



## รายงานวิจัย

การสำรวจปริมาณไมโครพลาสติกในน้ำ  
บริเวณคลองสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา  
Quantification Survey of Microplastics in Water of  
Samrong Canal, Mueang District, Songkhla Province



สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

อับดุลการีม นีโด  
สัณห์รัฐ มณีรัตน์

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา



ใบรับรองงานวิจัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่องงานวิจัย

การสำรวจปริมาณไมโครพลาสติกในน้ำบริเวณคลองสำโรง  
อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

Quantification Survey of Microplastics in Water of  
Samrong Canal, Mueang District, Songkhla Province

ชื่อผู้ทำงานวิจัย

อับดุลการีม นิโต และสัณห์ณัฐ มณีรัตน์

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

*[Signature]*

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ)

*[Signature]*

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์ ดร.สิริพร บรรีกรวิสิฐศักดิ์)

*[Signature]*

.....ประธานกรรมการสอบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

*[Signature]*

.....กรรมการสอบ

(อาจารย์นัตตา ไปด้วย)

*[Signature]*

.....กรรมการสอบ

(อาจารย์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ)

*[Signature]*

.....กรรมการสอบ

(อาจารย์ ดร.สิริพร บรรีกรวิสิฐศักดิ์)

*[Signature]*

.....ประธานหลักสูตร

(อาจารย์นัตตา ไปด้วย)

*[Signature]*

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เมื่อวันที่ 10 เดือน ม.ค. พ.ศ. 66

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา



## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความกรุณาของ อาจารย์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และอาจารย์ ดร.สิริพร บริรักษ์วิสิฐศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่คอยชี้แนะแนวทางในการศึกษา ให้ข้อคิด คำแนะนำ และแนวทางในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณคณะกรรมการสอบและอาจารย์ประจำหลักสูตร วท.บ. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ทุกท่านที่ให้คำแนะนำต่าง ๆ เพื่อให้งานวิจัยเสร็จสมบูรณ์ไปด้วยดี

ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ประจำหลักสูตร วท.บ. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ตลอดจนเจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา และอาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำหลักสูตร วท.บ. เทคโนโลยีชีวภาพ และ ส.บ. สาธารณสุขชุมชน ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และกล้องจุลทรรศน์ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อน ๆ และทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและมีส่วนเกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่อุปถัมภ์กำลังทรัพย์ และคอยให้กำลังใจในการทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ประโยชน์และคุณงามความดีที่ได้จากงานวิจัยฉบับนี้ขอมอบเป็นรางวัลแห่งความภาคภูมิใจแต่บิดา มารดา รวมทั้งทุกท่านที่ให้การสนับสนุน

อับดุลการิม นีโต  
นายสันหนัฐ มณีรัตน์  
พฤศจิกายน 2565

ชื่อเรื่อง	การสำรวจปริมาณไมโครพลาสติกในน้ำบริเวณคลองสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	
ชื่อผู้เขียน	นายอัฒกุลการิม นีโต	รหัสนักศึกษา 614259004
	นายสันหนัญญ มณีรัตน์	รหัสนักศึกษา 614259024
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร.สิริพร บริรักษ์วิสิฐศักดิ์	
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม	
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา	
ปีการศึกษา	2565	

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจปริมาณไมโครพลาสติก และตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ รูปร่าง สี และขนาดของไมโครพลาสติกในน้ำ บริเวณคลองสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากคลองสำโรงทั้งหมด 5 จุด ในเดือนพฤศจิกายน 2564 ประกอบด้วย บริเวณต้นน้ำ (S1), บริเวณคลองแยกเป็นสองสาย (S2), บริเวณปากคลองฝั่งทะเลอ่าวไทย (S3), บริเวณโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชนหนาแน่น (S4), บริเวณปากคลองฝั่งทะเลสาบสงขลา (S5), กิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่มีความหลากหลายทางด้านเกษตรกรรม ปศุสัตว์ และแหล่งชุมชน เป็นต้น วิเคราะห์น้ำตัวอย่างโดยการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำ นำมาแยกไมโครพลาสติกโดยใช้โซเดียมคลอไรด์ จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณและลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกด้วยกล้องจุลทรรศน์ ผลการสำรวจพบปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในน้ำคลองสำโรงในทุกจุดเก็บตัวอย่าง พบปริมาณของไมโครพลาสติกทั้งหมดเฉลี่ย  $177 \pm 14.16$  ชิ้น/ลิตร พบไมโครพลาสติกในแต่ละรูปร่างจากมากไปน้อย ได้แก่ รูปร่างเส้นใย (ร้อยละ 33.15) ไร้รูปร่าง (ร้อยละ 29.38) แผ่น (ร้อยละ 26.18) แท่ง (ร้อยละ 9.23) และทรงกลม (ร้อยละ 2.07) ตามลำดับ พบสีของไมโครพลาสติกทั้งหมด 10 สี จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด ได้แก่ สีดำ สีขาวใส สีน้ำตาล สีเทา สีฟ้า สีแดง สีน้ำเงิน สีม่วง สีขาวขุ่น และสีเขียว ตามลำดับ โดยขนาดของไมโครพลาสติกที่พบทั้งหมดนั้นอยู่ในช่วง 0.01-3.82 มิลลิเมตร

คำสำคัญ: ไมโครพลาสติก น้ำ คลองสำโรง จังหวัดสงขลา

เลข Bib# 1149110  
วันที่ 13 ก.พ. 2566  
เลขเรียกหนังสือ 368.7394  
01157



<b>Title</b>	Quantification Survey of Microplastics in Water of Samrong Canal, Mueang District, Songkhla Province	
<b>Authors</b>	Mr. Abdulkareem Nido	Student Code 614259004
	Mr. Sanhanat Maneerat	Student Code 614259024
<b>Advisor</b>	Dr. Saisiri Chaichana	
<b>Co-Advisor</b>	Dr. Siriporn Borrirukwisitsak	
<b>Bachelor of Science</b>	Environmental Management	
<b>Institution</b>	Songkhla Rajabhat University	
<b>Academic year</b>	2022	

### Abstract

The objective of this research is to explore the amount of microplastics and examine the physical characteristics, including the shape, color, and size of microplastics in water. A total of 5 water samples were collected from Samrong canal in November 2021. There were the upstream area (S1), canal junction area (S2), mouth of canal to the Gulf of Thailand (S3), industrial and densely populated area (S4), mouth of canal to the Songkhla lake (S5). Activities taking place in areas are diverse in agriculture, livestock, and community. The water samples were analysed by removing organic matter in the water. Microplastics were separated using sodium chloride, then microscopic analysis of the amount and physical characteristics of microplastics was performed. The results of the survey showed microplastic contamination in Samrong canal water at all sampling points. The average amount of microplastics was  $177 \pm 14.16$  pieces/liter. Microplastics were found in each descending shape, including fiber (33.15%), fragment (29.38%), sheet (26.18%), bar (9.23%) and rounded shapes (2.07%), respectively. A total of 10 microplastic colors were found, from the most to the least: black, clear white, brown, gray, light blue, red, blue, purple, opaque white, and green, respectively. The size of all found microplastics ranges from 0.01-3.82 millimeters.

**Keywords:** Microplastics, Water, Samrong Canal, Songkhla Province

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
1.5 สมมติฐาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	3
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 พลาสติก	5
2.2 ขยะพลาสติก	6
2.3 ไมโครพลาสติก	7
2.4 ผลกระทบที่เกิดจากขยะพลาสติก	10
2.5 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา	12
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำ	15
<b>บทที่ 3 วิธีการวิจัย</b>	
3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย	18
3.2 ขอบเขตการวิจัย	19
3.3 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี	20
3.4 การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์	21



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย</b>	
4.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่าง	24
4.2 ปริมาณของไมโครพลาสติก	27
4.3 รูปร่างของไมโครพลาสติก	28
4.4 สีของไมโครพลาสติก	30
4.5 ขนาดของไมโครพลาสติก	32
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 สรุปผลการวิจัย	35
5.2 ข้อเสนอแนะ	36
<b>บรรณานุกรม</b>	37
ภาคผนวก ก ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ	ผก-1
ภาคผนวก ข ตารางวิเคราะห์ผลการทดลอง	ผข-1
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ทางสถิติ	ผค-1
ภาคผนวก ง รูปร่างของไมโครพลาสติก	ผง-1
ภาคผนวก จ แบบฟอร์มบันทึกผลการส่งกล้องจุลทรรศน์	ผจ-1
ภาคผนวก ฉ ประวัติผู้วิจัย	ผฉ-1

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ระยะเวลาการทำวิจัย	4
2.1 การจำแนกประเภทตามขนาดของไมโครพลาสติก	8
3.1 พิกัดภูมิศาสตร์ของจุดเก็บตัวอย่าง	20
4.1 ปริมาณไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง	30
4.2 ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละจุดเก็บ	33
4.3 ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละรูปร่าง	33





## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ขยะพลาสติก	6
2.2 ผลิตภัณฑ์ที่มีไมโครบีดส์	7
2.3 ไมโครพลาสติกทุติยภูมิ	8
2.4 เส้นทางการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม	10
2.5 ตัวอย่างผลกระทบที่เกิดจากขยะไมโครพลาสติก	11
2.6 ห่วงโซ่ (ไมโครพลาสติก) อาหาร	11
2.7 คลองสำโรง	12
2.8 บริเวณพื้นที่ต้นน้ำ	13
2.9 บริเวณแหล่งชุมชน	13
2.10 บริเวณปากคลองฝั่งทะเลอ่าวไทย	14
2.11 บริเวณปากคลองฝั่งทะเลสาบสงขลา	14
3.1 กรอบแนวคิด	18
3.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำคลองสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	19
3.3 การเก็บน้ำตัวอย่างคลองสำโรง	22
4.1 จุดเก็บตัวอย่าง S1	24
4.2 จุดเก็บตัวอย่าง S2	25
4.4 จุดเก็บตัวอย่าง S3	25
4.5 จุดเก็บตัวอย่าง S4	26
4.6 จุดเก็บตัวอย่าง S5	26
4.7 ปริมาณไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง	27
4.7 รูปร่างลักษณะของไมโครพลาสติก	28
4.8 ปริมาณของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละรูปร่าง	29
4.9 ร้อยละของปริมาณไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละรูปร่าง	29
4.10 ร้อยละของสีที่พบ	31
4.11 ร้อยละของสีไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละรูปร่าง	32

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ประเทศไทยมีปริมาณขยะประมาณ 27 ล้านตันต่อปี สามารถกำจัดโดยการฝังกลบและเผาได้เพียง 2 ใน 3 ส่วนที่เหลือตกค้างสะสมในสิ่งแวดล้อมถูกพัดพาลงสู่แหล่งน้ำ คู คลอง และสุดท้ายลงสู่บริเวณทะเลและชายฝั่งไม่ต่ำกว่า 60,000 ตันต่อปี และส่วนหนึ่งในนี้ คือ ขยะพลาสติก (วารสารสามโกเศศ, 2561) ขยะพลาสติกที่พบเกิดจากผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากพลาสติก เช่น ถุงพลาสติก กล่องโฟม หลอดพลาสติก และเสื้อผ้าที่ทำจากเส้นใยสังเคราะห์ เป็นต้น

เมื่อขยะพลาสติกเหล่านี้ลงสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ จะเกิดการแตกหักเป็นกลายเป็นพลาสติกขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร เรียกว่า ไมโครพลาสติก (microplastics) ซึ่งไมโครพลาสติกสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือพลาสติกที่มีขนาดเล็กตั้งแต่ผลิตจากแหล่งกำเนิด เรียกว่า ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ (primary microplastics) เช่น ไมโครเม็ดสีในผลิตภัณฑ์โฟมล้างหน้า เม็ดสครับขัดผิว เครื่องสำอาง หรือยาสีฟัน เป็นต้น อีกประเภทหนึ่งคือไมโครพลาสติกที่เกิดจากขยะพลาสติก เรียกไมโครพลาสติกชนิดนี้ว่าไมโครพลาสติกทุติยภูมิ (secondary microplastics) เกิดจากการที่พลาสติกขนาดใหญ่แตกหักหรือผุกร่อนจากคลื่น แสงอาทิตย์ หรือแรงบีบอัด จนกลายเป็นชิ้นเล็ก ๆ (ชุตินา ชื่นเจริญ, 2562) ปัจจุบันมีการตรวจพบไมโครพลาสติกในหลายพื้นที่ทั้งในไทยและต่างประเทศ

ปัจจุบันพบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในตัวกลางหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็น ไมโครพลาสติกในน้ำที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย (Ziajahrom et al., 2017) น้ำผิวดิน ตะกอนดิน พันธุ์ปลา เศรษฐกิจต่าง ๆ (Ostin et al., 2022) เป็นต้น แสดงให้เห็นว่าไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมสามารถเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร และเป็นแหล่งสะสมมลพิษซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และระบบนิเวศในแหล่งน้ำ เช่น สัตว์น้ำ สัตว์หน้าดิน จุลินทรีย์ ดินตะกอนท้องน้ำ พืชน้ำ น้ำใต้ดิน (นันทวุฒิ จำปางาม, 2563) เมื่อมนุษย์บริโภคสัตว์น้ำจะทำให้ไมโครพลาสติกและสารปนเปื้อนต่าง ๆ เข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันงานวิจัยที่เกี่ยวกับไมโครพลาสติกของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับไมโครพลาสติกในทะเลและชายฝั่ง แต่ยังไม่มียานวิจัยเกี่ยวกับไมโครพลาสติกในน้ำจืดที่เป็นรูปธรรม ซึ่งถือได้ว่าเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากขยะพลาสติกในขั้นต้นก่อนที่ขยะพลาสติกเหล่านี้จะถูกชะล้างลงสู่ทะเล เราจึงควรให้ความสำคัญกับการศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกทางสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำจืด เนื่องจากผลที่ได้จากการศึกษาอาจมีความสำคัญต่อการจัดการปัญหาในด้านขยะพลาสติกในอนาคต



คลองสำโรงเป็นลำคลองสายหนึ่งในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยมีลำน้ำที่ไหลจากพื้นที่ตำบลเกาะแก้ว ผ่านตำบลเขารูปช้างโดยเมื่อเข้าสู่เขตเทศบาลนครสงขลาลำน้ำจะแยกออกเป็น 2 สาย สายแรกไหลไปทางด้านทิศตะวันออกลงสู่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย สายที่สองไหลไปทางทิศตะวันตกลงสู่ทะเลสาบสงขลา รวมระยะทางของคลองสำโรงยาวประมาณ 14.4 กิโลเมตร โดยคลองสำโรงส่วนที่กั้นระหว่างเทศบาลนครสงขลา กับเทศบาลตำบลเขารูปช้างมีความยาวประมาณ 5 กิโลเมตร (หาดใหญ่ โฟกัส, 2563) คลองสำโรงจึงจัดเป็นลำน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ชุมชนที่มีประชากรจำนวนมาก และมีกิจกรรมหลากหลายในพื้นที่

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำ บริเวณคลองสำโรง ตำบลเขารูปช้าง และตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยบริเวณพื้นที่ศึกษามีทั้งโรงงานอุตสาหกรรม แหล่งชุมชน และบริเวณปากแม่น้ำที่ติดกับทะเลอ่าวไทยและทะเลสาบสงขลาซึ่งเป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจและพื้นที่ทำการประมง จึงมีโอกาสก่อให้เกิดการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในพื้นที่ได้ ซึ่งการศึกษา ปริมาณ ขนาด สี และรูปร่างของไมโครพลาสติกในครั้งนี้ จะทำให้ทราบถึงสถานการณ์การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในคลองสำโรง

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อสำรวจปริมาณและลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกในตัวอย่างน้ำจากคลองสำโรง บริเวณตำบลเขารูปช้าง และตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

## 1.3 ตัวแปร

- ตัวแปรต้น : ตัวอย่างน้ำจากคลองสำโรงบริเวณตำบลเขารูปช้าง และตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
- ตัวแปรตาม : ปริมาณ สี ขนาด และรูปร่างของไมโครพลาสติก
- ตัวแปรควบคุม : พื้นที่เก็บตัวอย่าง และช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง

## 1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

พลาสติก (plastic) หมายถึง วัสดุที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยสังเคราะห์จากสารประกอบอินทรีย์ มีโมเลกุลของของน้ำหนักสูง และสามารถหลอมเป็นรูปแบบต่าง ๆ ง่าย (เพ็ญศิริ เอกจิตต์ และสิริวรรณ รวมแก้ว, 2562)

ขยะพลาสติก (plastic waste) หมายถึง พลาสติกที่ผ่านการใช้แล้วถูกทิ้งเป็นขยะ บางส่วนสามารถนำกลับมาใช้ได้โดยการเปลี่ยนสภาพ บางส่วนถูกนำไปกำจัด โดยวิธีต่าง ๆ เช่น การเผา การฝังกลบ (วนิษา บุณยสิงห์, 2559)

การปนเปื้อน (contamination) หมายถึง สารหรือสิ่งแปลกปลอมอะไรก็ตามที่ไม่ได้เติมลงไป ไม่ว่าจะเป็นในอาหาร เครื่องดื่ม และรวมถึงสิ่งแวดล้อม (ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร, 2563) ซึ่งในงานวิจัยนี้หมายถึง การพบไมโครพลาสติกปนเปื้อนในตัวอย่างน้ำ

ไมโครพลาสติก (microplastic) หมายถึง พลาสติกที่มีอนุภาคขนาดเล็ก มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 5 มิลลิเมตร อาจเกิดจากการย่อยสลาย หรือแตกหักของพลาสติก บางชนิดถูกผลิตมาให้เป็นไมโครพลาสติกตั้งแต่แรก เช่น เม็ดปิดสีในผลิตภัณฑ์อาบน้ำ เป็นต้น (เพ็ญศิริ เอกจิตต์ และ สิริวรรณ รวมแก้ว, 2562) ขนาดไมโครพลาสติกในงานวิจัยครั้งนี้ มีขนาดตั้งแต่ 0.45 ไมโครเมตร ถึง 1.00 มิลลิเมตร

คลองสำโรง (Samrong Canal) หมายถึง คลองระบายน้ำในพื้นที่ อำเภอมือง จังหวัดสงขลา มีระยะทางรวมประมาณ 14.4 กิโลเมตร (หาดใหญ่ โฟกัส, 2563)

## 1.5 สมมติฐาน

น้ำในคลองสำโรง อำเภอมือง จังหวัดสงขลา มีไมโครพลาสติกปนเปื้อน

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ทราบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกของน้ำในคลองสำโรง อำเภอมือง จังหวัดสงขลา
- 2) เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการจัดการระบบนิเวศแหล่งน้ำ

## 1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

การสำรวจปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างน้ำในคลองสำโรง อำเภอมือง จังหวัดสงขลา มีระยะเวลาในการศึกษาระหว่างเดือนสิงหาคม 2563 ถึงเดือนกรกฎาคม 2565 โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1.1



ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาการทำวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2563					2564			2565									
	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	พฤศจิกายน
1) รวบรวมข้อมูลและตรวจเอกสาร	■	■																
2) สอบโครงร่างวิจัย			▲															
3) สำรวจพื้นที่ภาคสนาม																		
3) ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ																		
5) วิเคราะห์ผลและสรุปผล								■	■	■								
6) การเขียนเล่มวิจัย								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7) สอบและแก้ไขเล่มวิจัย																		▲
8) ส่งเล่มวิจัยฉบับสมบูรณ์																		■

หมายเหตุ:



