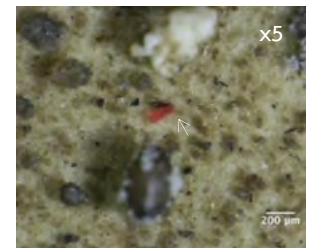
Polypropylene (PP)
fragment
green



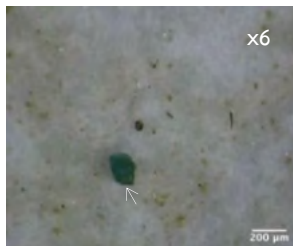
Polypropylene (PP)
fragment
red



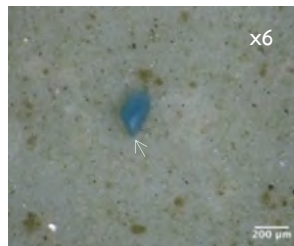
Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
red



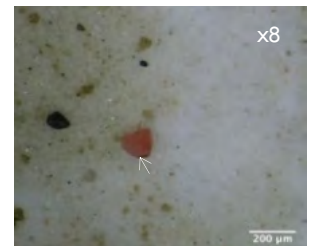
Acrylic (AC)
fragment
green



Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
red

Station TC6



Polypropylene (PP)
fragment
white



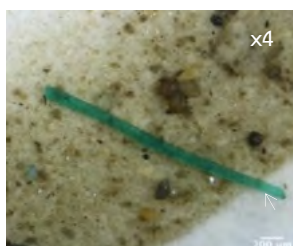
Unidentified
fragment
black



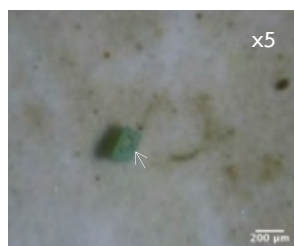
Polyethylene (PE)
fragment
red



Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
green



Polypropylene (PP)
fragment
green



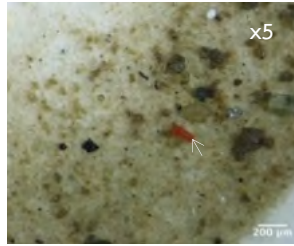
Polypropylene (PP)
fragment
green



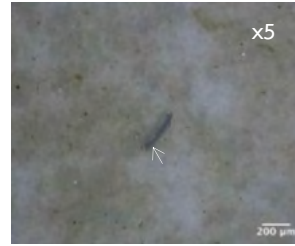
Polyethylene (PE)
fragment
green



Acrylic (AC)
fragment
red



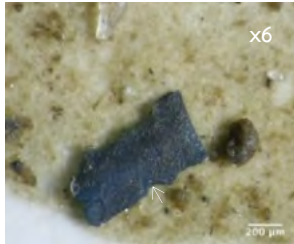
Polypropylene (PP)
fragment
red



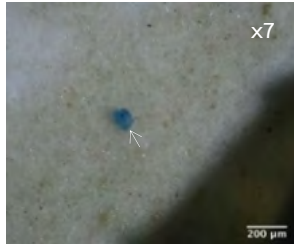
unidentified
fragment
blue



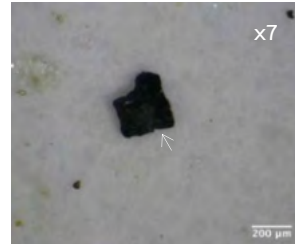
Polypropylene (PP)
fragment
red



unidentified
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
blue



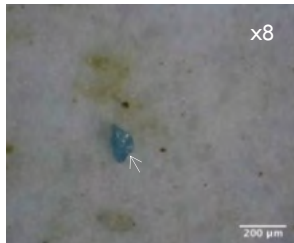
unidentified
fragment
black



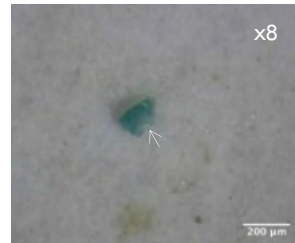
unidentified
fragment
black



Acrylic (AC)
fragment
green



Acrylic (AC)
fragment
blue



Acrylic (AC)
fragment
green

