



รายงานวิจัย

การสำรวจปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาด
บริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
Quantification Survey of Microplastics in Beach Sand
in Leam Son-on Beach, Bo Yang Subdistrict, Mueang District,
Songkhla Province



นางกนกพร บัวจันทร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

กนกพร บัวจันทร์
เบญจภรณ์ มณีโชติ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา



ใบรับรองงานวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่องงานวิจัย

การสำรวจปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาด
แหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

Quantification Survey of Microplastics in Beach Sand in Leam
Son-on Beach, Bo Yang Subdistrict, Mueang District, Songkhla
Province

ชื่อผู้ทำงานวิจัย

กนกพร บัวจันทร์ และเบญจภรณ์ มณีโชติ

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการสอบ

(อาจารย์ ดร.สิริพร บริรักษ์วิสุทธิศักดิ์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....กรรมการสอบ

(อาจารย์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ)

(อาจารย์ ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้อุป)

.....กรรมการสอบ

(อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์)

.....กรรมการสอบ

(อาจารย์นันทดา โปดำ)

.....กรรมการสอบ

(อาจารย์ ดร.สิริพร บริรักษ์วิสุทธิศักดิ์)

.....กรรมการสอบ

(อาจารย์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ)

.....ประธานหลักสูตร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุมัติ เดชชนะ)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เมื่อวันที่.....เดือน.....ปี พ.ศ.....

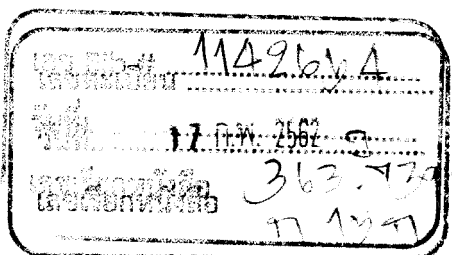
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชื่อเรื่อง	การสำรวจปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณ	
	ชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	
ชื่อผู้ทำงานวิจัย	นางสาวกนกพร บัวจันทร์	รหัสนักศึกษา 564232001
	นางสาวเบญจภรณ์ มณีโชติ	รหัสนักศึกษา 564232016
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.สิริพร บริรักษ์วิสิฐศักดิ์	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ	
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา	
ปีการศึกษา	2561	

บทคัดย่อ

ปัจจุบันไมโครพลาสติกเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมทางทะเลที่ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเล การศึกษาในครั้งนี้ได้สำรวจไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นชายหาดท่องเที่ยวที่สำคัญในจังหวัดสงขลา โดยมีการเก็บตัวอย่างทรายชายหาดจาก 10 จุด ในเดือนตุลาคม 2560 ตัวอย่างที่เก็บจากแต่ละพื้นที่ได้นำมาแยกไมโครพลาสติกโดยใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ จากนั้นนำไมโครพลาสติกที่ได้มาตรวจวัด ปริมาณ รูปร่าง สี และขนาดของไมโครพลาสติก โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ผลการศึกษาพบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในทุกจุดเก็บตัวอย่างที่ทำการศึกษา พบปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย 358 ± 102 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง ($n=10$) รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุด คือ เส้นใย (ร้อยละ 62.3) และชิ้นส่วนไร้รูปแบบ (ร้อยละ 32.3) สีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุด คือ สีขาวใส (ร้อยละ 31.51) และสีดำ (ร้อยละ 20.32) ไมโครพลาสติกที่พบมีขนาดระหว่าง 0.01 - 8.04 มิลลิเมตร กิจกรรมพักผ่อนหย่อนใจ กิจกรรมการประมง กิจกรรมการท่องเที่ยว โรงแรม ร้านอาหาร และขยะพลาสติกที่พบในพื้นที่อาจเป็นแหล่งกำเนิดของไมโครพลาสติกได้

คำสำคัญ: ไมโครพลาสติก ทรายชายหาด ชายหาดแหลมสนอ่อน สงขลา



Title	Quantification Survey of Microplastics in Beach Sand in Leam Son-on Beach, Bo Yang Subdistrict, Mueang District, Songkhla Province	
Authors	Miss Kanokporn Buajan	Student Code 564232001
	Miss Benjaporn Maneechot	Student Code 564232016
Advisor	Dr. Siriporn Borrirukwisitsak	
Co-advisor	Dr. Saisiri Chaichana	
Bachelor of Science	Environmental Science	
Institution	Songkhla Rajabhat University	
Academic Year	2018	

Abstract

Recently, microplastics are an emerging pollutant in the marine environment due to their potential adverse effects on the marine ecosystem. This study is the survey of microplastics in beach sand in Leam Son-on beach, Bo Yang subdistrict, Mueang district, Songkhla province which is one of the popular tourist attraction in Songkhla. Beach sand samples were collected from 10 sampling sites in October, 2017. Microplastics were separated from each sample by using sodium chloride solution. Subsequently, microplastics were investigated the quantity, shapes, colors and size by microscope. The results indicated that microplastics were found in every studied sample. The average amount of microplastics was 358 ± 102 pieces/kg sand dry weight (n=10). The majority shapes of microplastics were fiber (62.3%) and irregular shapes (32.3%). The dominant colors of microplastics were transparent (31.51%) and black (20.32%). The size range of microplastics in this study was 0.01 – 8.04 mm. Recreation activities, fishery, tourism, hotels, restaurants and plastic debris in the studied area are the potential sources of microplastics.

Keywords: Microplastics, Beach sand, Leam Son-on, Songkhla

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์ลงด้วยดี โดยการชี้แนะแนวทาง ให้ความรู้ คำแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องระหว่างการทำวิจัยจากอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.สิริพร บริรักษ์วิสิฐศักดิ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ ขอขอบคุณ คณะกรรมการสอบและคณาจารย์โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และกรุณาช่วยให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง งานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และเจ้าหน้าที่ประจำศูนย์ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาทุกท่านที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำวิจัย พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกและให้ข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพและโปรแกรมวิชาชีววิทยาและชีววิทยา ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ห้อง จุลทรรศน์และสถานที่ในการทำวิจัย รวมถึงให้คำแนะนำการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และมีส่วนช่วยเหลือผลงานวิจัยในครั้งนี้ทุกภาค ส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว เพื่อน ๆ บุคคลผู้อยู่เบื้องหลัง ที่คอยให้กำลังใจในการทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คุณค่า และคุณประโยชน์ใด ๆ ที่พึงได้จากงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้มอบเป็นรางวัลแห่งความภาคภูมิใจแต่บิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาตลอดการดำเนินงาน อนึ่งหากงานวิจัยฉบับนี้มี ข้อผิดพลาดประการใดผู้วิจัยขออภัยไว้ ณ ที่นี้

กนกพร บัวจันทร์
เบญจภรณ์ มณีโชติ
พฤศจิกายน 2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 สมมติฐาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ขยะทะเล	4
2.2 พลาสติก	8
2.3 ไมโครพลาสติก	14
2.4 ชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	19
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม	23
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	28
3.1 ขอบเขตการศึกษา	28
3.2 ลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่าง	29
3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี	31
3.4 การเก็บตัวอย่างทรายชายหาด	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 การศึกษาวิธีการวิเคราะห์การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในทรายชายหาด	33
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย	39
4.1 การศึกษาวิธีการวิเคราะห์การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในทรายชายหาด	39
4.2 การศึกษาปริมาณของไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาด	42
4.3 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน	45
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	62
5.1 สรุปผลการศึกษา	62
5.2 ข้อเสนอแนะ	64
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบเสนอโครงร่างวิจัย	ผก-1
ภาคผนวก ข ภาพประกอบการดำเนินการวิจัย	ผข-1
ภาคผนวก ค ผลการศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกตามวิธีการวิเคราะห์ที่ 1 - 3	ผค-1
ภาคผนวก ง ภาพตัวอย่างไมโครพลาสติก	ผง-1
ภาคผนวก จ ประวัติผู้วิจัย	ผจ-1

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1	3
2.1	5
2.2	6
2.3	12
2.4	13
3.1	29
3.2	37
4.1	40
4.2	41
4.3	44
4.4	48
4.5	51
4.6	52
4.7	53
4.8	53
4.9	55
4.10	58
4.11	59
4.12	60

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างผลกระทบของขยะพลาสติกต่อสิ่งมีชีวิต	7
2.2 ประเภทของพลาสติกที่รีไซเคิลได้	10
2.3 ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของไมโครพีดส์	14
2.4 พลาสติกที่เกิดการย่อยสลายกลายเป็นพลาสติกขนาดเล็ก	15
2.5 ผลของสีของไมโครพลาสติกต่อสิ่งแวดล้อม	16
2.6 ไมโครพลาสติกรูปร่างต่าง ๆ ที่พบในสิ่งแวดล้อม	17
2.7 การแพร่กระจายเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารของไมโครพลาสติก	19
2.8 ชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	20
2.9 แผนที่ชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	21
2.10 กิจกรรมที่เกิดขึ้นบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	22
3.1 จุดเก็บตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	28
3.2 ลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่างทรายชายหาด (L1 - L10) บริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	30
3.3 การเก็บตัวอย่างทรายชายหาด	32
3.4 การศึกษาไมโครพลาสติกด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่ 1	33
3.5 การศึกษาไมโครพลาสติกด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่ 2	34
3.6 การศึกษาไมโครพลาสติกด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่ 3	36
4.1 ลักษณะตัวอย่างรูปร่างของไมโครพลาสติกที่ดำเนินการเก็บด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่ 1 - 3 และลักษณะของไดอะทอม	42
4.2 ปริมาณของไมโครพลาสติกบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน	43
4.3 ตัวอย่างรูปร่างของไมโครพลาสติกขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตรที่พบในตัวอย่างทรายชายหาด	46
4.4 ตัวอย่างรูปร่างของไมโครพลาสติกขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตรที่พบในตัวอย่างทรายชายหาด	47
4.5 ไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างที่พบในแต่ละตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน	49

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.6	ร้อยละของไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างที่พบในตัวอย่างทรายชายหาด	51
4.7	สีของไมโครพลาสติกที่พบในทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน	54
4.8	สีของไมโครพลาสติกในแต่ละรูปร่าง	55



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ปัจจุบันขยะมูลฝอยเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญของประเทศไทย จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า ในปี 2559 ประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยทั้งประเทศประมาณ 27 ล้านตัน หรือประมาณ 74,073 ตันต่อวัน โดยเฉลี่ยคนไทยทิ้งขยะ 1.4 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และยังพบว่ามีปริมาณขยะที่มีการจัดการไม่ถูกต้องตกค้างประมาณ 10 ล้านตัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) ซึ่งขยะที่มีการจัดการไม่ถูกต้องเหล่านี้มีโอกาสปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมรวมถึงปนเปื้อนลงสู่ทะเลกลายเป็นขยะทะเลต่อไป ขยะทะเลเป็นปัญหามลพิษที่ทั่วโลกให้ความสนใจ โดยเฉพาะขยะทะเลที่เป็นพลาสติก ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งกิจกรรมบนบกและกิจกรรมทางทะเล เมื่อพลาสติกปนเปื้อนเข้าสู่สิ่งแวดล้อมจะเกิดการย่อยสลายทำให้มีขนาดเล็กลงจนเกิดเป็นไมโครพลาสติก (microplastics) (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2557)

ไมโครพลาสติกเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมทางทะเลที่ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ไมโครพลาสติก คือ พลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร (GESAMP, 2016) ซึ่งอาจเกิดจากการแตกหักหรือย่อยสลายของขยะพลาสติกขนาดใหญ่ หรือเกิดจากพลาสติกที่มีการสร้างให้มีขนาดเล็กเพื่อให้เหมาะกับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เช่น เม็ดบีดส์ (beads) ซึ่งอยู่ในสครับขัดผิว โฟมล้างหน้า และเครื่องสำอาง เป็นต้น เนื่องจากไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบาทำให้กำจัดออกจากสิ่งแวดล้อมได้ยาก แต่สามารถเข้าสู่สิ่งมีชีวิตได้ง่าย การศึกษาที่ผ่านมาได้ตรวจพบไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทั้งในมหาสมุทร (GESAMP, 2016) ทRAYชายหาด (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557) ดินตะกอน (Peng et al., 2017) และในสิ่งมีชีวิต เช่น หอยสองฝา (ปิติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ, 2559) เป็นต้น เมื่อไมโครพลาสติกปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมทางทะเลสามารถเกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลได้ โดยไมโครพลาสติกสามารถเกิดการสะสมในสิ่งมีชีวิต เป็นตัวกลางในการสะสมสารพิษ และปลดปล่อยสารพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม ดังนั้น การศึกษาเกี่ยวกับการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทางทะเลจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจและการวางแผนจัดการปัญหาเกี่ยวกับระบบนิเวศชายฝั่งทะเล

งานวิจัยครั้งนี้ จึงสนใจศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของประติมากรรมนางเงือก ซึ่งเป็นชายหาดท่องเที่ยวที่สำคัญของจังหวัดสงขลา บริเวณปลายแหลมเป็นที่ประดิษฐานของอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ ด้านทิศตะวันตกเป็นทะเลสาบสงขลาและทิศ

ตะวันออกเฉียงเหนือของชายหาดแหลมสนอ่อนต่อกับทะเลฝั่งอ่าวไทย (กรมทรัพยากรธรณี, 2557) บริเวณชายหาดแหลมสนอ่อนมีสถานบริการสำหรับนักท่องเที่ยว ร้านอาหาร โรงแรม และเป็นบริเวณที่มีการทำประมงพื้นบ้าน จึงมีโอกาสดเกิดการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกได้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกชายหาดแหลมสนอ่อนเป็นพื้นที่ศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในพื้นที่ ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อการวางแผนการจัดการขยะทะเล และระบบนิเวศชายฝั่งในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อสำรวจปริมาณไมโครพลาสติกในทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น: ตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

ตัวแปรตาม: ปริมาณ รูปร่าง สี และขนาดของไมโครพลาสติก

ตัวแปรควบคุม: พื้นที่เก็บตัวอย่าง และช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

พลาสติก หมายถึง สารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยโมเลกุลซ้ำ ๆ กันต่อกันเป็นโมเลกุลสายยาวประกอบด้วยธาตุสำคัญ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน นอกจากนี้มีธาตุอื่น ๆ เป็นส่วนประกอบย่อย ได้แก่ ไนโตรเจน ฟลูออรีน คลอรีน และกำมะถัน เป็นต้น (ณิชชา บุรณสิงห์, 2559)

ไมโครพลาสติก หมายถึง พลาสติกที่มีขนาดน้อยกว่า 5 มิลลิเมตร (GESAMP, 2016)

ขยะทะเล หมายถึง ผลติภันต์จากมนุษย์ที่ทิ้งลงสู่ทะเลโดยตรง หรือทิ้งตามสถานที่ต่าง ๆ ทั้งเจตนา และไม่เจตนาแล้วถูกกระแสนลม หรือกระแสน้ำพัดลงสู่ทะเล (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556)

การปนเปื้อน หมายถึง การพบไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาด

ชายหาดแหลมสนอ่อน หมายถึง พื้นที่บริเวณอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ถึงบริเวณประติมากรรมนางเงือก ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เป็นระยะทาง 3.27 กิโลเมตร

ไมโครพลาสติกขนาด > 63 ไมโครเมตร หมายถึง ไมโครพลาสติกขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร - 1 มิลลิเมตร

ไมโครพลาสติกขนาด < 63 ไมโครเมตร หมายถึง ไมโครพลาสติกขนาดมากกว่า 0.45 ไมโครเมตร - 63 ไมโครเมตร

1.5 สมมติฐาน

ทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา มีไมโครพลาสติกปนเปื้อน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1. ทราบปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

1.6.2. เป็นข้อมูลพื้นฐานต่อการวางแผนการจัดการระบบนิเวศชายฝั่ง

1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีระยะเวลาดำเนินการระหว่าง เดือนกรกฎาคม 2560 - เดือนธันวาคม 2561 รายละเอียดแผนการดำเนินงานวิจัยแสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2560					2561													
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
1. ศึกษาเอกสารและรวบรวมข้อมูล	—————																		
2. สอบโครงร่างวิจัย		▲																	
3. ลงพื้นที่และเก็บตัวอย่างทรายชายหาด			—————																
4. ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ			—————	—————	—————														
5. สอบความก้าวหน้าวิจัย								▲											
6. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล								—————											
7. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์								—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————
8. สอบจบและแก้ไขเล่มวิจัย																		▲	—————
9. ส่งเล่มวิจัยฉบับสมบูรณ์																		—————	—————

หมายเหตุ: ▲ หมายถึง ช่วงของการสอบวิจัย

————— หมายถึง ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันพลาสติกหรืออุปกรณ์ที่มีองค์ประกอบของพลาสติกที่มีการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวัน ซึ่งพบว่าทั่วโลกมีแนวโน้มการผลิตพลาสติกเพิ่มขึ้นทุกปี ดังนั้นจึงมีโอกาสดังกล่าวที่พลาสติกเหล่านี้จะถูกทิ้งลงสู่ทะเล มีการคาดการณ์ว่ามีปริมาณขยะในทะเลประมาณ 50,000 ตัน หรือ 750 ล้านชิ้น ที่ถูกทิ้งลงสู่ทะเล โดยที่ขยะทะเลส่วนใหญ่ที่พบเป็นขยะที่เกิดจากกิจกรรมบนบกสูงถึงร้อยละ 80 และเกิดจากกิจกรรมในทะเลเพียงร้อยละ 20 เท่านั้น (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2561)

2.1 ขยะทะเล

ขยะทะเล (marine debris) หมายถึง ผลิตภัณท์จากมนุษย์ที่ทิ้งลงสู่ทะเลโดยตรงหรือทิ้งตามสถานที่ต่าง ๆ ทั้งเจตนาและไม่เจตนา แล้วถูกกระแสน้ำหรือกระแสน้ำพัดลงสู่ทะเล (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2560)

2.1.1 แหล่งกำเนิดของขยะทะเล

ขยะทะเลอาจพบใกล้หรือไกลจากแหล่งที่มีการทิ้งขยะ เนื่องจากขยะทะเลสามารถถูกพัดพาไปได้ในระยะทางไกล ๆ ด้วยกระแสน้ำและกระแสนลม ดังนั้นขยะทะเลจึงถูกพบได้ในพื้นที่ทุกแห่งทั่วโลก ทั้งในบริเวณชายฝั่งและไกลจากชายฝั่ง แหล่งกำเนิดของขยะทะเล แบ่งได้เป็น 2 ประเภท (สุวัจน์ ธีธรรส, 2557) ดังนี้

1) ขยะที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมทางทะเล

ขยะที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมทางทะเลเป็นขยะที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมทางทะเลทั้งจากเรือประเภทต่าง ๆ เช่น เรือขนส่งสินค้า เรือประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์ และพีชน้ำในทะเล และจากแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซในทะเล

2) ขยะที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมบนบก

ขยะที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมบนบกเป็นขยะที่มีแหล่งกำเนิดจากบนบกแล้วมีการเคลื่อนย้ายลงสู่ทะเล แหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดขยะเหล่านี้ เช่น การทิ้งขยะของชุมชนบริเวณชายฝั่ง การพัดพาโดยแม่น้ำ กากของเสียและน้ำทิ้งที่ปราศจากการบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรม และขยะที่เกิดจากการท่องเที่ยว การพักผ่อนริมชายหาด เป็นต้น

ขยะที่มีการจัดการที่ไม่ถูกต้องทั้งจากกิจกรรมทางทะเลและกิจกรรมบนบกจะปนเปื้อนออกสู่สิ่งแวดล้อม รวมทั้งแหล่งน้ำต่าง ๆ และอาจไหลออกสู่ทะเลและเกิดการสะสมในทะเล กลายเป็นแพขยะขนาดใหญ่ดังเช่นการพบแพขยะขนาดยักษ์ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยขยะพลาสติก กลางอ่าวไทย ยาวกว่า 10 กิโลเมตร ในทะเลนอกเขตชายฝั่งของจังหวัดชุมพร (ธารา บัวคำศรี, 2560) หรือกระแสน้ำและกระแสน้ำอาจพัดพาขยะเหล่านี้มาสะสมบริเวณชายฝั่งต่าง ๆ (ฐิตินันท์ ศรีสถิต, 2552)

จากข้อมูลของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2560) พบว่า ในปี 2559 ประเทศไทยทิ้งขยะประเภทพลาสติกลงทะเลมากที่สุด ทั้งในรูปที่เป็น ถุงพลาสติก หลอด ฝาขวด ขวดพลาสติก ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ประเภทของขยะทะเล 10 อันดับแรกในประเทศไทยในปี 2559

ประเภทของขยะทะเล	จำนวน (ชิ้น)
(1) ถุงพลาสติกอื่นๆ	79,539
(2) เชือก (1 เมตร=1 ชิ้น)	39,975
(3) หลอด/ที่คนเครื่องดื่ม	32,835
(4) ขวดเครื่องดื่ม (แก้ว)	31,448
(5) ฝาจุกขวด (พลาสติก)	25,875
(6) กระดาษ/หนังสือพิมพ์/ใบปลิว	23,235
(7) บุหรี่/ก้นกรองบุหรี่	23,180
(8) ขวดเครื่องดื่ม (พลาสติก)	20,403
(9) ฝาจุกขวด (โลหะ)	19,742
(10) ห่อ/ถุงอาหาร (ทิอ์พี ไขมันฝรั่งอบกรอบ อื่น ๆ)	18,917

ที่มา: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2560)

เมื่อขยะชนิดต่าง ๆ ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม ขยะเหล่านี้จะเกิดการย่อยสลายขึ้น ซึ่งขยะแต่ละประเภทใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายไม่เท่ากัน (ตารางที่ 2.2) โดยขยะประเภทที่ย่อยสลายได้ยากจะตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้มาก

ตารางที่ 2.2 ระยะเวลาการย่อยสลายของขยะประเภทต่าง ๆ

ชนิดของขยะ	ระยะเวลาในการย่อยสลาย
(1) เศษกระดาษ	2-5 เดือน
(2) เปลือกส้ม	6 เดือน
(3) ถ้วยกระดาษเคลือบ	5 ปี
(4) ก้นบุหรี่	12 ปี
(5) เครื่องหนัง	25-40 ปี
(6) โลหะ, กระจกออะลูมิเนียม	80-100 ปี
(7) ถุงพลาสติก	450 ปี
(8) ผ้าอ้อมเด็กชนิดสำเร็จรูป	500 ปี
(9) โฟม	ใช้เวลานานมาก ระบุไม่ได้

ที่มา: สำนักประชาสัมพันธ์เขต 1 ขอนแก่น (2560)

2.1.2 ผลกระทบของขยะทะเล

ขยะทะเลสามารถส่งผลกระทบต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลและมนุษย์ รวมทั้งยังส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.2.1 ผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล

ขยะทะเลส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล โดยเฉพาะขยะทะเลที่เป็นพลาสติก เนื่องจากมีปริมาณมาก (ตารางที่ 2.1) และย่อยสลายได้ยาก (ตารางที่ 2.2) ในแต่ละปีมีสัตว์ทะเลจำนวนไม่น้อยที่บาดเจ็บหรือเสียชีวิตด้วยสาเหตุจากขยะพลาสติก ซึ่งอาจเกิดจากพลาสติกไปผูกมัดติดกับร่างกายของสัตว์ทะเลจนไม่สามารถว่ายน้ำได้ เช่น นกทะเลที่ไปติดกับเศษอวน หรือถูกมัดติดกับเศษพลาสติกในทะเลที่มีลักษณะคล้ายปวง สัตว์ทะเลกินถุงพลาสติกเนื่องจากเข้าใจว่าเป็นอาหาร ซึ่งถุงพลาสติกที่กินเข้าไปไม่สามารถย่อยได้และไปขัดขวางระบบย่อยอาหารทำให้ขาดสารอาหาร ขยะทะเลอาจเข้าไปอุดตันระบบภายในร่างกายของสัตว์ทะเลจนทำให้สัตว์ทะเลตายได้ (สุวัจน์ ธีรุต, 2557) ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 2.1



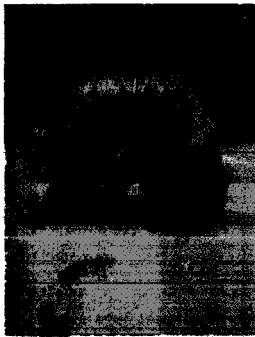
(ก) นกกระสาที่ติดอยู่ในถุงพลาสติก



(ข) ตะพาบที่ติดในพลาสติก มีผลกับการเจริญเติบโตทำให้กระดองบิดเบี้ยว



(ค) เต่าที่กำลังกินพลาสติก เพราะคิดว่าเป็นแมงกะพรุน



(ง) เต่าที่ติดอยู่ในห่วงพลาสติก ตั้งแต่ยังเล็กรูปร่างจึงผิดรูป



(จ) ห่านสร้างรังโดยใช้กิ่งไม้ และขยะพลาสติก



(ฉ) นกอัลบาทรอสที่เสียชีวิตจากการกินเศษพลาสติก

ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างผลกระทบของขยะพลาสติกต่อสิ่งมีชีวิต
ที่มา: มุลนิธิโลกสีเขียว (2560)

2.1.2.2 ผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์

ขยะทะเลส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ โดยมนุษย์อาจได้รับบาดเจ็บจากขยะบริเวณชายหาด เช่น ขวดแก้วที่แตก กระจก หรือได้รับอันตรายจากสารพิษที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากขยะ โดยเฉพาะขยะพลาสติกเนื่องจากพลาสติกอาจถูกย่อยสลายกลายเป็นพลาสติกขนาดเล็ก และเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารโดยการกินของสัตว์ที่เป็นอาหารของมนุษย์ หากมนุษย์ได้รับพลาสติกเหล่านี้เข้าไปอาจได้รับสารมลพิษที่ปนเปื้อนในพลาสติกได้ เช่น ยาฆ่าแมลง สารพีซีบี (PCBs) หรือ ดีดีที (DDT) เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้จะก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพแบบเรื้อรัง รวมไปถึงการรบกวนระบบฮอร์โมน การเปลี่ยนแปลงของยีน และเป็นสารก่อมะเร็ง (สุดา อธิติสุนทรรัตน์, 2559)

2.1.2.3 ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

ขยะทะเลสามารถส่งผลกระทบต่อทางเศรษฐกิจ โดยขยะจะลดและบดบังความสวยงามของพื้นที่ท่องเที่ยวตามธรรมชาติ ทำให้เกิดมลภาวะเป็นพิษต่อแหล่งท่องเที่ยว เช่น หาดทราย แนวปะการัง เป็นต้น โดยเฉพาะบริเวณชายหาดท่องเที่ยวที่สำคัญ หากบนชายหาดมีขยะทะเลสะสมอยู่ในปริมาณมากจะทำให้นักท่องเที่ยวลดจำนวนลง ส่งผลต่อเนื่องถึงระบบเศรษฐกิจของแหล่งท่องเที่ยวบริเวณนั้น นอกจากนี้ขยะทะเลสามารถสร้างความเสียหายให้กับการเดินทาง การประมง เครื่องมือประมง และสัตว์ทะเลจำนวนมาก เช่น เศษอวนเก่าที่ทิ้งในทะเลสามารถก่อให้เกิดความเสียหายกับเรือประมง โดยอาจติดพันกับใบจักร สมอเรือ เพลาชับเรือ เป็นต้น นอกจากนี้เศษพลาสติกและถุงพลาสติกสามารถเข้าไปอุดตันทางน้ำเข้าของระบบหล่อเย็นของเครื่องจักรบนเรือและขยะทะเลยังส่งผลให้สัตว์ทะเลลดจำนวนลง และเครื่องมือประมงที่เสียหายทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเรือรวมทั้งจับสัตว์น้ำได้น้อยลง ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นยังส่งผลโดยอ้อมต่ออุตสาหกรรมประมงโดยอาจทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น (สุวจน์ ธีธรรส, 2557)