หมายถึง ช่วงการสอบ



หมายถึง ระยะเวลาทำงานวิจัย

ช่วงระหว่างเดือน มกราคม 2563 - เดือนกันยายน 2564 ไม่ได้ดำเนินการวิจัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาไมโครพลาสติกในตัวอย่างน้ำจากคลองสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ดำเนินการเพื่อให้ทราบถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องของงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยเนื้อหาต่าง ๆ เกี่ยวกับ พลาสติก ขยะพลาสติก ไมโครพลาสติก คลองสำโรง ผลกระทบที่เกิดจากขยะไมโครพลาสติก และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 2.1 พลาสติก

พลาสติก (plastic) หมายถึง วัสดุที่มีส่วนประกอบของ ไฮโดรเจน คาร์บอน และออกซิเจนที่มีน้ำหนักของโมเลกุลสูง เป็นโมเลกุลเดี่ยวที่ต่อกันหลาย ๆ โมเลกุล ถูกนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ขวดพลาสติก ถังพลาสติก และยางรถยนต์ เนื่องจากสามารถผลิตได้ง่าย มีความยืดหยุ่น รวมทั้งไม่เป็นสนิม (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2561)

พลาสติกสามารถแบ่งออกตามลักษณะการยึดเกาะตัวของโครงสร้างโมเลกุลได้เป็น 2 ประเภท (กนกวรรณ เนตรสิงแสง, 2563) ดังนี้

##### 2.1.1 เทอร์โมพลาสติก

เทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) หมายถึง พลาสติกประเภทค้ำรูปหรือเป็นพลาสติกชนิดอ่อน มีโครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยพอลิเมอร์เป็นแบบเส้นตรง (linear shape) หรือเป็นแบบกิ่งสั้น (branched shape) สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายบางชนิด เมื่อพลาสติกชนิดนี้ได้รับความร้อนจะสามารถอ่อนตัว และกลายเป็นของเหลวหนืด (viscous liquid) เนื่องจากโมเลกุลของพอลิเมอร์ที่พันกันอยู่จะสามารถเคลื่อนที่ได้ง่ายขึ้น และเมื่อเย็นตัวลงก็จะเกิดการแข็งตัว ซึ่งการหลอมเหลวและเย็นตัวนี้ สามารถเกิดซ้ำโดยไม่ทำให้สมบัติทางเคมี และทางกายภาพเปลี่ยนแปลง จึงสามารถนำพลาสติกประเภทนี้กลับมาใช้งานได้ใหม่ แต่มีขีดจำกัด คือ ไม่สามารถนำมาใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้ เพราะอาจทำให้เกิดการบิดเบี้ยวหรือเสียรูปทรงได้



### 2.1.2 เทอร์โมเซตติง

เทอร์โมเซตติง (thermosetting) หมายถึง พลาสติกประเภทคงรูปหรือพลาสติกแข็ง มีโครงสร้างเป็นร่างแหหรือเกิดการเชื่อมโยงกันระหว่างโมเลกุล (cross-linked network shape) สามารถเกิดการหลอมเหลวได้เมื่อขึ้นรูปครั้งแรกเท่านั้น โดยมีปฏิกิริยาเคมีที่พันธะเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุล ทำให้เกิดรูปร่างที่ถาวร เมื่อได้รับความร้อน (heat) หรือแรงอัด (pressure) จะไม่สามารถหลอมเหลวได้อีกจึงไม่สามารถนำมาหลอมขึ้นรูปใหม่แม้จะให้ความร้อนซ้ำ เนื่องจากโครงสร้างจับกันเป็นร่างแห จึงทำให้พลาสติกไม่สามารถอ่อนตัวหรือหลอมขึ้นรูปใหม่ได้ หากได้รับความร้อนหรือแรงอัดสูง พันธะระหว่างอะตอมในโมเลกุลจะแตกออก และได้สารที่ไม่มีสมบัติดั้งเดิมอีกต่อไป

### 2.2 ขยะพลาสติก

ขยะพลาสติก (plastic waste) หมายถึง พลาสติกที่ผ่านการใช้งานแล้วถูกทิ้งเป็นขยะ (ภาพที่ 2.1) บางส่วนสามารถนำกลับมาใช้ได้โดยการเปลี่ยนสภาพ และบางส่วนนำไปกำจัดโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การเผา และการฝังกลบ เป็นต้น (วนิชชา บุรณสิงห์, 2559) จากข้อมูลขยะพลาสติกระหว่างปี 2562-2564 ในปี 2562 พบปริมาณขยะพลาสติก 3.45 ล้านตันต่อปี คิดเป็น 9,500 ตันต่อวัน และจากข้อมูลในปี 2563 พบปริมาณขยะพลาสติกลดลงโดยประมาณ 3.23 ล้านตันต่อปี คิดเป็น 8,800 ตันต่อวัน แต่ข้อมูลการเกิดขยะพลาสติกปี 2564 (ช่วงเดือน มกราคมถึงเดือน เมษายน) พบว่าปริมาณขยะพลาสติกที่เกิดขึ้นอยู่ที่ 1.15 ล้านตันต่อปี คิดเป็น 9,600 ตันต่อวัน ซึ่งเพียงไม่ถึงสองไตรมาสในปี 2564 นั้นก็มีปริมาณขยะพลาสติกที่เกิดขึ้นต่อวันมากกว่าปี 2562 และปี 2563) (กรมควบคุมมลพิษ, 2563)



(ก) ขยะพลาสติก

(ข) ขวดพลาสติก

ภาพที่ 2.1 ขยะพลาสติก

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2565)

## 2.3 ไมโครพลาสติก

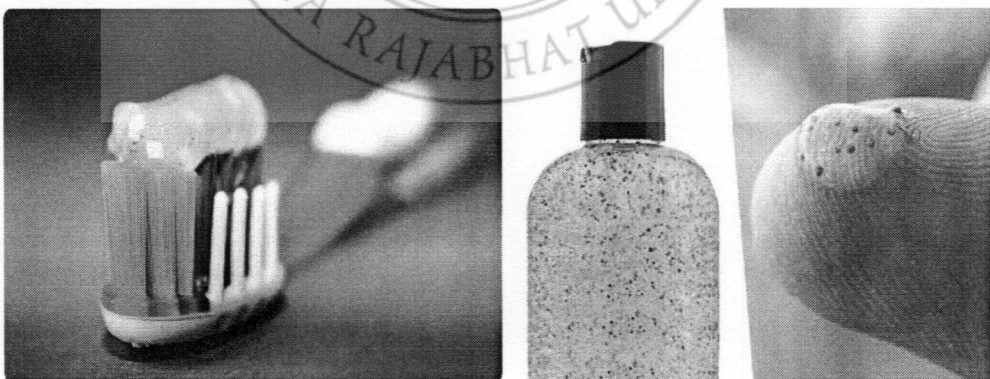
ไมโครพลาสติก (microplastic) หมายถึง พลาสติกหรือ เศษชิ้นส่วนพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร (คีลาวัธ ดำรงค์ศิริ และ เพ็ญรติ จันท์ภักดิ์, 2562) สามารถพบได้ในสิ่งแวดล้อม โดยถูกพัดพาและเกิดการแพร่กระจายสะสมอยู่ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติทั้งในแหล่งน้ำเค็มและแหล่งน้ำจืด ซึ่งไมโครพลาสติกมีทั้งชนิดที่ถูกสร้างให้มีขนาดเล็กมาตั้งแต่ต้น และไมโครพลาสติกที่เกิดจากพลาสติกขนาดใหญ่ที่สะสมกันอยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นระยะเวลายาวนานและเกิดการแตกหักหรือเกิดการย่อยสลายกลายเป็นพลาสติกขนาดเล็ก (สุธีมนต์ คำคุ้ม, 2565)

### 2.3.1 ประเภทของไมโครพลาสติก

ไมโครพลาสติกสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

#### 1) ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ

ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ (primary microplastic) หมายถึง ไมโครพลาสติกที่เป็นพลาสติกขนาดเล็กมาตั้งแต่ต้น เพื่ออำนวยความสะดวกการใช้งานประเภทต่าง ๆ เช่น เม็ดสครับที่อยู่ในโฟมล้างหน้า (plastic scrub) เม็ดพลาสติกที่เป็นวัสดุตั้งต้นของผลิตภัณฑ์พลาสติก (plastic pellet) (ภาพที่ 2.2) โดยเม็ดพลาสติกจะมีรูปร่าง และองค์ประกอบแตกต่างกันไป เช่น พลาสติกชนิดเอทิลีนโพรพิลีน (ethylene-propylene) และพลาสติกรูปร่างกลมที่เป็นพอลิสไตรีน (polystyrene) รูปทรงพลาสติกที่มาจากเครื่องสำอางจะมีขนาดเล็กกว่า 0.5 มิลลิเมตร และอาจจะเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร ไมโครพลาสติกประเภทนี้สามารถแพร่กระจายตามสิ่งแวดล้อม และตามแหล่งน้ำได้ โดยมาจากการทิ้งน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และไหลลงสู่ทะเล เช่น กรณีใช้โฟมล้างหน้าสครับทำความสะอาดหน้า หรือมาจากไมโครพลาสติกที่เป็นใยสังเคราะห์ ไมโครพลาสติกอาจหลุดร่วงมาจากการซักผ้า เป็นต้น (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน, 2557)



(ก) ยาสีฟันที่มีไมโครบีดส์

(ข) โฟมล้างหน้าไมโครบีดส์

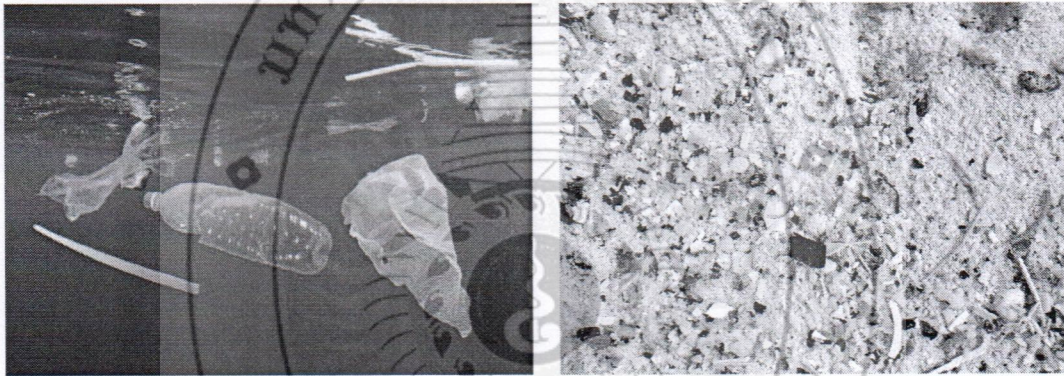
ภาพที่ 2.2 ผลิตภัณฑ์ที่มีไมโครบีดส์

ที่มา: คอสเมเนท (2562)



## 2) ไมโครพลาสติกทุติยภูมิ

ไมโครพลาสติกทุติยภูมิ (secondary microplastic) หมายถึง พลาสติกที่มาจากพลาสติกขนาดใหญ่ หรือพลาสติกที่มีการใช้งานทั่วไปที่เรียกว่า มาโครพลาสติก (macroplastic) พลาสติกชนิดนี้เกิดจากการสะสมของพลาสติกในสิ่งแวดล้อมเป็นระยะเวลาอันยาวนาน เมื่อพลาสติกได้รับแรงกระทบจากปัจจัยภายนอก เช่น คลื่น ลม และรังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet radiation: UV) เป็นต้น จะทำให้เกิดการแตกหัก และพังทลายหรือย่อยสลายจากกระบวนการทางกายภาพ กระบวนการย่อยสลายทางเคมี ชีวภาพ ทำให้เกิดเป็นพลาสติกขนาดเล็กหรือเรียกว่าไมโครพลาสติก (ภาพที่ 2.3) และจากกระบวนการย่อยสลายเป็นเวลานาน ทำให้ไมโครพลาสติกดังกล่าวกลายเป็นนาโนพลาสติก อาจจะเข้าไปปะปน และสะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิต (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน, 2557)



(ก) ขยะพลาสติก

(ข) เศษพลาสติกที่เกิดจากการแตกหัก

ภาพที่ 2.3 ไมโครพลาสติกทุติยภูมิ

ที่มา: (ก) องค์การพิพิธภัณฑน์วิทยาาสตร์แห่งชาติ (2565) (ข) เว็รคพอยด์ทูเดย์ (2562)

### 2.3.2 ลักษณะสัณฐานทางวิทยาของไมโครพลาสติก

1) ขนาด มีการแบ่งประเภทตามขนาดพลาสติกที่พบเป็นส่วนหนึ่งในการใช้เป็นเกณฑ์การจัดจำแนกไมโครพลาสติก โดยพลาสติกที่พบจำแนกตามขนาดได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 การจำแนกประเภทตามขนาดของไมโครพลาสติก

ประเภท	ขนาด (มิลลิเมตร)
1. ไมโครพลาสติกขนาดเล็ก	0.355 – 0.999 mm
2. ไมโครพลาสติกขนาดกลาง	1.000 – 4.749 mm
3. ไมโครพลาสติกขนาดใหญ่	>4.75 – 5 mm

ที่มา : Eriksen et al. (2013)



2) สีส เป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญในการเลือกกินอาหารของสิ่งมีชีวิต ไมโครพลาสติกบางชนิดอาจมีสีที่คล้ายกับอาหารของสิ่งมีชีวิต ทำให้ไม่สามารถแยกออกระหว่างอาหารกับไมโครพลาสติกได้ สีของไมโครพลาสติกส่วนใหญ่จะมีสีที่ต่างกันออกไป เช่น สีดำ แดง ขาว เขียว ฟ้า น้ำตาล ชมพู และไม่มีสี เป็นต้น (กนกวรรณ เนตรสิงแสง, 2563)

3) รูปร่าง รูปร่างของไมโครพลาสติกมีลักษณะที่ต่างกัน เนื่องจากมาจากแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 4 รูปแบบ

2.1) แบบเส้นใย มีลักษณะเส้นยาวเรียว อาจเกิดมาจากการหลุดของผ้าใยสังเคราะห์ และตาข่ายดักปลาจากชาวประมง (กนกวรรณ เนตรสิงแสง, 2563)

2.2) ไร้รูปแบบ มีลักษณะเป็นโค้ง และลักษณะค่อนข้างเหลี่ยม ไม่เป็นรูปทรงที่แน่นอน เกิดจากการแตกหักของพลาสติกแข็ง

2.3) แบบกลม มีลักษณะเป็นทรงกลม หรือเป็นเม็ดกลมมน

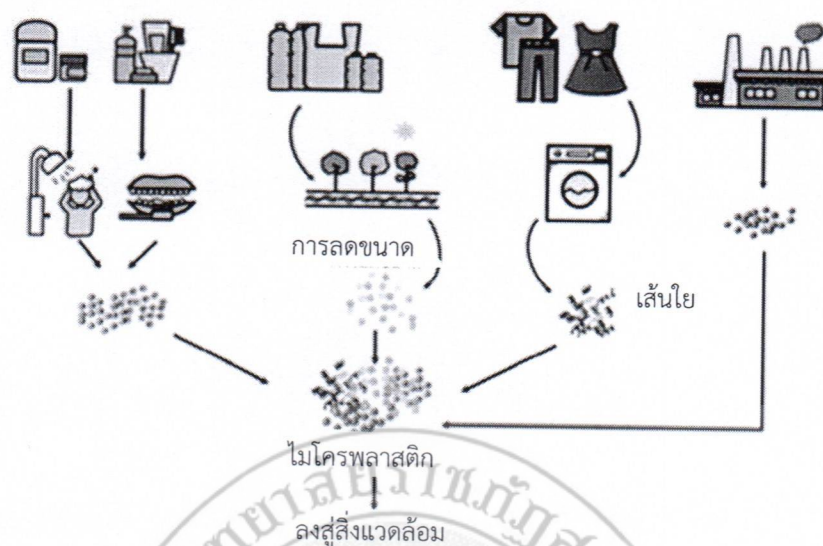
2.4) แบบแผ่น มีลักษณะเป็นแผ่นเหลี่ยมคล้ายกระดาษ

2.5) แบบแท่ง มีลักษณะคล้ายทรงกระบอก หรือ แท่งสี่แบนทรงยาว

### 2.3.3 เส้นทางการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม

เส้นทางการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม (ภาพที่ 2.4) อาจเกิดจากการที่มีขยะพลาสติกตกค้างในสิ่งแวดล้อม และทำปฏิกิริยาต่อปัจจัยต่าง ๆ ทำให้เกิดการย่อยสลายโดยกระบวนการทางกายภาพ ชีวภาพ และเคมี ซึ่งส่งผลให้เกิดการแตกหัก ฉีกขาด และมีขนาดลดลง เช่น กุ้งพลาสติก หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกประเภทต่าง ๆ เส้นใยพลาสติกที่เกิดจากการผลิตสิ่งทอ การซักเสื้อผ้า หรือจากการใช้ผลิตภัณฑ์ดูแลผิว ครีมขัดผิว สบู่เหลวสำหรับอาบน้ำ และครีมล้างหน้า เป็นต้น ซึ่งไมโครพลาสติกเหล่านี้เกิดขึ้นจากกิจกรรมประจำวันต่าง ๆ ของมนุษย์ และถูกปล่อยลงสู่ธรรมชาติโดยตรง (สุกฤตา ปุณยอุปัทธ, 2562)





ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างเส้นทางการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม

ที่มา: สุกฤตา ปุณยอุปพัทธ์ (2562)

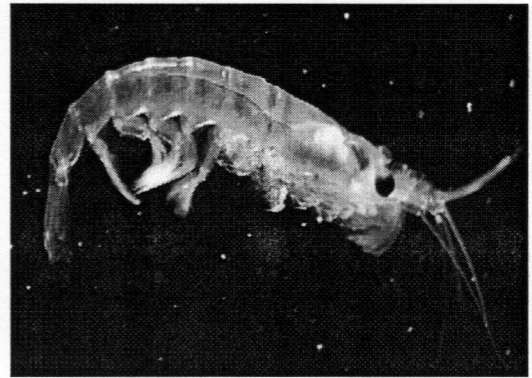
### 2.3.4 ผลกระทบที่เกิดจากไมโครพลาสติก

ไมโครพลาสติกมีคุณสมบัติเหมือนกับพลาสติกทั่วไป แตกต่างกันที่สามารถกระจายตัว โดยไมโครพลาสติกสามารถกระจายตัว และแทรกซึมเข้าสู่ดิน แหล่งน้ำ และสิ่งมีชีวิตได้มากกว่าพลาสติกขนาดใหญ่ ทำให้มีปริมาณการปนเปื้อนที่สูง และอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (สุกฤตา ปุณยอุปพัทธ์, 2562)

ไมโครพลาสติกทั้งแบบปฐมภูมิ และทุติยภูมิส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในน้ำ และสิ่งมีชีวิตในน้ำ รวมทั้งผู้ผลิตขั้นต้นในระบบนิเวศ เช่น สาหร่ายขนาดเล็ก แพลงก์ตอนบางชนิด เป็นต้น ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการสะสมมลพิษของไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิต Tanu at al., (2022) ทั้งนี้สิ่งมีชีวิตสามารถรับไมโครพลาสติกผ่านทางเดินอาหาร เมื่อสัตว์น้ำบริโภคไมโครพลาสติก และได้รับไมโครพลาสติกเป็นเวลายาวนานอาจส่งผลกระทบ และส่งผลเสียในระยะยาว เช่น ทำให้ลำไส้ของปลาเกิดความผิดปกติ (กรีนพีซไทยแลนด์, 2563) รวมถึงอาจเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ และมนุษย์ เป็นต้น (ภาพที่ 2.5)