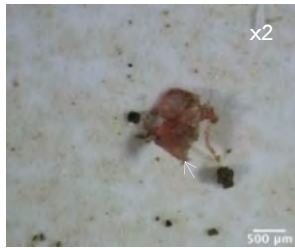


Acrylic (AC)
fragment
red

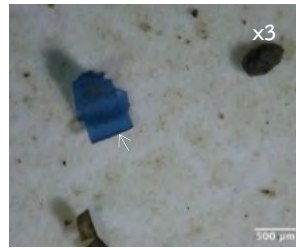


Polyethylene (PE)
filament
blue

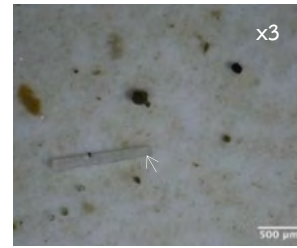
Station TC7



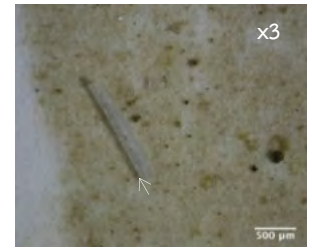
Polyethylene (PE)
fragment
red



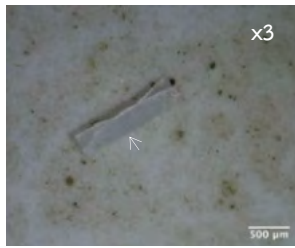
Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
white



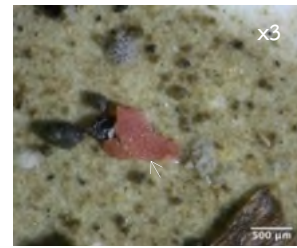
Polypropylene (PP)
fragment
white



Polypropylene (PP)
fragment
white



unidentified
fragment
green



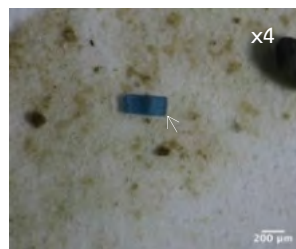
Polypropylene (PP)
fragment
red



Polyethylene (PE)
filament
red



Polypropylene (PP)
fragment
red



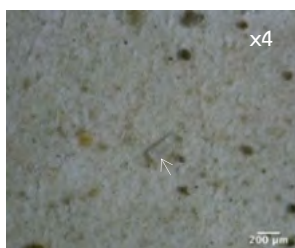
Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
green



Polypropylene (PP)
fragment
green



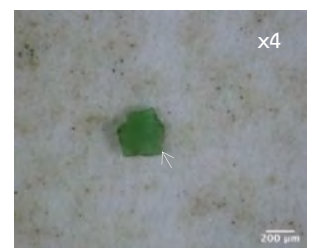
Polypropylene (PP)
fragment
white



Polypropylene (PP)
fragment
red



Polyethylene (PE)
fragment
red



Acrylic (AC)
fragment
green

จ.5 ไมโครพลาสติก ปากแม่น้ำแม่กลอง – MK

เก็บตัวอย่างตะกอน 1 สถานี ได้แก่ MK8 และพบไมโครพลาสติกสถานีนี้

Station MK8



Polyethylene (PE)
filament
blue



Rayon (RY)
filament
transparent



Polyethylene (PE)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
red



Polyethylene (PE)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
black



Polyethylene (PE)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
transparent