2.2 พลาสติก

พลาสติก (plastic) หมายถึง สารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยโมเลกุลซ้ำ ๆ กัน และต่อกันเป็นโมเลกุลสายยาวประกอบด้วยธาตุสำคัญ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน นอกจากนี้มีธาตุอื่น ๆ เป็นส่วนประกอบย่อย ได้แก่ ไนโตรเจน ฟลูออรีน คลอรีน และกำมะถัน เป็นต้น ซึ่งพลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (ณิชา บูรณสิงห์, 2559) คือ

1) เทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) เป็นพลาสติกที่เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว เมื่อเย็นลงจะแข็งตัว สามารถเปลี่ยนรูปได้ ชนิดของพลาสติกในตระกูลเทอร์โมพลาสติก ได้แก่ โพลีเอทิลีน (polyethylene; PE), โพลีโพรพิลีน (polypropylene; PP), โพลีสไตรีน (polystyrene; PS), สไตรีน - อะคริโลไนไตรล์ (styrene - acrylonitrile; SAN), อะคริโลไนไตรล์ - บิวทาไดอีน - สไตรีน (acrylonitrile - butadiene-styrene; ABS), โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinylchloride; PVC) ไนลอน (nylon), โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลท (polyethylene terephthalate; PET) และ โพลีคาร์บอเนต (polycarbonate; PC)

2) เทอร์โมเซตติงพลาสติก (thermosetting plastic) เป็นพลาสติกที่มีสมบัติพิเศษ คือ ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และทนปฏิกิริยาเคมีได้ดี ชนิดของพลาสติกในตระกูลนี้ ได้แก่ เมลามีน ฟอรัมาลดีไฮด์ (melamine formaldehyde), ฟีนอลฟอรัมาลดีไฮด์ (phenol formaldehyde), อีพ็อกซี (epoxy), โพลีเอสเตอร์ (polyester), ยูรีเทน (urethane) และโพลียูรีเทน (polyurethane)

2.2.1 ประเภทของพลาสติกที่นิยมใช้ในประเทศไทย

เทอร์โมพลาสติกเป็นพลาสติกที่นิยมใช้มากในประเทศไทย เนื่องจากสามารถใช้งานได้หลายประเภท โดยเฉพาะด้านบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่มีการผลิตในรูปแบบต่าง ๆ กัน เทอร์โมพลาสติกแบ่งออกเป็น 7 ประเภท แสดงดังภาพที่ 2.2 (สมจิตต์ ตั้งชัยวัฒนา, 2558) ซึ่งได้แก่

1) พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลท (polyethylene terephthalate; PET หรือ PETE) ใช้ทำขวดบรรจุน้ำดื่ม ขวดน้ำมันพืช เป็นต้น สามารถนำมารีไซเคิลเป็นเส้นใยสำหรับทำเสื้อกันหนาว พรม และใยสังเคราะห์สำหรับยัดหมอน เป็นต้น

2) พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (high density polyethylene; HDPE) ใช้ทำขวดนม ขวดน้ำ และบรรจุภัณฑ์สำหรับน้ำยาทำความสะอาด ยาสระผม เป็นต้น สามารถนำมารีไซเคิลเป็นขวดน้ำมันเครื่อง ท่อ ลังพลาสติก ไม้เทียม เป็นต้น

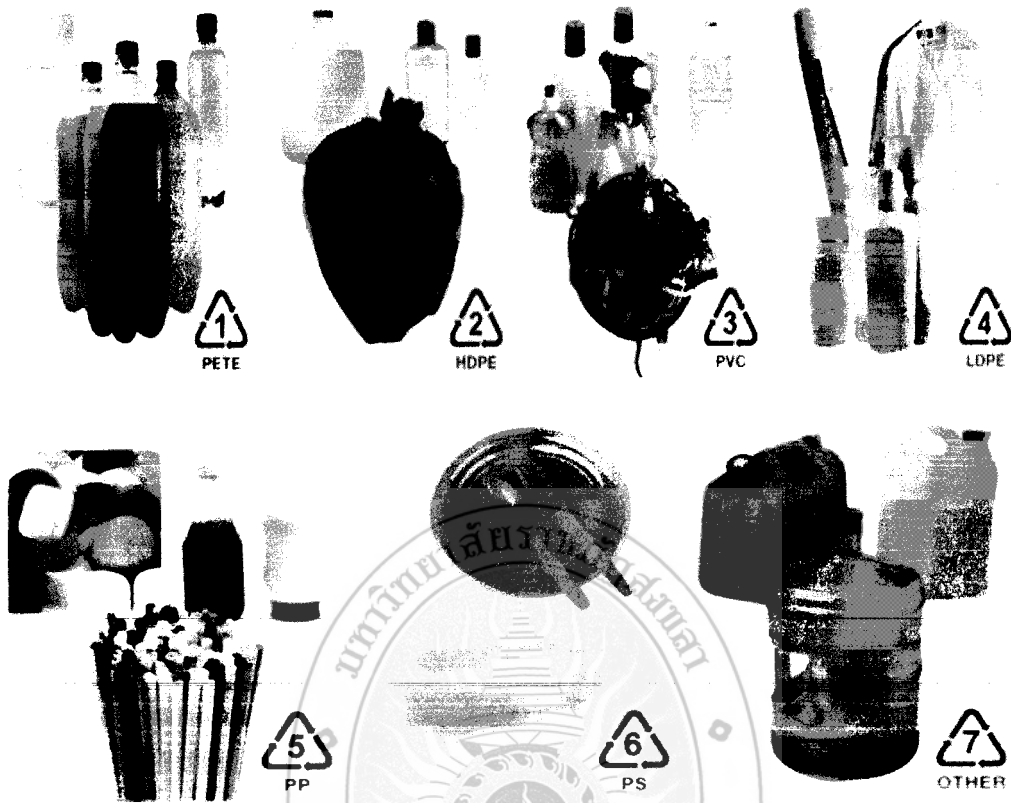
3) พอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride; PVC) ใช้ทำท่อน้ำประปา สายยางใส แผ่นฟิล์มสำหรับห่ออาหาร แผ่นพลาสติกสำหรับทำประตู หน้าต่าง และหนังเทียม สามารถนำมารีไซเคิลเป็นท่อน้ำประปา หรือรางน้ำสำหรับการเกษตร กรวยจราจร เฟอร์นิเจอร์ ม้านั่งพลาสติก ตลับเทป เคเบิล แผ่นไม้เทียม เป็นต้น

4) พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene; LDPE) ใช้ทำฟิล์มห่ออาหารและห่อของ ถุงใส่ขนมปัง ถุงเย็นสำหรับบรรจุอาหาร สามารถนำมารีไซเคิลเป็นถุงดำสำหรับใส่ขยะ ถุงหิ้ว หิ้วถังขยะ กระเบื้องปูพื้น เฟอร์นิเจอร์ แท่งไม้เทียม เป็นต้น

5) พอลิโพรพิลีน (polypropylene; PP) ใช้ทำภาชนะบรรจุอาหาร เช่น กล่อง ซาม จาน ถัง ตะกร้า กระบอกใส่น้ำแช่เย็น ขวดซอส แก้วโยเกิร์ต ขวดบรรจุยา สามารถนำมารีไซเคิลเป็นกล่องแบตเตอรี่ในรถยนต์ ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น กันชน และกรวยสำหรับใส่น้ำมัน ไฟท้าย ไม้กวาดพลาสติก แปรง เป็นต้น

6) พอลิสไตรีน (polystyrene; PS) ใช้ทำภาชนะบรรจุของใช้ต่าง ๆ หรือโฟมใส่อาหาร เป็นต้น สามารถนำมารีไซเคิลเป็นไม้แขวนเสื้อ กล่องวีดีโอ ไม้บรรทัด กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ แผงสวิตช์ไฟ ฉนวนกันความร้อน ถาดใส่ไข่ เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ได้ (ณิชา บวรณสิงห์, 2559)

7) พลาสติกอื่น ๆ (other) เป็นพลาสติกที่มีได้มีการระบุชื่อจำเพาะ และไม่ใช้พลาสติกชนิดใดชนิดหนึ่งใน 6 ประเภทที่ได้กล่าวไปในข้างต้น แต่ยังเป็นพลาสติกที่นำมาหลอมใหม่ได้ นิยมนำพลาสติกชนิดนี้มาผลิตเป็น หมวกนิรภัย แวนนิรภัย ขวดนมเด็ก ฝาครอบไฟรถยนต์ ไฟจราจร และป้ายโฆษณา เช่น polycarbonate (PC) (ภูมิพัฒน์ รัตนตรัยเจริญ, 2557)



ภาพที่ 2.2 ประเภทของพลาสติกที่รีไซเคิลได้
ที่มา: ภูมิพัฒน์ รัตนตรัยเจริญ (2557)

ซึ่งพลาสติกทั้ง 7 ประเภทนี้ (ภาพที่ 2.2) สามารถนำมารีไซเคิล (recycle) ได้ โดยในขั้นตอนแรกเป็นการตรวจสอบและแยกสิ่งที่ไม่ปะปนออกจากพลาสติกที่รีไซเคิลได้ เช่น ก้อนหิน แก้ว รวมถึงพลาสติกที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้ จากนั้นนำพลาสติกมาล้างทำความสะอาด และตัดเป็นชิ้นเล็กๆ จากนั้นนำมาลอยในน้ำเพื่อแยกประเภทของพลาสติกเนื่องจากพลาสติกแต่ละประเภทจะมีความหนาแน่นที่ต่างกัน เมื่อนำมาลอยในน้ำบางประเภทจะจม และบางประเภทจะลอย หลังจากคัดแยกโดยการลอยน้ำแล้วนำมาทำให้แห้งโดยเครื่องอบแห้ง (tumble dryer) ชิ้นพลาสติกที่แห้งแล้วจะถูกนำไปหลอมที่เครื่องอัดรีด (extruder) ซึ่งพลาสติกที่หลอมแล้วจะต้องผ่านการกรองอย่างละเอียดอีกครั้ง เพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนออก จากนั้นพลาสติกที่หลอมจะผ่านออกจากเครื่องอัดรีดทำออกมาเป็นเส้น เมื่อดึงพลาสติกออกมาเป็นเส้นแล้วให้นำมาแช่ในน้ำเพื่อทำให้เย็น ก่อนตัดให้เป็นเม็ดเล็ก ๆ จากนั้นนำมาบรรจุลงกล่องเพื่อส่งไปยังโรงงานขึ้นรูปพลาสติกให้เป็นพลาสติกใหม่ โดยสมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกแห่งสหรัฐอเมริกา (The Society of The Plastics Industry Inc.) ได้กำหนดสัญลักษณ์มาตรฐานของพลาสติกที่นำมารีไซเคิลได้ เป็นสัญลักษณ์ลูกศร 3 ตัว วนเป็นรูปสามเหลี่ยม

ไซเคิลได้ และมีหมายเลขกำกับตรงกลางรูปสามเหลี่ยม เพื่อระบุประเภทของพลาสติกนั้น ๆ (ภาพที่ 2.2) ซึ่งสัญลักษณ์นี้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก (ธนาวัต ลี้จากภัย, 2545)

2.2.2 การย่อยสลายของพลาสติกในสิ่งแวดล้อม

การย่อยสลาย คือ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ช่วยลดน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของพอลิเมอร์ เนื่องจากความสมบูรณ์เชิงกลของพลาสติก ทำให้วัสดุมีการอ่อนตัว ผิวหน้าของพลาสติกมีความเปราะพอที่จะแตกออกเป็นชิ้นเล็ก กลไกการย่อยสลายของพลาสติกจำแนกตามปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นแบ่งได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้ (ศรีธวัช กำเนิดทอง, 2559)

1) การย่อยสลายโดยแสง ซึ่งมักเกิดจากการเติมสารเติมแต่งที่มีความไวต่อแสงลงในพลาสติก หรือสังเคราะห์โคพอลิเมอร์ (co - polymer) ให้มีหมู่ฟังก์ชัน (functional group) หรือพันธะเคมีที่ไม่แข็งแรง แตกหักง่ายเมื่อได้รับรังสียูวี (ultraviolet; UV)

2) การย่อยสลายทางกล เป็นการย่อยสลายโดยการเกิดแรงกระทำต่อชิ้นพลาสติก ทำให้ชิ้นส่วนพลาสติกแตกออกเป็นชิ้น

3) การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นการเติมออกซิเจนลงในโมเลกุลของพอลิเมอร์ โดยมีออกซิเจน ความร้อน แสงยูวี หรือแรงทางกลเป็นปัจจัยร่วมทำให้เกิดการแตกหักของพลาสติก หรืออาจเกิดจากการกระทำโดยปัจจัยดังกล่าวในธรรมชาติ

4) การเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส เป็นการย่อยสลายของพลาสติกที่มีโมเลกุลของน้ำเข้าร่วมทำปฏิกิริยา โดยอาศัยความชื้นจากสภาพแวดล้อม และสารเคมีหรือเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาก่อให้เกิดการแตกหักของสายโซ่พอลิเมอร์ ส่งผลให้เกิดการแตกหักของพลาสติก

5) การย่อยสลายทางชีวภาพ เป็นการย่อยสลายของพลาสติกจากการทำงานของจุลินทรีย์

ระยะเวลาในการย่อยสลายของพลาสติกขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติก โดยพลาสติกแต่ละประเภทมีระยะเวลาในการย่อยสลายที่ไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 2.3 พลาสติกที่ใช้ระยะในการย่อยสลายนานที่สุด คือ โฟม ซึ่งต้องใช้ระยะเวลายาวนานมาก หรืออาจไม่มีการย่อยสลายเลย

ตารางที่ 2.3 การย่อยสลายของพลาสติกแต่ละชนิด

ชนิดของพลาสติก	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาการย่อยสลาย
(1) พอลิเอทรีลีนเทเรฟธาเลท (polyethylene terephthalate; PET)	- ขวดน้ำดื่ม - ขวดน้ำมันพืช	450 ปี
(2) ลิเอธิลีนความหนาแน่นสูง (high-density polyethylene; HDPE)	- ถุงพลาสติก - ขวดนม	450 ปี
(3) พอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride; PVC)	- หนังเทียม - สายยางใส	25-40 ปี
(4) พอลิเอทรีลีนความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene; LDPE)	- ถุงเย็บสำหรับบรรจุอาหาร - แผ่นฟิล์มสำหรับห่ออาหาร	400-500 ปี
(5) ลิโพรพิลีน (polypropylene; PP)	- หลอดเครื่องดื่ม - จาน ชาม ช้อน	400-450 ปี
(6) พอลิสไตรีน (polystyrene; PS)	- โฟม	ไม่ย่อยสลาย
(7) พลาสติกอื่น ๆ	- ขวดน้ำขนาดบรรจุ 5 ลิตร - แก้วน้ำ	450 ปี

ที่มา: Cadora (2016)

2.2.3 ผลกระทบของพลาสติกต่อสิ่งแวดล้อม

พลาสติกกลายเป็นปัญหามลพิษที่สำคัญเนื่องจากปริมาณการใช้งานที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดขยะพลาสติกในปริมาณมากขึ้นตามไปด้วย พลาสติกเป็นสารที่คงทนต่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์ทำให้การสลายตัวโดยธรรมชาติเกิดขึ้นได้ช้า ขยะพลาสติกจึงอาจส่งผลกระทบต่อ การเสื่อมโทรมของคุณภาพดิน และการเสื่อมคุณภาพของน้ำ นอกจากนี้การเผาทำลายพลาสติกยังก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซพิษอื่น ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อนอีกด้วย การผลิตและการใช้งานพลาสติกมีปริมาณมากขึ้นในปัจจุบัน ในขณะที่การย่อยสลายพลาสติกจำเป็นต้องใช้ระยะเวลา ยาวนาน จึงนำมาซึ่งการสะสมปริมาณขยะพลาสติกที่เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว พลาสติกจึงกลายเป็น ปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ และชีวิตของมนุษย์ (ศุสิทธิ์ แสงกระจ่าง และคณะ, 2556)

สารพิษในพลาสติกจากการใช้งานผลิตภัณฑ์จากพลาสติกที่ไม่ถูกต้องและไม่ปลอดภัย โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการบรรจุอาหาร และเครื่องดื่ม อาจนำมาซึ่งการสะสมสารพิษและ ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคร้ายต่าง ๆ ของผู้บริโภค ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 สารประกอบในพลาสติกที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและความเป็นพิษของสาร

ชนิดของพลาสติก	สารที่เป็นอันตราย	ความเป็นพิษ
พอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinylchloride; PVC)	phthalate	- สารนี้มักจะแสดงในลักษณะพิษเรื้อรังเป็นผลให้เกิดอาการตกเลือดในปอด อาการตับโต เป็นต้น
	vinyl chloride	- พิษเฉียบพลัน มีอาการวิงเวียน อ่อนเพลีย ง่วง เสียการทรงตัว การได้ยินและการมองเห็นไม่ชัดเจน - พิษเรื้อรัง ทำให้เกิดความผิดปกติทางระบบประสาท การทำงานของตับ อาจมีโรคแทรกซ้อน เช่น ความดันโลหิตสูง เลือดออกตามบริเวณทางเดินอาหาร นอกจากนั้นยังมีความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งตับชนิด angiosarcoma
พอลิสไตรีน (polystyrene; PS)	styrene	- พิษเฉียบพลัน ระคายเคืองผิวหนัง หรือทางเดินหายใจ - พิษเรื้อรัง ส่งผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง - การเคลื่อนไหวและการทรงตัวไม่ดี ความจำเสื่อม สมาธิสั้น และเป็นสารก่อกลายพันธุ์ อาจก่อให้เกิดโรคมะเร็ง
พอลิคาร์บอเนต (polycarbonate; PC)	bisphenol A	- พิษเฉียบพลัน มีอาการระคายเคืองของระบบทางเดินหายใจ คลื่นไส้ และปวดศีรษะ - พิษเรื้อรัง ส่งผลกระทบต่อระบบฮอร์โมนเพศที่ผิดปกติ มีพิษต่อตับ เป็นและสารก่อกลายพันธุ์
เมลามีน (melamine)	formaldehyde	- พิษเฉียบพลัน ก่อให้เกิดการระคายเคืองของจมูกและทางเดินหายใจส่วนต้น ตา คอ อาการทางผิวหนัง เช่น ทำให้ เกิดภูมิแพ้หรือผิวหนังอักเสบ - พิษเรื้อรังอาจทำให้เกิดโรคมะเร็ง

ที่มา: ศุภิพร แสงกระจ่าง และคณะ (2556)

2.3 ไมโครพลาสติก

ไมโครพลาสติก (microplastics) คือ พลาสติกหรือเศษพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร เกิดจากการแตกหักหรือย่อยสลายของขยะพลาสติกขนาดใหญ่ หรือเกิดจากพลาสติกที่มีการสร้างให้มีขนาดเล็ก เพื่อให้เหมาะกับวัตถุประสงค์การใช้งาน (GESAMP, 2016)

2.3.1 ประเภทของไมโครพลาสติก

ไมโครพลาสติกสามารถแบ่งตามลักษณะการเกิดได้เป็น 2 ประเภท คือ ไมโครพลาสติกปฐมภูมิและไมโครพลาสติกทุติยภูมิ (GESAMP, 2016) ซึ่งไมโครพลาสติกแต่ละประเภทยังมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1.1 ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ

ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ (primary microplastics) หมายถึง พลาสติกที่มีการผลิตเป็นพลาสติกขนาดเล็กมาตั้งแต่ต้น เช่น เม็ดพลาสติกที่เป็นวัสดุตั้งต้นของการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก และเม็ดพลาสติกที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด เป็นต้น โดยในกรณีของพลาสติกที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดนั้น เรียกว่า ไมโครบีดส์ (microbeads) หรือเม็ดสครับ นำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ดูแลผิว เครื่องสำอาง ครีมขัดผิว ครีมอาบน้ำ และยาสีฟัน (ภาพที่ 2.3) ปัจจุบันมีการใช้ไมโครพลาสติกชนิดนี้กันอย่างแพร่หลาย

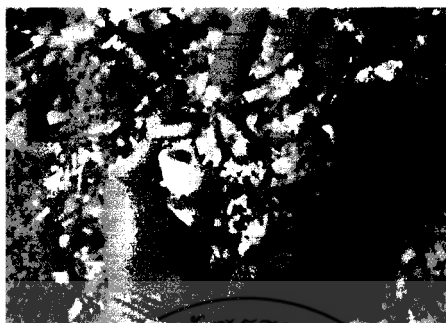


ภาพที่ 2.3 ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของไมโครบีดส์
ที่มา: โปศุฑุเดช (2559)

2.3.1.2 ไมโครพลาสติกทุติยภูมิ

ไมโครพลาสติกทุติยภูมิ (secondary microplastics) หมายถึง ไมโครพลาสติกที่เกิดจากการแตกสลายของพลาสติกที่มีขนาดใหญ่ (ภาพที่ 2.4) เมื่อพลาสติกมีการสะสมในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน อาจเกิดกระบวนการที่ทำให้พลาสติกเกิดการแตกสลายเป็นไมโครพลาสติกได้ เช่น การแตกสลายโดยแสง การเกิดออกซิเดชันของพลาสติกทำให้พลาสติกมีขนาดเล็กลง ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะทำ

ให้สารแต่งเติมในพลาสติกหลุดออกจากพลาสติก ทำให้โครงสร้างของพลาสติกเกิดการแตกตัวจนมีขนาดเล็กเล็กลงกลายเป็นสารแขวนลอยปะปนอยู่ในแม่น้ำและทะเล ไมโครพลาสติกชนิดนี้ยังสามารถเกิดได้จากการถลอกหรือขีดข่วนจากระบบการผลิตพลาสติกขนาดใหญ่ การเสียดสีของยางล้อรถระหว่างการขับขี่พาหนะ หรือเส้นใยจากผ้าใยสังเคราะห์จากการทิ้งน้ำจากการซักผ้า (Boucher and Friot, 2017)



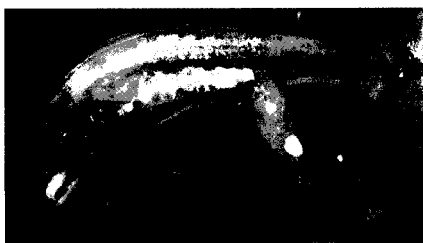
ภาพที่ 2.4 พลาสติกที่เกิดการย่อยสลายกลายเป็นพลาสติกขนาดเล็ก
ที่มา: ชัยณรงค์ กิตินารณอินทราณี (2560)

2.3.2 ลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติก

ลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกประกอบด้วย สี รูปร่าง ขนาด และความหนาแน่น เป็นต้น เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อผลกระทบของไมโครพลาสติกต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (วรณรงค์ ธรรมสวัสดิ์, 2559)

2.3.2.1 สีของไมโครพลาสติก

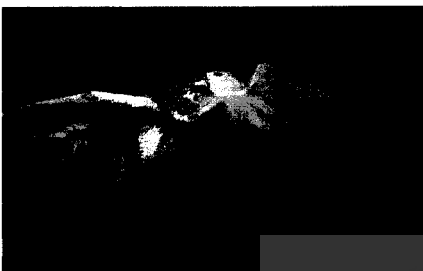
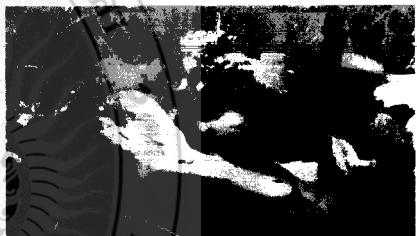
สีของไมโครพลาสติกเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกกินของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะในสิ่งมีชีวิตที่มีประสาทการรับรู้ภาพและสี โดยสัตว์จะเลือกกินพลาสติกที่มีสีคล้ายเหยื่อของสัตว์ชนิดนั้น (ภาพที่ 2.5) โดยพบเม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีน (polyethylene; PE) และพอลิโพรพิลีน (polypropylene; PP) รูปร่างทรงกลมสีต่าง ๆ โดยเฉพาะสีฟ้า และสีเขียว ซึ่งเป็นสีที่นิยมใช้เป็นเม็ดไมโครบีดส์สำหรับผลิตภัณฑ์ล้างหน้า แล้วหลุดรอดลงสู่ทะเล และอาจปนเปื้อนเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารเนื่องจากสัตว์ทะเลเข้าใจผิดคิดว่าเป็นอาหารจึงกินไมโครพลาสติกนั้นเข้าไป (วรณรงค์ ธรรมสวัสดิ์, 2559) เช่น ปลากินไมโครพลาสติกสีขาว สีนํ้าตาล และสีเหลืองเป็นอาหาร เนื่องจากเข้าใจว่าเป็นแพลงก์ตอนและสัตว์ขนาดเล็กที่เป็นอาหาร (Zhang et al., 2017) เต่าทะเลกินถุงพลาสติกสีใส เนื่องจากเข้าใจว่าเป็นแมงกะพรุน (ทีมข่าวสิ่งแวดล้อม, 2560ก)



(ก) การสะสมไมโครพลาสติกในปลา



(ข) การสะสมไมโครพลาสติกในปลา

(ค) เต่าทะเลกินถุงพลาสติกเข้าไปโดย
เข้าใจว่าเป็นแมงกะพรุน(ง) นกอัลบาทรอสเลี้ยงสันและลูกน้อย
พักผ่อนข้างกองขยะพลาสติก(จ) นกอัลบาทรอสป้อนอาหารลูกน้อย
ที่เต็มไปด้วยขยะให้ลูก(ฉ) นกอัลบาทรอสที่เสียชีวิตจากการถูก
ไม้จิ้มฟันพลาสติกเจาะเข้าที่ลำไส้

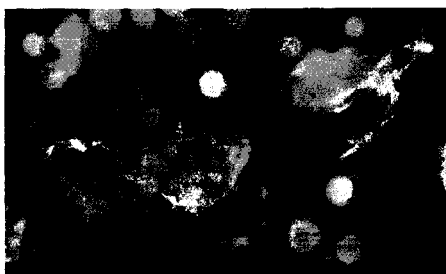
ภาพที่ 2.5 ผลของสีของไมโครพลาสติกต่อสิ่งแวดล้อม

ที่มา: ทีมข่าวสิ่งแวดล้อม (2560ก)

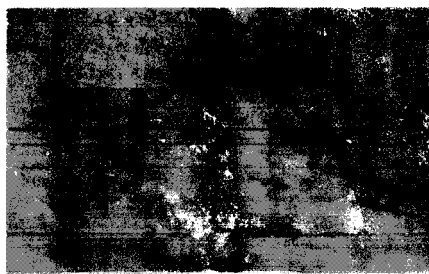
2.3.2.2 รูปร่างของไมโครพลาสติก

จากการศึกษาลักษณะของไมโครพลาสติกพบว่าไมโครพลาสติกจะมีรูปร่างที่หลากหลาย เช่น เส้นใย ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ แผ่นฟิล์ม แผ่นแข็ง ทรงกลม แท่ง เส้นใยที่ไม่ใช่เชือก โดยรูปร่างที่พบจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิต (ภาพที่ 2.6) เนื่องจากรูปร่างของไมโครพลาสติกเมื่ออยู่ในน้ำอาจมีลักษณะรูปร่างคล้ายกับอาหารที่สิ่งมีชีวิตกินเป็นอาหาร เช่น พบไมโครพลาสติกรูปร่างแบบเส้นใยในหอยสองฝาและหอยนางรมมากที่สุด รองลงมา คือ ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ (ปิติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ, 2559 และ Li et al., 2018) นอกจากนี้รูปร่างของไมโครพลาสติกยังช่วยในการประเมินเบื้องต้นถึงแหล่งกำเนิดของไมโครพลาสติกชนิดนั้น ๆ เช่น เส้นใยอาจมาจากอุปกรณ์ทำประมง เช่น เชือก อวน