(ก) ปลาตายเพราะขยะพลาสติก

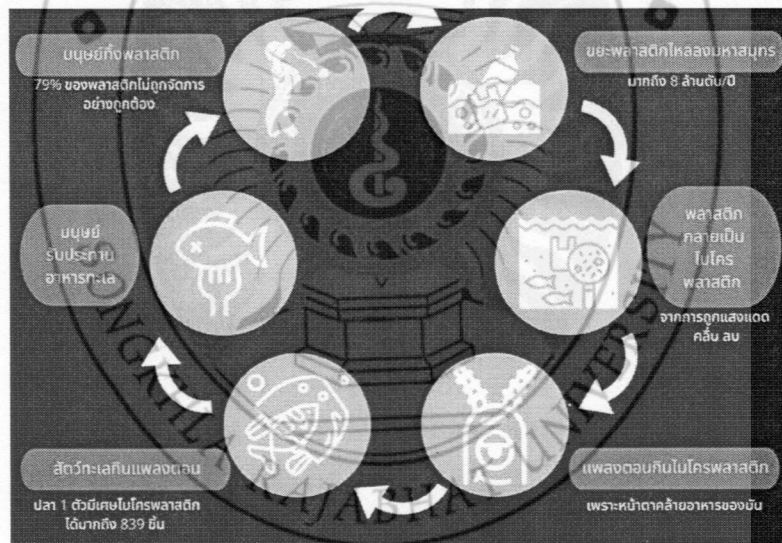


(ข) เม็ดพลาสติกในตัวกุ้ง

ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างผลกระทบที่เกิดจากขยะไมโครพลาสติก

ที่มา: บีบีซีนิวส์ (2561)

เมื่อไมโครพลาสติกเข้าสู่สัตว์ทะเลผู้เริ่มวัฏจักร มนุษย์ซึ่งเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้ายในระบบนิเวศมีโอกาสได้รับไมโครพลาสติก และสารพิษที่ตกค้างในไมโครพลาสติกมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (ภาพที่ 2.6) ซึ่งอาจส่งผลให้ร่างกายมีความผิดปกติในระยะยาว



ภาพที่ 2.6 ห่วงโซ่ไมโครพลาสติกอาหาร

ที่มา: สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ (2563)

## 2.4 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

### 2.4.1 ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ในอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ส่วนใหญ่เป็นที่ราบชายฝั่งทะเล มีลักษณะเอียงลาดจากฝั่งทะเลอ่าวไทย ไปทางด้านทะเลสาบสงขลา มีลักษณะของพื้นที่ เป็นแหลมแคบยาว



ตามแนวทิศใต้สู่ทิศเหนือ ลงสู่ทะเล ระหว่างทะเลสาบสงขลาทางด้านตะวันตกและทะเลอ่าวไทย ทางด้านตะวันออกมีคลองสำโรงไหลตามแนวทิศตะวันออกสู่ตะวันตก เชื่อมระหว่างอ่าวไทย และทะเลสาบสงขลา เป็นพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง เฉลี่ย 4 เมตร ระดับน้ำใต้ดินลึกจากผิวดิน ประมาณ 1-3 เมตร ด้านริมฝั่งทะเลสาบเหมาะแก่การจอดเรือ เพราะคลื่น ลมสงบ ชายฝั่งไม่ลาดชัน (เทศบาลนครสงขลา, 2562)

#### 2.4.2 คลองสำโรง

คลองสำโรง (Samrong canal) เป็นคลองในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ไหลจากตำบลเกาะแก้ว ผ่านเข้าสู่ตำบลเขารูปช้าง เมื่อเข้าสู่พื้นที่เทศบาลนครสงขลาจะแยกเป็น 2 สาย สายแรกไหลไปทางทิศตะวันออก ออกสู่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย (ภาพที่ 2.2) สายที่สองไหลไปทางทิศตะวันตกลงสู่ทะเลสาบสงขลา รวมระยะทางของคลองทั้งหมด 14.4 กิโลเมตร โดยคลองสำโรงในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลเขารูปช้างมีความยาวประมาณ 5 กิโลเมตร (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2554)



(ก) คลองสำโรงเขตแก้วเสด็จ

(ข) คลองสำโรงเขตคลองแยกเป็น 2 สาย

ภาพที่ 2.7 คลองสำโรง

#### 2.4.3 กิจกรรมในพื้นที่

ในพื้นที่บริเวณคลองสำโรงตลอดทั้งสายนั้นมีกิจกรรมในการใช้พื้นที่ที่หลากหลาย โดยบริเวณพื้นที่ต้นน้ำถึงบริเวณที่คลองแยกเป็น 2 สาย ส่วนใหญ่มีลักษณะการใช้พื้นที่ในการทำเกษตรกรรม และพื้นที่รกร้าง มีการทำปศุสัตว์ขนาดเล็ก เช่น วัว ไก่ เป็นต้น บริเวณสองฝั่งคลองมีบ้านเรือนเล็กน้อย (ภาพที่ 2.8)



(ก) พื้นที่ทำปศุสัตว์ (เลี้ยงวัว)



(ข) บ้านเรือน



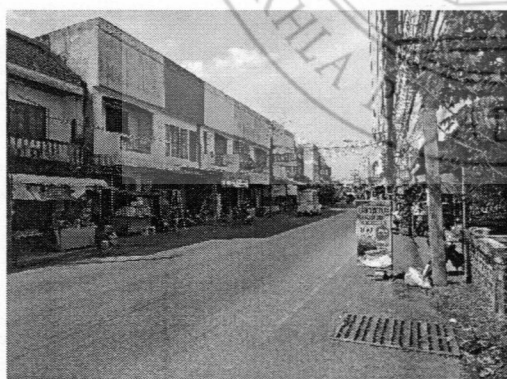
(ก) พื้นที่รกร้าง



(ข) พื้นที่ทำการเกษตร (สวนปาล์ม)

ภาพที่ 2.8 บริเวณพื้นที่ต้นน้ำ

พื้นที่บริเวณที่คลองแยกเป็น 2 สายจนถึงทะเลสาบสงขลาพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแหล่งชุมชนแออัด และมีแหล่งอุตสาหกรรมบางส่วน ริมฝั่งคลองมีบ้านเรือน ตลาดสด ร้านค้า (ภาพที่ 2.9)



(ก) บ้านเรือน ร้านค้า

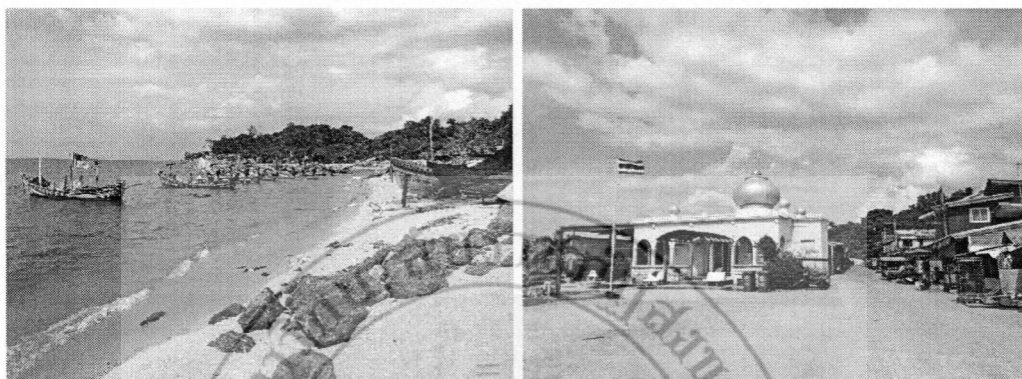


(ข) บ้านริมฝั่งคลอง

ภาพที่ 2.9 บริเวณแหล่งชุมชน



ในส่วนของพื้นที่ปากคลองสำโรงทั้งสองฝั่ง ฝั่งทะเลอ่าวไทย และฝั่งทะเลสาบสงขลา กิจกรรมที่เกิดขึ้นบริเวณฝั่งทะเลอ่าวไทย เป็นพื้นที่ชุมชนแออัด มีท่าเทียบเรือประมงพื้นบ้านขนาดเล็ก มีสถานที่ที่ประกอบพิธีกรรมทางศาสนาของชาวไทยมุสลิม มีการทำประมงชายฝั่ง และเป็นแหล่งค้าขายอาหารทะเล (ภาพที่ 2.10)



(ก) ท่าเทียบเรือ

(ข) มัสยิดชุมชนเก่าเส็ง

ภาพที่ 2.10 บริเวณปากคลองฝั่งทะเลอ่าวไทย

ในส่วนของฝั่งทะเลสาบสงขลา มีท่าเทียบเรือประมงพื้นบ้านขนาดเล็ก มีเรือสัญจรไปมา บริเวณริมน้ำมีสวนสาธารณะ (ภาพที่ 2.11)



(ก) ท่าเทียบเรือ

(ข) สวนเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรชามหาราชินี

ภาพที่ 2.11 บริเวณปากคลองฝั่งทะเลสาบสงขลา

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำ

ปัญหาการปนเปื้อนของพลาสติกในสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งที่ไม่ได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบัน ในหลาย ๆ ประเทศทั่วโลก จึงมีงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากไมโครพลาสติกอย่างต่อเนื่อง แต่สำหรับประเทศไทยข้อมูลด้านไมโครพลาสติกยังมีการศึกษาค่อนข้างจำกัด โดยเฉพาะไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำจืด

Di and Wang., (2018) ได้ทำการศึกษาไมโครพลาสติกบนผิวน้ำ และตะกอนจากอ่างเก็บน้ำ หรีจอร์จ (Three gorges) ซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำที่ใหญ่ที่สุดในจีน ตั้งอยู่ในเมืองฉงชิ่ง มณฑลหูเป่ย์ มีปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกอยู่ในช่วง 1,597-12,611 ชิ้น/ลูกบาศก์เมตร มีปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอน 25-300 ชิ้น/กิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) ในบริเวณเขตเมือง มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในผิวน้ำมากกว่าในตะกอน และในชนบทจะมีปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในตะกอนมากกว่าผิวน้ำ โดยผลการศึกษาลักษณะของไมโครพลาสติก 4 พารามิเตอร์ ได้แก่ ปริมาณ รูปร่าง สี และชนิดของไมโครพลาสติก รูปร่างที่พบมากที่สุดคือเส้นใย สีที่พบมากที่สุดเป็นสีใสหรือไม่มีสี และชนิดของไมโครพลาสติกที่พบเป็นชนิด โพลิสไตรีน (PS) พบมากที่สุดร้อยละ 38 รองลงมาโพลิโพรพิลีน (PP) พบร้อยละ 29 และโพลิเอทิลีน (PE) พบน้อยที่สุดร้อยละ 21

Ziajahrom et al. (2017) ได้ศึกษาไมโครพลาสติกในน้ำที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย ของเมืองชิตนีย์ ประเทศออสเตรเลีย 3 แห่ง ได้แก่ 1) ระบบบำบัดน้ำเสีย A น้ำผ่านการบำบัดด้วยการบำบัดขั้นต้น 2) ระบบบำบัดน้ำเสีย B น้ำผ่านการบำบัดขั้นต้นและขั้นที่สอง และ 3) ระบบบำบัดน้ำเสีย C น้ำผ่านการบำบัดขั้นต้น ขั้นที่สอง และ ระบบ RO จากนั้นจึงเตรียมตัวอย่างสำหรับจำแนกคุณลักษณะของอนุภาค (characterization) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อินฟราเรด (Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)) ผลการศึกษาตรวจพบไมโครพลาสติกชนิด (polyethylene terephthalate (PET)) แบบเส้นใย และ (polyethylene (PE)) แบบไร้รูปแบบ ในสัดส่วนสูงที่สุด โดยแหล่งกำเนิดของไมโครพลาสติกดังกล่าวอาจเกิดจากการใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เวชภัณฑ์ เช่น ยาสีฟัน แชมพู รวมไปถึงการทำความสะอาด ซักล้างเสื้อผ้าที่มีเส้นใยพลาสติกเป็นองค์ประกอบ

การศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในแม่น้ำเฉิงก้งโดย Dai et al. (2022) ในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน ผลการศึกษาพบว่าในช่วงฤดูร้อนพบไมโครพลาสติกมากกว่าช่วงฤดูฝน โดยฤดูร้อนพบไมโครพลาสติกมากกว่าถึงร้อยละ 13 โดยรูปร่างส่วนใหญ่ของไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่าง คือเส้นใย พบร้อยละ 36.4 ในช่วงฤดูร้อน และพบร้อยละ 30 ในช่วงฤดูฝน โดยส่วนใหญ่พบไมโครพลาสติกชนิดโพลิเอทิลีน (PE) ในช่วงฤดูร้อนพบร้อยละ 48 และฤดูฝนพบร้อยละ 31.8 ตามลำดับ



Dehm et al. (2020) ได้เปรียบเทียบลักษณะของไมโครพลาสติก บริเวณชายฝั่งทะเลของ เกาะวีตีเลวู ประเทศฟีจี ทั้งพื้นที่เมืองและชนบท โดยเก็บตัวอย่างน้ำที่ความลึก 0.6 เมตร จากผล การศึกษา มีการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกทั้งในเมืองและชนบทโดยพบว่า ไม่มีความแตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 4 พารามิเตอร์ ได้แก่ ปริมาณ รูปร่าง สี และขนาด โดยปริมาณไมโครพลาสติก ในเมืองเท่ากับ 2.0 ชิ้น/ลิตร และในชนบทเท่ากับ 1.6 ชิ้น/ลิตร รูปร่างไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุด คือ แบบเส้นใย สีที่พบมากที่สุดเป็นสีน้ำเงินโดยพบอยู่ที่ร้อยละ 30 รองลงมาเป็นสีแดง และดำ พบอยู่ ที่ร้อยละ 25 ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบ คือ 0.5 – 0.9 และ 1.0 – 1.4 มิลลิเมตร คิดเป็นจำนวน ร้อยละ 48 ของตัวอย่างทั้งหมด

Suwanna et al. (2021) ได้ทำการศึกษาปริมาณ และรูปแบบของไมโครพลาสติก บริเวณ ปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยมีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบระดับมลพิษของไมโครพลาสติก และปริมาณของ ไมโครพลาสติกที่มีความแปรปรวนตามความผันผวนของกระแสน้ำ (น้ำขึ้น-น้ำลง) ได้ทำการเก็บตัวอย่าง 14 ตัวอย่างจากน้ำผิวดิน โดยใช้วนจับปลาช่วงน้ำท่วมฝั่ง (flood tides) และช่วงน้ำหนีฝั่ง (ebb tides) พบปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในช่วงน้ำท่วมฝั่งเท่ากับ  $5.16 \times 10^5$  ชิ้นต่อตารางกิโลเมตร และเมื่อน้ำ หนีฝั่งพบ  $3.11 \times 10^5$  ชิ้นต่อตารางกิโลเมตร และปริมาณไมโครพลาสติกในบริเวณปากแม่น้ำมีความ แปรปรวนตามความผันผวนของกระแสน้ำ ทำให้เกิดการสะสมของไมโครพลาสติกในพื้นที่ศึกษาหลาย ชนิด เช่น โพลีโพรพิลีน โพลีเอทิลีน และโพลีสไตรีนซึ่งเป็นโพลีเมอร์ที่พบมากที่สุด

จากการศึกษาของ Xi et al. (2022) ในการวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติกในบริเวณภาค กลางของเมืองซูโจว ซึ่งเป็นพื้นที่แหล่งต้นน้ำที่มีลักษณะเป็นเมือง และมีเครือข่ายคลองหนาแน่นโดย สันนิษฐานว่ากิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในเมืองนั้นอาจมีผลต่อการปล่อยไมโครพลาสติกลงสู่แหล่งน้ำ ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณไมโครพลาสติกของคลองในพื้นที่เมืองอยู่ในช่วง 8.29-40.63 ชิ้นต่อลิตร นอกจากนี้ยังมีพบว่าลักษณะของพื้นที่ที่มีการปลดปล่อยไมโครพลาสติกจำนวนมากนั้นส่วนใหญ่คือ เขตชุมชนดั้งเดิมที่ไม่มีการจัดระเบียบ โดยกิจกรรมที่ทำให้เกิดการกระจายตัวของไมโครพลาสติกส่วน ใหญ่จะเป็นกิจกรรมการใช้น้ำ หรือเกี่ยวข้องกับน้ำ งานวิจัยนี้ยังชี้ให้เห็นว่าลักษณะของการใช้ ประโยชน์ของที่ดินในแต่ละพื้นที่นั้น ส่งผลต่อปริมาณของไมโครพลาสติกที่กระจายอยู่ในพื้นที่นั้น ๆ ด้วย โดยเรียงจากสูงสุดไปต่ำสุด ได้แก่ เขตท่องเที่ยว > พื้นที่เชิงพาณิชย์ > พื้นที่สาธารณะ > พื้นที่ อยู่อาศัย > ถนน ตามลำดับ

Yifan et al. (2022) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของไมโครพลาสติกในเครือข่ายแม่น้ำในเมือง งานวิจัยนี้ได้ตรวจสอบการเคลื่อนที่ของไมโครพลาสติกของเครือข่ายแม่น้ำในเมืองทั่วไปทางฝั่ง ตะวันออกของจีน ในระหว่างเดือนธันวาคม 2018 ถึงเดือนกันยายน 2019 พบปริมาณไมโครพลาสติก ในเครือข่ายแม่น้ำเฉลี่ยอยู่ในช่วง  $2.3 \pm 1.2$  ถึง  $104.6 \pm 5.6$  ชิ้นต่อลิตร ปริมาณไมโครพลาสติก



ในช่วงฤดูฝนมีค่าสูงขึ้น มากกว่าฤดูแล้ง และมีการกระจายตัวของไมโครพลาสติกในบริเวณ ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งพบว่าปริมาณไมโครพลาสติกสูง ในพื้นที่เชิงพานิชย์ อุตสาหกรรม ร้านค้า คลองในเขตเมือง และพื้นที่ชนบท โดยร้อยละ 78.2 ของ ไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กกว่า 330 ไมโครเมตร สีที่พบมากที่สุดคือสีดำ และน้ำเงิน และรูปร่างที่พบ มากที่สุดคือรูปร่างแบบเส้นใย และไร้รูปแบบ

ในประเทศบังกลาเทศ พบความเสี่ยงการปนเปื้อนไมโครพลาสติกของแม่น้ำกรรณภูลี ที่ไหล ผ่านเมืองจิตตะกองลงสู่อ่าวเบงกอล Jaker et al. (2022) ได้ศึกษาไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินของ แม่น้ำกรรณภูลีโดยเก็บตัวอย่างน้ำ (5 จุด) ตะกอน (9จุด) และในสิ่งมีชีวิต (4 สายพันธุ์) พบว่าปริมาณ ไมโครพลาสติกที่พบในน้ำผิวดินอยู่ในช่วง  $0.57 \pm 0.07$  ถึง  $6.63 \pm 0.52$  ชิ้นต่อลิตร ในตะกอนอยู่ที่  $143.33 \pm 3.33$  ถึง  $1240 \pm 5.77$  ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และในสิ่งมีชีวิต  $5.93 \pm 0.32$  ถึง  $13.17 \pm 0.76$  ชิ้นต่อสายพันธุ์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบ มากที่สุด คือ รูปร่างเส้นใย โดยพบขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร มากที่สุด ไมโครพลาสติกที่พบในน้ำ และตะกอนนั้นส่วนใหญ่มีสีขาว โปรงใส และสีน้ำเงิน ส่วนในสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่เป็นสีดำ และแดง