Polyethylene (PE)
filament
blue



Polyethylene (PE)
fragment
blue

ฉ.6 ไมโครพลาสติก ปากแม่น้ำปราณบุรี - PB

เก็บตัวอย่างตะกอน 3 สถานี ได้แก่ PB1 PB2 และ PB3 และพบไมโครพลาสติกทุกสถานี

Station PB1



Polypropylene (PP)
fragment
transparent



Rayon (RY)
filament
transparent



Rayon (RY)
filament
red



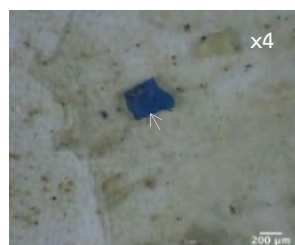
Rayon (RY)
filament
blue



Rayon (RY)
filament
red



Polyethylene (PE)
filament
red



Polypropylene (PP)
fragment
blue



unidentified
fragment
red



Polypropylene (PP)
fragment
green



Rayon (RY)
filament
blue



Rayon (RY)
filament
blue



Rayon (RY)
filament
green



Polyethylene (PE)
filament
blue



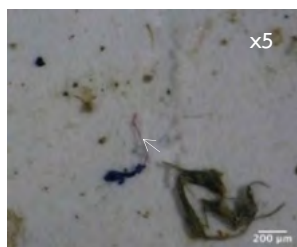
Polypropylene (PP)
fragment
transparent



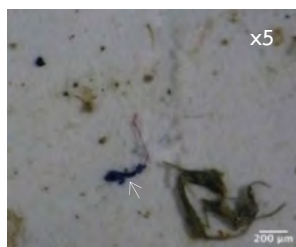
Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polyethylene (PE)
filament
red



Polyethylene (PE)
filament
red



Rayon (RY)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
red



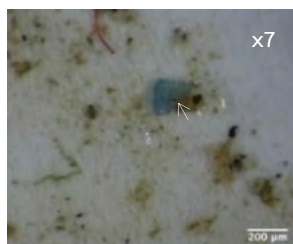
Polyethylene (PE)
filament
blue



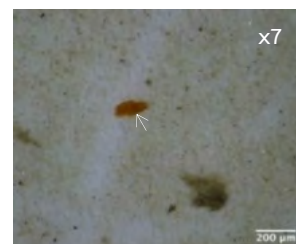
Polyethylene (PE)
filament
red



Polypropylene (PP)
fragment
green



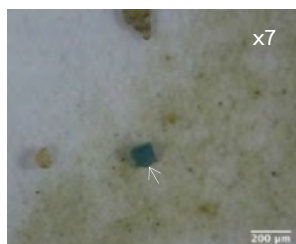
Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
red



Polypropylene (PP)
fragment
red



Polypropylene (PP)
fragment
blue



Rayon (RY)
filament
blue



Rayon (RY)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
red



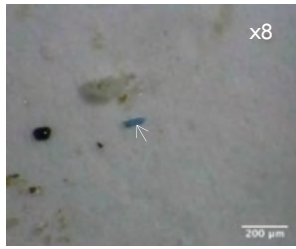
Polyethylene (PE)
filament
green



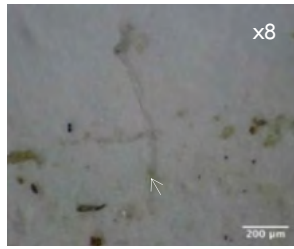
Polyethylene (PE)
filament
red



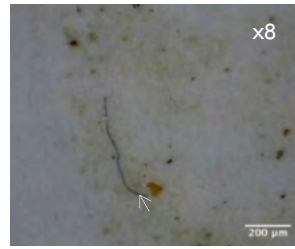
Polyethylene (PE)
filament
red



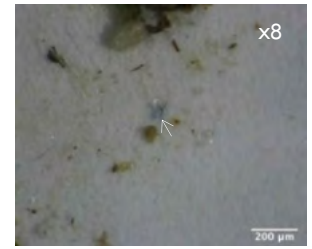
Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polyethylene (PE)
filament
transparent