แห จากเส้นใยสังเคราะห์จากเสื้อผ้า ชิ้นส่วนไร้รูปแบบอาจเกิดจากการแตกหักหรือย่อยสลายของพลาสติกขนาดใหญ่ เป็นต้น



(ก) เส้นใยพลาสติกที่ติดอยู่ในทางเดิน
อาหารของหนอนอนธนู



(ข) เส้นใยพลาสติกในหนอนอนธนู



(ค) ชิ้นส่วนไมโครพลาสติกในปลาทู



(ง) ชิ้นส่วนไมโครพลาสติกในหอยนางรม

ภาพที่ 2.6 ไมโครพลาสติกรูปร่างต่าง ๆ ที่พบในสิ่งแวดล้อม

ที่มา: ทีมข่าวสิ่งแวดล้อม (2560ข)

2.3.2.3 ขนาดของไมโครพลาสติก

ขนาดของไมโครพลาสติกส่งผลต่อการเข้าสู่สิ่งมีชีวิตของไมโครพลาสติก ยิ่งไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กยิ่งมีแนวโน้มที่จะปนเปื้อนเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารได้ง่าย ซึ่งไมโครพลาสติกจะเข้าสู่ร่างกายของสัตว์ทะเลผ่านระบบทางเดินอาหาร และเดินทางเข้าสู่ระบบเลือด โดยทั่วไปพบว่าสัตว์ทะเลจะสามารถสะสมไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กได้ดีกว่าพลาสติกขนาดใหญ่ การสะสมของไมโครพลาสติกในสัตว์ทะเลอาจมีผลในการทำลายเนื้อเยื่อหลอดเลือด หรือมีผลกระทบต่อระบบหัวใจของสัตว์ทะเลจากความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีการกินกันเป็นทอด ๆ นี้ อาจทำให้อันตรายของไมโครพลาสติกกระจายไปตามลำดับขั้นการบริโภคจากผู้บริโภคลำดับต้นเข้าสู่ผู้บริโภคลำดับสุดท้าย หรือก็คือมนุษย์นั่นเอง (ศุสิทธิ์ แสงกระจ่าง และคณะ, 2556)

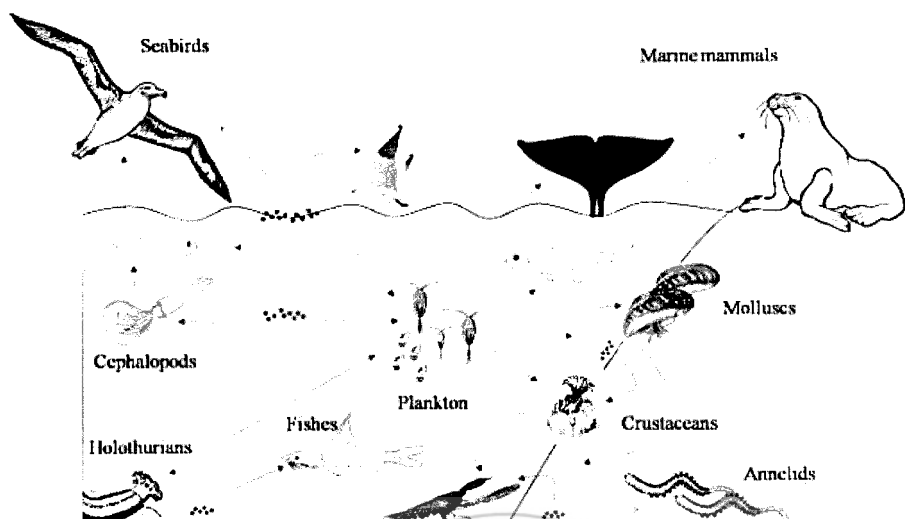
2.3.2.4 ความหนาแน่นของพลาสติก

พลาสติกแต่ละชนิดจะมีความหนาแน่น (density) ไม่เท่ากัน พลาสติกสังเคราะห์ส่วนใหญ่จะลอยตัวในน้ำ เช่น พอลิเอทิลีน โดยพลาสติกที่ลอยตัวอยู่ในน้ำทะเลจะถูกเคลื่อนย้าย และพัดขึ้นฝั่ง ทำให้สัตว์ที่หากินบนผิวน้ำและบนฝั่งรับเอาพลาสติกเหล่านี้เข้าสู่ร่างกาย ส่วนสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดินมีแนวโน้มที่จะได้รับพลาสติกที่มีความหนาแน่นกว่าน้ำทะเล เช่น พอลิไวนิล-คลอไรด์ เนื่องจากพลาสติกเหล่านี้จะจมลงสู่ท้องทะเล (Wang et al., 2018)

2.3.3 ผลกระทบของไมโครพลาสติกต่อสิ่งมีชีวิต

พลาสติกส่วนใหญ่ที่มีการผลิตขึ้นไม่สามารถย่อยสลายได้ในสิ่งแวดล้อมหรือย่อยสลายได้ช้า แต่มีการเสื่อมสภาพ การแตกตัว การสึกกร่อน การย่อยสลายโดยแสง รวมถึงการเกิดออกซิเดชันของพลาสติกขนาดใหญ่ ทำให้พลาสติกขนาดใหญ่มีขนาดเล็กลงกลายเป็นเศษเล็กเศษน้อยหรือที่เรียกว่าไมโครพลาสติกซึ่งเป็นพลาสติกขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร รวมถึงอนุภาคขนาดเล็กถึง 10 นาโนเมตร มีการศึกษาพบไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งบริเวณชายฝั่งทะเล น้ำผิวดิน และตะกอนก้นทะเล จากแถบอาร์กติกไปจนถึงแอนตาร์กติกกลางมหาสมุทร และพบไมโครพลาสติกภายในร่างกายของสัตว์ทะเลต่าง ๆ ทั้งสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ปลา นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (GESAMP, 2016) ด้วยการที่ไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กจึงอาจถูกแพลงก์ตอนสัตว์ หรือสัตว์ที่อยู่ในระดับต้น ๆ ของห่วงโซ่อาหาร กินไมโครพลาสติกเข้าไปแล้วถูกสัตว์ทะเลขนาดใหญ่กว่ากินเป็นอาหารจนกินต่อกันเป็นทอด ๆ ทำให้อาหารทะเลที่มนุษย์รับประทานอาจมีไมโครพลาสติกปนเปื้อนอยู่ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์

การศึกษาที่ผ่านมา (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเลมหาวิทยาลัทยบูรพา, 2557; ปิติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ, 2559; GESAMP, 2016) พบว่า ไมโครพลาสติกสามารถเข้าสู่ ปลา หอย กุ้ง และนกทะเล ซึ่งผลกระทบจากการกินไมโครพลาสติกของสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นได้ทั้งทางกายภาพและชีวภาพ เช่น นกอัลบาทรอสกินเศษพลาสติกเข้าไป เพราะคิดว่าเป็นอาหาร ทำให้ นกอัลบาทรอสขาดสารอาหารตายเนื่องจากไม่สามารถกินอาหารได้ เพราะท้องเต็มไปด้วยพลาสติก โดยพบพลาสติกเฉลี่ย 44 ชิ้นในซากของนกตัวนี้ (ลัทธภาพ แก้วโย, 2560) ปลา กินไมโครพลาสติกเข้าไปแล้วทำให้เกิดการสะสมในห่วงโซ่อาหารจนเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ ซึ่งไมโครพลาสติกอาจมีสารพิษที่มาจากเม็ดพลาสติกเอง ซึ่งเป็นสารที่ใช้ในการผลิตพลาสติก นอกจากนี้เม็ดพลาสติกยังสามารถดูดซับสารพิษจากน้ำทะเลได้ทำให้สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ รวมทั้งมนุษย์ได้รับอันตรายจากสารพิษเหล่านี้ (ปิติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ, 2559) ซึ่งการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร แสดงดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 การแพร่กระจายเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารของไมโครพลาสติก
ที่มา: Ivar do Sul and Costa (2013)

2.3.4 กฎหมายเกี่ยวกับไมโครพลาสติก

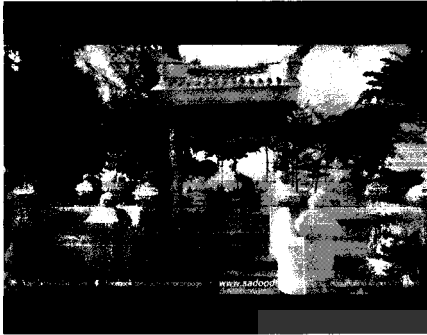
ปัจจุบันการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเป็นปัญหาหนึ่งที่ทั่วโลกให้ความสนใจ เนื่องจากคุณสมบัติของไมโครพลาสติกที่มีน้ำหนักเบา ขนาดเล็ก และกำจัดได้ยาก โดยเฉพาะไมโครพลาสติกชนิดไมโครบีดส์ (microbead) ที่ใส่ลงในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดต่าง ๆ รวมถึงในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยทั่วไปในปัจจุบันไม่สามารถกำจัดได้หมด จึงทำให้มีไมโครพลาสติกปนเปื้อนออกสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ และปนเปื้อนลงสู่ทะเลได้ ปัจจุบันมีหลายประเทศออกกฎหมายควบคุม และห้ามใช้ไมโครบีดส์ (The Microbeads-Free Water Act) ในผลิตภัณฑ์ประเภทสครับ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา, ประเทศแคนาดา, ประเทศไอร์แลนด์, ประเทศเนเธอร์แลนด์ และประเทศอังกฤษ ซึ่งได้ออกกฎหมายห้ามใช้ไมโครบีดส์ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และครีมกันแดด (ทีมข่าวสิ่งแวดล้อม, 2560ข)

2.4 ชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

2.4.1 สภาพโดยทั่วไป

ชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เป็นแหล่งพื้นที่ที่มีธรรมชาติที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายของนักท่องเที่ยว (ภาพที่ 2.8) บริเวณปลายแหลมเป็นที่ประดิษฐานของอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ ด้านทิศตะวันตกเป็นทะเลสาบสงขลา ทิศตะวันออกเฉียงเหนือของชายหาดแหลมสนอ่อนต่อกับทะเลฝั่งอ่าวไทย (ภาพที่ 2.9) ชายหาดแหลม

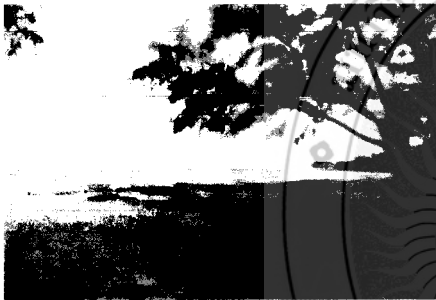
สนอ่่อนสามารถชมทัศนียภาพอันสวยงามของทะเลสาบสงขลา และมองเห็นเกาะหนูได้ใกล้และชัดเจน บริเวณโดยรอบมีที่นั่งพักผ่อนสำหรับประชาชน มีสถานที่สำหรับรับประทานอาหารไว้บริการนักท่องเที่ยวตลอดแนวชายหาด (กรมทรัพยากรธรณี, 2557)



(ก) ชุมประตุมืองสงขลา



(ข) อนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์



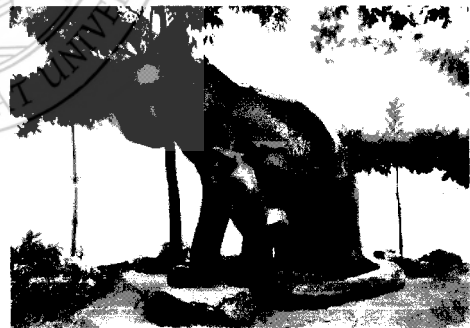
(ค) ชายหาดแหลมสนอ่อน



(ง) ประติมากรรมนางเงือก

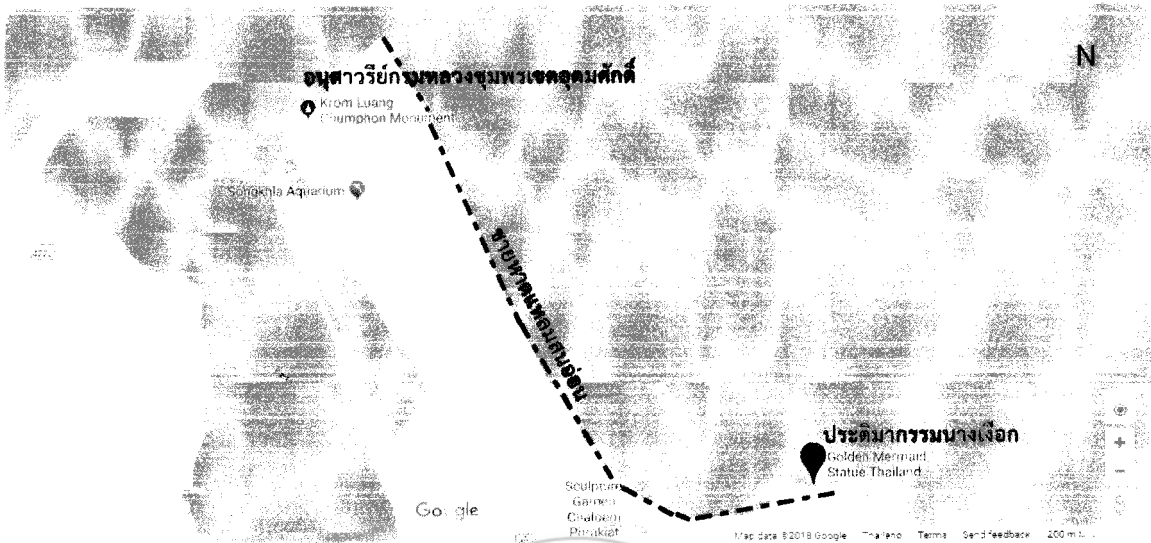


(จ) สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ



(ฉ) ประติมากรรมเกาะหนูเกาะแมว

ภาพที่ 2.8 ชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี (2557)



ภาพที่ 2.9 แผนที่ชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
ที่มา: Google Map (2018)

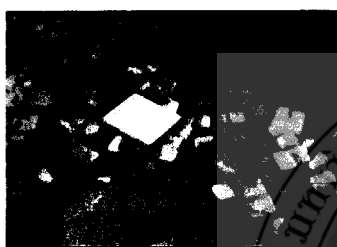
2.4.2 สภาพภูมิอากาศ

ชายหาดแหลมสนอ่อนอยู่ในจังหวัดสงขลาตั้งอยู่ในเขตอิทธิพลของลมมรสุมเมืองร้อน มีลมมรสุมพัดผ่าน คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคมและลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ จากการพัดผ่านของลมมรสุมที่มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณแตกต่างกัน ทำให้จังหวัดสงขลามี 2 ฤดู คือ ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ระยะเวลาเป็นช่องว่างระหว่างฤดูมรสุมหลังจากสิ้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ หรือฤดูหนาวแล้ง อากาศจะเริ่มร้อนและมีอากาศร้อนจัดที่สุดในเดือนเมษายน ส่วนฤดูฝนแบ่งออกเป็น 2 ระยะเวลา คือ ฤดูฝนจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ฝนจะเคลื่อนตัวมาจากด้านตะวันตก (ทะเลอันดามัน) ส่วนมากฝนตกในช่วงบ่ายถึงค่ำ ปริมาณและการกระจายของฝนจะน้อยกว่าช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ฤดูฝนจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ฝนเคลื่อนตัวมาจากด้านตะวันออก (อ่าวไทย) ฝนจะตกชุกหนาแน่น (กรมทรัพยากรธรณี, 2557)

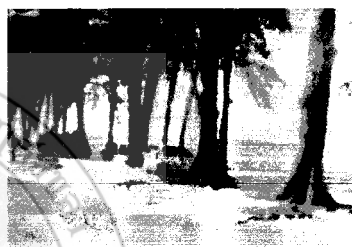
2.4.3 กิจกรรมบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน

ชายหาดแหลมสนอ่อน เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของจังหวัดสงขลา เนื่องจากมีความสวยงาม เป็นจุดชมวิวยิวทัศน์ เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ และทำกิจกรรมทางน้ำได้หลากหลาย เช่น เล่นน้ำทะเล บานาน่าโบ๊ต เจ็ตสกี และเล่นเรือใบ มีโรงแรมที่พักไว้บริการ มีร้านอาหารจำหน่ายอาหารเครื่องดื่ม ของที่ระลึก เป็นที่ประดิษฐานอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ และ

ประติมากรรมพญานาคพ่นน้ำ ให้นักท่องเที่ยวได้สักการะและถ่ายรูปเป็นที่ระลึก (กรมทรัพยากรธรณี, 2557) ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ ส่งผลให้มีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นในพื้นที่ โดยเฉพาะมูลฝอยประเภทพลาสติก เช่น กล่องโฟม ถูพลาสติก กระจบอง ขวดแก้ว ขวดพลาสติก และอื่น ๆ (ภาพที่ 2.10ก) รวมทั้งมียานพาหนะสัญจรผ่านมากมาย (ภาพที่ 2.10ข) และในพื้นที่ยังมีการทำประมงพื้นบ้าน การลากอวน การวางอวน และการวางเบ็ดตกปลา (ภาพที่ 2.10ค) ทำให้มีมูลฝอยพวก เ็นตักปลา เศษอวน เชือก ในพื้นที่ (ภาพที่ 2.10ง) นอกจากนี้ในพื้นที่ชายหาดแหลมสนอ่อนยังมีการขุดทราย และเติมทรายที่บริเวณหาดชลาทัศน์ (ภาพที่ 2.10จ) และมีการวางแนวถุงทราย (ภาพที่ 2.10ฉ) เพื่อแก้ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งที่เกิดขึ้นที่ชายหาดชลาทัศน์



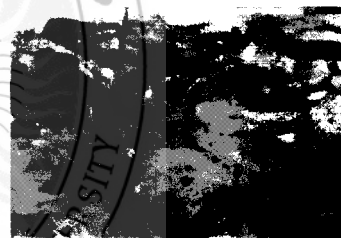
(ก) ขยะทะเลประเภทพลาสติก



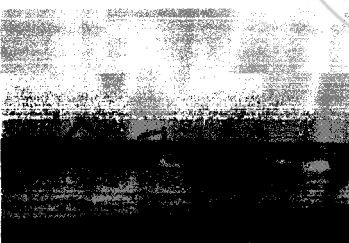
(ข) การสัญจรของยานพาหนะ



(ค) การทำประมงพื้นบ้าน



(ง) ขยะทะเล ประเภท อวน เ็นตักปลา



(จ) การขุดทราย เติมทราย



(ฉ) ถุงทรายป้องกัน
การกัดเซาะชายฝั่ง

ภาพที่ 2.10 กิจกรรมที่เกิดขึ้นบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง
จังหวัดสงขลา

ที่มา: สมปราถนา ฤทธิพิริ้ง (2559)

จากกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้มีขยะมูลฝอยเป็นจำนวนมากเกิดขึ้นในพื้นที่ชายหาด ซึ่งหากไม่มีการจัดการที่ดี อาจส่งผลให้เกิดมลพิษทางน้ำ มลพิษทางดิน มลพิษทางอากาศ และเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เนื่องจากขยะส่วนที่ขาดการเก็บรวบรวมหรือไม่นำมากำจัดให้ถูกวิธี ปล่อยทิ้งค้างไว้ในพื้นที่ของชุมชน เมื่อมีฝนตกลงมาจะไหลชะนำความสกปรก เชื้อโรค สารพิษ จากขยะไหลลงสู่แหล่งน้ำทำให้น้ำเน่าเสียได้ รวมทั้งขยะมูลฝอยประเภทพลาสติกยังอาจเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในพื้นที่ได้ (ศรีธวัช กำเนิดทอง, 2558)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม

ไมโครพลาสติกเป็นปัญหามลพิษทางทะเลและสิ่งแวดล้อมหนึ่งที่สำคัญและได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทางทะเลในหลายประเทศ รวมถึงประเทศไทยด้วย

Piñon - Colin et al. (2018) เก็บตัวอย่างทรายชายหาดจากคาบสมุทรบาฮากาลิฟอร์เนีย (Baja California Peninsula) ประเทศเม็กซิโก จำนวน 21 จุดชายหาด พบไมโครพลาสติกเฉลี่ย 135 ± 92 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง มีค่าระหว่าง 16 ± 4 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ถึง 312 ± 145 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง โดยพบไมโครพลาสติกน้อยกว่า 100 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง จำนวน 11 ชายหาด (ร้อยละ 52) จำนวน 100 ถึง 200 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง จำนวน 3 ชายหาด (ร้อยละ 12) และมากกว่า 200 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง จำนวน 7 ชายหาด (ร้อยละ 33) ซึ่งไมโครพลาสติกที่พบส่วนใหญ่เป็นเส้นใย (ร้อยละ 91) รองลงมา คือ พิล์ม (ร้อยละ 5) ทรงกลม (ร้อยละ 3) และเม็ด (ร้อยละ 1) จากการศึกษาสีของไมโครพลาสติกที่เป็นเส้นใย พบว่า เส้นใยส่วนใหญ่มีสีดำ และสีน้ำเงิน คิดเป็นร้อยละ 59 และ 25 ตามลำดับ รองลงมา คือ สีม่วง (ร้อยละ 7) สีแดง (ร้อยละ 7) และสีเขียว (ร้อยละ 2) จากการวิเคราะห์ด้วย Attenuated Total Reflection Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR - FTIR) พบว่า ไมโครพลาสติกส่วนใหญ่เป็น พอลิอะคริลิก (polyacrylic) พอลิอะคริลามิด (polyacrylamide) พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (polyethylene terephthalate; PET) พอลิเอสเทอร์ (polyesters) และไนลอน (nylon) จากการที่พบไมโครพลาสติกที่เป็นเส้นใยปริมาณมาก ถึงร้อยละ 91 อาจบ่งชี้แหล่งกำเนิดของไมโครพลาสติกได้ว่าอาจมาจากน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งได้รับน้ำเสียจากการซักผ้ารวมทั้งอาจเกิดจากเครื่องมือประมง เช่น แห เชือก เป็นต้น

Lo et al. (2018) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในหาดโคลนและหาดทรายในฮ่องกง จากการศึกษาพบไมโครพลาสติกในหาดโคลนมากกว่าหาดทรายถึง 10 เท่า โดยทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอน 470 ตัวอย่างจาก 20 จุดเก็บตัวอย่าง พบไมโครพลาสติก 0.58 - 2,116 ชิ้นต่อกิโลกรัมดินตะกอน โดยมีค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐาน 161 และ 25.4 ชิ้นต่อกิโลกรัมดิน

ตะกอน ตามลำดับ การศึกษานี้พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 5 รูปร่าง คือ ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ เส้นใย เม็ด โฟม และฟิล์ม โดยเส้นใยและชิ้นส่วนไร้รูปแบบมีปริมาณมากที่สุด คือ ร้อยละ 57.2 และ 37.6 ตามลำดับ ในขณะที่ ฟิล์ม โฟม และเม็ด พบร้อยละ 2.4, 2.2 และ 0.3 ตามลำดับ

การศึกษาของสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเลมหาวิทยาลัยบูรพา (2557) ซึ่งได้ทำการสำรวจและจำแนกตัวอย่างขยะทะเลประเภทไมโครพลาสติกในบริเวณชายหาดคู้งวิมานและชายหาดเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินตะกอนและดินบริเวณชายหาดในเดือนกันยายนและเดือนธันวาคม 2556 จากการศึกษาพบรูปร่างไมโครพลาสติกทั้งหมด 8 รูปร่าง คือ เส้นใย ก้อนไม่มีรูปแบบ แผ่นฟิล์ม แผ่นแข็ง ทรงกลม แท่ง เส้นใยที่ไม่ใช่เชือก และอื่น ๆ ส่วนสีที่พบมี 12 สี ได้แก่ สีขาวขุ่น สีขาวใส สีแดง สีดำ สีน้ำเงิน สีฟ้า สีเขียว สีเทา สีน้ำตาล สีเหลือง สีส้ม และสีม่วง จากผลการศึกษาพบรูปร่างแบบเส้นใยมากที่สุด ในชายหาดเจ้าหลาวและพบรูปร่างแบบชิ้นส่วนไร้รูปแบบมากที่สุดที่ชายหาดคู้งวิมาน ส่วนในตะกอนดินของทั้งสองชายหาด พบรูปร่างแบบเส้นใยมากที่สุด และสีที่พบมากที่สุดในทั้งสองชายหาด คือ สีขาวขุ่น และสีขาวใส

การศึกษาของ เผ่าเทพ เชิดสุขใจ และคณะ (2560) ที่ได้ทำการศึกษาไมโครพลาสติกบริเวณแหลมพันวาและเกาะโหลน จังหวัดภูเก็ต พบว่า บริเวณแหลมพันวามีการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกในตะกอนชายหาด 5,039 ชิ้นต่อตารางเมตร และในตะกอนพื้นทะเลพบ 1,731 ชิ้นต่อตารางเมตร ส่วนเกาะโหลนพบไมโครพลาสติก 2,687 ชิ้นต่อตารางเมตร และในตะกอนพื้นทะเลพบ 3,411 ชิ้นต่อตารางเมตร โดยในทุกพื้นที่ทำการวิเคราะห์พบไมโครพลาสติกประเภทเส้นใยมากกว่าร้อยละ 50 ของทุกจุดเก็บตัวอย่าง

Peng et al. (2017) ได้ศึกษาไมโครพลาสติกในตะกอนดินปากแม่น้ำในประเทศจีน โดยเก็บตัวอย่างตะกอนดินจากปากแม่น้ำฉางเจียง (Changjiang) จำนวน 53 จุดเก็บตัวอย่าง จากการศึกษาพบไมโครพลาสติกเฉลี่ย 121 ± 9 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักตะกอนแห้ง โดยพบตั้งแต่ 20 - 340 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักตะกอนแห้ง ซึ่งไมโครพลาสติกที่พบร้อยละ 93 มีรูปร่างเส้นใย ร้อยละ 6 เป็นรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ และพบรูปร่างเม็ดเพียงร้อยละ 1 โดยพบไมโครพลาสติกสีขาวใสมากที่สุด (ร้อยละ 42) รองลงมา คือ สีน้ำเงิน (ร้อยละ 25) สีดำ (ร้อยละ 16) สีเหลือง (ร้อยละ 7) สีแดง (ร้อยละ 6) และ สีขาว (ร้อยละ 4) ในการศึกษานี้ได้แบ่งขนาดของไมโครพลาสติกออกเป็นไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (1 ไมโครเมตร - 1 มิลลิเมตร) และไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (1 - 5 มิลลิเมตร) ผลการศึกษาพบว่า ไมโครพลาสติกร้อยละ 58 เป็นไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็ก จากการวิเคราะห์โดยใช้ Micro - Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (μ -FT-IR) พบผ้าเรยอน (rayon) พอลิเอสเตอร์ (polyester)



และอะคริลิก (acrylic) มากที่สุด ซึ่งบ่งชี้ว่าไมโครพลาสติกในปากแม่น้ำฉางเจียง (Changjiang) น่าจะเกิดจากการซักผ้า