แม่น้ำบารัมเป็นแม่น้ำสายที่ใหญ่ที่สุดสายหนึ่งในรัฐชาราวัก ซึ่งมีอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มากมาย เช่น ไม้อัดโรงเลื่อยอยู่ต่อเรือท่าเรือระหว่างเกาะ และอุตสาหกรรมไม้อื่นๆ ตั้งอยู่ริมแม่น้ำใน Wei at al., (2021) การศึกษานี้ พบไมโครพลาสติกในทุกสถานีเก็บตัวอย่าง จากจำนวนไมโครพลา สติกทั้งหมด 4017 ชิ้นที่พบในน้ำและตะกอน พบไมโครพลาสติกชนิดไร้รูปแบบ คิดเป็น 67.8% ของ ไมโครพลาสติกทั้งหมด รองลงมาคือเส้นใย แผ่น กลม โดยขนาดไมโครพลาสติกที่พบในแม่น้ำบารัม คือ 0.3–1 มิลลิเมตร โดยมีสีน้ำเงินเป็นสีที่พบมากที่สุด

ศูนย์ปฏิบัติการอุทยานแห่งชาติทางทะเลจังหวัดตรัง (2562) ได้ศึกษาและพบไมโครพลาสติก ในสัตว์น้ำ เช่น การพบไมโครพลาสติกในปลาหูขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 66.53 กรัม ความยาวมาตรฐาน เฉลี่ย 17.46 เซนติเมตร มีไมโครพลาสติกในกระเพาะของปลาหูเฉลี่ย 78.04 ชิ้นต่อตัว ประกอบไป ด้วยลักษณะที่เป็นเส้นใย แท่งสีดำ และกลิตเตอร์ เป็นต้น แสดงให้เห็นว่าไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนใน สิ่งแวดล้อมสามารถเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารได้ และเป็นแหล่งสะสมมลพิษ เมื่อมนุษย์บริโภคสัตว์น้ำจะทำ ให้ไมโครพลาสติกและสารปนเปื้อนในไมโครพลาสติกเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน งานวิจัยที่เกี่ยวกับไมโครพลาสติกของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับไมโครพลาสติกใน ทะเล และชายฝั่ง แต่ยังไม่มียงานวิจัยเกี่ยวกับไมโครพลาสติกในน้ำจืดที่เป็นรูปธรรม ซึ่งถือได้ว่าเป็น แหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากขยะพลาสติกในขั้นต้นก่อนที่จะขยะพลาสติกเหล่านี้จะถูกชะล้างลงสู่ทะเล

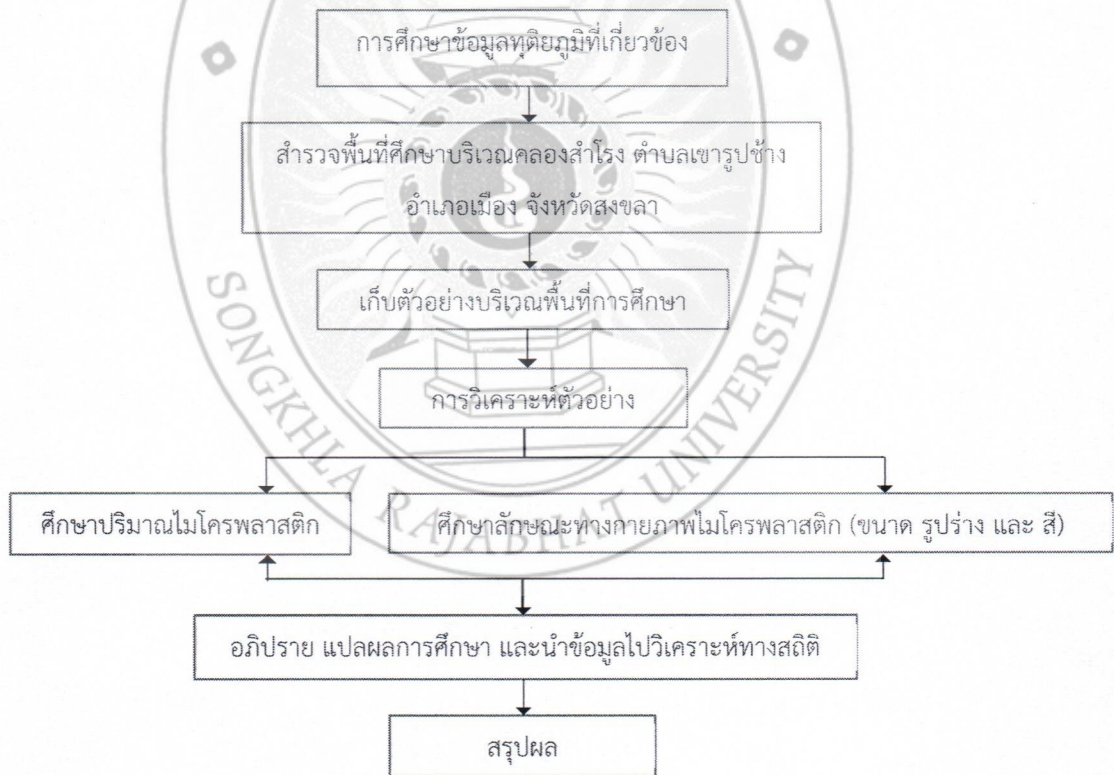


### บทที่ 3 วิธีการวิจัย

การสำรวจปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างน้ำจากคลองสำโรง เป็นลักษณะการศึกษาวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) โดยวิธีการในการวิจัยประกอบด้วย การเก็บตัวอย่างน้ำจากคลองสำโรง การแยกไมโครพลาสติกออกจากน้ำโดยอาศัยหลักความหนาแน่น (density separation) จากนั้นนำไมโครพลาสติกที่ได้ไปศึกษาปริมาณ และลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ของไมโครพลาสติก ได้แก่ ขนาด รูปร่าง และสี โดยศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 3.1 กรอบแนวคิด

กรอบแนวคิด ของการสำรวจปริมาณไมโครพลาสติกในน้ำบริเวณคลองสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา มีรายละเอียดดังภาพที่ 3.1

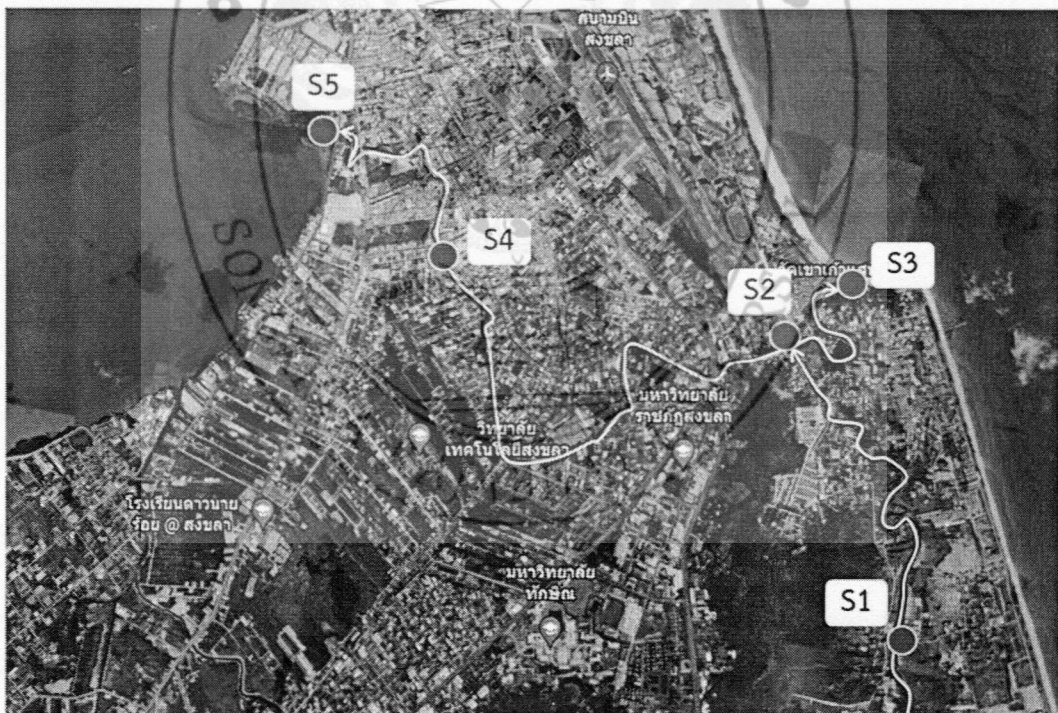


ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิด

### 3.2 ขอบเขตการวิจัย

3.2.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา สํารวจปริมาณ และศึกษาลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง และสี ของไมโครพลาสติกในน้ำ ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก NOAA (Masura et al., 2015) จากนั้นทำการกรองตัวอย่างผ่านกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร นำไปกำจัดสารอินทรีย์ และเติม โซเดียมคลอไรด์เพื่อแยกไมโครพลาสติกออกจากน้ำตัวอย่าง จากนั้นนำไปจำแนก รูปร่าง สี และขนาด ของไมโคร พลาสติกด้วยกล้องจุลทรรศน์

3.2.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา พื้นที่เก็บตัวอย่างอยู่ในบริเวณคลองสำโรง ตำบลเขารูปช้าง และตำบลบ่อ่าง อำเภอมือง จังหวัดสงขลา โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 5 จุด จากพื้นที่ที่มีความ หลากหลายของกิจกรรม เช่น บริเวณชุมชน พื้นที่การเกษตร และปศุสัตว์ เขตโรงงานอุตสาหกรรม พื้นที่ ต้นน้ำ พื้นที่ปากคลอง เป็นต้น โดยใช้สัญลักษณ์แทนจุดเก็บตัวอย่าง คือ S1-S5 (ภาพที่ 3.2) เริ่มต้น จากบริเวณต้นน้ำไปจนถึงปากคลองฝั่งทะเลอ่าวไทย และปากคลองฝั่งทะเลสาบสงขลาบริเวณสวนเฉลิม พระเกียรติ ระยะทางรวม 5 กิโลเมตร ทำการวัดพิกัดโดยใช้เครื่อง GPS ได้ผลดังตารางที่ 3.1



ภาพที่ 3.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำคลองสำโรง อำเภอมือง จังหวัดสงขลา

ที่มา: Google Earth (2022)



ตารางที่ 3.1 พิกัดภูมิศาสตร์ของจุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	พื้นที่	พิกัดทางภูมิศาสตร์	
		X	Y
S1	ต้นน้ำ	715938	100628
S2	บริเวณที่คลองแยกเป็นสองสาย	717812	100617
S3	ปากคลองฝั่งทะเลอ่าวไทย	718101	100618
S4	แหล่งชุมชน	717882	100600
S5	ปากคลองฝั่งทะเลสาบสงขลา	718238	100593

3.2.3 ขอบเขตด้านเวลา เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อโคโรนาไวรัส (Covid-19) ทำให้การดำเนินการงานวิจัยมีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ในการปฏิบัติงาน โดยการสำรวจปริมาณ และศึกษาลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกในตัวอย่างน้ำจากคลองสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่าง 1 ครั้ง ในวันที่ 1 พฤศจิกายน 2564

### 3.3 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

#### 3.3.1 วัสดุอุปกรณ์

- 1) กล้องจุลทรรศน์ยี่ห้อ Nikon รุ่น ECLIPSE Ci พร้อม Microscope Camera ยี่ห้อ LANOPTIK MDX 1003
- 2) กระจกครอบ cellulose nitrate ขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตรยี่ห้อ Sartorius
- 3) ตะแกรงร่อนขนาดตา 1 มิลลิเมตร
- 4) เครื่องชั่งทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง
- 5) ปัมสุญญากาศ (vacuum pump)
- 6) ชุดกรองสุญญากาศ (vacuum filter set)
- 7) ตู้อบ (hot air oven) ยี่ห้อ Lovibond รุ่น TC-135 S
- 8) ตู้ดูดควัน (fume hood)
- 9) ตู้ดูดความชื้น (desiccator)
- 10) เครื่องกวนสาร (hotplate stirrer)
- 11) สายวัดหรือตลับเมตร (tape measure)
- 12) โหลแก้ว (jar)
- 13) อลูมิเนียมฟอยล์ (aluminum foil)
- 14) กระจกบอทดวง (cylinder) ขนาด 1,000 มิลลิลิตร

- 15) บีกเกอร์ (beaker) ขนาด 100 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
- 16) ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask)

### 3.3.2 สารเคมี

- 1) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) บริษัท อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด ผลิตในประเทศไทย
- 2) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ( $H_2O_2$ ) เข้มข้นร้อยละ 50 บริษัทไทยเปอร์ออกไซด์ จำกัด ผลิตในประเทศไทย
- 3) เฟอร์รัสซัลเฟต ( $FeSO_4$ ) บริษัท Ajax Finechem ผลิตในประเทศออสเตรเลีย
- 4) น้ำ DI (deionised water)

### 3.4 การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์

การสำรวจไมโครพลาสติกในน้ำ บริเวณคลองสำโรง พื้นที่ตำบลเขารูปช้าง และตำบลบ่อหย่าง อำเภอมือง จังหวัดสงขลา ทำการเก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายน 2564 นำตัวอย่างน้ำไปกรองผ่านตะแกรงอลูมิเนียมขนาดตา 1 มิลลิเมตร จากนั้นเติมสารเคมีเพื่อย่อยสารอินทรีย์ และแยกไมโครพลาสติก ออกจากสารอินทรีย์ โดยเมื่อเติมสารเคมีน้ำตัวอย่างจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ขุ่น และ ส่วนใส ซึ่งไมโครพลาสติกจะลอยอยู่ในส่วนใส นำส่วนใสไปกรองด้วยปั๊มสุญญากาศ ผ่านกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร จากนั้นนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ ยี่ห้อ Nikon รุ่น ECLIPSE Ci พร้อม Microscope camera ยี่ห้อ LANOPTIK MDX 1003 เพื่อนับจำนวน และจำแนกลักษณะทางกายภาพ (รูปร่าง สี และขนาด) ของไมโครพลาสติก

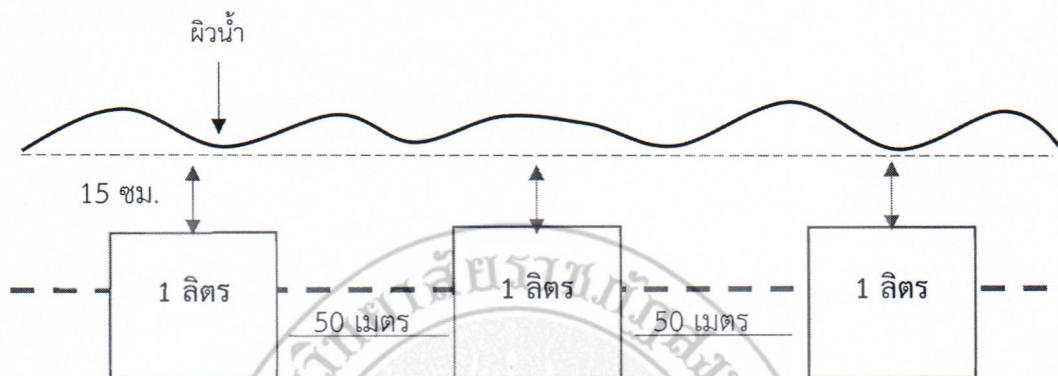
#### 3.4.1 การเก็บตัวอย่างน้ำคลองสำโรง

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำในการศึกษาของงานวิจัยนี้ได้ดัดแปลงจากวิธีการเก็บน้ำตัวอย่างของ Barrows et al. (2017) โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

- 1) เก็บตัวอย่างน้ำคลองสำโรงโดยเลือกเก็บตามลักษณะของพื้นที่ และกิจกรรม
- 2) เก็บตัวอย่างปริมาตร 1 ลิตร ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างเก็บตัวอย่างซ้ำจำนวน 3 จุดโดยแต่ละจุดห่างกัน 50 เมตร เก็บตัวอย่างแบบจ้วงบริเวณผิวน้ำความลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร (ภาพที่ 3.3) โดยใช้โหลแก้วในการเก็บ
- 3) ปิดปากฝาด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ นำกลับมาวิเคราะห์ที่อาคารศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา



4) กรองน้ำตัวอย่างผ่านตะแกรงขนาดตา 1 มิลลิเมตร และเทเก็บในโหลแก้วโดย 1 โหล นับเป็น 1 ตัวอย่าง ทำซ้ำให้ครบทุกตัวอย่าง แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียสเพื่อรอการวิเคราะห์



ภาพที่ 3.3 การเก็บน้ำตัวอย่างคลองสำโรง

#### 3.4.2 การแยกไมโครพลาสติกออกจากตัวอย่างน้ำคลองสำโรง

นำตัวอย่างน้ำที่เตรียม และดำเนินการตามข้อ 3.4.1 มาดำเนินการการวิเคราะห์ต่อโดยวิธีการที่ดัดแปลงจาก NOAA (Masura et al., 2015) โดยมีวิธีการดำเนินการดังนี้

- 1) นำตัวอย่างน้ำที่กรองผ่านตะแกรงร่อนขนาดตา 1 มิลลิเมตรมา 200 มิลลิลิตร
- 2) เติมสารเฟอร์รัสซัลเฟต ( $\text{FeSO}_4$ ) เข้มข้น 0.05 โมลาร์ 20 มิลลิลิตร และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) เข้มข้น 30% ปริมาตร 20 มิลลิลิตร เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์
- 3) นำไปต้มบน เครื่องกวนสารละลายพร้อมให้ความร้อน (hotplate stirrer) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
- 4) หากสารอินทรีย์ยังย่อยสลายไม่หมด ให้เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ซ้ำ (เติมครั้งละ 20 มิลลิลิตร) แล้วนำไปต้มอีกครั้ง จนกว่าสารอินทรีย์จะหมด โดยสังเกตได้จากฟองอากาศ หากยังมีฟองอากาศให้เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อีกครั้ง เมื่อสารอินทรีย์ถูกย่อยสลายหมดฟองอากาศจะหมดไป
- 5) เติมโซเดียมคลอไรด์ ( $\text{NaCl}$ ) เข้มข้น 5 โมลาร์ โดยเติมจำนวน 6 กรัม ต่อสารละลาย 20 มิลลิลิตร จากนั้นคนให้ละลาย
- 6) ปิดปากบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 คืน
- 7) นำตัวอย่าง ไปกรองด้วยกระดาษกรองเซลลูโลสไนเตรท (cellulose nitrate) ขนาดรูพรุน 0.45 ไมครอน

- 8) นำกระดาษกรองหลังจากกรองเสร็จ นำไปอบในตู้อบ (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง
- 9) นำกระดาษกรองพักในตู้ดูดความชื้น
- 10) นำกระดาษกรองไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ และลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติก
- 11) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ อภิปรายผล และสรุปผลการศึกษา

### 3.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลสถิติ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive analysis) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ และศึกษาปริมาณ ขนาด รูปร่าง และสีของไมโครพลาสติก รวมทั้งวิเคราะห์สถิติโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อวิเคราะห์ และหาความแตกต่างของปริมาณไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ด้วยหลักการทางสถิติ ANOVA (analysis of variance) และ T-test และวิเคราะห์รูปร่างต่าง ๆ ของไมโครพลาสติกในตัวอย่างทั้งหมด