Polyethylene (PE)
filament
blue



Rayon (RY)
filament
blue

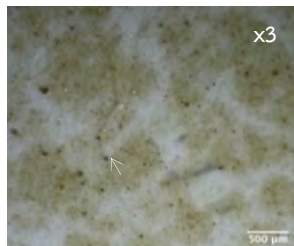


Polypropylene (PP)
fragment
blue

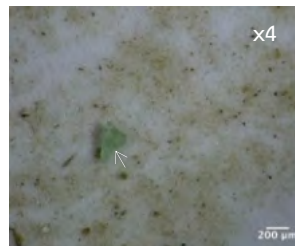
Station PB2



Polyethylene (PE)
filament
white



Polyethylene (PE)
filament
transparent



Acrylic (AC)
fragment
green



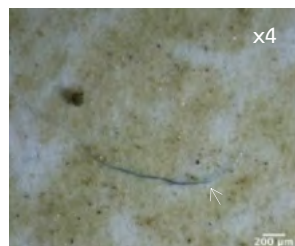
Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polyethylene (PE)
filament
red



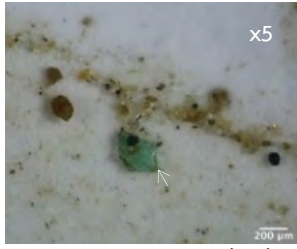
Polyethylene (PE)
filament
blue



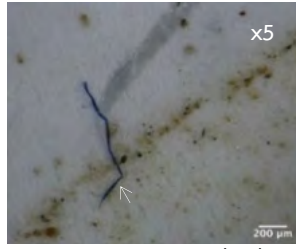
Polyethylene (PE)
filament
blue



Polypropylene (PP)
fragment
red



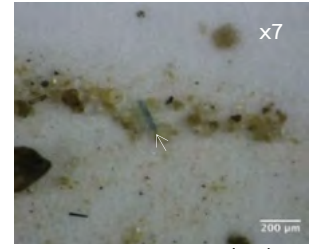
Polypropylene (PP)
fragment
green



Polyethylene (PE)
filament
blue



Polypropylene (PP)
fragment
red



Polyethylene (PE)
filament
blue

Station PBJ



Rayon (RY)
filament
red

ฉ.7 ไมโครพลาสติก เลียบชายหาดแม่รำพึง – MRP

เก็บตัวอย่างตะกอน 2 สถานี ได้แก่ MRP1 และ MRP2 และพบไมโครพลาสติกทุกสถานี

Station MRP1



Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polyethylene (PE)
filament
black



Rayon (RY)
filament
blue



Rayon (RY)
filament
black

Station MRP2



Polypropylene (PP)
filament
transparent



Polyethylene (PE)
filament
blue



Rayon (RY)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
green



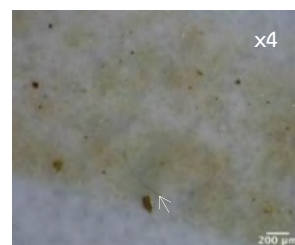
Polyethylene (PE)
filament
blue



Rayon (RY)
filament
red



Polyethylene (PE)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
red



Polyethylene (PE)
filament
blue

จ.8 ไมโครพลาสติก เกาะทะเล -TL

เก็บตัวอย่างตะกอน 5 สถานี ได้แก่ TL1 TL2-1 TL2-2 TL3-1 และ TL3-2MRP1 และพบ
ไมโครพลาสติกทุกสถานี

Station TL1



Polyethylene (PE)
film
transparent



Polyethylene (PE)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
transparent