การศึกษาไมโครพลาสติกในตะกอนทะเลตามชายฝั่งเบลเยียมของ Claessens et al. (2011) ได้ทำการเก็บตัวอย่างบริเวณท่าเทียบเรือ ชายหาด และไหล่ทะเล (sublittorally (BCS)) พบจำนวนของไมโครพลาสติกสูงสุด 390 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักตะกอนแห้ง ที่ท่าเทียบเรือ ซึ่งมากกว่าค่าที่เคยรายงานไว้ถึง 15 - 50 เท่า ไมโครพลาสติกที่พบมีขนาด 38 ไมโครเมตร ถึง 1 มิลลิเมตรและพบไมโครพลาสติก 4 รูปร่าง คือ เส้นใย (ร้อยละ 59) เม็ด (ร้อยละ 25) แผ่นฟิล์ม (ร้อยละ 4) และทรงกลม (ร้อยละ 12)

ไมโครพลาสติกยังมีการสะสมในน้ำผิวดิน Zhang et al. (2017) ได้เก็บตัวอย่างไมโครพลาสติกที่ลอยอยู่ในทะเลจากจุดเก็บตัวอย่าง 11 แห่งในทะเลบัวไห่ (Bohai Sea) ประเทศจีน โดยใช้ตาข่ายที่มีขนาดตา 330 ไมโครเมตร ในเดือนสิงหาคม 2016 พบว่า มีไมโครพลาสติกในน้ำทะเลเฉลี่ย 0.33 ± 0.74 ชิ้นต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งพลาสติกที่พบมีขนาดตั้งแต่ 0.005 - 23.5 เซนติเมตร โดยแบ่งเป็นพลาสติกขนาดใหญ่ (> 2.5 เซนติเมตร) ร้อยละ 7 พลาสติกขนาดกลาง (0.5 - 2.5 เซนติเมตร) ร้อยละ 38 และไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (0.3 - 5 มิลลิเมตร) ร้อยละ 55 ไมโครพลาสติกที่พบมี 7 รูปร่าง คือ ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ เส้น ฟิล์ม ทรงกลม เส้นใย เม็ด และเม็ดบีดส์ ซึ่งไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุด คือ ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ (ร้อยละ 46) เส้น (ร้อยละ 24) และฟิล์ม (ร้อยละ 22) ในขณะที่ไมโครพลาสติกรูปร่างทรงกลมและเส้นใยพบ ร้อยละ 5 และ ร้อยละ 3 ตามลำดับ ส่วนไมโครพลาสติกรูปร่างเป็นเม็ดและเม็ดบีดส์พบรวมกันน้อยกว่า ร้อยละ 1 ส่วนสีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุด คือ สีขาว (ร้อยละ 68) รองลงมา คือ สีขาวใส (ร้อยละ 11) สีเขียว (ร้อยละ 10) สีเหลือง (ร้อยละ 6) และสีอื่น ๆ (สีน้ำเงิน สีแดง และสีดำ) ร้อยละ 5

จากการศึกษาของ Wang et al. (2018) พบไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินในทะเลสาบตั้งถึง (Dongting) และทะเลสาบฮอง (Hong) ในประเทศจีน 900 - 2,800 ชิ้นต่อลูกบาศก์เมตร และ 1,250 - 4,650 ชิ้นต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบมี 3 รูปร่าง คือ เส้นใย เม็ด และฟิล์ม โดยทั้งทะเลสาบตั้งถึง และทะเลสาบฮอง พบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุด คือ ร้อยละ 41.9 - 91.9 และร้อยละ 44.2 - 83.9 ตามลำดับ ในขณะที่ไมโครพลาสติกที่เป็นเม็ดพบ 385.0 ± 221.1 ชิ้นต่อลูกบาศก์เมตร ในทะเลสาบตั้งถึง และ 685.5 ± 375.3 ชิ้นต่อลูกบาศก์เมตร ในทะเลสาบฮอง ส่วนไมโครพลาสติกรูปร่างฟิล์มพบ ร้อยละ 13.5 และ ร้อยละ 16 ในทะเลสาบตั้งถึง และทะเลสาบฮอง ตามลำดับ ไมโครพลาสติกที่พบในการศึกษานี้แบ่งออกเป็น 7 สี คือ สีขาวใส สีน้ำเงิน สีม่วง สีดำ สีแดง สีขาว และอื่น ๆ โดยพบไมโครพลาสติกที่มีสีขาวใสมีปริมาณมากที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 28.7 ในทะเลสาบตั้งถึง และ ร้อยละ 22.1 ในทะเลสาบฮอง ซึ่งไมโครพลาสติกสีขาวใสที่พบ

3/2/2016

May 11

ส่วนมากจะมีรูปร่างเป็นเส้นใย จากการวิเคราะห์โดยใช้ Raman spectroscopy พบว่าไมโครพลาสติกส่วนใหญ่เป็น พอลิเอทิลีน (polyethylene) และพอลิโพรพิลีน (polypropylene) ซึ่งไมโครพลาสติกที่พบในทะเลสาบทั้ง 2 แห่ง อาจเกิดจากการทำประมง ฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ น้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย การเกษตร จากการตกสะสมในบรรยากาศ เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสัตว์ทะเล จากการศึกษาของ ปิติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ (2559) ที่ได้ศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในหอยสองฝาบริเวณชายหาดเจ้าหลาวและชายหาดคุ้งวิมาน จังหวัดจันทบุรี โดยเก็บตัวอย่างฤดูฝนในเดือนสิงหาคมและกันยายน 2557 ผลการศึกษาพบรูปร่างไมโครพลาสติกทั้งหมด 6 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ แผ่นฟิล์ม แผ่นแข็ง ทรงกลม แท่ง ส่วนสีที่พบมีทั้งหมด 10 สี ได้แก่ สีขาวขุ่น สีขาวใส สีแดง สีดำ สีน้ำเงิน สีฟ้า สีเขียว สีเทา สีน้ำตาล และอื่น ๆ จากการศึกษาพบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในหอยสองฝา คือ หอยเสียบ และหอยกระปุก และรูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุด คือ เส้นใย รองลงมา คือ ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ ส่วนสีที่พบมากที่สุด คือ สีดำ สีฟ้า สีขาว

การศึกษาของ Li et al. (2018) ได้ศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในหอยนางรม (*Saccostrea cucullata*) โดยเก็บตัวอย่างหอยนางรมจากจุดเก็บตัวอย่าง 11 จุด จากบริเวณปากแม่น้ำเพิร์ล (Pearl) ประเทศจีน พบไมโครพลาสติกในหอยนางรม 1.4 - 7.0 ชิ้นต่อตัว หรือคิดเป็น 1.5 - 7.2 ชิ้นต่อกรัมน้ำหนักเปียกของเนื้อเยื่อหอยนางรม ซึ่งปริมาณไมโครพลาสติกในหอยนางรมที่พบมีความสัมพันธ์กับน้ำที่อยู่โดยรอบ โดยหอยนางรมที่อยู่ใกล้เขตเมืองจะมีไมโครพลาสติกสูงกว่าหอยนางรมที่เก็บจากพื้นที่ที่อยู่ในชนบท ไมโครพลาสติกที่พบมีขนาด 20 - 5,000 ไมโครเมตร ซึ่งส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 100 ไมโครเมตร (ร้อยละ 83.9) รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุด คือ เส้นใย (ร้อยละ 69.4) รองลงมา คือ ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ (ร้อยละ 20) ซึ่งไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างเส้นใยและชิ้นส่วนไร้รูปแบบ คิดเป็นร้อยละ 82.5 - 97.2 ของไมโครพลาสติกทั้งหมดที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ที่เหลือเป็นรูปร่างแบบเม็ด และแผ่น การศึกษานี้ได้แบ่งไมโครพลาสติกออกเป็น 8 สี คือ สีแดง สีดำ สีน้ำตาล สีน้ำเงิน สีเหลือง สีเขียว สีขาว และสีขาวใส จากการศึกษาพบไมโครพลาสติกที่มีสีอ่อน (สีขาวใส สีขาว สีเขียว สีเหลือง) ร้อยละ 83 ซึ่งมากกว่าไมโครพลาสติกที่มีสีเข้ม (สีน้ำตาล สีดำ และสีแดง) ซึ่งพบเพียงร้อยละ 17 นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ชนิดของไมโครพลาสติกที่พบ 121 ชิ้น โดยใช้ Fourier Transform Infrared Spectroscopy Microscope (μ - FT -IR) พบว่า พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (polyethyleneterephthalate; PET) มีปริมาณมากที่สุด (ร้อยละ 34) รองลงมา คือ พอลิโพรพิลีน (polypropylene; PP) คิดเป็น ร้อยละ 19 พอลิเอสเตอร์ (polyester) คิดเป็นร้อยละ 14 พอลิสไตรีน (polystyrene) คิดเป็นร้อยละ 8 เซลโลเฟนหรือกระดาษแก้ว (cellophane) คิดเป็นร้อยละ 8 พอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride; PVC) คิดเป็นร้อยละ

6 พอลิเอไมด์ (polyamide) คิดเป็นร้อยละ 4 โฟม (expanded polystyrene) คิดเป็นร้อยละ 3 และอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 4

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ไมโครพลาสติกมีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมทางทะเล ทั้งในทรายชายหาด (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557; Piñon - Colin et al., 2018) น้ำทะเล (Zhang et al., 2017; Wang et al., 2018) และตะกอนดิน (เผ่าเทพ เชิดสุขใจ และคณะ, 2560; Claessens et al., 2011; Peng et al. 2017; Lo et al., 2018) และไมโครพลาสติกอาจปนเปื้อนเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร ดังจะเห็นได้ว่า มีการตรวจพบไมโครพลาสติกในหอยสองฝา (ปิติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ, 2559) และหอยนางรม (Li et al., 2018) ซึ่งทำให้สารพิษในไมโครพลาสติกปนเปื้อนเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารและอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ รวมทั้งสุขภาพของมนุษย์ ดังนั้น การศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมจะช่วยในการประเมินความเสี่ยงที่สิ่งมีชีวิตจะได้รับผลกระทบจากไมโครพลาสติก รวมทั้งจะช่วยในการหาแนวทางในการจัดการปัญหาเกี่ยวกับไมโครพลาสติกในอนาคต

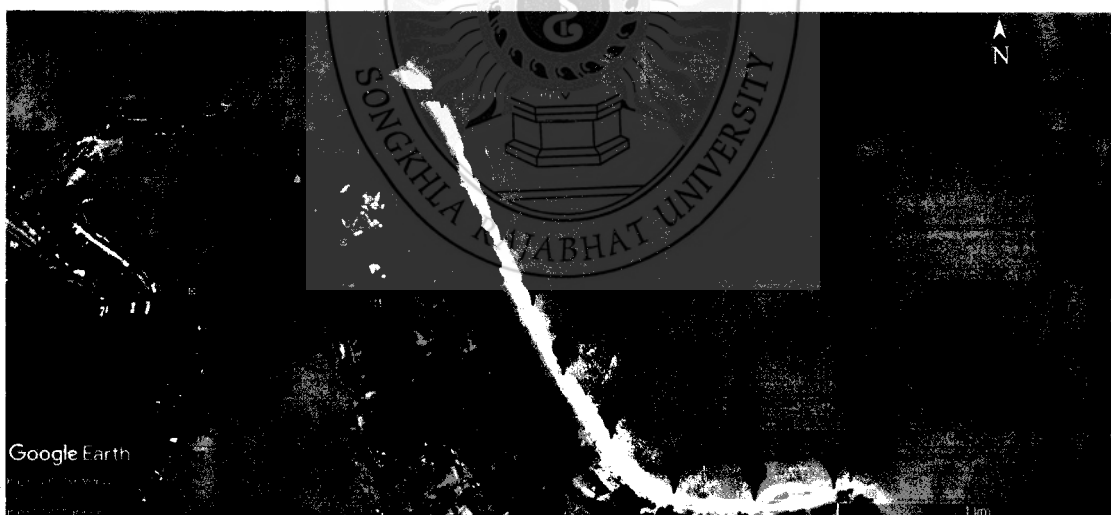


บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 ขอบเขตการศึกษา

งานวิจัยในครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ตั้งแต่บริเวณอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ถึงบริเวณประติมากรรมนางเงือก เป็นระยะทาง 3.27 กิโลเมตร สุ่มเก็บตัวอย่างทั้งหมด 10 จุด โดยแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีระยะห่างประมาณ 300 เมตร (ภาพที่ 3.1) พิกัดของจุดเก็บตัวอย่างดังตารางที่ 3.1 เก็บตัวอย่างทรายชายหาด 1 ครั้ง ในเดือนตุลาคม 2560 จากนั้นนำตัวอย่างมาทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ศูนย์วิทยาศาสตร์ และอาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เพื่อจำแนกปริมาณ และลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยศึกษาขนาดของไมโครพลาสติก 2 ส่วน คือ ส่วนที่มีขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร ($> 63 \mu\text{m}$) และส่วนที่น้อยกว่า 63 ไมโครเมตร ($< 63 \mu\text{m}$)



ภาพที่ 3.1 จุดเก็บตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณแหลมสนอ่อน
ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
ที่มา: Google Earth (2018)

ตารางที่ 3.1 พิกัดของจุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	พิกัดภูมิศาสตร์	
	พิกัด X	พิกัด Y
L1	674574	799626
L2	674754	799394
L3	674866	799110
L4	674979	798840
L5	675096	798567
L6	675208	798300
L7	675379	798060
L8	675597	797863
L9	675882	797868
L10	676168	797865

หมายเหตุ: พิกัดภูมิศาสตร์ของจุดเก็บตัวอย่างอยู่ในโซน (Zone) 47 N

L1 - L10 หมายถึง จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 - จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 ตั้งแต่บริเวณอนุสาวรีย์
กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ถึงบริเวณประติมากรรมนางเงือก

3.2 ลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่าง

ก่อนการเก็บตัวอย่างทรายชายหาด ผู้วิจัยได้ดำเนินการสำรวจลักษณะทางกายภาพและ
กิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 10 จุด (L1 - L10) (ภาพที่ 3.2) โดยเริ่มจุดแรกที่บริเวณ
อนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ถึงจุดเก็บตัวอย่างสุดท้ายบริเวณประติมากรรมนางเงือก จาก
การสำรวจพบว่าจุดเก็บตัวอย่าง L1 - L4 ซึ่งอยู่ในบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน เป็นพื้นที่ที่มีท่าเรือ
น้ำลึกขนส่งสินค้า การทำประมงพื้นบ้าน การวางอวนจับปลา การหาหอยเสียบรวมถึงกิจกรรมการตก
ปลา บริเวณริมหาดจะมีขยะกระจายอยู่โดยรอบพื้นที่ ถัดมาเป็นจุดเก็บตัวอย่าง L5 - L6 จุดนี้ไม่มี
กิจกรรมจากชาวบ้าน เนื่องจากมีการกั้นพื้นที่เพื่อชุดทราย และมีการนำทรายมากองรวมกันเพื่อนำไป
เติมทรายที่ชายหาดชลาลัยที่ซึ่งเกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง ส่วนจุดเก็บตัวอย่าง L7 - L10 จะอยู่
บริเวณประติมากรรมนางเงือก พื้นที่บริเวณนี้จะเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่นักท่องเที่ยวเข้ามาพักผ่อน
เป็นจำนวนมาก มีนักท่องเที่ยวลงเล่นน้ำ และมีร้านค้า ร้านอาหารไว้คอยบริการนักท่องเที่ยวตลอด
แนวชายหาด



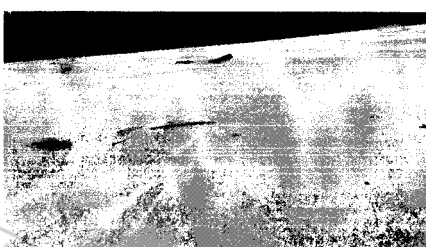
(ก) จุดเก็บตัวอย่าง L1



(ข) จุดเก็บตัวอย่าง L2



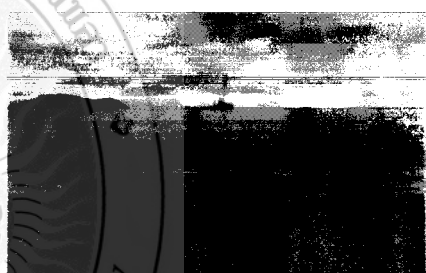
(ค) จุดเก็บตัวอย่าง L3



(ง) จุดเก็บตัวอย่าง L4



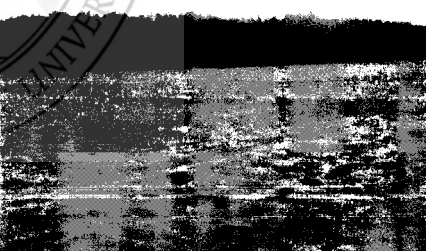
(จ) จุดเก็บตัวอย่าง L5



(ฉ) จุดเก็บตัวอย่าง L6



(ช) จุดเก็บตัวอย่าง L7



(ซ) จุดเก็บตัวอย่าง L8



(ฅ) จุดเก็บตัวอย่าง L9



(ณ) จุดเก็บตัวอย่าง L10

ภาพที่ 3.2 ลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่างทรายชายหาด (L1 - L10) บริเวณชายหาด
แหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.3.1 วัสดุ และอุปกรณ์

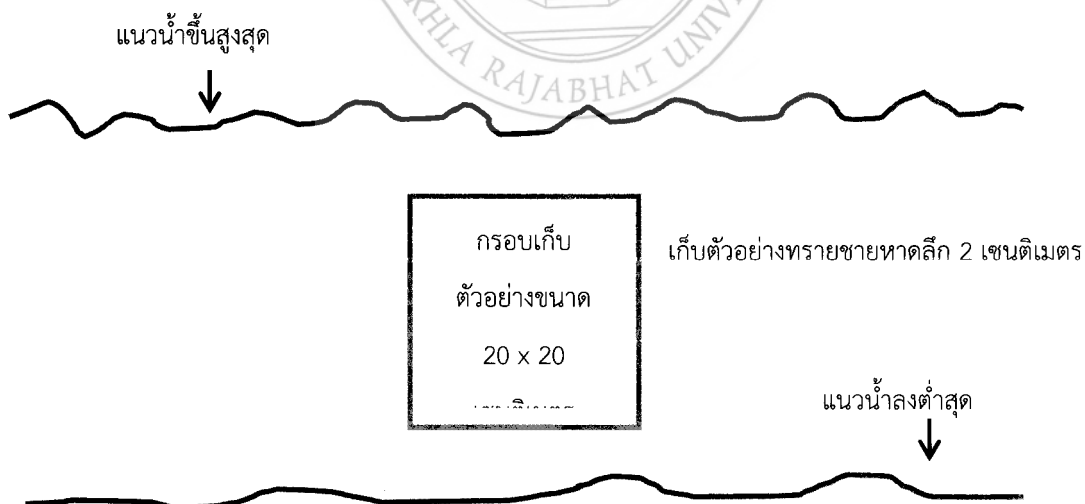
- 1) ถุงซิปป
- 2) กระดาษฟอยล์ (aluminium foil)
- 3) สายวัดหรือตลับเมตร
- 4) ถุงเก็บตัวอย่างทราย
- 5) พลาสติกดิน
- 6) ล้อวัดสนาม
- 7) กรอบเก็บตัวอย่าง (quadrate) ขนาด 20 × 20 เซนติเมตร
- 8) GPS (global positioning system) ยี่ห้อ GARMIN รุ่น Terex
- 9) กระดาษกรอง glass microfiber (GF/C) ขนาดรูพรุน 1.2 ไมโครเมตร ยี่ห้อ Whatman
- 10) กระดาษกรอง cellulose nitrate ขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร ยี่ห้อ Sartorius
- 11) บีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร และ 1,000 มิลลิลิตร
- 12) กระบอกตวง ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
- 13) ขวดปรับปริมาตร ขนาด 500 มิลลิลิตร และ 1,000 มิลลิลิตร
- 14) เครื่องกวนสาร (hotplate stirrer) ยี่ห้อ IKA C-MAG รุ่น HS 7
- 15) ตู้อบ (hot air oven) ยี่ห้อ Memmert รุ่น Schwabach D-91126
- 16) กล้องจุลทรรศน์ ยี่ห้อ Nikon รุ่น ECLIPSE Ci พร้อม Microscope camera ยี่ห้อ LANOPTIK MDX1003
- 17) เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น AL 104
- 18) ตะแกรงร่อนขนาดตา 1 มิลลิเมตร และตะแกรงร่อนขนาดตา 63 ไมโครเมตร
- 19) ปั๊มสุญญากาศ (vacuum pump)
- 20) ชุดกรองสุญญากาศ (vacuum filter set)
- 21) ตู้ดูดความชื้น (desiccator)
- 22) ตู้ดูดควัน (fume hood)

3.3.2 สารเคมี

- 1) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) บริษัท อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด ผลิตในประเทศไทย
- 2) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ร้อยละ 50 บริษัท ไทยเปอร์ออกไซด์ จำกัด ผลิตในประเทศไทย
- 3) เฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4$) บริษัท Ajax Finechem ผลิตในประเทศออสเตรเลีย

3.4 การเก็บตัวอย่างทรายชายหาด

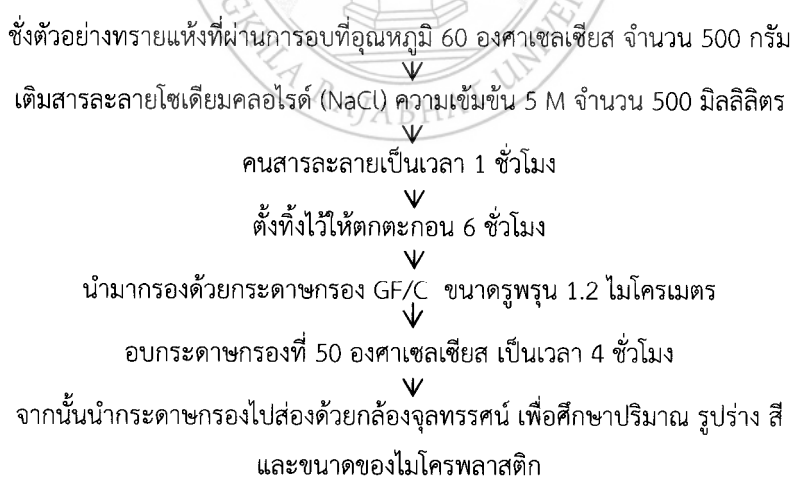
การศึกษารั้วนี้ทำการเก็บตัวอย่างในเดือนตุลาคม 2560 เพื่อสำรวจไมโครพลาสติกบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยเก็บตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 10 จุด แต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีระยะห่างประมาณ 300 เมตร ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างดำเนินการเก็บตัวอย่างทรายที่จุดกึ่งกลางระหว่างแนวน้ำขึ้นสูงสุดและแนวน้ำลงต่ำสุด โดยใช้กรอบเก็บตัวอย่าง (quadrate) ขนาด 20×20 เซนติเมตร โดยเก็บตัวอย่างทรายลึก 2 เซนติเมตร (ภาพที่ 3.3) ห่อด้วยกระดาษฟอยล์ก่อนใส่ถุงซิปล เพื่อป้องกันการสัมผัสกันของตัวอย่างและถุงพลาสติก จากนั้นนำกลับมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยนำตัวอย่างไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาดตา 1 มิลลิเมตร โดยวิธีการเก็บตัวอย่างทรายชายหาดในการศึกษารั้วนี้ได้ดัดแปลงจากวิธีการเก็บตัวอย่างของ สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557)



ภาพที่ 3.3 การเก็บตัวอย่างทรายชายหาด

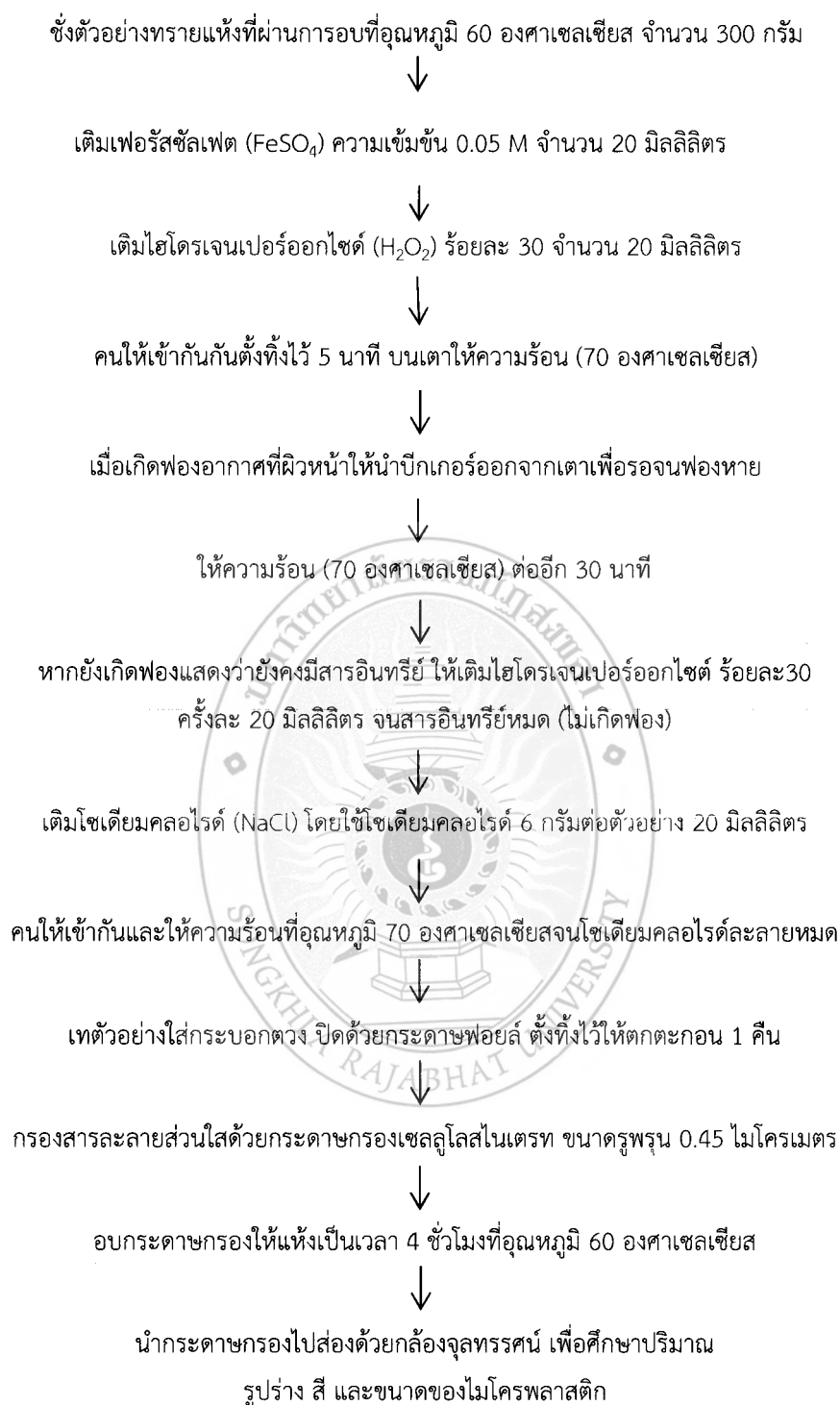
3.5 การศึกษาวิธีการวิเคราะห์การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในทรายชายหาด

ในปัจจุบันยังไม่มีวิธีการวิเคราะห์การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาดที่เป็นมาตรฐานสากล ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงได้ดำเนินการหาวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมเพื่อให้ผลการศึกษาที่ได้มีความน่าเชื่อถือ โดยอ้างอิงและดัดแปลงวิธีการของสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557) และ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (Masura et al., 2015) ซึ่งใช้ความหนาแน่น (density) ในการแยกไมโครพลาสติกออกจากตัวอย่างทรายชายหาด โดยอาศัยหลักการ คือ วัตถุที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าสารละลายจะลอยอยู่ในสารละลายนั้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 5 M ซึ่งมีความหนาแน่น 1.15 กรัมต่อมิลลิลิตร ในการลอยแยกไมโครพลาสติกออกจากตัวอย่าง แต่การใช้โซเดียมคลอไรด์มีข้อจำกัด เช่น ไม่สามารถแยกพลาสติกประเภทพอลิไวนิลคลอไรด์ได้ ซึ่งมีความหนาแน่น 1.4 กรัมต่อมิลลิลิตร (Masura et al., 2015) การศึกษาครั้งนี้ได้เปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในทรายชายหาด 3 วิธีการวิเคราะห์ โดยวิธีการวิเคราะห์ที่ 1 ดัดแปลงจากสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557) วิธีการวิเคราะห์ที่ 2 ดัดแปลงจากสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน และคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557) และ NOAA (Masura et al., 2015) และวิธีการวิเคราะห์ที่ 3 ดัดแปลงจาก NOAA (Masura et al., 2015) วิธีการวิเคราะห์ที่ 1 และวิธีการวิเคราะห์ที่ 2 มีขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 3.4 และ ภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.4 การศึกษาไมโครพลาสติกด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่ 1

ที่มา: ดัดแปลงจากสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557)

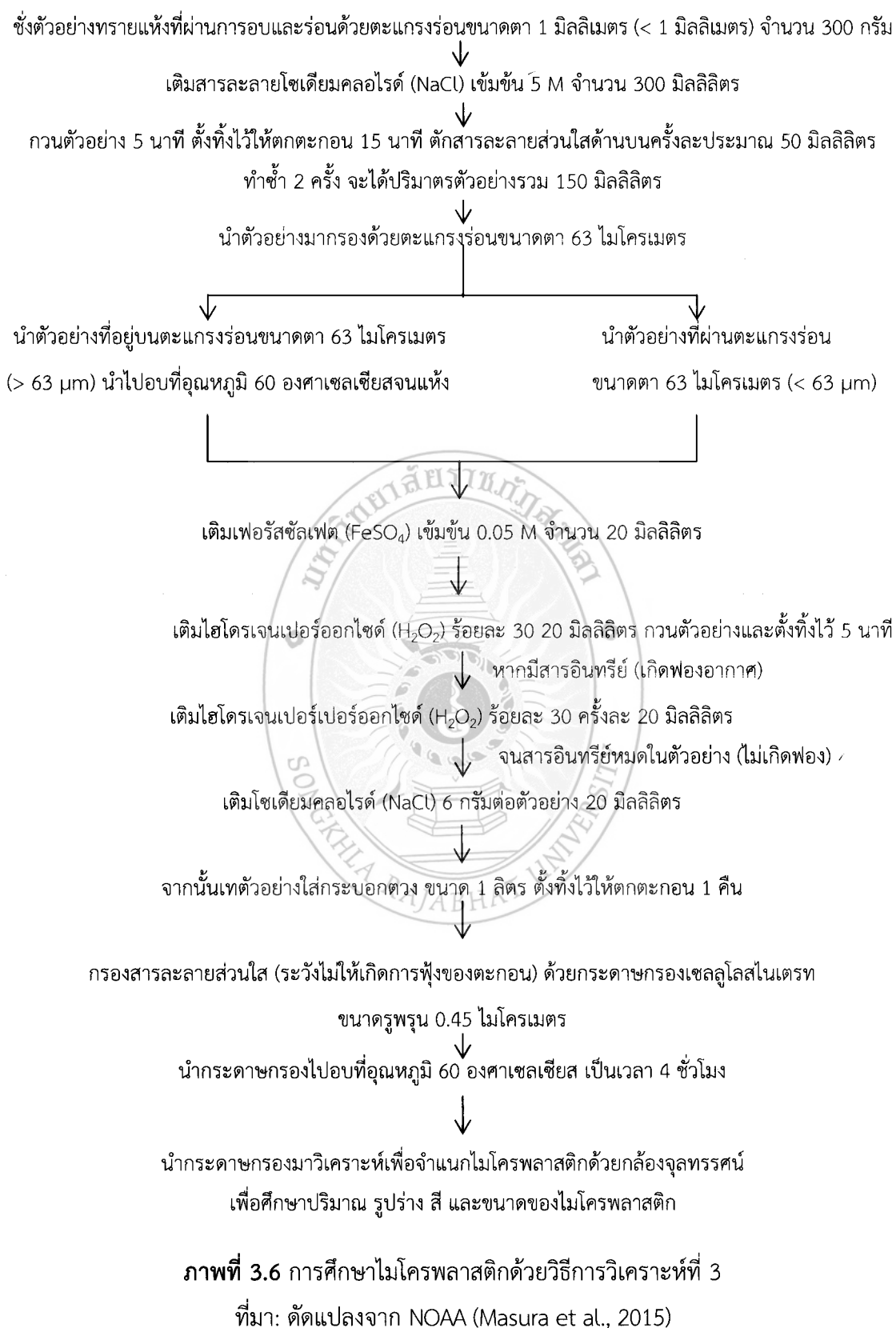


ภาพที่ 3.5 การศึกษาไมโครพลาสติกด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่ 2

ที่มา: ดัดแปลงจากสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557) และ NOAA (Masura et al., 2015)

สำหรับวิธีการวิเคราะห์ที่ 3 ซึ่งดัดแปลงจาก NOAA (Masura et al., 2015) มีขั้นตอนดังภาพที่ 3.6 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) ชั่งตัวอย่างทรายแห้งที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาดตา 1 มิลลิเมตร (ขนาด < 1 มิลลิเมตร) จำนวน 300 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร
- 2) เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้น 5 M จำนวน 300 มิลลิลิตร
- 3) ใช้แท่งแก้วกวนตัวอย่างอย่างแรงและต่อเนื่องประมาณ 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 15 นาที ใช้ซ็อนสแตนเลสตักสารละลายส่วนใสด้านบน (ระวังไม่ให้ตะกอนฟุ้ง) 50 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร ทำซ้ำต่อเนื่องอีก 2 ครั้ง จะได้ปริมาตรตัวอย่างรวม 150 มิลลิลิตร
- 4) จากนั้นนำมากรองด้วยตะแกรงร่อนขนาดตา 63 ไมโครเมตร
- 5) นำตัวอย่างที่อยู่บนตะแกรงร่อนขนาดตา 63 ไมโครเมตร (ขนาด > 63 ไมโครเมตร) ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้ง
- 6) นำตัวอย่างที่อยู่บนตะแกรงร่อนขนาดตา 63 ไมโครเมตร (ขนาด > 63 ไมโครเมตร) ที่อบจนแห้งแล้วและตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาดตา 63 ไมโครเมตร (ขนาด < 63 ไมโครเมตร) มาใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร โดยตัวอย่างแต่ละขนาดจะนำมาดำเนินการต่อตามขั้นตอนที่ 7) ถึง 14)
- 7) เติมเฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) เข้มข้น 0.05 M จำนวน 20 มิลลิลิตร
- 8) เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ร้อยละ 30 จำนวน 20 มิลลิลิตร เพื่อกำจัดสารอินทรีย์ กวนตัวอย่าง และตั้งทิ้งไว้ 5 นาที
- 9) สังเกตว่าเกิดฟองอากาศในตัวอย่างหรือไม่ หากยังคงเกิดฟองอากาศให้เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ร้อยละ 30 เพิ่มครั้งละ 20 มิลลิลิตร จนกว่าสารอินทรีย์หมด
- 10) เมื่อย่อยสารอินทรีย์จนหมด (สังเกตจากไม่เกิดฟองอากาศในตัวอย่าง) ให้เติมโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 6 กรัมต่อตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร กวนจนสารละลายโซเดียมคลอไรด์ละลายหมด
- 11) จากนั้นเทตัวอย่างใส่กระบอกตวง ขนาด 1 ลิตร ปิดด้วยกระดาษฟอยล์ (aluminium foil) ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 1 คืน ที่อุณหภูมิห้อง
- 12) กรองสารละลายส่วนใสด้านบนด้วยกระดาษกรองเซลลูโลสไนเตรท (cellulose nitrate) ขนาด 0.45 ไมโครเมตร โดยค่อย ๆ เทตัวอย่างออกจากกระบอกตวงและระวังไม่ให้เกิดการฟุ้งของตะกอนด้านล่าง
- 13) นำกระดาษกรองที่ผ่านการกรองแล้วไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง
- 14) นำแผ่นกระดาษกรองมาวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อศึกษาปริมาณ รูปร่าง สี และขนาดของไมโครพลาสติก



จากรายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธี สามารถสรุปและเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.2 ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่า วิธีการวิเคราะห์ที่ 3 มีความเหมาะสมที่สุด (รายละเอียดผลการศึกษาในบทที่ 4 หัวข้อ 4.1) ดังนั้นจึงใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ 3 เพื่อวิเคราะห์การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาดในการศึกษานี้

ตารางที่ 3.2 การเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษา

วิธีการวิเคราะห์	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)	การย่อยตัวอย่าง	การแยกไมโครพลาสติกด้วยโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 5 M	ชนิดของกระดาษกรอง	อ้างอิง
1	500	ไม่มีการย่อยสารอินทรีย์	มีการลอยแยกไมโครพลาสติก 1 ครั้งด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 5 M	glass microfiber filters (GF/C) ขนาดรูพรุน 1.2 ไมโครเมตร	สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557)
2	300	สารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) 0.05 M และ สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ร้อยละ 30 (H_2O_2)	มีการลอยแยกไมโครพลาสติก 1 ครั้งด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 5 M	cellulose nitrate filters ขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร	สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557) และ NOAA (Masura et al., 2015)
3	300	สารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) 0.05 M และ สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ร้อยละ 30 (H_2O_2)	ทำการลอยแยกไมโครพลาสติก 2 ครั้งด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 5 M	cellulose nitrate filters ขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร	NOAA (Masura et al., 2015)

ทั้งนี้กระดาษกรองซึ่งมีไมโครพลาสติกจะนำไปวิเคราะห์ปริมาณ และลักษณะทางกายภาพ (รูปร่าง สี และขนาด) ของไมโครพลาสติกโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ต่อไป โดยในการศึกษาครั้งนี้ ได้แบ่งรูปร่างของไมโครพลาสติก ออกเป็น 4 รูปร่าง คือ เส้นใย ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ ทรงกลม และแท่ง และแบ่งสีออกเป็น 11 สี ได้แก่ สีขาวขุ่น สีขาวใส สีแดง สีดำ สีน้ำเงิน สีฟ้า สีเขียว สีน้ำตาล สีเหลือง สีส้ม และสีม่วง แล้วจึงนำผลการศึกษากการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ทั้ง 10 จุดเก็บตัวอย่างมาเปรียบเทียบ และอภิปรายร่วมกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ของจุดเก็บตัวอย่างนั้น

ทั้งนี้การรายงานผลการศึกษาที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ที่ 3 ในบทที่ 4 (ผลและการอภิปรายผลการวิจัย) จะรายงานผลการศึกษาไมโครพลาสติกเป็น 2 ช่วงขนาดอนุภาค ประกอบด้วย ขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร ($> 63 \mu\text{m}$) หมายถึง ไมโครพลาสติกที่มีขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร - 1 มิลลิเมตร และขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร ($< 63 \mu\text{m}$) หมายถึง ไมโครพลาสติกที่มีขนาดมากกว่า 0.45 - 63 ไมโครเมตร



บทที่ 4

ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

การสำรวจไมโครพลาสติกบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ดำเนินการเก็บตัวอย่างทรายชายหาดจากบริเวณอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ถึงบริเวณประติมากรรมนางเงือก เป็นระยะทาง 3.27 กิโลเมตร จากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 10 จุด (L1 - L10) ได้ตัวอย่างทรายชายหาดทั้งหมด 10 ตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างในเดือนตุลาคม 2560 โดยใช้กรอบเก็บตัวอย่าง ขนาด 20 × 20 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณจุดกึ่งกลางระหว่างแนวน้ำขึ้นสูงสุดและแนวน้ำลงต่ำสุด ที่ระดับความลึก 2 เซนติเมตร ดังรายละเอียดในบทที่ 3 ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติกในทรายชายหาด จากนั้นจึงนำวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมนี้ไปใช้ในการศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาดทั้ง 10 ตัวอย่าง โดยมีผลการศึกษาดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 การศึกษาวิธีการวิเคราะห์การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในทรายชายหาด

การศึกษานี้ทำการเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติกในทรายชายหาด 3 วิธีการวิเคราะห์ โดยดัดแปลงวิธีการวิเคราะห์มาจากสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557) และ NOAA (Masura et al., 2015) (ตารางที่ 4.1) ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธีการวิเคราะห์ จะแยกไมโครพลาสติกออกจากตัวอย่างทรายชายหาดโดยอาศัยหลักการแยกโดยใช้ความหนาแน่น (density separation) ซึ่งอาศัยคุณสมบัติของวัตถุที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าสารละลายจะลอยอยู่ในสารละลายนั้น โดยเพิ่มความหนาแน่นของของเหลวโดยใช้โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 5 M ซึ่งมีความหนาแน่น 1.15 กรัมต่อมิลลิลิตร ดังนั้นจึงสามารถแยกพลาสติกประเภท โพลีโพรพิลีน (polypropylene; PP) ความหนาแน่น 0.94 กรัมต่อมิลลิลิตร, และพอลิเอทิลีน (polyethylene; PE) ความหนาแน่น (0.91 - 0.97 กรัมต่อมิลลิลิตร) แต่ไม่สามารถแยกพลาสติกประเภท ไนลอน (nylon), พอลิคาร์บอเนต (polycarbonate; PC), พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลท (polyethylene terephthalate; PET), และพอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride; PVC) เป็นต้น ซึ่งมีความหนาแน่น 1.15, 1.2, 1.33, และ 1.4 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เนื่องจากมีความหนาแน่นมากกว่าความหนาแน่นของโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 5 M (ตารางที่ 4.2) หลังจากแยกไมโครพลาสติกออกจากตัวอย่างทรายชายหาดแล้วจึงนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ไมโครพลาสติกโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบไบรฟฟิลด์ (bright field) ยี่ห้อ Nikon รุ่น ECLIPSE Ci พร้อม Microscope camera ยี่ห้อ LANOPTIK MDX1003 ต่อไป

ตารางที่ 4.1 วิธีการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาด

วิธีการวิเคราะห์	รายละเอียดวิธีการวิเคราะห์	อ้างอิง
1	<ul style="list-style-type: none"> - ตัวอย่างทรายแห้ง 500 กรัม - ไม่มีการย่อยตัวอย่างเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ออกจากตัวอย่าง - แยกไมโครพลาสติกโดยใช้โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 5 M 500 มิลลิลิตร 1 ครั้ง - กรองด้วยกระดาษกรอง Glass Microfiber (GF/C) ขนาดรูพรุน 1.2 ไมโครเมตร 	สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557)
2	<ul style="list-style-type: none"> - ตัวอย่างทรายแห้ง 300 กรัม - ย่อยตัวอย่างเพื่อกำจัดสารอินทรีย์โดยใช้เฟอร์ริซัลเฟต 0.05 M และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ร้อยละ 30 - แยกไมโครพลาสติกโดยใช้โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 5 M 1 ครั้ง - กรองผ่านกระดาษกรอง cellulose nitrate ขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร 	ดัดแปลงจาก สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน และคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557) และ NOAA (Masura et al., 2015)
3	<ul style="list-style-type: none"> - ตัวอย่างทรายแห้ง 300 กรัม - ย่อยตัวอย่างเพื่อกำจัดสารอินทรีย์โดยใช้เฟอร์ริซัลเฟต 0.05 M และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ร้อยละ 30 - แยกไมโครพลาสติกโดยใช้โซเดียมคลอไรด์ 2 ครั้ง - มีการร่อนแยกตัวอย่างด้วยตะแกรงร่อนขนาดตา 63 ไมโครเมตร ได้ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ 2 ส่วน คือ มากกว่า 63 ไมโครเมตร และน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร - กรองผ่านกระดาษกรอง cellulose nitrate ขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร 	ดัดแปลงจาก NOAA (Masura et al., 2015)

หมายเหตุ: รายละเอียดของขั้นตอนการวิเคราะห์แสดงในบทที่ 3 หัวข้อ 3.5

ตารางที่ 4.2 ความหนาแน่นของพลาสติกแต่ละประเภท

ประเภทของพลาสติก	ความหนาแน่น
พอลิเอทิลีน (polyethylene; PE)	0.91 - 0.97 กรัมต่อมิลลิลิตร
พอลิโพรพิลีน (polypropylene; PP)	0.94 กรัมต่อมิลลิลิตร
พอลิสไตรีน (polystyrene; PS)	1.05 กรัมต่อมิลลิลิตร
ไนลอน (nylon)	1.15 กรัมต่อมิลลิลิตร
พอลิคาร์บอเนต (polycarbonate; PC)	1.2 กรัมต่อมิลลิลิตร
พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลท (polyethylene terephthalate; PET)	1.33 กรัมต่อมิลลิลิตร
พอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride; PVC)	1.4 กรัมต่อมิลลิลิตร

ที่มา: NOAA (Masura et al., 2015)

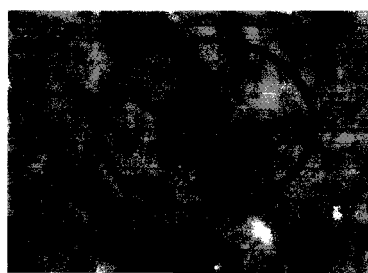
จากการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ตัวอย่างทั้ง 3 วิธีการวิเคราะห์พบว่า วิธีการวิเคราะห์ที่ 3 เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งแม้ว่าวิธีการวิเคราะห์ที่ 1 จะเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว แต่พบวัตถุโปร่งใสทรงกลมซึ่งมีลักษณะคล้ายไดอะตอม (diatom) เป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 4.1ก) เนื่องจากไม่มีกระบวนการย่อยตัวอย่างเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ออกจากตัวอย่างก่อนสำหรับวิธีการวิเคราะห์ที่ 2 ถึงแม้มีการย่อยเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ออกจากตัวอย่าง แต่ไม่มีการแยกไมโครพลาสติกออกจากตัวอย่างเบื้องต้นเพื่อลดปริมาณตัวอย่างทรายชายหาดที่จะนำไปย่อย ทำให้ใช้สารเคมีจำนวนมาก และใช้เวลาในการย่อยเป็นระยะเวลานาน ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ร้อยละ 30 ถึง 600 มิลลิลิตร และใช้เวลานานถึง 6 ชั่วโมง นอกจากนี้หากตัวอย่างมีสารอินทรีย์มาก อาจไม่สามารถกำจัดสารอินทรีย์ได้หมด ซึ่งจากผลการทดลอง พบวัตถุโปร่งใสทรงกลมคล้ายไดอะตอม (diatom) ที่เกิดการแตกหัก มีสภาพไม่สมบูรณ์ (ภาพที่ 4.1ข)

สำหรับวิธีการวิเคราะห์ที่ 3 ที่มีการย่อยตัวอย่างทรายชายหาดและมีการแยกไมโครพลาสติกออกจากตัวอย่างทรายชายหาด 2 ครั้ง รวมทั้งมีการแบ่งไมโครพลาสติกออกเป็น 2 ช่วงขนาดอนุภาค คือ ขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร ($> 63 \mu m$) คือ ไมโครพลาสติกที่มีขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร - 1 มิลลิเมตร ($> 63 \mu m - 1 mm$) และขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร ($< 63 \mu m$) คือ ไมโครพลาสติกที่มีขนาดมากกว่า 0.45 - 63 ไมโครเมตร ($> 0.45 - 63 \mu m$) ผลการศึกษาพบว่าวิธีการวิเคราะห์ที่ 3 ใช้ปริมาณสารเคมี และระยะเวลาในการย่อยลดลงกว่าวิธีการวิเคราะห์ที่ 2 รวมทั้งสามารถย่อยสารอินทรีย์ในตัวอย่างได้หมด ดังจะเห็นได้ว่าไม่พบวัตถุทรงกลมที่มีลักษณะคล้ายไดอะตอม (diatom) แต่วัตถุทรงกลมที่พบเป็นทรงกลมที่มีความขุ่น ทึบ และไม่โปร่งแสง (ภาพที่ 4.1ค) ซึ่งแตกต่างจากไดอะตอมที่จะโปร่งแสงเห็นโครงสร้างข้างใน (ภาพที่ 4.1ง) ดังนั้นในการศึกษานี้จึง

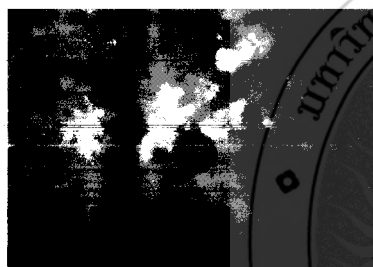
ใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ 3 ซึ่งดัดแปลงจาก NOAA (Masura et al., 2015) ในการวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติกในทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณานำมาวิเคราะห์ตัวอย่างทรายชายหาดทั้ง 10 จุดเก็บตัวอย่างต่อไป



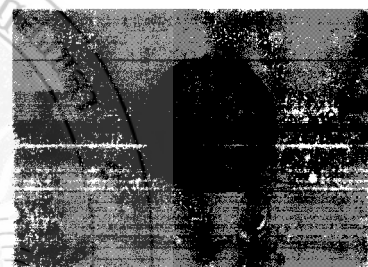
(ก) วิธีการวิเคราะห์ที่ 1



(ข) วิธีการวิเคราะห์ที่ 2



(ค) วิธีการวิเคราะห์ที่ 3



(ง) ไดอะตอม (diatom)

ภาพที่ 4.1 ลักษณะตัวอย่างรูปร่างของไมโครพลาสติกที่ดำเนินการเก็บด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่ 1 - 3 และลักษณะของไดอะตอม

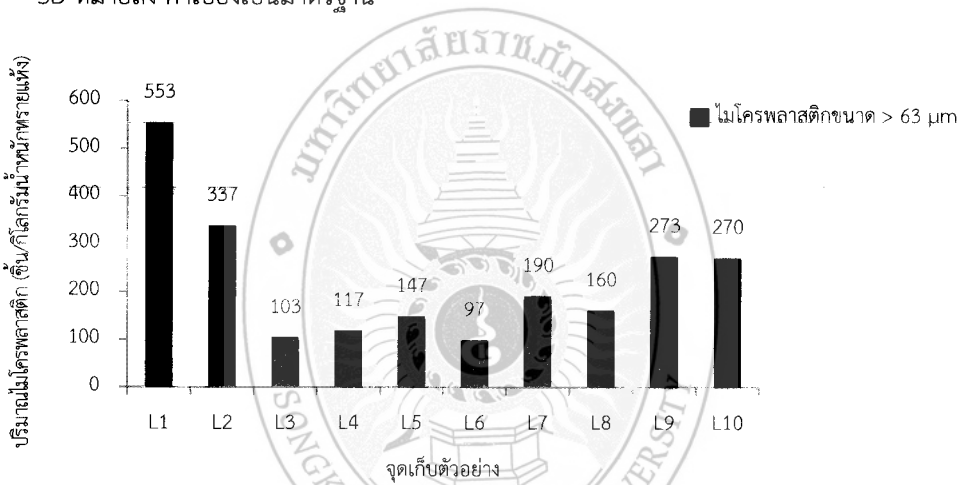
4.2 การศึกษาปริมาณของไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาด

การศึกษานี้เก็บตัวอย่างทรายชายหาดจากชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ในเดือนตุลาคม 2560 มาวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อน ซึ่งจากวิธีการวิเคราะห์จะแบ่งไมโครพลาสติกออกเป็น 2 ส่วน คือ ไมโครพลาสติกที่มีขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร และไมโครพลาสติกที่มีขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร โดยใช้ตะแกรงร่อนขนาดตา 63 ไมโครเมตร แล้วจึงนำตัวอย่างทั้ง 2 ส่วนนี้ไปศึกษาปริมาณของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ยี่ห้อ Nikon รุ่น ECLIPSE Ci พร้อม Microscope camera ยี่ห้อ LANOPTIK MDX1003 ได้ผลดังตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.2

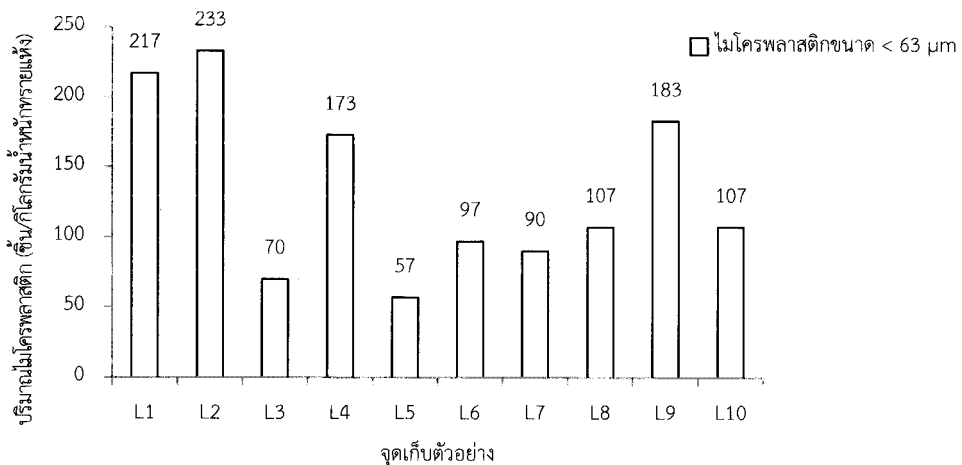
ตารางที่ 4.3 ปริมาณของไมโครพลาสติกที่พบในทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน

ขนาดของไมโครพลาสติก	จำนวนไมโครพลาสติก (ชิ้น/กิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง)										เฉลี่ย ± SD (ชิ้น/กิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	
> 63 µm	553	337	103	117	147	97	190	160	273	270	225 ± 141
< 63 µm	217	233	70	173	57	97	90	107	183	107	133 ± 62
รวม	770	570	173	290	204	194	280	267	456	377	358 ± 102

หมายเหตุ : L1 - L10 หมายถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 ตั้งแต่บริเวณอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ถึงประติมากรรมนางเงือก ตำบลบ่อทราย อำเภอมะนัง จังหวัดสงขลา
SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

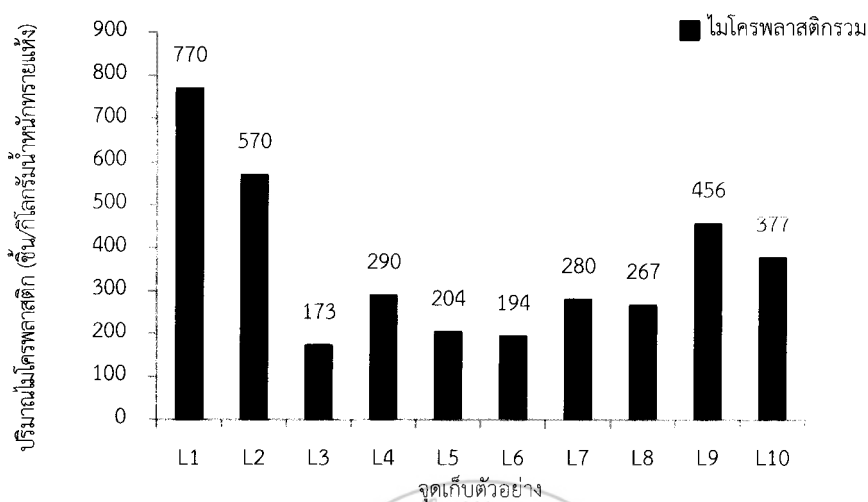


(ก) ไมโครพลาสติกขนาด > 63 ไมโครเมตร



(ข) ไมโครพลาสติกขนาด < 63 ไมโครเมตร

ภาพที่ 4.2 ปริมาณของไมโครพลาสติกบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน



(ค) ไมโครพลาสติกรวม

ภาพที่ 4.2 ปริมาณของไมโครพลาสติกบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน (ต่อ)

จากตารางที่ 4.3 พบว่าตัวอย่างทรายชายหาดทั้งหมด (L1 - L10) มีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกทั้งที่มีขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร และน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร คิดเป็นไมโครพลาสติกเฉลี่ย 358 ± 102 ขึ้นต่อกิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง ($n=10$) เมื่อพิจารณาปริมาณไมโครพลาสติกที่พบแยกตามขนาด พบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร มีมากกว่าไมโครพลาสติกที่มีขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร หรือคิดเป็นไมโครพลาสติกเฉลี่ย ได้เท่ากับ 225 ± 61 และ 133 ± 41 ขึ้นต่อกิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง ตามลำดับ ($n=10$) เมื่อพิจารณาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง พบว่าจุดเก็บตัวอย่าง L1 มีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกสูงสุด คือ 770 ขึ้นต่อกิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง รองลงมา คือ จุดเก็บตัวอย่าง L2, L9, L10, L4, L7, L8, L5, L6, และ L3 ซึ่งพบไมโครพลาสติก 570, 456, 377, 290, 280, 267, 204, 194, และ 173 ขึ้นต่อกิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง ตามลำดับ ทั้งนี้บริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน มีกิจกรรมการทำประมงพื้นบ้าน ทำเรือขนส่งสินค้า การชดทราย เป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สามารถลงเล่นน้ำได้ สถานบริการไว้บริการนักท่องเที่ยว เช่น ร้านอาหาร และโรงแรม และยังพบว่าขยะพลาสติกกระจายอยู่โดยรอบ ซึ่งอาจเป็นแหล่งกำเนิดของไมโครพลาสติกได้ ทำให้พื้นที่ที่ทำการศึกษาในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีปริมาณของไมโครพลาสติกที่พบแตกต่างกัน โดยจุดเก็บตัวอย่าง L1 - L2 มีปริมาณของไมโครพลาสติกมากที่สุด เนื่องจากบริเวณนี้มีการทำประมงพื้นบ้าน การสัญจรของรถจักรยานยนต์ของชาวบ้านในพื้นที่ และมีขยะพลาสติกกระจายอยู่บนฝั่ง ทำให้จุดเก็บตัวอย่าง L1 - L2 จึงมีปริมาณของไมโครพลาสติกสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่น ส่วนจุดเก็บตัวอย่าง L9 - L10 เป็นจุดที่พบปริมาณไมโครพลาสติกรองลงมา อาจเป็นเพราะบริเวณนี้เป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่มีนักท่องเที่ยวลงเล่นน้ำ มีร้านอาหารตลอดแนวชายหาด รวมถึงมีขยะพลาสติกที่ถูกทิ้งอยู่บน

ฝั่งด้วย จุดเก็บตัวอย่าง L3 - L8 ที่เป็นบริเวณที่พบไมโครพลาสติกน้อยกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่น เนื่องจากเป็นบริเวณที่ไม่มีกิจกรรมของชาวบ้านในพื้นที่มากนักแต่มีการขุดทราย เพื่อนำทรายไปแก้ปัญหาคาร์กัตเซาชายฝั่งของหาดชลาทัศน์ อย่างไรก็ตามบริเวณนี้ยังพบขยะพลาสติกถูกทิ้งอยู่บนชายฝั่งตลอดแนวชายฝั่ง

เมื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น พบว่าไมโครพลาสติกเฉลี่ยที่พบในทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อนในครั้งนี้มีปริมาณน้อยกว่าไมโครพลาสติกที่พบบริเวณพื้นที่หาดโคลนและหาดทรายในประเทศฮ่องกง (2,116 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักตะกอนแห้ง) (Lo et al., 2018) และมีปริมาณใกล้เคียงกับไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนที่ชายฝั่งประเทศเบลเยียม (390 ชิ้นต่อกิโลกรัม น้ำหนักตะกอนแห้ง) (Claessens et al., 2011) แต่มีจำนวนมากกว่าไมโครพลาสติกที่พบในทรายชายหาดที่คาบสมุทรบาฮาลิฟอร์เนีย (Baja California Peninsula) ประเทศเม็กซิโก ที่มีไมโครพลาสติกเฉลี่ย 135 ชิ้นต่อกิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง (Piñon-Colin et al., 2018)

4.3 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน

นอกจากการศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนที่ชายหาดแหลมสนอ่อนแล้ว งานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกที่พบ ได้แก่ รูปร่าง สี และขนาด โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ยี่ห้อ Nikon รุ่น ECLIPSE Ci พร้อม Microscope camera ยี่ห้อ LANOPTIK MDX1003 กำลังขยายเลนส์ตา 10X และเลนส์วัตถุ 4X 10X 40X และ 100X มีผลการศึกษาดังนี้

4.3.1 รูปร่างของไมโครพลาสติก

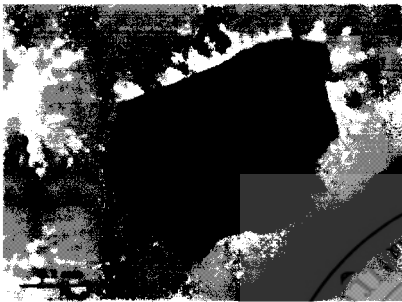
ไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา สามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ ทรงกลม และแท่ง (ภาพที่ 4.3 และภาพที่ 4.4) ซึ่งในการศึกษานี้ได้นับจำนวนไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างที่พบด้วยกล้องจุลทรรศน์ ยี่ห้อ Nikon รุ่น ECLIPSE Ci พร้อม Microscope camera ยี่ห้อ LANOPTIK MDX1003 รายละเอียดดังตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.6



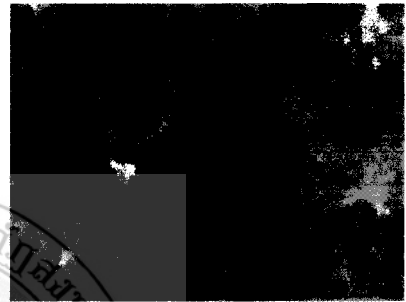
(ก) เส้นใย



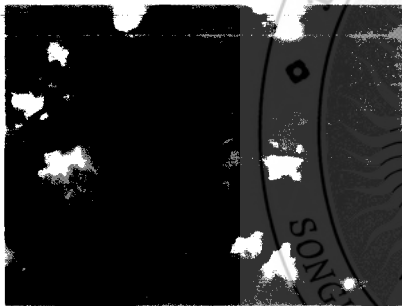
(ข) เส้นใย



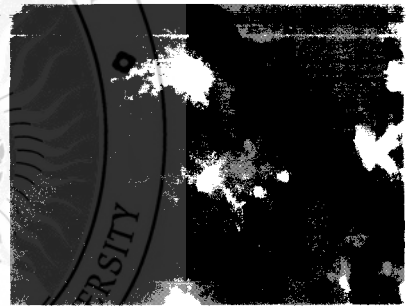
(ค) ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ



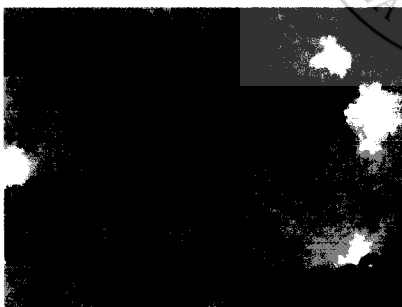
(ง) ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ



(จ) ทรงกลม



(ฉ) ทรงกลม



(ช) แท่ง



(ฅ) แท่ง

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างรูปร่างของไมโครพลาสติกขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตรที่พบในตัวอย่าง
ทรายชายหาด

หมายเหตุ: ภาพไมโครพลาสติกแสดงเพิ่มเติมในภาคผนวก ง



(ก) เส้นใย



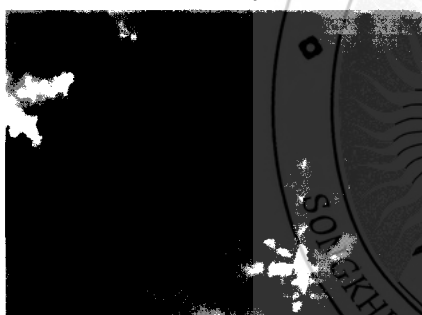
(ข) เส้นใย



(ค) ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ



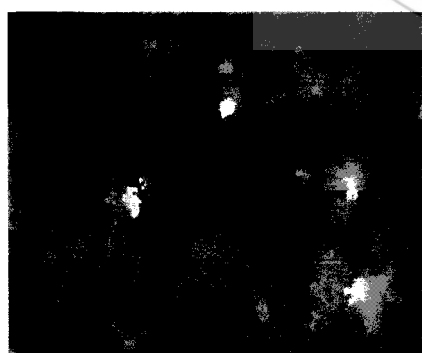
(ง) ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ



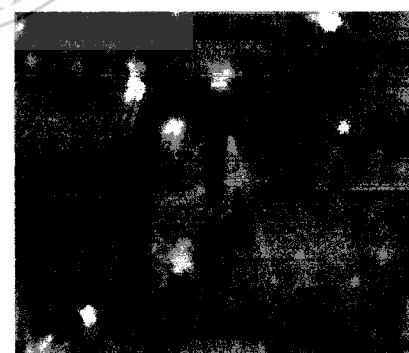
(จ) ทรงกลม



(ฉ) ทรงกลม



(ช) แท่ง



(ซ) แท่ง

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างรูปร่างของไมโครพลาสติกขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตรที่พบในตัวอย่าง
ทรายชายหาด

หมายเหตุ: ภาพไมโครพลาสติกแสดงเพิ่มเติมในภาคผนวก ง

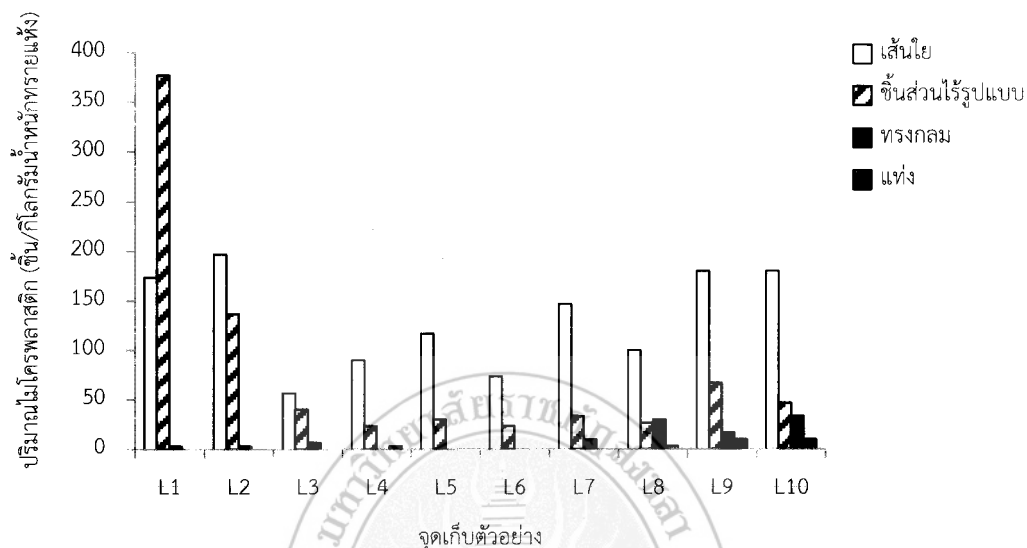
ตารางที่ 4.4 ปริมาณของไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างในแต่ละตัวอย่างทรายชายหาด

ขนาดของไมโครพลาสติก	รูปร่าง	จำนวนไมโครพลาสติกที่พบ (ชิ้น/กิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง)										ไมโคร-พลาสติกที่พบรวม (ชิ้น)
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	
ไมโครพลาสติก ขนาด > 63 μm	เส้นใย	173	197	57	90	117	73	147	100	180	180	1,313
	ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	377	137	40	23	30	23	33	27	70	47	807
	ทรงกลม	3	3	7	-	-	-	10	30	17	33	103
	แท่ง	-	-	-	3	-	-	-	3	7	10	23
	รวม	553	337	103	117	147	97	190	160	273	270	2,247
ไมโครพลาสติก ขนาด < 63 μm	เส้นใย	143	183	53	153	43	77	33	60	110	60	917
	ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	63	47	17	20	13	17	40	27	67	43	353
	ทรงกลม	3	-	-	-	-	3	13	17	-	3	40
	แท่ง	7	3	-	-	-	-	3	3	7	-	23
	รวม	217	233	70	173	57	97	90	107	183	107	1,333
ไมโคร-พลาสติกรวม	เส้นใย	317	380	110	243	160	150	180	160	290	240	2,230
	ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	440	183	57	43	43	40	73	53	137	90	1,160
	ทรงกลม	7	3	7	-	-	3	23	47	17	37	143
	แท่ง	7	3	-	3	-	-	3	7	13	10	47
	รวม	770	570	173	290	203	193	280	267	457	377	3,580

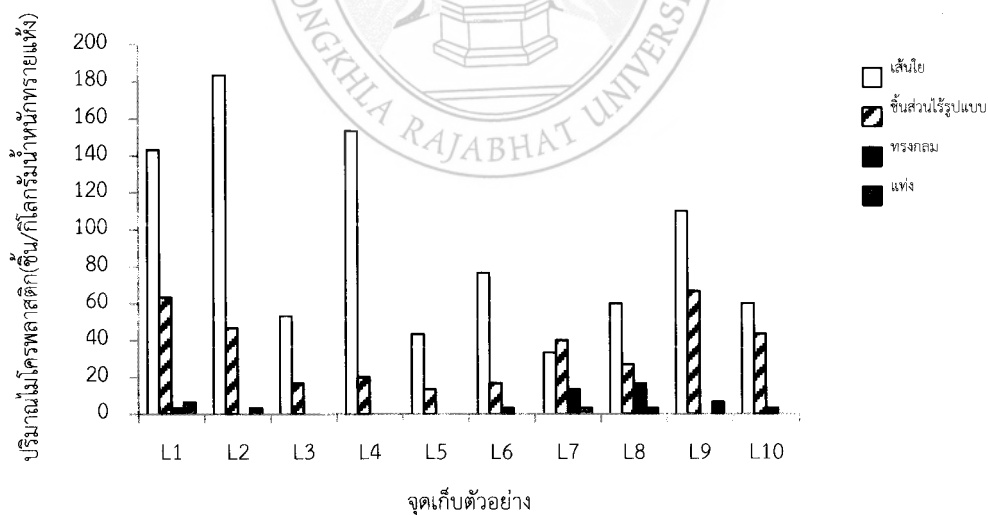
หมายเหตุ: L1 - L10 หมายถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 10 ตั้งแต่บริเวณอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ถึงบริเวณประติมากรรมนางเงือก ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
- หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

จากตารางที่ 4.4 พบว่าไมโครพลาสติกทั้งขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร (> 63 μm) และน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร (< 63 μm) มีรูปร่างเส้นใยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 58.4 และ 68.8 ตามลำดับ และพบไมโครพลาสติกรูปร่างแท่งน้อยที่สุด ร้อยละ 1.2 และ 1.7 ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบรูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่า แทบทุกจุดเก็บตัวอย่างจะพบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุดทั้งสองขนาด ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่าง L1 ที่พบว่าไมโครพลาสติกที่มีขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร (> 63 μm) มีรูปร่างแบบชิ้นส่วนไร้รูปแบบมากที่สุด ถึงร้อยละ 68.1 (ภาพที่ 4.5ก) และจุดเก็บตัวอย่าง L7 ที่ไมโครพลาสติกที่มีขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร (< 63 μm) มีรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ (ร้อยละ 44.4) มากกว่าเส้นใย (ร้อยละ 36.7) เล็กน้อย (ภาพที่ 4.5ข) ที่เป็น

เช่นนี้อาจเนื่องจากจุดเก็บตัวอย่าง L1 มีพื้นที่ติดกับท่าเรือขนส่งสินค้า มีเพิงที่พักของชาวบ้าน และมีการสัญจรของรถจักรยานยนต์ของชาวบ้านในพื้นที่ รวมถึงมีขยะที่ถูกทิ้งอยู่บนฝั่งชายหาด

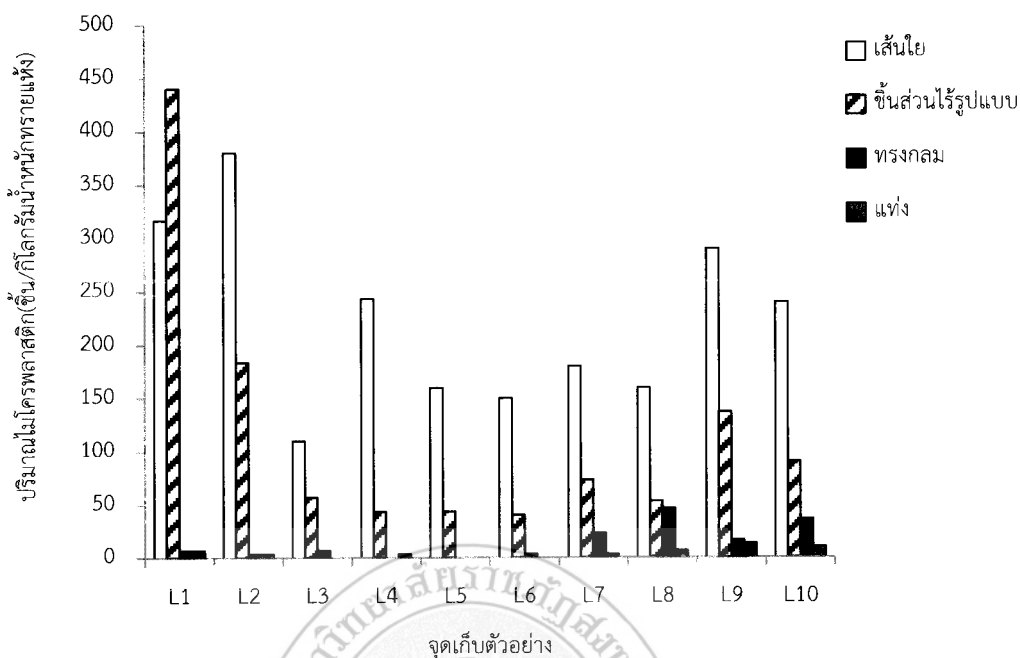


(ก) ปริมาณของไมโครพลาสติกขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร



(ข) ปริมาณของไมโครพลาสติกขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร

ภาพที่ 4.5 ไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างที่พบในแต่ละตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน



(ค) ไมโครพลาสติกกรวม

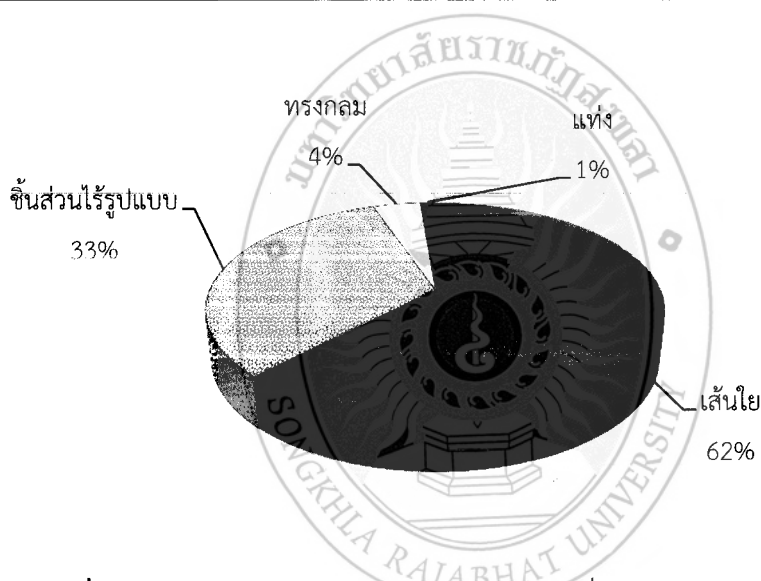
ภาพที่ 4.5 ไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างที่พบในแต่ละตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน

(ต่อ)

จากผลการศึกษา พบว่า ไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ส่วนใหญ่มีรูปร่างแบบเส้นใย (ร้อยละ 62.3) รองลงมา คือ ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ (ร้อยละ 32.4) ทรงกลม (ร้อยละ 4.0) และแฉ่ง (ร้อยละ 1.3) (ตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.6) อาจเนื่องจากบริเวณที่ทำการศึกษามีการทำประมงพื้นบ้านซึ่งไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยาจมาจากอุปกรณ์ทำประมง เช่น เชือก เอ็นตกปลา แห อวน (Piñon - Colin et al., 2018) รวมทั้งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญของจังหวัดสงขลาจึงมีโรงแรม ร้านอาหาร และนักท่องเที่ยวเข้ามาเที่ยวมากมาย ซึ่งไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยาจหลุดออกมาจากเส้นใยสังเคราะห์จากการซักผ้าหรือเสื้อผ้าที่นักท่องเที่ยวสวมใส่ลงเล่นน้ำได้ สำหรับชิ้นส่วนไร้รูปแบบอาจเกิดจากการแตกหักหรือย่อยสลายของพลาสติกขนาดใหญ่ การเสียดสีของล้อรถกับพื้นถนนทำให้พลาสติกที่ล้อรถหลุดออกมา (กรณีศ ตันอังสนากุล, 2560)

ตารางที่ 4.5 ปริมาณของไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างที่พบในตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน

ขนาดของไมโครพลาสติก	จำนวนไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างที่พบ (ชิ้น/กิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง)			
	เส้นใย	ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	ทรงกลม	แท่ง
ไมโครพลาสติกขนาด > 63 μm	1,313	807	103	23
ไมโครพลาสติกขนาด < 63 μm	917	353	40	23
ไมโครพลาสติกรวม	2,230	1,160	143	47
ร้อยละ	62.3	32.4	4.0	1.3



ภาพที่ 4.6 ร้อยละของไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างที่พบในตัวอย่างทรายชายหาด

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาที่ได้กับการศึกษาอื่นพบว่า รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณแหลมสนอ่อนสอดคล้องกับการศึกษาไมโครพลาสติกในดินตะกอนในประเทศเบลเยียม (Claessens et al., 2011) และพื้นที่บริเวณคาบสมุทรบาฮากาลิฟอร์เนีย (Baja California Peninsula) ประเทศเม็กซิโก (Piñon - Colin et al., 2018) ที่พบไมโครพลาสติก รูปร่างแบบเส้นใยมากที่สุด (ร้อยละ 59 และ ร้อยละ 91 ตามลำดับ) เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Lo et al., 2018) ที่ศึกษาไมโครพลาสติกในหาดทรายและหาดโคลน ประเทศฮ่องกง ซึ่งพบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุด (ร้อยละ 57.2) และรองลงมา คือ ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ (ร้อยละ 37.6)

4.3.2 สีของไมโครพลาสติก

ผลการศึกษาในงานวิจัยนี้พบสีของไมโครพลาสติกทั้งหมด 11 สี ได้แก่ สีขาวขุ่น สีขาวใส แดง สีดำ สีน้ำเงิน สีฟ้า สีเขียว สีน้ำตาล สีเหลือง สีส้ม และสีม่วง (ตารางที่ 4.6-ตารางที่ 4.8) โดยสีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุด คือ สีขาวใส (ร้อยละ 31.51) รองลงมา คือ สีดำ (ร้อยละ 20.32) สีน้ำตาล (ร้อยละ 15.99) สีน้ำเงิน (ร้อยละ 13.36) สีขาวขุ่น (ร้อยละ 8.84) สีแดง (ร้อยละ 4.14) สีเขียว (ร้อยละ 2.35) สีฟ้า (ร้อยละ 2.26) สีม่วง (ร้อยละ 0.75) สีเหลือง (ร้อยละ 0.38) และสีส้ม (ร้อยละ 0.09) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.7ค) โดยจุดเก็บตัวอย่าง L1 พบสีดำมากที่สุด (ร้อยละ 34.63) และจุดเก็บตัวอย่าง L3 พบสีน้ำตาลมากที่สุด (ร้อยละ 32.69) ส่วนจุดเก็บตัวอย่าง L2, L4, L5, L6, L7, L8, L9 และ L10 พบสีขาวใสมากที่สุด โดยพบร้อยละ 38.01, 27.59, 31.15, 37.93, 27.38, 27.50, 41.54 และ 24.77 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 สีของไมโครพลาสติกขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตรที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	สีของไมโครพลาสติกขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตรที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (ร้อยละ)										
	ขาวขุ่น	ขาวใส	แดง	ดำ	น้ำเงิน	ฟ้า	เขียว	น้ำตาล	เหลือง	ส้ม	ม่วง
L1	3.61	20.48	2.41	42.77	3.61	1.81	2.41	22.89	0.00	0.00	0.00
L2	8.91	33.66	4.95	12.87	17.82	1.98	7.92	8.91	0.00	0.00	2.97
L3	9.68	35.48	6.45	19.35	3.23	0.00	0.00	25.81	0.00	0.00	0.00
L4	5.71	28.57	2.86	22.86	28.57	0.00	0.00	11.43	0.00	0.00	0.00
L5	0.00	22.73	0.00	31.82	20.45	4.55	2.27	18.18	0.00	0.00	0.00
L6	10.34	31.03	0.00	10.34	13.79	3.45	10.34	17.24	3.45	0.00	0.00
L7	8.77	26.32	5.26	21.05	21.05	1.75	1.75	12.28	0.00	1.75	0.00
L8	22.92	20.83	4.17	18.75	18.75	0.00	2.08	10.42	2.08	0.00	0.00
L9	10.98	46.34	3.66	13.41	8.54	2.44	0.00	14.63	0.00	0.00	0.00
L10	22.22	24.69	4.94	12.35	12.35	2.47	1.23	12.35	2.47	0.00	4.94
รวม	9.79	28.34	3.56	23.29	12.76	1.93	2.82	15.73	0.59	0.15	1.04

หมายเหตุ: L1 - L10 หมายถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 10 ตั้งแต่บริเวณอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ถึงบริเวณประติมากรรมนางเงือก ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

ตารางที่ 4.7 สีของไมโครพลาสติกขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตรที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