## บทที่ 4

### ผลและการอภิปรายผลการทดลอง

การสำรวจไมโครพลาสติก บริเวณคลองสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เป็นการวิจัยเชิงสำรวจเพื่อศึกษาปริมาณ และลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติก จากตัวอย่างน้ำบริเวณคลองสำโรง โดยได้ทำการศึกษาปริมาณของไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง และลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกได้แก่ ขนาด สี และรูปร่าง ของไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างน้ำจากคลองสำโรงโดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 4.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่าง

การศึกษาลักษณะทางกายภาพและปริมาณของไมโครพลาสติกในตัวอย่างน้ำจากคลองสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 จุด (S1-S5) เริ่มจากบริเวณพื้นที่ต้นน้ำในตำบลเขารูปช้าง บริเวณที่คลองแยกเป็นสองสาย และบริเวณปากคลองติดกับทะเลชุมชนเก้าเส้งตลอดถึงปากคลองฝั่งทะเลสาบสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ระยะทางคลองที่ทำการศึกษาประมาณ 5 กิโลเมตร โดยทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 1 พฤศจิกายน 2564 เวลา 13.10 – 13.40 น. สภาพอากาศในพื้นที่ขณะเก็บตัวอย่างท้องฟ้าโปร่งใสมีแดดในพื้นที่ อุณหภูมิประมาณ 31 องศาเซลเซียส

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (S1) บริเวณต้นน้ำ เป็นแหล่งน้ำที่ติดกับแหล่งเกษตรกรรม และพื้นที่รกร้าง มีบ้านเรือนประปรายบริเวณริมคลอง พบขยะพลาสติกบริเวณฝั่งคลอง เช่น ขวดพลาสติก ถูพลาสติก เป็นต้น (ภาพที่ 4.1)



(ก) จุดเก็บตัวอย่าง S1



(ข) ขยะที่พบบริเวณแหล่งน้ำ

ภาพที่ 4.1 จุดเก็บตัวอย่าง S1





จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (S2) บริเวณที่คลองแยกเป็นสองสาย บริเวณโดยรอบเป็นแหล่งชุมชน และแหล่งปศุสัตว์ (เลี้ยงวัว) (ภาพที่ 4.2)

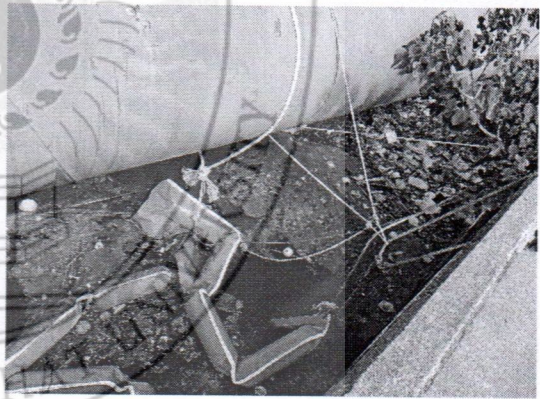


(ก) จุดเก็บตัวอย่าง S2

(ข) พื้นที่เลี้ยงวัวของชาวบ้าน

ภาพที่ 4.2 จุดเก็บตัวอย่าง S2

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (S3) บริเวณปากคลองฝั่งทะเลอ่าวไทย บริเวณโดยรอบเป็นแหล่งชุมชน และติดกับทะเล มีท่าเทียบเรือประมงพื้นบ้านขนาดเล็ก พบขยะพลาสติกกระจายอยู่ทั่วไป เช่น เศษ อวนจับปลา ขวดน้ำ ถุงพลาสติก ถุงขนม และโฟม เป็นต้น (ภาพที่ 4.3)



(ก) จุดเก็บตัวอย่าง S3

(ข) ขยะที่พบบริเวณแหล่งน้ำ

ภาพที่ 4.3 จุดเก็บตัวอย่าง S3

๐  
๐๖๖.๗๓๙๔  
๐๑๒๓



จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (S4) บริเวณแหล่งชุมชน บริเวณโดยรอบเป็นแหล่งชุมชนหนาแน่น และมีโรงงานอุตสาหกรรมพบพลาสติกกระจายอยู่ทั่วไป เช่น ขวดน้ำ ถุงพลาสติก ผ้าใบ เป็นต้น (ภาพที่ 4.4)



(ก) จุดเก็บตัวอย่าง S4

(ข) ชยะที่พบบริเวณแหล่งน้ำ

ภาพที่ 4.4 จุดเก็บตัวอย่าง S4

จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (S5) บริเวณปากคลองฝั่งทะเลสาบสงขลา บริเวณบางส่วนเป็นที่จอดเรือประมงพื้นบ้าน และเป็นพื้นที่สวนสาธารณะ (สวนเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษาสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ) พบขยะพลาสติกกระจายอยู่ทั่วไป เช่น ภาชนะใส่อาหาร ขวดน้ำ ถุงพลาสติก ถุงขนม เป็นต้น (ภาพที่ 4.5)



(ก) จุดเก็บตัวอย่าง S5

(ข) ชยะที่พบบริเวณแหล่งน้ำ

ภาพที่ 4.5 จุดเก็บตัวอย่าง S5

## 4.2 ปริมาณของไมโครพลาสติก

ในการหาปริมาณของไมโครพลาสติกจากทั้งหมด 5 จุดเก็บตัวอย่างพบปริมาณของไมโครพลาสติกทั้งหมด 885 ชิ้น/ลิตร โดยเฉลี่ยอยู่ที่  $177 \pm 14.16$  ชิ้น/ลิตร และพบว่า S3 บริเวณปากคลองฝั่งทะเลอ่าวไทย มีปริมาณไมโครพลาสติกสูงที่สุดจำนวน 193 ชิ้น/ลิตร รองลงมาได้แก่ S4 บริเวณแหล่งชุมชนจำนวน 187 ชิ้น/ลิตร S1 ต้นน้ำจำนวน 180 ชิ้น/ลิตร และ S5 บริเวณปากคลองฝั่งทะเลสาบสงขลาจำนวน 165 ชิ้น/ลิตร ตามลำดับ และจุดที่มีปริมาณของไมโครพลาสติกที่พบน้อยที่สุดคือ S2 บริเวณที่คลองแยกเป็นสองสายจำนวน 160 ชิ้น/ลิตร (ภาพที่ 4.6)



ภาพที่ 4.6 ปริมาณไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

เมื่อนำผลการศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างน้ำคลองสำโรงไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น พบว่าปริมาณโดยเฉลี่ยของไมโครพลาสติกที่พบ คือ  $177 \pm 14.16$  ชิ้นต่อลิตร ซึ่งพบมากกว่าไมโครพลาสติกในเครือข่ายแม่น้ำในเมืองทั่วไปทางฝั่งตะวันออกของจีน 2.3-104.6 ชิ้นต่อลิตร (Yifan et al., 2022) และในแม่น้ำกรรมภูสี ของประเทศบังกลาเทศที่ไหลผ่านเมืองจิตตะกองลงสู่อ่าวเบงกอล พบไมโครพลาสติกในน้ำ 0.57-6.63 ชิ้นต่อลิตร (Jaker et al., 2022)

จากผลที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างเมื่อนำปริมาณของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละจุดมาเปรียบเทียบความแตกต่างในเชิงสถิติ ด้วยสถิติแบบ ANOVA พบว่าปริมาณของไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างนั้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95% ( $P\text{-value} > 0.05$ ) (ตารางที่ ผศ-1 ในภาคผนวก)



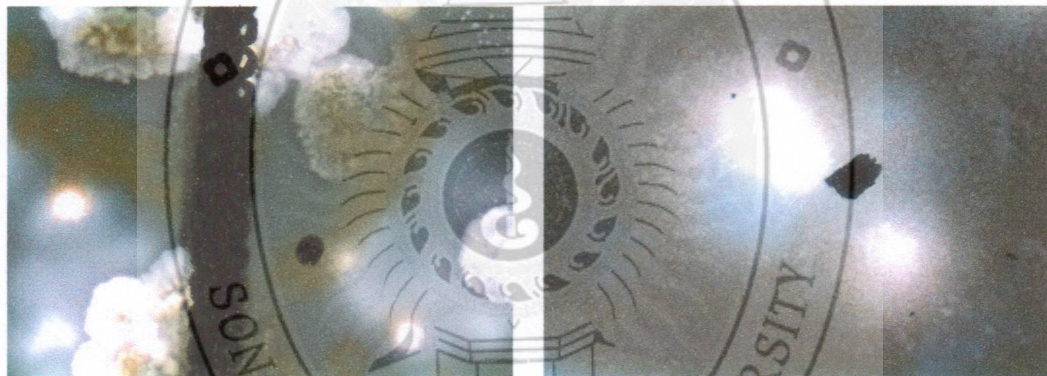
### 4.3 รูปร่างของไมโครพลาสติก

จากการศึกษารูปร่างลักษณะของไมโครพลาสติกในน้ำคลองสำโรงบริเวณพื้นที่ ตำบลเขารูปช้าง และตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา สามารถจำแนกรูปร่างลักษณะของไมโครพลาสติกที่พบได้ 5 รูปแบบ ได้แก่ เส้นใย ไร้รูปแบบ กลม แผ่น และแบบแท่ง (ภาพที่ 4.7)



(ก) รูปร่างเส้นใย

(ข) รูปร่างไร้รูปแบบ



(ค) รูปร่างกลม

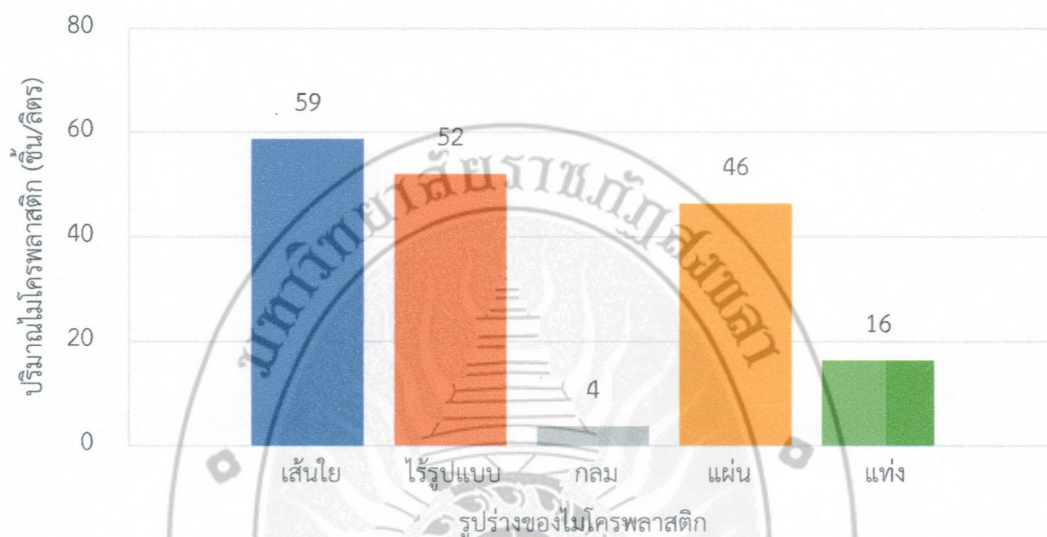
(จ) รูปร่างแผ่น



(ค) รูปร่างแท่ง

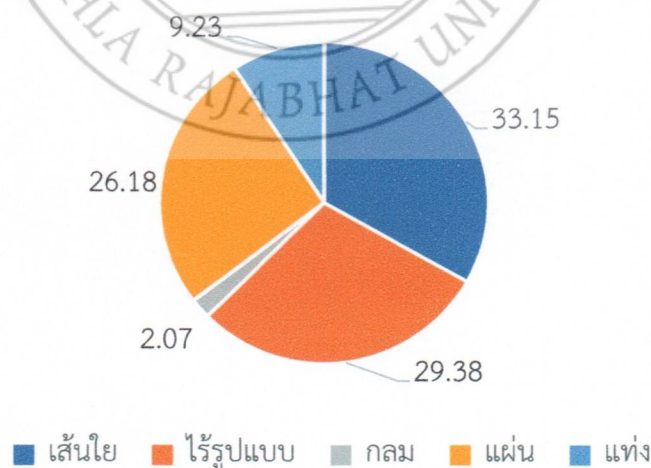
ภาพที่ 4.7 รูปร่างลักษณะของไมโครพลาสติก

จากผลการศึกษาพบว่า รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ รูปร่างแบบเส้นใย จำนวน 59 ชิ้น/ลิตร รองลงมาคือ ไร้รูปแบบ 52 ชิ้น/ลิตร แผ่น 46 ชิ้น/ลิตร แท่ง 16 ชิ้น/ลิตร ตามลำดับ และรูปร่างที่พบน้อยที่สุดคือรูปร่างกลม 4 ชิ้น/ลิตร (ภาพที่ 4.8) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างด้วยสถิติแบบ ANOVA พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95% ( $P\text{-value} < 0.05$ ) (ตารางที่ ผค-7 ในภาคผนวก ค)



ภาพที่ 4.8 ปริมาณของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละรูปร่าง

จากการศึกษารูปร่างลักษณะของไมโครพลาสติกในน้ำคลองสำโรง เมื่อนำผลที่ได้มาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ จะได้ปริมาณของไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นใย ร้อยละ 33.15, ไร้รูปแบบ ร้อยละ 29.38, กลม ร้อยละ 2.07, แผ่น ร้อยละ 26.18, และแบบแท่ง ร้อยละ 9.23 (ภาพที่ 4.9)



ภาพที่ 4.9 ร้อยละของปริมาณไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละรูปร่าง



ตารางที่ 4.1 ปริมาณไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

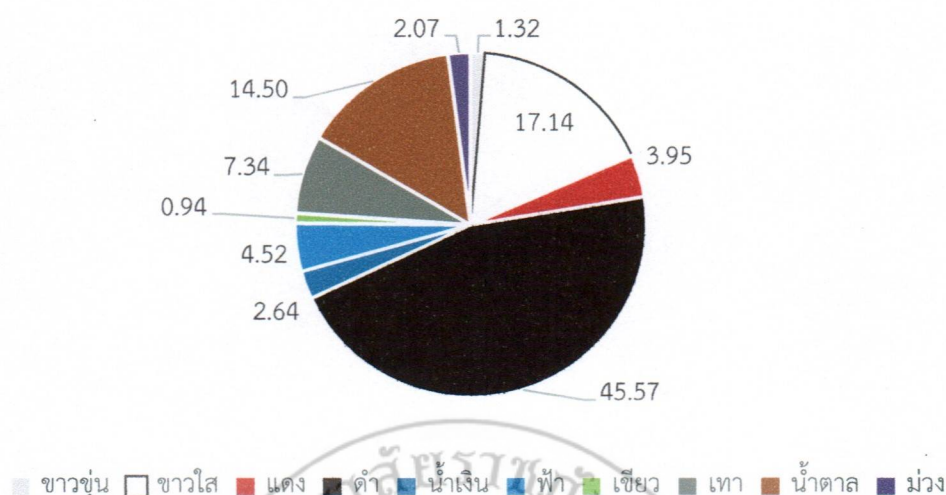
รูปร่าง	ปริมาณไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่าง (ชิ้นx5)							ร้อยละ
	S1	S2	S3	S4	S5	รวม	เฉลี่ย±SD	
เส้นใย	40	52	75	63	63	293	59±13.30	33.15
ไร้รูปแบบ	67	52	57	33	52	260	52±12.10	29.38
กลม	3	8	2	0	5	18	4±3.21	2.07
แผ่น	53	33	43	75	27	232	46±18.94	26.18
แท่ง	17	15	17	15	18	82	16±1.39	9.23
รวม	180	160	193	187	165	885	177±14.16	100

หมายเหตุ: SD หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากการศึกษาพบว่า รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ รูปร่างแบบเส้นใยจำนวน 59 ชิ้น/ลิตร ใกล้เคียงกับงานวิจัยไมโครพลาสติกบริเวณชายฝั่งทะเลของเกาะวิตเลู ประเทศฟิจิ ของ Dehm et al. (2020) ซึ่งพบรูปร่างไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุด คือ แบบเส้นใย และ รูปร่างไมโครพลาสติกของเครือข่ายแม่น้ำในเมืองทั่วไปทางฝั่งตะวันออกของจีน รูปร่างที่พบมากที่สุดคือ รูปร่างแบบเส้นใย และเศษไร้รูปแบบ Yifan et al., (2022) และงานวิจัยของ Wei et al., (2021) ที่ศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในแม่น้ำบารัมในรัฐซาราวัก พบไมโครพลาสติกชนิดไร้รูปแบบ คิดเป็น 67.8% ของไมโครพลาสติกทั้งหมด รองลงมาคือ เส้นใย

#### 4.4 สีของไมโครพลาสติก

จากการศึกษาสีของไมโครพลาสติกจากทั้งหมด 5 จุดเก็บตัวอย่าง พบสีของของไมโครพลาสติกทั้งหมด 10 สี ได้แก่ สีขาวขุ่น สีขาวใส สีแดง สีดำ สีน้ำเงิน สีฟ้า สีเขียว สีเทา สีน้ำตาล และสีม่วง ซึ่งจากการศึกษาสีของไมโครพลาสติกในครั้งนี้พบว่าสีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดได้แก่ สีดำ ร้อยละ 45.57, รองลงมาคือ สีขาวใส ร้อยละ 17.14, สีน้ำตาล ร้อยละ 14.50, สีเทา ร้อยละ 7.34, สีฟ้า ร้อยละ 4.52, สีแดง ร้อยละ 3.95, สีน้ำเงิน ร้อยละ 2.64, สีม่วง ร้อยละ 2.07, สีขาวขุ่น ร้อยละ 1.32 ตามลำดับ และสีที่พบน้อยที่สุดคือ สีเขียว ร้อยละ 0.94 (ภาพที่ 4.10)

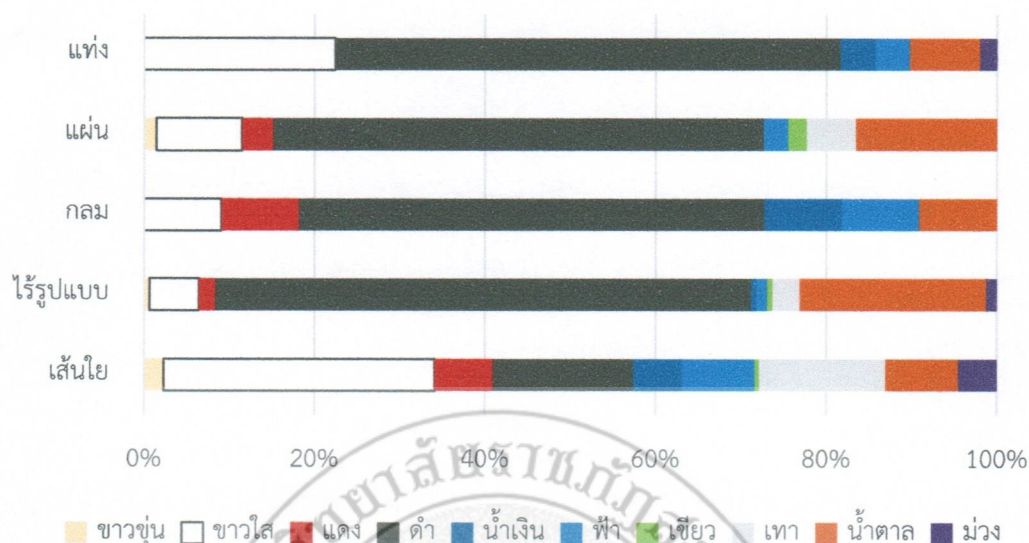


ภาพที่ 4.10 ร้อยละของสีที่พบบริเวณคลองสำโรง

เมื่อพิจารณาสีของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละรูปร่าง พบว่ารูปร่างแบบเส้นใยนั้นพบมากที่สุดคือ สีขาวใส ร้อยละ 31.82, รองลงมาคือ สีดำ ร้อยละ 16.48, สีเทา ร้อยละ 14.77, สีน้ำตาล และสีฟ้า ร้อยละ 8.52, สีแดง ร้อยละ 6.82, สีน้ำเงิน ร้อยละ 5.68, สีม่วง ร้อยละ 4.55 และ สีขาวขุ่น ร้อยละ 2.27 ตามลำดับ และสีที่พบน้อยที่สุดในรูปร่างแบบเส้นใยคือ สีเขียว ร้อยละ 0.57 สำหรับรูปร่างไร้รูปแบบสีที่พบมากที่สุดคือ สีดำ ร้อยละ 62.82 รองลงมาคือ สีน้ำตาล ร้อยละ 21.79, สีขาวใส ร้อยละ 5.77, สีเทา ร้อยละ 3.21, สีแดง ร้อยละ 1.92, สีฟ้า ร้อยละ 1.28, สีม่วง ร้อยละ 1.28, สีน้ำเงิน ร้อยละ 0.64, สีเขียว ร้อยละ 0.64 ตามลำดับ และสีที่พบน้อยที่สุดในรูปร่างไร้รูปแบบคือ สีขาวขุ่น ร้อยละ 0.64