Polyethylene (PE)
filament
red



Polyethylene (PE)
filament
red

Station TL2-1



Polyethylene (PE)
filament
transparent



Rayon (RY)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
red



Rayon (RY)
filament
blue

Station TL2-2



Polyethylene (PE)
filament
black



Rayon (RY)
filament
black



Polyethylene (PE)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
blue

Station TL3-1



Polyethylene (PE)
filament
red



Polyethylene (PE)
filament
transparent



Polyethylene (PE)
filament
black

Station TL3-2



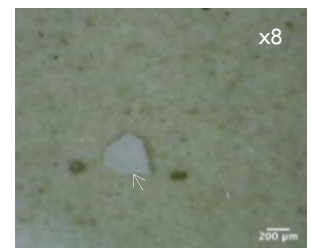
Polypropylene (PP)
fragment
red



Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
blue



Polypropylene (PP)
fragment
white

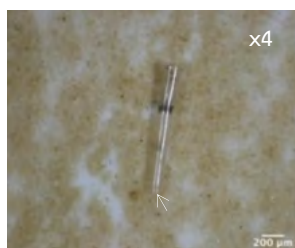
ฉ.9 ไมโครพลาสติก ปากคลองบ้านบางเบ็ด – BBB

เก็บตัวอย่างตะกอน 2 สถานี ได้แก่ BBB1 และ BBB2 และพบไมโครพลาสติกทุกสถานี

Station BBB1



Polypropylene (PP)
fragment
blue



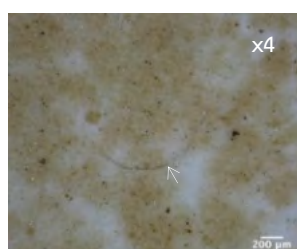
unidentified
fragment
transparent



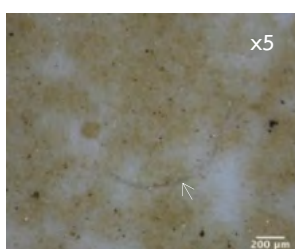
Acrylic (AC)
fragment
green



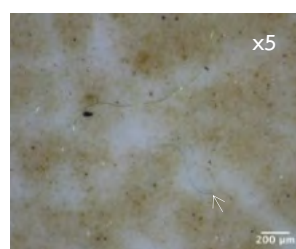
Polyethylene (PE)
filament
red



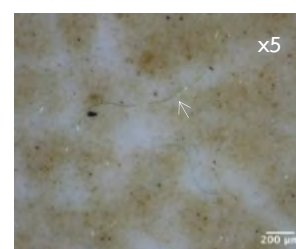
Polyethylene (PE)
filament
blue



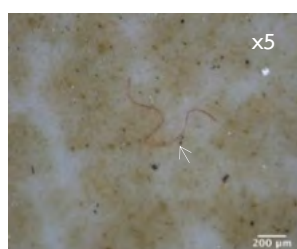
Polyethylene (PE)
filament
blue



Polyethylene (PE)
filament
blue



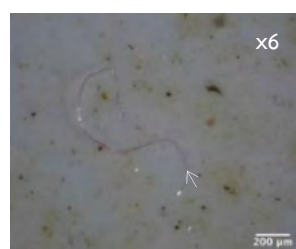
Polyethylene (PE)
filament
green



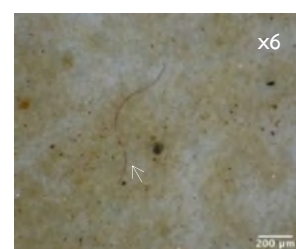
Polyethylene (PE)
filament
red



Polyethylene (PE)
filament
red



Polyethylene (PE)
filament
red



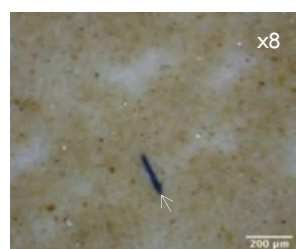
Polyethylene (PE)
filament
red



Polyethylene (PE)
filament
red



Polyethylene (PE)
filament
red



Polypropylene (PP)
filament
blue



unidentified
filament
blue

Station BBB2



Polyethylene (PE)
filament
transparent



Polyethylene (PE)
fragment
white



Acrylic (AC)
fragment
black