รูปร่างกลม สีที่พบมากที่สุดคือ สีดำ ร้อยละ 54.55 และสีที่พบน้อยที่สุดในรูปร่างกลมคือ สีขาว สีแดง สีน้ำเงิน สีฟ้า สีน้ำตาล ร้อยละ 9.09, รูปร่างแผ่น สีที่พบมากที่สุดคือ สีดำ ร้อยละ 57.55 รองลงมาคือ สีน้ำตาล ร้อยละ 16.55, สีขาวใส ร้อยละ 10.07, สีเทา ร้อยละ 5.76, สีแดง ร้อยละ 3.60, สีฟ้า ร้อยละ 2.88 และสีเขียว ร้อยละ 2.16 ตามลำดับ สีที่พบน้อยที่สุดในรูปร่างแผ่นคือ สีขาวขุ่น ร้อยละ 1.44 รูปร่างแท่งสีที่พบมากที่สุดคือ สีแดง ร้อยละ 59.18 รองลงมาคือ สีขาวขุ่น ร้อยละ 22.45, สีเทา ร้อยละ 8.16, สีดำ ร้อยละ 4.08, สีน้ำเงิน ร้อยละ 4.08 ตามลำดับ และสีที่พบน้อยที่สุดในรูปร่างแท่งคือ สีน้ำตาล ร้อยละ 2.04 (ภาพที่ 4.11)





ภาพที่ 4.11 ร้อยละของสีไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละรูปร่าง

จากผลการศึกษาสีของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าสีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ และสีขาวใส ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Yifan et al., (2022) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของไมโครพลาสติกในเครือข่ายแม่น้ำในเมืองทั่วไปทางฝั่งตะวันออกของจีน สีที่พบมากที่สุดคือสีดำ และน้ำเงิน และการศึกษาของ Jaker et al. (2022) ศึกษาไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินของแม่น้ำกรรมภูติโดยไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีขาวใส และสีน้ำเงิน

#### 4.5 ขนาดของไมโครพลาสติก

จากการศึกษาขนาดของไมโครพลาสติกในน้ำคลองสำโรงบริเวณพื้นที่ ตำบลเขารูปช้าง และตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ได้ทำการแยกขนาดของไมโครพลาสติกในแต่ละรูปแบบ ได้แก่ รูปแบบเส้นใย ไร้รูปแบบ กลม แผ่น และแบบแท่ง โดยรูปแบบเส้นใย และแท่งวัดตามความยาวของรูปร่าง รูปร่างกลมวัดตามเส้นผ่านศูนย์กลาง รูปร่างแผ่น และไร้รูปแบบวัดตามวัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของรูปร่าง (หน่วยเป็นมิลลิเมตร) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ออกมาหา ค่าสูงสุด (max) ค่าต่ำสุด (min) ค่าเฉลี่ย (average) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ผลการศึกษาขนาดของไมโครพลาสติกในน้ำคลองสำโรงจากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 จุด (S1-S5) พบว่าจุด S1 มีขนาดไมโครพลาสติกขนาด 0.03-3.15 มิลลิเมตร ( $0.27 \pm 0.44$  มิลลิเมตร) จุด S2 พบไมโครพลาสติกขนาด 0.03-3.82 มิลลิเมตร ( $0.32 \pm 0.51$  มิลลิเมตร) จุด S3 พบไมโครพลาสติกขนาด 0.03-2.63 มิลลิเมตร ( $0.40 \pm 0.52$  มิลลิเมตร) จุด S4 พบไมโครพลาสติกขนาด 0.01-1.82 มิลลิเมตร ( $0.30 \pm 0.38$  มิลลิเมตร) จุด S5 พบไมโครพลาสติกขนาด 0.02-1.94 มิลลิเมตร ( $0.36 \pm 0.41$  มิลลิเมตร) (ตารางที่ 4.2)

#### ตารางที่ 4.2 ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละจุดเก็บ

จุดเก็บตัวอย่าง	ค่าต่ำสุด-สูงสุด (มิลลิเมตร)	ค่าเฉลี่ย±SD (มิลลิเมตร)
S1	0.03-3.15	0.27±0.44
S2	0.03-3.82	0.32±0.51
S3	0.03-2.63	0.40±0.52
S4	0.01-1.82	0.30±0.38
S5	0.02-1.94	0.36±0.41

หมายเหตุ: S1-S5 หมายถึง จุดเก็บไมโครพลาสติกในน้ำคลองสำโรงบริเวณพื้นที่ S1-S5

SD หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากข้อมูลใน ตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าขนาดของไมโครพลาสติกที่พบทั้งหมดนั้นมีขนาดอยู่ในช่วง 0.01-3.82 มิลลิเมตร และจากการศึกษาขนาดของไมโครพลาสติกในแต่ละรูปร่างที่พบในน้ำตัวอย่างคลองสำโรง พบว่ารูปร่างของไมโครพลาสติกแบบเส้นใย มีขนาดเฉลี่ยอยู่ที่  $0.75 \pm 0.12$  มิลลิเมตร ไร้รูปแบบ  $0.11 \pm 0.03$  มิลลิเมตร กลม  $0.09 \pm 0.02$  มิลลิเมตร แผ่น  $0.11 \pm 0.06$  มิลลิเมตร และแบบแท่ง  $0.16 \pm 0.05$  มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.3)

#### ตารางที่ 4.3 ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละรูปร่าง

รูปร่าง	ค่าต่ำสุด-สูงสุด (มิลลิเมตร)	ค่าเฉลี่ย±SD (มิลลิเมตร)
เส้นใย	0.01-3.82	0.75±0.12
ไร้รูปแบบ	0.02-0.69	0.11±0.03
กลม	0.04-0.15	0.09±0.02
แผ่น	0.03-0.79	0.11±0.06
แท่ง	0.05-0.53	0.16±0.05

หมายเหตุ: SD หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า รูปร่างของไมโครพลาสติกแบบเส้นใยที่มีขนาดที่ใหญ่ที่สุดนั้นมีขนาดใหญ่กว่าตะแกรงร้อนที่มีขนาดตาเพียง 1 มิลลิเมตร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปร่างแบบเส้นใยนั้นมีขนาดเล็ก แต่ยาว จนทำให้สามารถผ่านตะแกรงมาได้ ในขณะที่ร้อน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของขนาดไมโครพลาสติกในแต่ละรูปร่างแบบอื่นแล้ว พบว่าขนาดขนาดของไมโครพลาสติกอยู่ในช่วงไม่เกิน 1 มิลลิเมตร



จากผลการศึกษาปริมาณ รูปร่าง สี และขนาดของไมโครพลาสติก เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น พบว่าผลการวิจัยที่ได้ใกล้เคียงกับ การศึกษาไมโครพลาสติกของเครือข่ายแม่น้ำในเมืองทางฝั่งตะวันออกของจีน โดยพบปริมาณไมโครพลาสติกในเครือข่ายแม่น้ำเฉลี่ยอยู่ในช่วง  $2.3 \pm 1.2$  ถึง  $104.6 \pm 5.6$  ชิ้นต่อลิตร และมีการกระจายตัวของไมโครพลาสติกในบริเวณ ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งพบว่ามีปริมาณไมโครพลาสติกสูงในพื้นที่เชิงพานิชย์อุตสาหกรรม ร้านค้า คลองในเขตเมือง และพื้นที่ชนบท โดย 78.2 เปอร์เซ็นต์ ของไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กกว่า 330 ไมโครเมตร สีที่พบมากที่สุดคือสีดำ และรูปร่างที่พบมากที่สุดคือรูปร่างแบบเส้นใย และไร้รูปแบบ (Yifan et al., 2022) และงานวิจัยของ Jaker et al. (2022) ที่ศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกของแม่น้ำกรรมภูติ ที่ไหลผ่านเมืองจิดตะกองลงสู่อ่าวเบงกอลในประเทศบังกลาเทศ ได้ศึกษาไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินของแม่น้ำกรรมภูติ รูขนาดของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุด คือขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร และยังมีงานวิจัยของ Wei., (2021) ที่ พบไมโครพลาสติกในแม่น้ำบารัม เป็นแม่น้ำสายที่ใหญ่ที่สุดสายหนึ่งในรัฐซาราวัก ซึ่งมีอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มากมายตั้งอยู่ริมแม่น้ำ โดยขนาดไมโครพลาสติกที่พบในแม่น้ำบารัมคือ 0.3–1 มิลลิเมตร นอกจากนี้ในงานวิจัยของ Dehm et al. (2020) ได้เปรียบเทียบลักษณะของไมโครพลาสติก บริเวณชายฝั่งทะเลของเกาะ วีดิลู ประเทศฟีจี ทั้งและชนบท โดย ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบ คือ พื้นที่เมือง 0.5 – 0.9 และพื้นที่ชนบท 1.0 – 1.4 มิลลิเมตร

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การสำรวจปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างน้ำคลองสำโรง ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำในวันที่ 1 พฤศจิกายน 2564 ทั้งหมด 5 จุดเก็บตัวอย่างได้แก่ S1 ต้นน้ำ S2 บริเวณที่คลองแยกเป็นสองสาย S3 บริเวณปากคลองฝั่งทะเลอ่าวไทย S4 บริเวณแหล่งชุมชน และ S5 บริเวณปากคลองฝั่งทะเลสาบสงขลา ได้ทำศึกษาทั้งหมด 4 พารามิเตอร์ได้แก่ ปริมาณ ขนาด รูปร่าง และสีของไมโครพลาสติกโดยมีรายละเอียดดังนี้

##### 5.1.1 ปริมาณของไมโครพลาสติก

ในการหาปริมาณของไมโครพลาสติก เก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 จุด เมื่อทำการวิเคราะห์ตัวอย่างทั้งหมด พบว่าปริมาณของไมโครพลาสติกทั้งหมดเฉลี่ย  $177 \pm 14.16$  ชิ้น/ลิตร โดยจุดที่พบไมโครพลาสติกน้อยที่สุดคือ S2 บริเวณที่คลองแยกเป็นสองสายจำนวน 160 ชิ้น/ลิตร ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่ลำคลองมีลักษณะกว้าง และมีบ้านเรือนที่ติดริมคลองน้อย จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้พบปริมาณไมโครพลาสติกน้อยที่สุด และจุดที่มีปริมาณไมโครพลาสติกสูงที่สุดคือ S3 บริเวณปากคลองฝั่งทะเลอ่าวไทย จำนวน 193 ชิ้น/ลิตร เนื่องจากบริเวณดังกล่าวอยู่ติดกับทะเล และเป็นพื้นที่แหล่งชุมชน อีกทั้งบริเวณดังกล่าวยังเป็นพื้นที่จอดเรือและการทำประมง จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้พบปริมาณไมโครพลาสติกสูงที่สุด

##### 5.1.2 รูปร่างของไมโครพลาสติก

จากการศึกษารูปร่างลักษณะของไมโครพลาสติกในน้ำคลองสำโรง โดยสามารถจำแนกรูปร่างลักษณะของไมโครพลาสติกที่พบได้ 5 รูปแบบ ได้แก่ เส้นใย ไร้รูปแบบ กลม แผ่น และแบบแท่ง จากผลการศึกษาพบว่า รูปร่างของไมโครพลาสติกแบบเส้นใยเป็นรูปร่างที่พบมากที่สุดอยู่ที่ ร้อยละ 33.15 และพบมากที่สุดบริเวณจุด S3 เป็นจุดที่ติดกับทะเล และพื้นที่ทำประมง ไมโครพลาสติกแบบเส้นใยที่พบมากที่สุดบริเวณนี้ จึงอาจเกิดจากอวนดักปลา รongลงมาคือรูปร่างไร้รูปแบบ ร้อยละ 29.38 แบบแผ่น ร้อยละ 26.18 และแบบแท่ง ร้อยละ 9.23 ตามลำดับ ในส่วนของรูปร่างที่พบน้อยที่สุดคือรูปร่างกลม ร้อยละ 2.07



### 5.1.3 สีของไมโครพลาสติก

จากการศึกษาสีของไมโครพลาสติกจากทั้งหมด 5 จุดเก็บตัวอย่างพบสีของของไมโครพลาสติกทั้งหมด 10 สี ได้แก่ สีขาวขุ่น สีขาวใส สีแดง สีดำ สีน้ำเงิน สีฟ้า สีเขียว สีเทา สีน้ำตาล และ สีม่วง ซึ่งจากการศึกษาสีของไมโครพลาสติกในครั้งนี้พบว่าสีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุด ได้แก่ สีดำ ร้อยละ 45.57 รองลงมาคือสีขาวใส ร้อยละ 17.14 สีน้ำตาล ร้อยละ 14.50 สีเทา ร้อยละ 7.34 สีฟ้า ร้อยละ 4.52 สีแดง ร้อยละ 3.95 สีน้ำเงิน ร้อยละ 2.64 สีม่วง ร้อยละ 2.07 และสีขาวขุ่น ร้อยละ 1.32 ตามลำดับ และสีที่พบน้อยที่สุดคือ สีเขียว ร้อยละ 0.94

### 5.1.4 ขนาดของไมโครพลาสติก

การศึกษาขนาดของไมโครพลาสติกที่พบทั้งหมดนั้นมีขนาดอยู่ในช่วง 0.01-3.15 มิลลิเมตร โดยจุดที่พบขนาดของไมโครพลาสติกเล็กที่สุดคือจุดที่ S4 ขนาด 1.82 มิลลิเมตร และจุดที่พบ ขนาดของไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ที่สุดคือจุด S2 ขนาด 3.82 มิลลิเมตร และจากการศึกษาขนาดของไมโครพลาสติกในแต่ละรูปร่างที่พบ พบว่ารูปร่างที่เล็กที่สุดคือ รูปร่างกลม เฉลี่ยอยู่ที่  $0.09 \pm 0.02$  มิลลิเมตร เนื่องจากในการวัดขนาดของไมโครพลาสติกรูปร่างแบบทรงกลมนั้นวัดจากเส้นผ่านศูนย์กลาง ซึ่งรูปร่างแบบวงกลมนั้นมีขนาดเท่ากันทุกด้าน ไม่ได้มีส่วนใด หรือด้านใดที่กว้างกว่าด้านอื่น จึงอาจทำให้เมื่อวัดขนาดออกมาได้ขนาดเล็กที่สุด ในส่วนของรูปร่างของไมโครพลาสติกที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือรูปร่างแบบเส้นใยเฉลี่ยอยู่ที่  $0.75 \pm 0.12$  มิลลิเมตร เนื่องจากในการวัดขนาดของไมโครพลาสติกรูปร่างแบบเส้นใยนั้น วัดตามความยาวของเส้นใย จึงทำให้มีขนาดใหญ่ที่สุด

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปริมาณของไมโครพลาสติกในน้ำคลองสำโรงบริเวณพื้นที่ตำบลเขารูปช้าง และ ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา พบว่าแหล่งน้ำดังกล่าวนี้มีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก และจากการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- 1) ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในลักษณะทางเคมีของไมโครพลาสติก เพื่อให้สามารถจำแนกชนิดไมโครพลาสติกได้แม่นยำยิ่งขึ้น
- 2) ควรศึกษาสารเคมี หรือสารปนเปื้อนที่อยู่ในไมโครพลาสติกที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
- 3) ควรมีการศึกษาการเกิดไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่าง และแต่ละสีว่า มีแหล่งกำเนิดมาจากขยะพลาสติกชนิดใดเพื่อนำไปสู่แนวทางการรับมือ และป้องกันการเกิดของไมโครพลาสติกชนิดนั้น ๆ ต่อไป

## บรรณานุกรม

- กนกวรรณ เนตรสิงแสง. (2563). การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินและปลาในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจังหวัดนครสวรรค์. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กรีนพีซ. (2563). เมื่อพลาสติกย้อนกลับมาในห่วงโซ่อาหารและซ่อนอยู่ในวัตถุที่เรากิน. (Online). <https://www.greenpeace.org/thailand/story/17717/plastic-3-everyday-food-that-contain-microplastic>, 23 มิถุนายน 2565
- กรมควบคุมมลพิษ. (2564). รายงานนโยบายการลดและคัดแยกขยะมูลฝอยในหน่วยงานภาครัฐ. (Online). <https://kuza.me/RmdGP>, 28 มิถุนายน 2563
- ณิชา เวชพานิช. (2563). เรื่องสุขภาพที่เราลืมป้องกัน. (Online). <https://greennews.agency/>, 17 พฤษภาคม 2565.
- บีบีซีนิวส์. (2561). พบไมโครพลาสติกในตัวกุ้ง. (Online). <https://www.bbc.com/thai/International-43408004>, 15 พฤษภาคม 2565
- ทัศนธร ภูมิฤทธิ์. (2565). ขยะพลาสติก. (Online). <https://www.onep.go.th>, 4 เมษายน 2565
- วารกรณ์ สามโกเศศ. (2561). ขยะพลาสติกคืออันตราย. (Online). <https://thaipublica.org/2018/09/varakorn-263>, 1 พฤศจิกายน 2563
- ศีลารุฑ ดำรงศิริ และ เพ็ญศรี จันทร์ภักดิ์. (2562). ไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำจืดและแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค. *วารสารสิ่งแวดล้อม*, ปีที่ 23 (ฉบับที่ 2). (Online). <http://www.ej.eric.chula.ac.th/> 13 กันยายน 2563
- ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (2561). พลาสติกคืออะไร. อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย. (Online). <https://www.mtec.or.th/home-2/what-is-plastic/>, 29 มิถุนายน 2565
- สุกฤตา ปุณยอุปพัทธ์ และประสงค์สม ปุณยอุปพัทธ์. (2562). ไมโครพลาสติก : จุดกำเนิดของผลกระทบ ต่อสิ่งแวดล้อม การปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและ วิธีการจัดการ. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม*, ปีที่ 15 (ฉบับที่ 2). (Online). so02. Thaijo.org. 13 กันยายน 2563



## บรรณานุกรม (ต่อ)

- สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน และคณะเทคโนโลยีทางทะเลมหาวิทยาลัยบูรพา. ( 2557). การสำรวจและจำแนกตัวอย่างขยะทะเลประเภทไมโครพลาสติก. รายงานผลการวิจัย. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์. (2563). ห่วงโซ่ไมโครพลาสติกอาหาร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (Online). <https://erdi.cmu.ac.th/?p=3110>, 23 มิถุนายน 2565
- สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ, อาทิตย์ เพ็ชรรักษ์, เจริญยุคต์ โล่ห์วัชรินทร์, จงรักษ์ ผลประเสริฐ. (2562) มลสารไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำเสียดิบและระบบบำบัดน้ำเสีย. *วารสารสิ่งแวดล้อม*, ปีที่ 23 (ฉบับที่1). (Online). <https://www.ej.eric.chula.ac.th/content/6109/59>, 1 พฤศจิกายน 2563
- สุธีมนต์ คำคุ้ม. (2565). ไมโครพลาสติก ภัยร้ายล่องหน มันคืออะไรและอันตรายมากไหม?. (Online). <https://www.springnews.co.th/spring-life/823042>, 14 กันยายน 2565
- สมาคมพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2563). การใช้พลาสติกในประเทศ. (Online). <https://adeq.or.th/knowledge-about-plastic-04/>, 17 พฤษภาคม 2565.
- สมิตานัน หงสตา. (2562). ขยะพลาสติก: นักวิจัยศูนย์ฯ ทะเล จ.ตรัง พบไมโครพลาสติกในกระเพาะปลา. (Online). <https://www.bbc.com/thai/thailand-49671448>, 1 พฤศจิกายน 2563
- หาดใหญ่ โฟกัส. (2563). เรื่องราวในหาดใหญ่. (Online). <https://www.hatyaifocus.com>, 5 พฤศจิกายน 2563
- องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาาสตร์แห่งชาติ. (2565). ขยะพลาสติกในส่วนลึกที่สุดของมหาสมุทร. กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (Online). <https://www.nsm.or.th/nsm/th/node/14095>, 23 มิถุนายน 2565
- Barrows, A. P., W., Neumann, C. A., Berger, M. L. and Shaw S, D. (2017). Grab vs. neuston tow net: a microplastic sampling performance comparison and possible advances in the field. *Analytical methods*. 9:1446.

### บรรณานุกรม (ต่อ)

- Suwanna, K. B., Phyo, Z. O., Narin, B., Shuhei, T., Shigeo, F. (2021). Horizontal variation of microplastics with tidal fluctuation in the Chao Phraya River Estuary, Thailand. *Marine Pollution Bulletin*, 173, Part A, 112933
- Wei, S. C., Tony, H., Adhi, Y., Kuok, D. T., Faizuan, A., Muhammad, S., Dunia, A. F. and Amal, M. M. (2021). Characterization of microplastics in the water and sediment of Baram River estuary, Borneo Island. *Marine Pollution Bulletin*, 172, 112880.
- Dehm, J., Sing, S., Ferreira, M., and Piovano, S. (2020). Microplastics in subsurface coastal waters along the southern coast of Viti Levu in Fiji, South Pacific. *Marine Pollution Bulletin*, 156, 111239.
- Di, M. and Wang, J. (2018). Microplastics in surface waters and sediments of the Three Gorges Reservoir, China. *Science of the Total Environment*, 616-617, 1620-1627.
- Yifan, F., Jinglan, Z., Ligang, D., Wenxin, R., Qiji, Z., Tong, L. and Xin. Q. (2022). Spatiotemporal dynamics of microplastics in an urban river network area. *Water Research*, 212, 118116.
- Ostin, G., Saldarriaga, F. J., Espinosa, F. L., Patiño, D. A., Cusba, J., Canals, M., Mejía, K., Fragozo, L., Sáenz, S., Córdoba, T., and Thiel, M. (2022). Microplastic pollution in water, sediments and commercial fish species from Ciénaga Grande de Santa Marta lagoon complex, Colombian Caribbean. *Science of The Total Environment*, 829, 154643.



## บรรณานุกรม (ต่อ)

- Google Earth. (2022).แผนที่ตำบลเขารูปช้าง และตำบลบ่อยาง. (Online). <https://earth.google.com/web/search/แผนที่ตำบลเขารูปช้างและตำบลบ่อยาง>, June 29, 2020.
- Jaker, H., Sheikh, A., Farjina, A., Nabila, N., Atikur, R., Mohammad, N. A. S., Mostafa, M., Mohammad, S. N. C., Shan, J., Shi, Huahong, S. and Jing, Z. (2022). Surface water, sediment, and biota: The first multi- compartment analysis of microplastics in the Karnafully river, Bangladesh. *Marine Pollution Bulletin*, 180, 113820.
- Xi, J., Xindi, F., Wenjing, L. and Hongtao, W. (2022). Fugitive release and influencing factors of microplastics in urbanized watersheds: A case study of the central area of Suzhou City. *Science of The Total Environment*, 837, 155653.
- 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-48). Maryland: NOAA Marine Debris Division.
- NOAA. (2014). *An Educators Guide to Marine Debris.* (Online).<https://marinedebris.noaa.gov/educators-guide-marine-debris>, 12, 2022
- Tanu, S., Neusa, F., Vivek, D., Marta, M., Anushree, M. and Arun, K. (2022). Implication of microplastic toxicity on functioning of microalgae in aquatic system. *Environmental Pollution*, 308, 119626.
- Qiujin, X., Ronglinan, X., Mingdong, S., Yiyao, G. & Lihui, A. (2020). Microplastics in sediments from an interconnected river-estuary region. *Science of The Total Environment*, 729, 139025.



ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ





1) ค้นหาพิกัดจุดเก็บตัวอย่าง โดยใช้เครื่อง GPS



2) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ที่มีความลึกไม่เกิน 45 เซนติเมตร



3) แต่ละจุดเก็บ 3 ซ้ำ ห่างกัน 50 เซนติเมตร



4) เก็บตัวอย่างใส่ขวดโหล และ ปิดปากขวดด้วยอลูมิเนียมฟอยล์

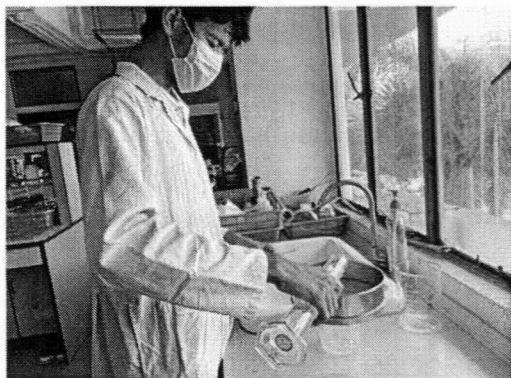


5) ผสมน้ำตัวอย่างในแต่ละซ้ำของ แต่ละจุดในถังสแตนเลส



6) เทกลับใส่ขวดโหลแล้วนำไปเก็บรักษาที่ อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์

ภาพที่ ผก-1 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำ



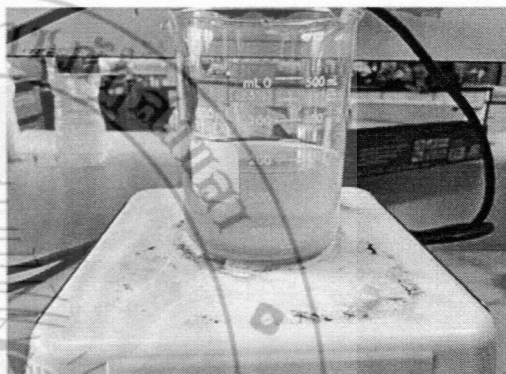
1) นำตัวอย่างที่ผสมแล้วมากรองผ่านตะแกรงขนาดตา 1 มิลลิเมตร ปริมาตร 200 มิลลิลิตร



2) เติมสาร  $\text{FeSO}_4$  เข้มข้น 0.05 โมลลาร์ 20 มิลลิลิตร



3) เติมสาร 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$  20 มิลลิลิตร



4) นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที



5) เติม  $\text{NaCl}$  6 กรัม ต่อตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร



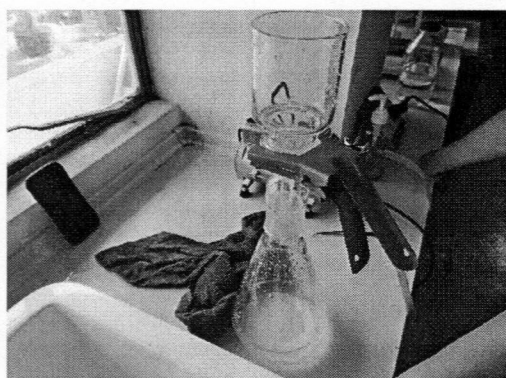
6) ปิดด้วยอลูมิเนียมฟอยล์  
ทิ้งให้ตกตะกอน 1 คืน

ภาพที่ ผก-2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่าง





7) แยกส่วนใสออกจากตะกอน



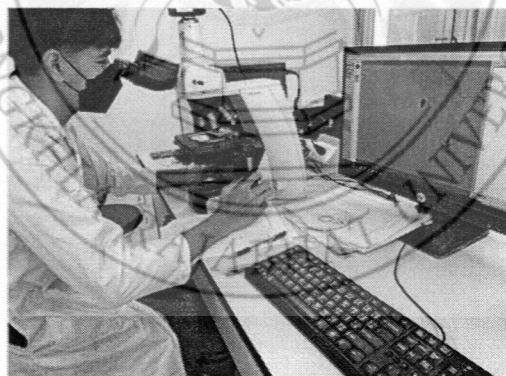
8) นำไปกรองผ่านกระดาษกรอง cellulose nitrate ขนาด 0.45 ไมโครเมตร



9) นำกระดาษกรองไปอบที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง



10) จัดเก็บใส่ภาชนะที่จัดเตรียมไว้



11) นำไปส่งด้วยกล่องจุลทรรศน์

ภาพที่ ผก-2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่าง (ต่อ)



ภาคผนวก ข  
ตารางวิเคราะห์ผลการทดลอง



ตารางที่ ผข-1 ปริมาณของไมโครพลาสติกรูปร่างต่าง ๆ เฉลี่ยที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง  
(จากน้ำตัวอย่าง 200 มิลลิลิตร)

รูปร่าง	ปริมาณของไมโครพลาสติกเฉลี่ย (ชิ้น/200 มิลลิลิตร)					รวม (ชิ้น)
	S1	S2	S3	S4	S5	
เส้นใย	8	10	15	13	13	59
ไร้รูปแบบ	13	10	11	7	10	52
กลม	1	2	0	0	1	4
แผ่น	11	7	9	15	5	46
แท่ง	3	3	3	3	4	16
รวม	36	32	39	37	33	177

ตารางที่ ผข-2 ปริมาณของไมโครพลาสติกรูปร่างต่าง ๆ เฉลี่ยที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง  
(จากน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร)

รูปร่าง	ปริมาณของไมโครพลาสติกเฉลี่ย (ชิ้น/ลิตร)					รวม (ชิ้น)
	S1	S2	S3	S4	S5	
เส้นใย	40	52	75	63	63	293
ไร้รูปแบบ	67	52	57	33	52	260
กลม	3	8	2	0	5	18
แผ่น	53	33	43	75	27	232
แท่ง	17	15	17	15	18	82
รวม	180	160	193	187	165	885

ตารางที่ ผข-3 ปริมาณของไมโครพลาสติกสีต่าง ๆ เฉลี่ยที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง  
(จากน้ำตัวอย่าง 200 มิลลิลิตร)

สี	ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย (ชิ้น/200 มิลลิลิตร)					รวม (ชิ้น)
ขาวขุ่น	0.33	0.00	1.33	0.67	0.00	2
ขาวใส	1.33	7.67	6.00	6.00	9.33	30
แดง	0.67	0.67	2.67	1.67	1.33	7
ดำ	21.00	11.33	15.67	17.33	15.33	81
น้ำเงิน	1.67	0.67	1.00	0.67	0.67	5
ฟ้า	0.33	2.67	2.33	0.67	2.00	8
เขียว	0.00	0.00	1.33	0.33	0.00	2
เทา	2.33	5.00	1.33	3.00	1.33	13
น้ำตาล	7.33	4.00	6.33	5.67	2.33	26
ม่วง	1.00	0.00	0.67	1.33	0.67	4
รวม	36	32	39	37	33	177

ตารางที่ ผข-4 ปริมาณของไมโครพลาสติกสีต่าง ๆ เฉลี่ยที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง  
(จากน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร)

สี	ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย (ชิ้น/ลิตร)					รวม (ชิ้น)
ขาวขุ่น	2	0	7	3	0	12
ขาวใส	7	38	30	30	47	152
แดง	3	3	13	8	7	35
ดำ	105	57	78	87	77	403
น้ำเงิน	8	3	5	3	3	23
ฟ้า	2	13	12	3	10	40
เขียว	0	0	7	2	0	8
เทา	12	25	7	15	7	65
น้ำตาล	37	20	32	28	12	128
ม่วง	5	0	3	7	3	18
รวม	180	160	193	187	165	885



ตารางที่ ผข-5 ปริมาณของไมโครพลาสติกสีต่าง ๆ เฉลี่ยที่พบในแต่ละรูปร่าง (จากน้ำตัวอย่าง 200 มิลลิลิตร)

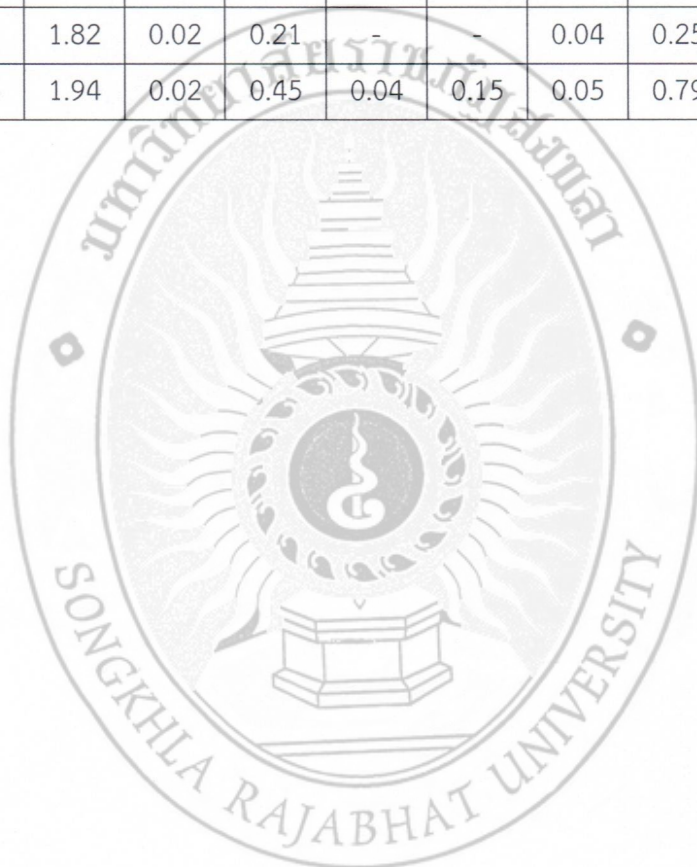
สี	รูปร่างที่พบเฉลี่ย (ชิ้น/200 มิลลิลิตร)					รวม (ชิ้น)
	เส้นใย	ไร้รูปแบบ	กลม	แผ่น	แท่ง	
ขาวขุ่น	1	0	0	1	0	2
ขาวใส	19	3	0	5	4	30
แดง	4	1	0	2	0	7
ดำ	10	33	2	27	10	81
น้ำเงิน	3	0	0	0	1	5
ฟ้า	5	1	0	1	1	8
เขียว	0	0	0	1	0	2
เทา	9	2	0	3	0	13
น้ำตาล	5	11	0	8	1	26
ม่วง	3	1	0	0	0	4
รวม	59	52	4	46	16	177

ตารางที่ ผข-6 ปริมาณของไมโครพลาสติกสีต่าง ๆ เฉลี่ยที่พบในแต่ละรูปร่าง (จากน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร)

สี	รูปร่างที่พบเฉลี่ย (ชิ้น/ลิตร)					รวม (ชิ้น)
	เส้นใย	รวม (ชิ้น)	กลม	แผ่น	แท่ง	
ขาวขุ่น	7	2	0	3	0	12
ขาวใส	93	15	2	23	18	152
แดง	20	5	2	8	0	35
ดำ	48	163	10	133	48	403
น้ำเงิน	17	2	2	0	3	23
ฟ้า	25	3	2	7	3	40
เขียว	2	2	0	5	0	8
เทา	43	8	0	13	0	65
น้ำตาล	25	57	2	38	7	128
ม่วง	13	3	0	0	2	18
รวม	293	260	18	232	82	885

ตารางที่ ผข-7 ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละรูปแบบ (มิลลิเมตร)

จุดเก็บ	ขนาดที่พบในแต่ละรูปแบบ (มิลลิเมตร)									
	เส้นใย		ไร้รูปแบบ		กลม		แผ่น		แท่ง	
	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
S1	0.13	3.15	0.03	0.69	0.11	0.15	0.03	0.63	0.05	0.50
S2	0.09	3.82	0.03	0.53	0.04	0.11	0.03	0.20	0.05	0.30
S3	0.14	0.14	0.03	0.31	0.04	0.04	0.03	0.51	0.05	0.53
S4	0.01	1.82	0.02	0.21	-	-	0.04	0.25	0.05	0.30
S5	0.13	1.94	0.02	0.45	0.04	0.15	0.05	0.79	0.06	0.23







ภาคผนวก ค  
การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ ผค-1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย (ANOVA Single-factor) การเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

SUMMARY							
Groups	Count	Sum	Average	Variance			
S1	5.00	180.00	36.00	674.44			
S2	5.00	160.00	32.00	406.11			
S3	5.00	193.33	38.67	879.72			
S4	5.00	186.67	37.33	1000.83			
S5	5.00	165.00	33.00	576.94			
ANOVA							
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit	
Between Groups	160.44	4.00	40.11	0.06	0.99	2.87	
Within Groups	14152.22	20.00	707.61				
Total	14312.67	24.00					

ค่า (P-value) > 0.05 แสดงให้เห็นว่าปริมาณของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (95%)



ตารางที่ ผค-2 การวิเคราะห์ทางสถิติด้วย (t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances) การเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างแบบกลุ่มของจุด S1 กับจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances								
	S1	S2	S1	S3	S1	S4	S1	S5
Mean	21.6	19.2	21.6	23.2	21.6	22.4	21.6	19.8
Variance	242.	146.	242.	316.	242.	360.	242.	207.
Observations	80	20	80	70	80	30	80	70
Hypothesized Mean Difference	0	0	0	0	0	0	0	0
df	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
t Stat	0.27		-0.15		-0.07		0.19	
P(T<=t) one-tail	0.40		0.44		0.47		0.43	
t Critical one-tail	2.55		2.55		2.55		2.55	
P(T<=t) two-tail	0.79		0.88		0.94		0.85	
t Critical two-tail	3.00		3.00		3.00		3.00	

จากการจับกลุ่มเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณไมโครพลาสติกในจุด S1 กับจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด พบว่าค่า (P-value) > 0.05 แสดงให้เห็นว่าปริมาณของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (95%)

ตารางที่ ผค-3 การวิเคราะห์ทางสถิติด้วย (t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances) การเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างแบบกลุ่มของจุด S2 กับจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances								
	S2	S1	S2	S3	S2	S4	S2	S5
Mean	19.20	21.60	19.20	38.67	19.20	22.40	19.20	19.80
	146.2	242.8	146.2	1688.6	146.2	360.3	146.2	207.7
Variance	0	0	0	7	0	0	0	0
Observations	5.00	5.00	5.00	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Hypothesized Mean Difference	0.00		0.00		0.00		0.00	
df	8.00		6.00		7.00		8.00	
t Stat	0.27		-1.10		-0.32		-0.07	
P(T<=t) one-tail	0.40		0.16		0.38		0.47	
t Critical one-tail	2.55		2.73		2.63		2.55	
P(T<=t) two-tail	0.79		0.31		0.76		0.94	
t Critical two-tail	3.00		3.27		3.11		3.00	

จากการจับกลุ่มเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณไมโครพลาสติกในจุด S2 กับจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด พบว่าค่า (P-value) > 0.05 แสดงให้เห็นว่าปริมาณของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (95%)



ตารางที่ ผค-4 การวิเคราะห์ทางสถิติด้วย (t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances) การเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างแบบกลุ่มของจุด S3 กับจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances								
	S3	S1	S3	S2	S3	S4	S3	S5
Mean	23.2	21.6		19.2	23.2	22.4	23.2	19.8
	0	0	38.67	0	0	0	0	0
Variance	316.	242.	1688.	146.	316.	360.	316.	207.
	70	80	67	20	70	30	70	70
Observations	5.00	5.00	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Hypothesized Mean Difference	0.00		0.00		0.00		0.00	
df	8.00		6.00		8.00		8.00	
t Stat	-0.15		-1.10		0.07		0.33	
P(T<=t) one-tail	0.44		0.16		0.47		0.37	
t Critical one-tail	2.55		2.73		2.55		2.55	
P(T<=t) two-tail	0.88		0.31		0.95		0.75	
t Critical two-tail	3.00		3.27		3.00		3.00	

จากการจับกลุ่มเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณไมโครพลาสติกในจุด S3 กับจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด พบว่าค่า (P-value) > 0.05 แสดงให้เห็นว่าปริมาณของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (95%)

ตารางที่ ผค-5 การวิเคราะห์ทางสถิติด้วย (t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances) การเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างแบบกลุ่มของจุด S4 กับจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances								
	S4	S1	S4	S2	S4	S3	S4	S5
	22.4	21.6	22.4	19.2	22.4	23.2	22.4	19.8
Mean	0	0	0	0	0	0	0	0
	360.	242.	360.	146.	360.	316.	360.	207.
Variance	30	80	30	20	30	70	30	70
Observations	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Hypothesized Mean Difference	0.00		0.00		0.00		0.00	
df	8.00		7.00		8.00		7.00	
t Stat	-0.07		-0.32		0.07		0.24	
P(T<=t) one-tail	0.47		0.38		0.47		0.41	
t Critical one-tail	2.55		2.63		2.55		2.63	
P(T<=t) two-tail	0.94		0.76		0.95		0.81	
t Critical two-tail	3.00		3.11		3.00		3.11	

จากการจับกลุ่มเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณไมโครพลาสติกในจุด S4 กับจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด พบว่าค่า (P-value) > 0.05 แสดงให้เห็นว่าปริมาณของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (95%)



ตารางที่ ผค-6 การวิเคราะห์ทางสถิติด้วย (t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances) การเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างแบบกลุ่มของจุด S5 กับจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances								
	S5	S1	S5	S2	S5	S3	S4	S5
Mean	19.8	21.6	19.8	19.2	19.8	23.2	22.4	19.8
Variance	207.70	242.80	207.70	146.20	207.70	316.70	360.30	207.70
Observations	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Hypothesized Mean Difference	0.00		0.00		0.00		0.00	
df	8.00		8.00		8.00		7.00	
t Stat	0.19		-0.07		0.33		0.24	
P(T<=t) one-tail	0.43		0.47		0.37		0.41	
t Critical one-tail	2.55		2.55		2.55		2.63	
P(T<=t) two-tail	0.85		0.94		0.75		0.81	
t Critical two-tail	3.00		3.00		3.00		3.11	

จากการจับกลุ่มเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณไมโครพลาสติกในจุด S5 กับจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมดพบว่าค่า (P-value) > 0.05 แสดงให้เห็นว่าปริมาณของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (95%)

ตารางที่ ผช-7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย (ANOVA Single-factor) การเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในแต่ละรูปร่าง

SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
เส้นใย	5	293.3333	58.66667	176.9444		
ไร้รูปแบบ	5	260	52	146.3889		
กลม	5	18.33333	3.666667	10.27778		
แผ่น	5	231.6667	46.33333	358.8889		
แท่ง	5	81.66667	16.33333	1.944444		

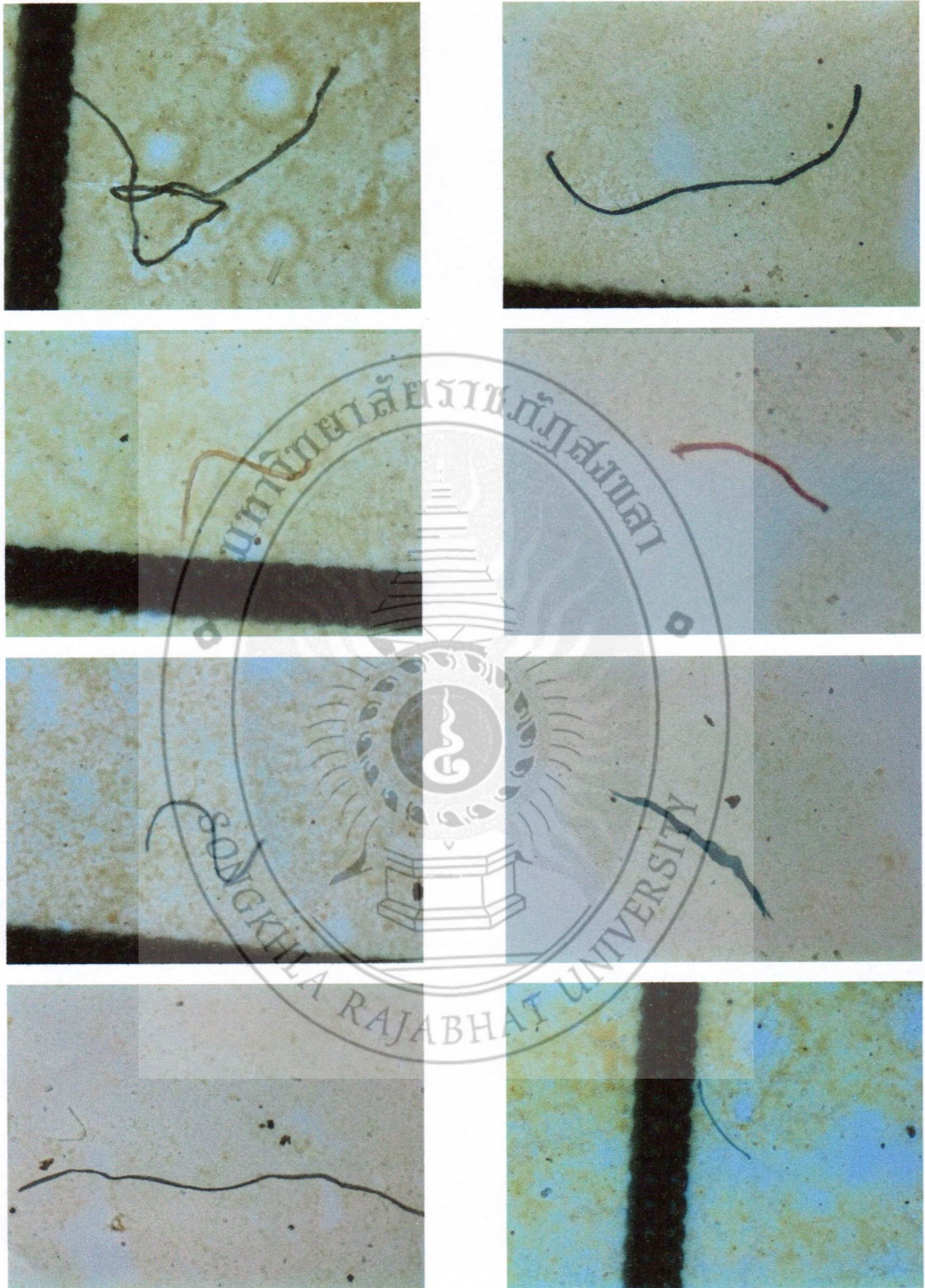
  

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	11534.89	4	2883.722	20.7628	7E-07	2.866081
Within Groups	2777.778	20	138.8889			
Total	14312.67	24				

ค่า (P-value) < 0.05 แสดงให้เห็นว่าปริมาณของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละรูปร่างนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (95%)

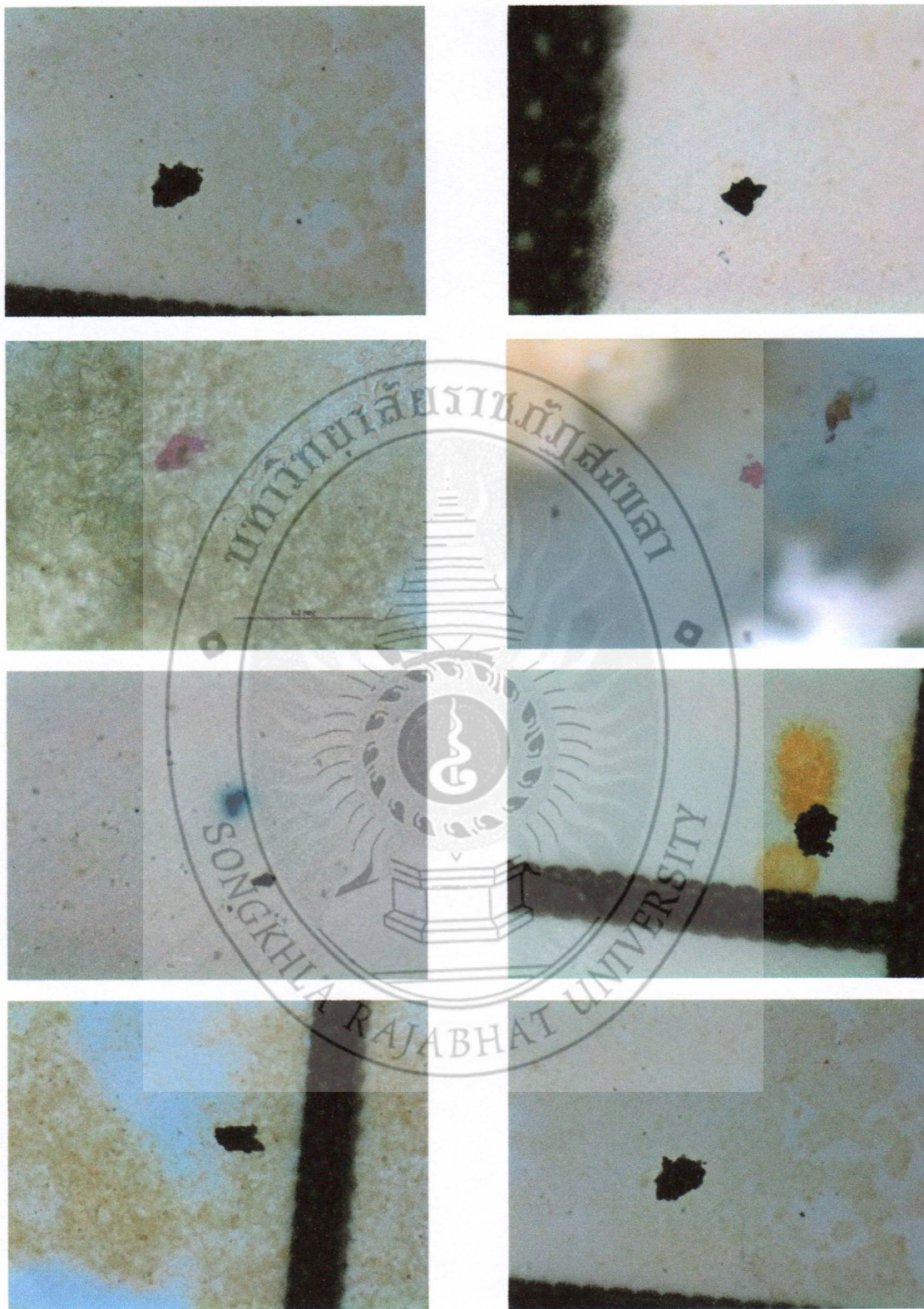






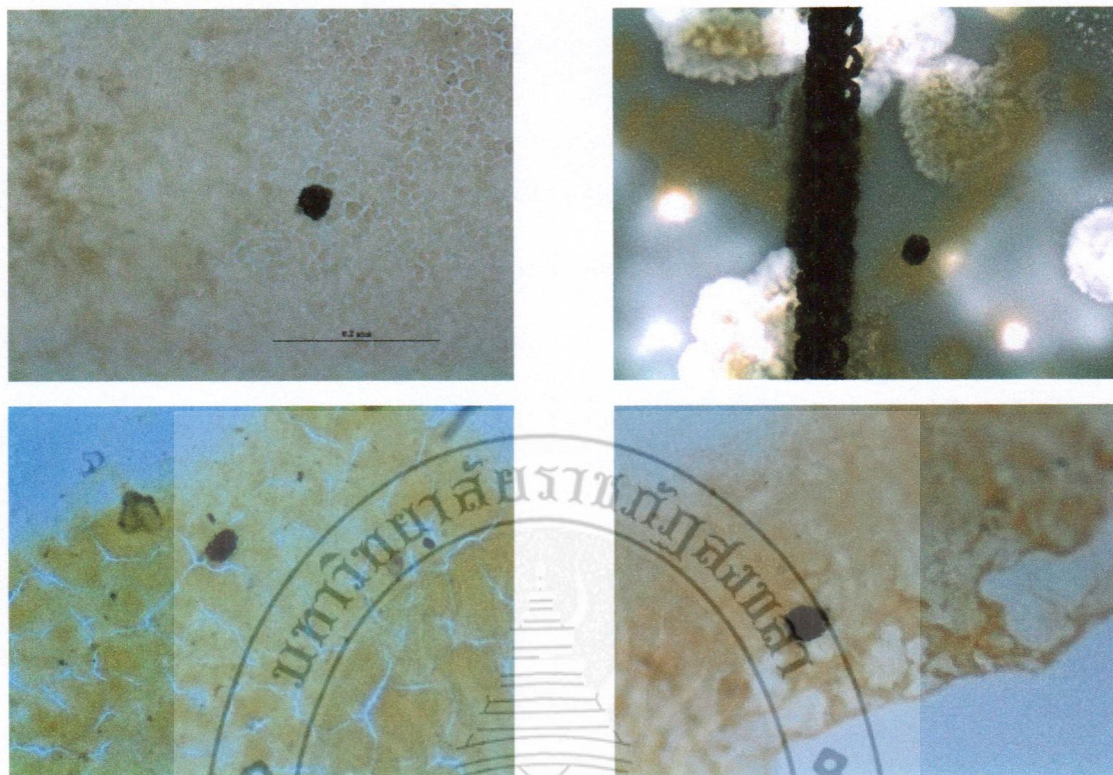
ภาพที่ ผง-1 ไมโครพลาสติกกรุปรางเส้นใย





ภาพที่ ผง-2 ไมโครพลาสติกทรงรูปร่าง

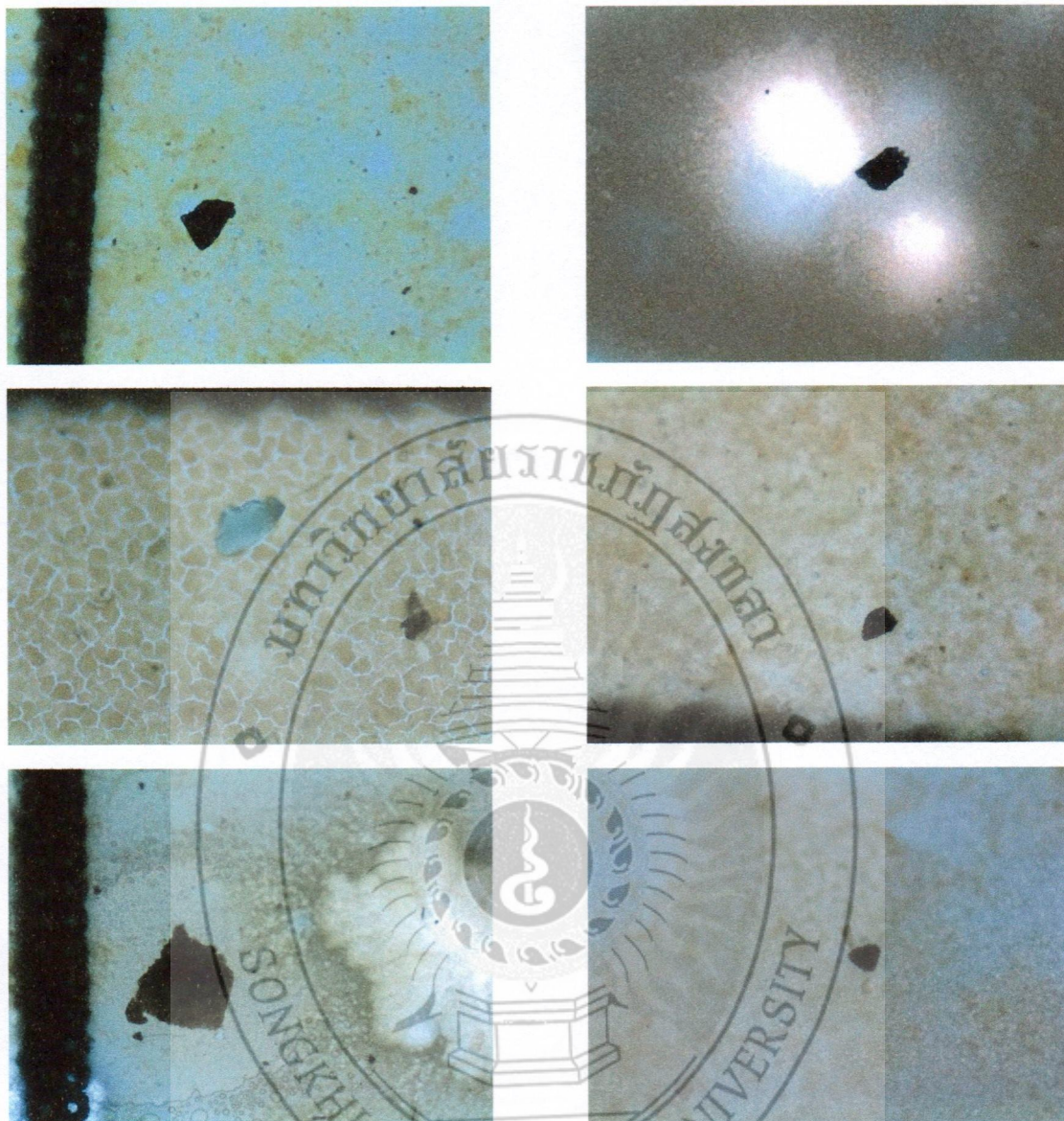




ภาพที่ ผง-3 ไมโครพลาสติกกรุปร่างกลม







ภาพที่ ผง-4 ไมโครพลาสติกกรูปร่างแผ่น





ภาพที่ ผง-5 ไมโครพลาสติกกรูปร่างแบบแท่ง





ภาคผนวก จ

แบบฟอร์มบันทึกผลการส่งกล้องจุลทรรศน์

## แบบบันทึกผล

ตัวอย่างน้ำคลองสำโรง ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

จุดเก็บตัวอย่างที่..... วันที่.....เดือน.....พศ.....

ลำดับ	คอ์ลัมน์	แถว	รูปร่าง	สี	ขนาด MP (mm)	กำลังขยายกล้องX
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						