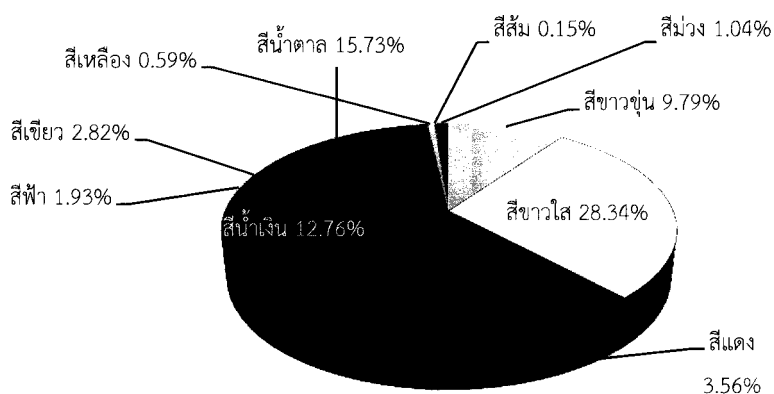
จุดเก็บตัวอย่าง	สีของไมโครพลาสติกขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตรที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (ร้อยละ)										
	ขาวขุ่น	ขาวใส	แดง	ดำ	น้ำเงิน	ฟ้า	เขียว	น้ำตาล	เหลือง	ส้ม	ม่วง
L1	12.31	46.15	0.00	13.85	10.77	0.00	1.54	13.85	0.00	0.00	1.54
L2	2.86	44.29	2.86	8.57	18.57	2.86	2.86	17.14	0.00	0.00	0.00
L3	4.76	19.05	4.76	9.52	14.29	4.76	0.00	42.86	0.00	0.00	0.00
L4	5.77	26.92	11.54	26.92	13.46	11.54	0.00	3.85	0.00	0.00	0.00
L5	0.00	52.94	0.00	17.65	5.88	0.00	5.88	17.65	0.00	0.00	0.00
L6	3.45	44.83	10.34	13.79	17.24	0.00	0.00	10.34	0.00	0.00	0.00
L7	14.81	29.63	7.41	22.22	3.70	7.41	0.00	14.81	0.00	0.00	0.00
L8	9.38	37.50	9.38	9.38	9.38	0.00	3.13	21.88	0.00	0.00	0.00
L9	8.89	35.56	4.44	13.33	22.22	0.00	0.00	15.56	0.00	0.00	0.00
L10	6.25	21.88	3.13	18.75	18.75	0.00	3.13	28.13	0.00	0.00	0.00
รวม	7.18	36.92	5.13	15.13	14.36	2.82	1.54	16.67	0.00	0.00	0.26

หมายเหตุ: L1 - L10 หมายถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 10 ตั้งแต่บริเวณอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ถึงบริเวณประติมากรรมนางเงือก ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

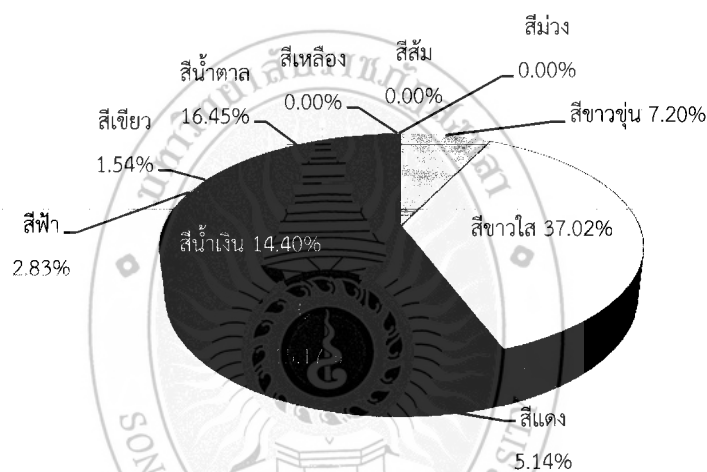
ตารางที่ 4.8 สีของไมโครพลาสติกกรวมที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	สีของไมโครพลาสติกกรวมที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (ร้อยละ)										
	ขาวขุ่น	ขาวใส	แดง	ดำ	น้ำเงิน	ฟ้า	เขียว	น้ำตาล	เหลือง	ส้ม	ม่วง
L1	6.06	27.71	1.73	34.63	5.63	1.30	2.16	20.35	0.00	0.00	0.43
L2	6.43	38.01	4.09	11.11	18.13	2.34	5.85	12.28	0.00	0.00	1.75
L3	7.69	28.85	5.77	15.38	7.69	1.92	0.00	32.69	0.00	0.00	0.00
L4	5.75	27.59	8.05	25.29	19.54	6.90	0.00	6.90	0.00	0.00	0.00
L5	0.00	31.15	0.00	27.87	16.39	3.28	3.28	18.03	0.00	0.00	0.00
L6	6.90	37.93	5.17	12.07	15.52	1.72	5.17	13.79	1.72	0.00	0.00
L7	10.71	27.38	5.95	21.43	15.48	3.57	1.19	13.10	0.00	1.19	0.00
L8	17.50	27.50	6.25	15.00	15.00	0.00	2.50	15.00	1.25	0.00	0.00
L9	10.32	42.86	3.97	13.49	13.49	1.59	0.00	14.29	0.00	0.00	0.00
L10	17.70	23.89	4.42	14.16	14.16	1.77	1.77	16.81	1.77	0.00	3.54
รวม	8.84	31.51	4.14	20.32	13.36	2.26	2.35	15.99	0.38	0.09	0.75

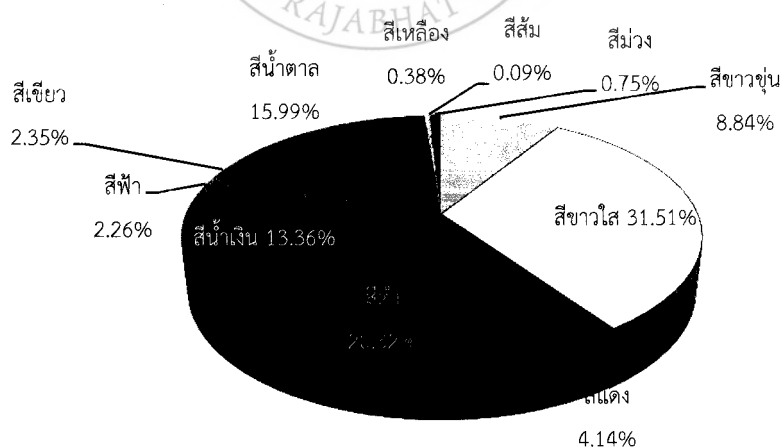
หมายเหตุ: L1 - L10 หมายถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 10 ตั้งแต่บริเวณอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ถึงบริเวณประติมากรรมนางเงือก ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา



(ก) ไมโครพลาสติกขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร



(ข) ไมโครพลาสติกขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร



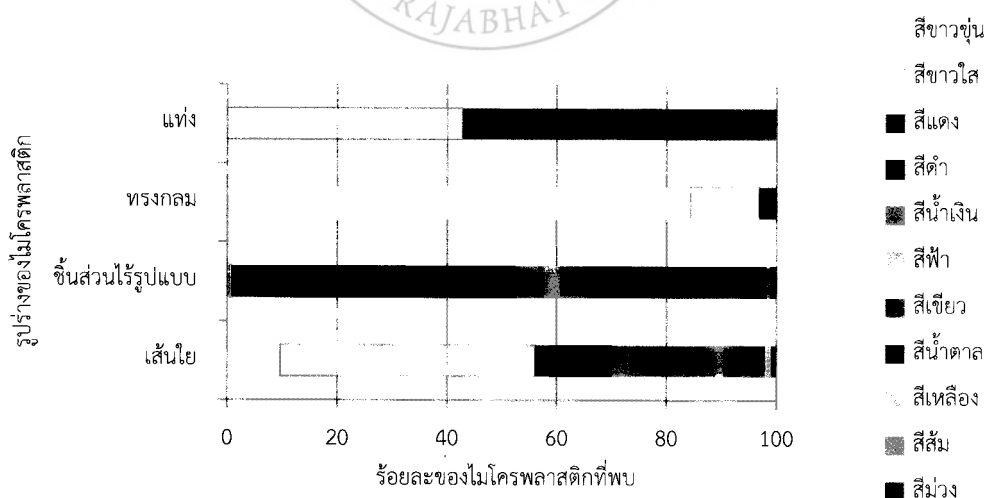
(ค) ไมโครพลาสติกกรวม

ภาพที่ 4.7 สีของไมโครพลาสติกที่พบในทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน

จากผลการศึกษารูปร่างและสีของไมโครพลาสติก พบว่า เส้นใยมีสีขาวใสมากที่สุด (ร้อยละ 47.98) รองลงมา คือ สีน้ำเงิน (ร้อยละ 18.09) ชิ้นส่วนไร้รูปแบบพบสีดำมากที่สุด (ร้อยละ 40.18)รองลงมาคือ สีน้ำตาล (ร้อยละ 35.42) ทรงกลมพบสีขาวขุ่นมากที่สุด (ร้อยละ 79.55) รองลงมา คือ สีขาวใส (ร้อยละ 13.64) และแท่งพบสีขาวใส (ร้อยละ 35.71) และสีน้ำตาล (ร้อยละ 35.71) มากที่สุด (ตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.8)

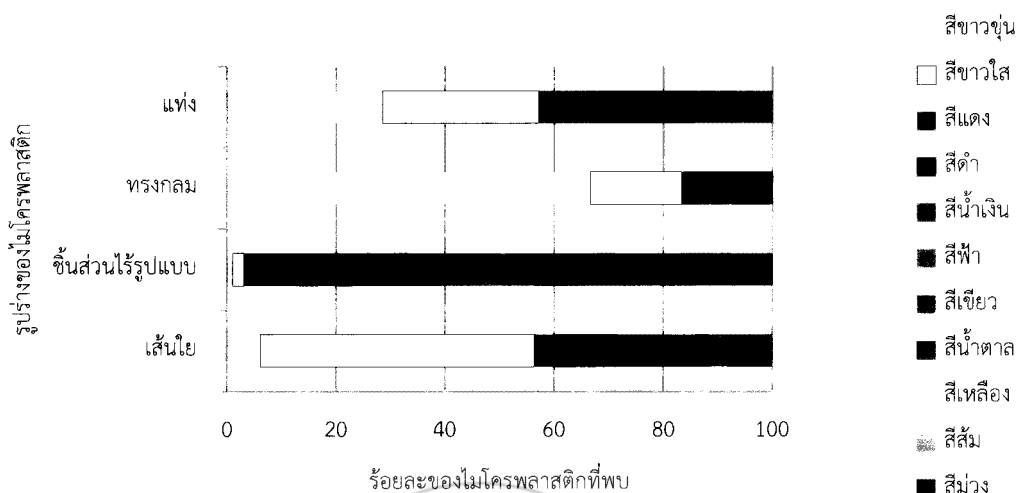
ตารางที่ 4.9 สีของไมโครพลาสติกในแต่ละรูปร่างที่พบในตัวอย่างทรายชายหาด

สี	ไมโครพลาสติกขนาด > 63 μm (ร้อยละ)				ไมโครพลาสติกขนาด < 63 μm (ร้อยละ)				ไมโครพลาสติกรวม (ร้อยละ)			
	เส้นใย	ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	ทรงกลม	แท่ง	เส้นใย	ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	ทรงกลม	แท่ง	เส้นใย	ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	ทรงกลม	แท่ง
ขาวขุ่น	9.64	0.41	84.38	0.00	6.18	1.05	66.67	28.57	8.22	0.60	79.55	14.29
ขาวใส	46.45	0.41	12.50	42.86	50.18	2.11	16.67	28.57	47.98	0.89	13.64	35.71
แดง	2.54	5.81	0.00	0.00	3.64	9.47	0.00	14.29	2.99	6.85	0.00	7.14
ดำ	11.42	46.06	3.13	0.00	11.64	25.26	16.67	14.29	11.51	40.18	6.82	7.14
น้ำเงิน	18.78	4.98	0.00	0.00	17.09	9.47	0.00	0.00	18.09	6.25	0.00	0.00
ฟ้า	1.52	2.90	0.00	0.00	1.82	6.32	0.00	0.00	1.64	3.87	0.00	0.00
เขียว	1.52	5.39	0.00	0.00	1.09	3.16	0.00	0.00	1.35	4.76	0.00	0.00
น้ำตาล	6.09	32.37	0.00	57.14	8.00	43.16	0.00	14.29	6.88	35.42	0.00	35.71
เหลือง	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00
ส้ม	0.00	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00
ม่วง	1.02	1.24	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.75	0.89	0.00	0.00

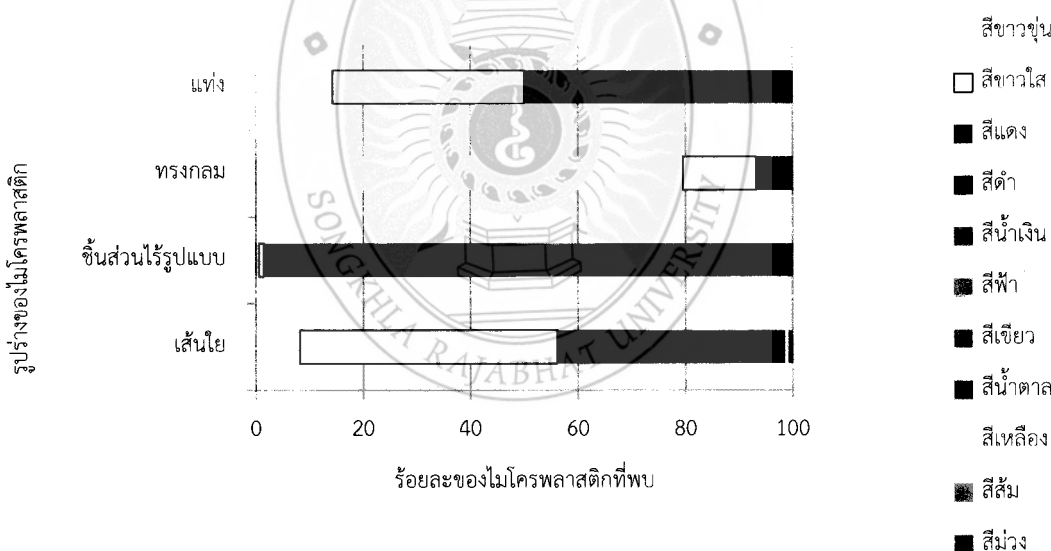


(ก) ไมโครพลาสติกขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร

ภาพที่ 4.8 สีของไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่าง



(ข) ไมโครพลาสติกขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร



(ค) ไมโครพลาสติกกรรม

ภาพที่ 4.8 สีของไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่าง (ต่อ)

จากการที่ไมโครพลาสติกมีสีสันทันที่หลากหลายนี้อาจส่งผลกระทบต่อการกินของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากไมโครพลาสติกอาจมีสีที่คล้ายคลึงกับเหยื่อของสัตว์ชนิดนั้น เมื่อไมโครพลาสติกอยู่ในน้ำจึงดูคล้ายกับอาหารต่าง ๆ ที่สัตว์กินเป็นอาหาร เช่น แพลงก์ตอนสัตว์หรือสัตว์ที่กินตะกอนแล้วกรองอาหารอย่างปลิงทะเลกินไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนอยู่บนทะเล สาหร่ายมาเกาะและเจริญเติบโตบน

พลาสติกที่ลอยอยู่ในน้ำทำให้พลาสติกมีหน้าตาและกลิ่นที่เหมือนอาหารมากขึ้น สาหร่ายจะปล่อยสาร ไดเมทิลซัลไฟด์ (dimethyl sulphide; DMS) ซึ่งเป็นกลิ่นซัลไฟด์เฉพาะที่เป็นสัญญาณว่าสิ่งนั้นคืออาหาร ของนกทะเลหลายชนิด ทำให้นกทะเลจำนวนมากกินเศษพลาสติกเข้าไปและยังเอาเศษพลาสติกเหล่านั้นมาป้อนลูก เต่าทะเลวัยรุ่นมักกินถุงพลาสติกสีขาว แต่เต่าตัวเต็มวัยมักจะชอบกินถุงใสซึ่งเต่าทะเลมักกินถุงพลาสติกเพราะเข้าใจว่าเป็นแมงกะพรุน ดังนั้นการปนเปื้อนของขยะพลาสติกในทะเลจึงส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล เพราะสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ไม่สามารถแยกแยะพลาสติกที่มีหลากหลายรูปแบบ และหลายขนาดออกจากอาหารในธรรมชาติได้ (Gabbatiss, 2014)

เมื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น ๆ พบว่าสีของไมโครพลาสติกที่พบในการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาไมโครพลาสติกในทรายชายหาดบริเวณหาดเจ้าหลาวและหาดคู้วิมาน จังหวัดจันทบุรี ที่พบไมโครพลาสติกที่มีสีขาวมากที่สุดทั้งสองชายหาด ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557) และจากการศึกษาไมโครพลาสติกในทรายชายหาดจากคาบสมุทรบาฮากาลิฟอร์เนีย (Baja California Peninsula) ประเทศเม็กซิโกที่พบไมโครพลาสติก สีดำ และสีน้ำเงินมากที่สุด (ร้อยละ 59 และร้อยละ 25 ตามลำดับ) จากการที่พบไมโครพลาสติกสีขาวใสมากกว่าสีอื่น ๆ นั้น อาจเป็นเพราะสีดั้งเดิมของพลาสติกคือ ไม่มีสี ดังนั้นเมื่อพลาสติกอยู่ในธรรมชาติเป็นเวลานานสีที่ได้รับการเติมแต่งอาจจะจางลงทำให้พบวัสดุสีขาวใสมากกว่าสีอื่น ไมโครพลาสติกสีดำอาจหลุดมาจากยางรถยนต์ที่เกิดจากการเสียดสีของล้อรถกับพื้นถนนทำให้พลาสติกจากล้อรถหลุดออกมาซึ่งจะมีรูปร่างแบบชิ้นส่วนไร้รูปแบบ (Boucher and Friot, 2017) ส่วนไมโครพลาสติกทรงกลมส่วนมากจะมีสีขาวขุ่นซึ่งอาจมาจากเม็ดบีดส์ในเครื่องสำอาง เช่น โฟมล้างหน้า ยาสีฟัน แชมพู สบู่ (สลิลวรรณ เครือเทศน์, 2559)

4.3.3 ขนาดของไมโครพลาสติก

ในการศึกษานี้ได้วัดขนาดของไมโครพลาสติกทั้ง 4 รูปร่าง คือ เส้นใย ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ ทรงกลม และแท่ง โดยใช้โปรแกรม I works ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.10 ถึง ตารางที่ 4.12 จากนั้นจึงวิเคราะห์ผลที่ได้โดยนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และหาค่าสูงสุดและต่ำสุด การวัดขนาดของไมโครพลาสติกนั้นจะวัดขนาดตามรูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบ โดยเส้นใยและแท่งจะวัดตามความยาวของรูปร่าง ชิ้นส่วนไร้รูปแบบจะวัดตามสัดส่วนที่กว้างที่สุด ส่วนทรงกลมจะวัดตามเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลม และจะแสดงขนาดที่วัดได้ในหน่วยมิลลิเมตร

ตารางที่ 4.10 ขนาดของไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่าง (ไมโครพลาสติกขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร) ที่พบบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน

ขนาดของไมโครพลาสติก (มิลลิเมตร) ที่มีขนาดมากกว่า 0.063 มิลลิเมตร									
จุดเก็บตัวอย่าง	เส้นใย		ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ		ทรงกลม		แท่ง		รวม
	ค่าเฉลี่ย \pm SD	ค่าต่ำสุด - สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD	ค่าต่ำสุด - สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD	ค่าต่ำสุด - สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD	ค่าต่ำสุด - สูงสุด	ค่าต่ำสุด - สูงสุด
L1	0.88 \pm 1.16	0.08 - 8.04	0.21 \pm 0.22	0.03 - 1.64	0.03 \pm 0.00	0.03	-	-	0.02 - 8.04
L2	0.66 \pm 1.14	0.03 - 6.61	0.67 \pm 1.16	0.05 - 6.61	0.01 \pm 0.00	0.01	-	-	0.01 - 6.61
L3	1.20 \pm 1.33	0.27 - 4.47	0.18 \pm 0.20	0.04 - 0.76	0.04 \pm 0.00	0.02 - 0.06	-	-	0.02 - 4.47
L4	1.07 \pm 1.34	0.07 - 6.43	0.17 \pm 0.05	0.11 - 0.28	-	-	0.06	0.06	0.06 - 6.43
L5	0.76 \pm 0.68	0.15 - 2.51	0.13 \pm 0.067	0.04 - 0.26	-	-	-	-	0.04 - 2.51
L6	1.36 \pm 1.33	0.09 - 5.88	0.14 \pm 0.07	0.03 - 0.23	-	-	-	-	0.03 - 5.88
L7	0.95 \pm 0.64	0.10 - 2.59	0.13 \pm 0.08	0.04 - 0.32	0.08 \pm 0.03	0.05 - 0.12	-	-	0.04 - 2.59
L8	1.03 \pm 1.33	0.12 - 6.54	0.96 \pm 0.84	0.11 - 3.17	0.08 \pm 0.03	0.04 - 0.12	-	-	0.04 - 6.54
L9	1.11 \pm 0.94	0.14 - 4.65	0.19 \pm 0.11	0.02 - 0.43	0.08 \pm 0.01	0.07 - 0.09	0.12 \pm 0.07	0.08 - 0.20	0.02 - 4.65
L10	0.85 \pm 0.79	0.10 - 3.51	0.24 \pm 0.23	0.07 - 0.91	0.08 \pm 0.02	0.06 - 0.10	0.22 \pm 0.11	0.09 - 0.31	0.06 - 0.10
รวม	0.94 \pm 1.05	0.03 - 8.04	0.35 \pm 0.65	0.02 - 6.61	0.07 \pm 0.03	0.01 - 0.12	0.16 \pm 0.10	0.06 - 0.31	0.01 - 8.04

หมายเหตุ: L1 - L10 หมายถึง จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 - 10 ตั้งแต่บริเวณอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ถึงบริเวณประติมากรรมนางเงือก

SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ 4.11 ขนาดของไมโครพลาสติกในแต่ละรูปร่าง (ไมโครพลาสติกขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร) ที่พบบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน

ขนาดของไมโครพลาสติก (มิลลิเมตร) ที่มีขนาดน้อยกว่า 0.063 มิลลิเมตร									
จุดเก็บตัวอย่าง	เส้นใย		ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ		ทรงกลม		แท่ง		รวม
	ค่าเฉลี่ย \pm SD	ค่าต่ำสุด - สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD	ค่าต่ำสุด - สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD	ค่าต่ำสุด - สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD	ค่าต่ำสุด - สูงสุด	ค่าต่ำสุด - สูงสุด
L1	0.79 \pm 0.41	0.21 - 1.74	0.14 \pm 0.09	0.04 - 0.328	0.05 \pm 0.00	0.05	0.10 \pm 0.08	0.04 - 0.15	0.04 - 1.74
L2	0.57 \pm 0.49	0.17 - 2.97	0.09 \pm 0.05	0.031 - 0.20	-	-	0.12 \pm 0.00	0.112	0.03 - 2.97
L3	0.90 \pm 1.47	0.17 - 5.89	0.09 \pm 0.06	0.03 - 0.18	-	-	-	-	0.03 - 5.89
L4	0.90 \pm 0.62	0.06 - 3.00	0.12 \pm 0.06	0.04 - 0.21	-	-	-	-	0.04 - 3.00
L5	0.66 \pm 0.42	0.14 - 1.47	0.14 \pm 0.07	0.06 - 0.21	-	-	-	-	0.06 - 1.47
L6	0.58 \pm 0.39	0.18 - 1.69	0.15 \pm 0.05	0.06 - 0.20	0.11 \pm 0.00	0.11	-	-	0.06 - 1.69
L7	0.76 \pm 0.51	0.33 - 1.97	0.15 \pm 0.16	0.06 - 0.66	0.07 \pm 0.02	0.07 - 0.11	0.13 \pm 0.00	0.13	0.06 - 1.97
L8	0.96 \pm 0.84	0.12 - 3.18	0.12 \pm 0.05	0.06 - 0.23	0.08 \pm 0.02	0.06 - 0.10	0.06 \pm 0.00	0.06	0.06 - 3.18
L9	0.87 \pm 0.77	0.12 - 3.38	0.19 \pm 0.15	0.06 - 0.54	-	-	0.10 \pm 0.02	0.089 - 0.12	0.06 - 3.38
L10	1.02 \pm 0.87	0.17 - 3.02	0.13 \pm 0.05	0.07 - 0.23	0.03 \pm 0.00	0.03	-	-	0.03 - 3.02
รวม	0.79 \pm 0.69	0.06 - 5.89	0.13 \pm 0.08	0.03 - 0.66	0.08 \pm 0.02	0.03 - 0.11	0.10 \pm 0.04	0.04 - 0.15	0.03 - 5.89

หมายเหตุ: L1 - L10 หมายถึง จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 - 10 ตั้งแต่บริเวณอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ถึงบริเวณประติมากรรมนางเงือก

SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ 4.12 ขนาดของไมโครพลาสติกกรรมในแต่ละรูปร่างที่พบบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน

ขนาดของไมโครพลาสติกกรรม (มิลลิเมตร)									
จุดเก็บตัวอย่าง	เส้นใย		ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ		ทรงกลม		แท่ง		รวม
	ค่าเฉลี่ย \pm SD	ค่าต่ำสุด - สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD	ค่าต่ำสุด - สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD	ค่าต่ำสุด - สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD	ค่าต่ำสุด - สูงสุด	ค่าต่ำสุด - สูงสุด
L1	0.84 \pm 0.90	0.08 - 8.04	0.20 \pm 0.21	0.03 - 1.64	0.04 \pm 0.02	0.03 - 0.05	0.10 \pm 0.08	0.04 - 0.15	0.03 - 8.04
L2	0.61 \pm 0.93	0.03 - 6.61	0.56 \pm 1.06	0.03 - 6.61	0.01 \pm 0.00	0.01 - 0.01	0.12 \pm 0.00	0.12 - 0.12	0.01 - 6.61
L3	1.15 \pm 1.38	0.17 - 5.89	0.15 \pm 0.17	0.03 - 0.76	0.04 \pm 0.03	0.02 - 0.06	-	-	0.02 - 5.190
L4	0.96 \pm 0.94	0.06 - 6.43	0.15 \pm 0.06	0.04 - 0.28	-	-	0.06 \pm 0.00	0.06 - 0.06	0.04 - 6.43
L5	0.74 \pm 0.62	0.14 - 2.51	0.13 \pm 0.07	0.04 - 0.26	-	-	-	-	0.04 - 2.51
L6	0.97 \pm 1.04	0.09 - 5.88	0.14 \pm 0.06	0.03 - 0.23	0.12 \pm 0.00	0.11 - 0.11	-	-	0.03 - 5.88
L7	0.91 \pm 0.62	0.10 - 2.59	0.14 \pm 0.13	0.04 - 0.66	0.09 \pm 0.04	0.06 - 0.12	0.13 \pm 0.00	0.13	0.04 - 2.58
L8	1.00 \pm 1.16	0.12 - 6.54	0.70 \pm 0.80	0.06 - 3.16	0.10 \pm 0.02	0.04 - 0.12	0.06 \pm 0.00	0.06	0.04 - 6.514
L9	1.02 \pm 0.88	0.12 - 4.65	0.19 \pm 0.12	0.02 - 0.54	0.08 \pm 0.00	0.07 - 0.09	0.086 \pm 0.00	0.08 - 0.20	0.02 - 4.65
L10	0.90 \pm 0.81	0.10 - 3.51	0.19 \pm 0.18	0.07 - 0.91	0.09 \pm 0.02	0.09 - 0.10	0.279 \pm 0.05	0.09 - 0.31	0.03 - 3.51
รวม	0.88 \pm 0.92	0.03 - 8.04	0.29 \pm 0.56	6.61 - 0.02	0.07 \pm 0.03	0.12 - 0.01	0.13 \pm 0.08	0.31 - 0.04	0.01 - 8.04

หมายเหตุ: L1 - L10 หมายถึง จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 - 10 ตั้งแต่บริเวณอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ถึงบริเวณประติมากรรมนางเงือก

SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

จากตารางที่ 4.10 ถึง ตารางที่ 4.12 พบว่าขนาดของไมโครพลาสติกอยู่ในช่วง 0.01 - 8.04 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย 0.64 ± 0.85 มิลลิเมตร เมื่อพิจารณาขนาดของไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่าง พบว่า ไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างเส้นใยจะมีขนาดมากที่สุดโดยไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยที่มีขนาดยาวที่สุด คือ 8.04 มิลลิเมตร (ค่าเฉลี่ย 0.88 ± 0.92) มิลลิเมตร รองลงมา คือ ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ ซึ่งมีขนาด 6.61 มิลลิเมตร (ค่าเฉลี่ย 0.29 ± 0.56) มิลลิเมตร และแท่งซึ่งมีขนาด 0.31 มิลลิเมตร (ค่าเฉลี่ย 0.04 ± 0.08) มิลลิเมตร ในขณะที่ไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างทรงกลมจะมีขนาดเล็กที่สุด โดยไมโครพลาสติกทรงกลมที่มีขนาดใหญ่ที่สุดมีขนาดเท่ากับ 0.12 มิลลิเมตร (ค่าเฉลี่ย 0.07 ± 0.03) มิลลิเมตร จากผลการศึกษาที่ได้พบว่า ไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (L1 - L10) มีขนาดที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งตัวอย่างไมโครพลาสติกที่มีขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร มีขนาดของไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยอยู่ระหว่าง 0.03 - 8.04 มิลลิเมตร ชิ้นส่วนไร้รูปแบบมีขนาดอยู่ระหว่าง 0.02 - 6.61 มิลลิเมตร ทรงกลมมีขนาดระหว่าง 0.01 - 0.12 มิลลิเมตร และแท่งมีขนาดอยู่ระหว่าง 0.06 - 0.31 มิลลิเมตร ส่วนตัวอย่างที่น้อยกว่า 63 ไมโครเมตร ขนาดของไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใย อยู่ระหว่าง 0.06 - 5.90 มิลลิเมตร ชิ้นส่วนไร้รูปแบบมีขนาดอยู่ระหว่าง 0.03 - 0.66 มิลลิเมตร ทรงกลมมีขนาดอยู่ระหว่าง 0.01 - 0.12 มิลลิเมตร และแท่งมีขนาดอยู่ระหว่าง 0.04 - 0.15 มิลลิเมตร

โดยสรุปแล้วไมโครพลาสติกที่พบในการศึกษานี้มีขนาดอยู่ในช่วง 0.01 - 8.04 มิลลิเมตร ซึ่งขนาด 8.04 มิลลิเมตร นั้นมีขนาดใหญ่กว่าตะแกรงร่อนขนาดตา 1 มิลลิเมตร ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากไมโครพลาสติกที่มีลักษณะเป็นเส้นใยมีโอกาสตกค้าง หรือหลุดรอดจากตะแกรงร่อนที่ใช้ในการวิเคราะห์ (ตะแกรงร่อนขนาดตา 0.063 มิลลิเมตร และ 1 มิลลิเมตร) ซึ่งอาจเกิดจากการจัดเรียงตัวของเส้นใยในแนวตั้งในระหว่างการร่อนทำให้ไมโครพลาสติกหลุดรอดหรือคงอยู่ในตะแกรงร่อนขนาดตา 1 มิลลิเมตร ได้ จากการที่ไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กนี้จึงง่ายต่อการเข้าสู่สิ่งมีชีวิต เมื่อสัตว์กินไมโครพลาสติกเข้าไปแล้วถูกสัตว์ทะเลขนาดใหญ่กว่ากินเป็นอาหารเกิดการกินต่อกันเป็นทอด ๆ และอาจทำให้อาหารทะเลที่คนเรารับประทานมีไมโครพลาสติกปนเปื้อนส่งผลให้ไมโครพลาสติกเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ (ชาญชัย คหปนนะ, 2561)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปริมาณและลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลาสามารถสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

การสำรวจปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยเก็บตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 10 จุด ในเดือนตุลาคม 2560 เพื่อมาวิเคราะห์ ปริมาณ รูปร่าง สี และขนาดของไมโครพลาสติกด้วยกล้องจุลทรรศน์ ยี่ห้อ Nikon รุ่น ECLIPSE Ci พร้อม Microscope camera ยี่ห้อ LANOPTIK MDX1003 สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1) เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีวิธีการวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาดที่เป็นสากล ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงได้ดำเนินการหาวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมจำนวน 3 วิธีเพื่อให้ผลการศึกษาที่ได้มีความน่าเชื่อถือ โดยอ้างอิงและดัดแปลงวิธีการของสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557) และ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (Masura et al., 2015) จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ตัวอย่างทั้ง 3 วิธีการวิเคราะห์ พบว่าวิธีการวิเคราะห์ที่ 3 เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมที่สุด โดยวิธีการวิเคราะห์ที่ 1 วิธีนี้เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่สะดวก รวดเร็ว แต่พบวัตถุโปร่งใสทรงกลมซึ่งมีลักษณะคล้ายไดอะตอมเป็นจำนวนมาก เนื่องจากไม่มีการย่อยเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ออกจากตัวอย่างก่อน สำหรับวิธีการวิเคราะห์ที่ 2 วิธีการนี้มีการย่อยเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ออกจากตัวอย่างแต่ไม่มีการแยกไมโครพลาสติกออกจากตัวอย่างเบื้องต้น เพื่อลดปริมาณทรายชายหาดที่จะนำไปย่อยทำให้ใช้สารเคมีเป็นจำนวนมากและใช้เวลาในการย่อยเป็นระยะเวลา นาน และจากผลการศึกษาพบวัตถุโปร่งใสทรงกลมคล้ายไดอะตอมที่เกิดการแตกหัก มีสภาพไม่สมบูรณ์

ดังนั้นการเตรียมตัวอย่างทรายก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์จึงเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ 3 ซึ่งดัดแปลงจาก (NOAA) (Masura et al., 2015) เนื่องจากมีการย่อยเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ออกจากตัวอย่างทราย และมีการแยกไมโครพลาสติกออกจากตัวอย่างทราย 2 ครั้ง

เนื่องจากตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์นั้นมียาอื่นปะปนมาด้วย เช่น เปลือกหอย ไดอะตอม และ สารอินทรีย์ เป็นต้น ซึ่งอาจมีลักษณะคล้ายกับไมโครพลาสติก ดังนั้นจึงควรมีการย่อยเพื่อกำจัด สารอินทรีย์ออกไปก่อน ส่วนการลอยแยกไมโครพลาสติกออกจากตัวอย่างทราย 2 ครั้งเพื่อช่วยให้ กระบวนการย่อยเกิดได้สมบูรณ์มากขึ้น รวมทั้งช่วยประหยัดปริมาณสารเคมีและระยะเวลาในการ ย่อยเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ ดังจะเห็นได้ว่า ไม่พบวัตถุทรงกลมที่มีลักษณะคล้ายไดอะตอมแต่วัตถุทรง กลมที่พบเป็นทรงกลมที่มีความขุ่น ทึบและไม่โปร่งแสง ดังนั้นในการศึกษานี้จึงใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ 3 ในการวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติกในทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน

2) ปริมาณของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนทั้งหมด (L1 - L10) พิจารณาแยกเป็นไมโครพลาสติก ขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร 225 ± 141 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง และไมโครพลาสติกขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร มีปริมาณ 133 ± 62 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง คิดเป็นไมโครพลาสติกเฉลี่ย 358 ± 102 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง ($n=10$) โดยบริเวณที่พบไมโครพลาสติกมากที่สุด คือ จุดเก็บ ตัวอย่างที่ L1 พบไมโครพลาสติก 770 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง รองลงมา คือ L2 พบไมโคร-พลาสติก 570 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง

3) ไมโครพลาสติกที่พบมีทั้งหมด 4 รูปร่าง คือ เส้นใย ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ ทรงกลม และแท่ง โดยรูปร่างที่พบมากที่สุด คือ เส้นใย (ร้อยละ 62.3) รองลงมา คือ ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ (ร้อยละ 32.4) ทรงกลม (ร้อยละ 4.0) และแท่ง (ร้อยละ 1.3)

4) ผลการศึกษาในงานวิจัยนี้พบสีของไมโครพลาสติกทั้งหมด 11 สี ได้แก่ สีขาวขุ่น สีขาวใส สีแดง สีดำ สีน้ำเงิน สีฟ้า สีเขียว สีน้ำตาล สีเหลือง สีส้ม และสีม่วง โดยสีของไมโครพลาสติก ที่พบมากที่สุด คือ สีขาวใส (ร้อยละ 31.51) รองลงมา คือ สีดำ (ร้อยละ 20.32) สีน้ำตาล (ร้อยละ 15.99) สีน้ำเงิน (ร้อยละ 13.36) สีขาวขุ่น (ร้อยละ 8.84) สีแดง (ร้อยละ 4.14) สีเขียว (ร้อยละ 2.35) สีฟ้า (ร้อยละ 2.26) สีม่วง (ร้อยละ 0.75) สีเหลือง (ร้อยละ 0.38) และสีส้ม (ร้อยละ 0.09) ตามลำดับ

5) ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบอยู่ในช่วง 0.01 - 8.04 มิลลิเมตร โดยไมโครพลาสติกที่มี รูปร่างเส้นใยจะมีขนาดมากที่สุด คือ 8.04 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ 6.61 มิลลิเมตร และแท่ง 0.30 มิลลิเมตร ส่วนรูปร่างทรงกลมจะมีขนาดเล็กที่สุดคือมีขนาด 0.12 มิลลิเมตร

จากการสำรวจไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาด บริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบล บ่อทราย อำเภอมือง จังหวัดสงขลา พบว่าทรายตัวอย่างทุกจุดเก็บตัวอย่างมีการปนเปื้อนของไมโคร-พลาสติกเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งอาจเกิดจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ทั้งในทะเลและบนบก เนื่องจากชายหาดแหลมสนอ่อน เป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญของจังหวัด สงขลา มีสถานบริการนักท่องเที่ยว การทำประมงพื้นบ้าน มีพื้นที่ติดกับท่าเรือน้ำลึกขนส่งสินค้า

รวมถึงพบขยะพลาสติกในพื้นที่ชายหาดตลอดแนวชายฝั่ง ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจก่อให้เกิดการสะสมของขยะพลาสติกในธรรมชาติเป็นเวลานานจนเกิดการย่อยสลายหรือแตกหักของพลาสติกขนาดใหญ่ รวมถึงเกิดจากการซักผ้าและการใส่เสื้อผ้าที่เป็นผ้าใยสังเคราะห์ลงเล่นน้ำ ทำให้เส้นใยสังเคราะห์เหล่านี้เกิดการหลุดออกจากเสื้อผ้าและปนเปื้อนสู่ทะเล และอาจเกิดจากการจัดเก็บหรือทิ้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการประมงที่ไม่ถูกต้องทั้งบนบกและในทะเล ทำให้มีไมโครพลาสติกปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) การศึกษาในครั้งนี้เป็นข้อมูลเบื้องต้นของสถานการณ์การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในพื้นที่ชายหาดแหลมสนอ่อน อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้ใช้กล้องจุลทรรศน์ในการจำแนกเพียงเท่านั้น จึงควรมีการวิเคราะห์ทางเคมีร่วมด้วย เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการวิเคราะห์และทราบถึงชนิดของพลาสติก โดยเฉพาะจุดเก็บตัวอย่าง L1 ที่มีรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบในปริมาณที่มากกว่าจุดอื่น จึงควรวิเคราะห์ทางเคมีในบริเวณนี้เพื่อทราบถึงชนิดของพลาสติกซึ่งจะช่วยให้คาดการณ์ถึงแหล่งกำเนิดของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนได้

2) ควรมีการสำรวจปริมาณของไมโครพลาสติกในพื้นที่อื่น ๆ ของจังหวัดสงขลา เช่น ชายหาด น้ำทะเล แม่น้ำและปากแม่น้ำ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดการการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกบริเวณชายหาดของจังหวัดสงขลา

3) ควรศึกษาผลกระทบของสารพิษที่อยู่ในไมโครพลาสติกที่อาจมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

4) ควรมีการสำรวจปริมาณของไมโครพลาสติกในฤดูกาลต่าง ๆ เพื่อศึกษาผลกระทบของฤดูกาลต่อปริมาณ และลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกที่พบ

บรรณานุกรม

- กรณีศ ต้นอังกษนากุล. (2560). **ครีมอาบน้ำ เสื้อผ้า ล้อรถกับขยะพลาสติกที่มองไม่เห็น** (Online). <https://www.the101.world/microplastics/>, 15 สิงหาคม 2558
- กรมควบคุมมลพิษ. (2560). **รายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2559**. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2556). **ผลกระทบของขยะทะเลต่อสัตว์ทะเลหายาก** (Online). <https://www.dmcr.go.th/detailAll/26049/nws/22>, 15 เมษายน 2561
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2557). **Microplastics ผลกระทบจากความมั่งง่าย** (Online). <https://www.dmcr.go.th/detailAll/24456/nws/141>, 16 มีนาคม 2561
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2560). **ฐานข้อมูลขยะทะเล** (Online). <http://tcc.dmcr.go.th/thaicoastalcleanup/>, 15 เมษายน 2561
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2561). **ที่มาของขยะทะเล** (Online). <https://www.dmcr.go.th/detailAll/24485/nws/141>, 20 มิถุนายน 2561
- กรมทรัพยากรธรณี. (2557). **การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีจังหวัดสงขลา**. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- ชัยณรงค์ กิตินารถอินทราณี. (2560). **ไมโครพลาสติก ขึ้นเล็ก แต่ร้ายลึก**. กรุงเทพฯ: ฐกรกิจ. (2560, 26 กันยายน).
- ชาญชัย คหปนนะ. (2561). **ไมโครพลาสติกภัยมืดในทะเล**. กองพัฒนาและจัดการความรู้องค์กร, สำนักดิจิทัลและสารสนเทศ.
- ฐิตินันท์ ศรีสสิต. (2552). **คู่มือเรียนรู้ขยะทะเล: ชายฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน**. สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.
- ณิชชา บุรณสิงห์. (2559). **ขยะพลาสติก: ภัยใกล้ตัว** (Online). http://library2.parliament.go.th/ejournal/content_af/2559/feb2559-7.pdf, 15 เมษายน 2561

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ทีมข่าวสิ่งแวดล้อม. (2560ก). นักวิจัยพบขยะพลาสติกจมถึงก้นมหาสมุทร สัตว์ทะเลเล็กหนีไม่พ้นภัย
คุกคามจากมลพิษ. **สำนักข่าวสิ่งแวดล้อม**. (2560, 18 พฤศจิกายน)
- ทีมข่าวสิ่งแวดล้อม. (2560ข). ไมโครพลาสติกร้ายขนาดจิ๋ว เราดูดซึม 'พลาสติก' เข้าสู่ร่างกายทุกวัน.
สำนักข่าวสิ่งแวดล้อม. (2560, 9 กันยายน).
- ธนาดี ลี้จากภัย. (2545). **เมืองไร้ไซเคิลวัสดุ**. กรุงเทพฯ: งานฝึกอบรมศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุ
แห่งชาติ.
- ธารา บัวคำศรี. (2560). แพขยะในอ่าวไทยยอดภูเขาน้ำแข็งของวิกฤติขยะไทย. **GREENPEACE
Thailand**. (2560, 12 กุมภาพันธ์).
- ปิติพงษ์ ธาระมนต์, สุหทัย ไพโรสานท์กุล และนภาพร เลียดประดม. (2559). การปนเปื้อนของ
ไมโครพลาสติกในหอยสองฝาบริเวณชายหาดเจ้าหลาว และชายหาดคังวิมาน จังหวัดจันทบุรี.
แก่นเกษตร, 44 ฉบับพิเศษ 1, 738-744.
- เผ่าเทพ เชิดสุขใจ, ญัฐพัชร รักการ, วราริน วงษ์พามิซ และสมเกียรติ ขอเกียรติวงศ์. (2560).
การศึกษาไมโครพลาสติกเบื้องต้นบริเวณแหลมพันวาและเกาะโหลน จังหวัดภูเก็ต.
กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.
- โพสต์ทูเดย์. (2559). แผนการใช้ไมโครพลาสติกในผลิตภัณฑ์เหตุกระทบสิ่งแวดล้อม. **โพสต์ทูเดย์รอบ
โลก**. (2559, 24 สิงหาคม)
- ภูมิพัฒน์ รัตนตรัยเจริญ. (2557). **ความรู้เกี่ยวกับพลาสติกทั้ง 7 ชนิด** (Online). <https://sites.google.com/site/kaewplastik/khwam-ru-keiyw-kab-phlastik-thang-7-chnid>, 19
สิงหาคม 2561.
- มูลนิธิโลกสีเขียว. (2560). **ในตะกร้าของป่านวล** (Online). http://greenworld.or.th/green_issue/ในตะกร้าของป่านวล, 19 สิงหาคม 2560.
- ลัทธภพ แก้วโย. (2560). **น้ำมือนมนุษย์ภาพสะท้อนสังคมมักง่ายผลร้ายต่อสัตว์ที่ต้องรับกรรม**. **ทีนิวส์**.
(2560, 24 เมษายน).
- วงศ์ศิริ เข้มสวัสดิ์. (2559). ไมโครพลาสติก: จากเครื่องสำอางสู่สารปนเปื้อนในอาหาร. **วารสาร
พิษวิทยาไทย**, 31 (1), 50-61.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ศรีธวัช กำเนิดทอง. (2558). **ผลกระทบจากขยะมูลฝอยต่อสิ่งแวดล้อม** (Online). http://region4.prd.go.th/ewt_news.php?nid=71744&filename=index, 19 สิงหาคม 2561.
- ศรีธวัช กำเนิดทอง. (2559). **กลไกการย่อยสลายของพลาสติกที่ย่อยสลายได้** (Online). http://region4.prd.go.th/ewt_news.php?nid=75053, 19 สิงหาคม 2561
- ศุภีพร แสงกระจ่าง, ปัทมา พลอยสว่าง และ ปริณดา พรหมหิตาธร. (2556). ผลกระทบของพลาสติกต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม. **วารสารพิษวิทยาไทย**, 28 (1).
- สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา. (2557). **การสำรวจและจำแนกตัวอย่างขยะทะเลประเภทไมโครพลาสติก**
กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.
- สมจิตต์ ตั้งชัยวัฒนา. (2558). **ชนิดของพลาสติก** (Online). <http://www.dss.go.th/images/st-article/pep-2-2558-Thermoplastic.pdf>, 19 สิงหาคม 2560
- สมปรารถนา ฤทธิ์พริ้ง. (2559). **การกัดเซาะชายฝั่งหาดสมิหลา-ขลาทัศน์**. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สลิลวรรณ เครือเทศน์. (2559). **มาตรการทางกฎหมายในการป้องกันมลพิษทางน้ำที่เกิดจากพลาสติกไมโครพีดส์**. วิทยานิพนธ์ปริญญานิติศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุดา อิทธิสุนทรรัตน์. (2559). ไมโครพลาสติกในทะเล. **Green Research**, 13 (33), 21-24.
- สุวัจน์ ธีธรรส. (2557). **มลพิษทางทะเลและชายฝั่ง**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- สำนักประชาสัมพันธ์เขต 1 ขอนแก่น. (2560). **ระยะเวลาการย่อยสลาย** (Online). http://region1.prd.go.th/ewt_news.php?nid=29244, 15 สิงหาคม 2561
- Boucher, J. and Friot, D. (2017). **Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources**. Gland, Switzerland: IUCN. 43pp.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Cadora, A. (2016). **One of these 20 sample things takes 600 year to decompose.** (Online). [https://www.norwexmovement.com /how-long-](https://www.norwexmovement.com/how-long-), April 22, 2018.
- Claessens, M., Meester, S.D., Landuyt, L.V., Clerck, K.D., and Janssen, C.R. (2011). Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. **Marine Pollution Bulletin**, **62**, 2199-2204.
- Gabbatiss, J. (2014). **Why marine animals can't stop eating plastic** (Online). [https://ourblueplanet.bbcearth.com /blog/?article=why-do-marine-animals-eat-plastic](https://ourblueplanet.bbcearth.com/blog/?article=why-do-marine-animals-eat-plastic), August 15, 2018.
- GESAMP. (2016). **Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment** (Kershaw, P.J. and Rochman, C.M., eds). IMO/FAO/UNESCOIOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. Rep. Stup. GESAMP No. 93, 220p.
- Google Earth. (2018). **แผนที่ชายหาดแหลมสนอ่อน** (Online) <https://www.google.earth> แผนที่ชายหาดแหลมสนอ่อน, September 5, 2018
- Google Map. (2018). **แผนที่ชายหาดแหลมสนอ่อน** (Online). <https://www.google.co.th/maps/searchแผนที่ชายหาดแหลม-สนอ่อน>, September 5, 2018
- Ivar do Sul, J.A., and Costa, M.F. (2013). the present and future of microplastic pollution in the marine environment. **Environmental Pollution**, **185**, 352-364.
- Li, H.X., Ma, L.S., Lin, L., Ni, Z.X., Xu, X.R., Shi, H.H, Yan, Y., Zheng, G.M., and Rittschof, D. (2018). microplastics in oysters *Saccostrea cucullata* along the Pearl River Estuary, China. **Environmental Pollution**, **236**, 619-625.
- Lo, H.S., Xu, X., Wong, C.Y. and Cheung, S.G. (2018). Comparisons of Microplastic pollution between mudflats and sandy beaches in Hong Kong. **Environmental Pollution**, **236**, 208-217.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- 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). Maryland: NOAA Marine Debris Division.
- Peng, G., Zhu, B., Yang, D., Su, L., Shi, H. and Li, D. (2017). Microplastics in sediments of the Changjiang Estuary, China. **Environmental Pollution**, **225**, 283-290.
- Piñon-Colin, T.d.J., Rodriguez-Jimenez, R., Pastrana-Corral, M.A., Rogel-Hernandez, E. and Wakida, F.T. (2018). microplastics on sandy beaches of the Baja California Peninsula, Mexico. **Marine Pollution Bulletin**, **131**, 63-71.
- Wang, W., Yuan, W., Chen, Y., and Wang, J. (2018). Microplastics in surface waters of Dongting Lake and Hong Lake, China. **Science of the Total Environment**, **633**, 539-545.
- Zhang, W., Zhang,S., Wang, J., Wang, Y., MU, J., Wang, P., Lin, X. and MA, D. (2017). microplastics pollution in the surface waters of the Bohai Sea, China. **Environmental Pollution**, **231**, 541-548.



ภาคผนวก ก
แบบเสนอโครงสร้างวิจัย



โครงร่างวิจัยเฉพาะทาง

- 1 **ชื่อโครงการ:** การสำรวจปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณ
ชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อียง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
Quantification Survey of Microplastics in Beach Sand in Leam
Son-on Beach, Bo Yang Subdistrict, Mueang District, Songkhla
Province
- 2 **สาขาวิชา:** สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)
- 3 **ชื่อผู้วิจัย:** นางสาวกนกพร บัวจันทร์ รหัสนักศึกษา 564232001
นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
นางสาวเบญจภรณ์ มณีโชติ รหัสนักศึกษา 564232016
นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
- 4 **คณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยเฉพาะทาง**
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.สิริพร บริรักษ์วิสิฐศักดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ
โปรแกรมวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5 ความเป็นมาและความสำคัญ

ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษกล่าวว่า ปริมาณขยะมูลฝอยทั่วประเทศปี 2559 มีขยะประมาณ 27.06 ล้านตัน หรือประมาณ 74,073 ตันต่อวัน โดยเฉลี่ยที่คนไทยทิ้งขยะ 1.14 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน มีปริมาณขยะตกค้าง 9.96 ล้านตัน ที่มีการจัดการไม่ถูกต้อง (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) ซึ่งขยะที่มีการจัดการไม่ถูกต้องเหล่านี้มีโอกาสปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม รวมถึงปนเปื้อนลงสู่ทะเลเมื่อขยะเหล่านี้ลงสู่ทะเลก็จะกลายเป็นขยะทะเลต่อไป ขยะทะเลเป็นปัญหามลพิษที่สำคัญทั่วโลก จากการศึกษาของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ปี 2558 องค์ประกอบของขยะทะเลพบว่าขยะทะเลประเภทพลาสติกเป็นขยะที่พบมากที่สุด ร้อยละ 13 รองลงมา คือ หลอดเครื่องดื่ม ร้อยละ 10 และฝาพลาสติก ร้อยละ 8 ตามลำดับ จากองค์ประกอบของขยะทะเลแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าขยะพลาสติกเป็นขยะทะเลชนิดเด่น เนื่องจากพลาสติกเป็นวัสดุที่มีต้นทุนการผลิตต่ำ เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา มีความทนทานต่อการกัดกร่อนและการเกิดปฏิกิริยากับสารเคมี จึงทำให้นิยมในการนำไปสร้างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้มีผลิตภัณฑ์ที่เป็นพลาสติกจำนวนมาก สาเหตุนี้จึงทำให้มากกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณขยะทะเลมาจากกิจกรรมบนบก มีเพียงแค่ ร้อยละ 20 เท่านั้นที่มาจากกิจกรรมทางทะเล (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2560) ส่งผลให้เกิดปัญหาการแพร่กระจายของขยะพลาสติกในหลายพื้นที่ทั้งชายชายหาด และขยะที่สะสมตัวอยู่ในตะกอนดิน เมื่อพลาสติกลอยตัวอยู่ในทะเลเป็นเวลานาน พลาสติกเหล่านี้จะสามารถย่อยสลายกลายเป็นไมโครพลาสติกหรือพลาสติกขนาดเล็ก (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2557)

ไมโครพลาสติกเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมทางทะเลที่ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ไมโครพลาสติก คือ พลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร (GESAMP, 2016) ซึ่งอาจเกิดจากการแตกหักหรือย่อยสลายของขยะพลาสติกขนาดใหญ่ หรือเกิดจากพลาสติกที่มีการสร้างให้มีขนาดเล็กเพื่อให้เหมาะกับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เช่น เม็ดปิดส์ (beads) ซึ่งอยู่ในสครับขัดผิว โฟมล้างหน้าและเครื่องสำอาง เป็นต้น เนื่องจากไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบาทำให้กำจัดออกจากสิ่งแวดล้อมได้ยาก แต่สามารถเข้าสู่สิ่งมีชีวิตได้ง่าย เมื่อไมโครพลาสติกปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมทางทะเลสามารถเกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลได้ โดยไมโครพลาสติกสามารถเกิดการสะสมในสิ่งมีชีวิต เป็นตัวกลางในการสะสมสารพิษและปลดปล่อยสารพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทางทะเลจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจและการวางแผนจัดการปัญหาเกี่ยวกับระบบนิเวศชายฝั่งทะเล (ปิติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ, 2559)

จากการศึกษาการแพร่กระจายของไมโครพลาสติก พบแนวโน้มการปนเปื้อนในระบบนิเวศชายหาด ตะกอนดินรวมถึงห่วงโซ่อาหารทางทะเล (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2560) จึงได้ทำการเลือกพื้นที่ที่จะทำการศึกษา คือ บริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อทราย อำเภอเมือง

จังหวัดสงขลา เนื่องจากชายหาดแหลมสนอ่อนอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของประติมากรรมนางเงือก บริเวณปลายแหลมเป็นที่ประดิษฐานของอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ ด้านทิศตะวันตกเป็นทะเลสาบสงขลา (กรมทรัพยากรธรณี, 2557) ทิศเหนือเป็นทะเลฝั่งอ่าวไทย ซึ่งมีการเชื่อมต่อโดยตรงกับชายหาดแหลมสนอ่อน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาไมโครพลาสติกที่มีการปนเปื้อนลงสู่ทะเลและชายหาด ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพื่อสร้างความเข้าใจต่อผลกระทบของไมโครพลาสติก ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางการจัดการปัญหาขยะทะเลต่อไป

6 วัตถุประสงค์งานวิจัย

เพื่อสำรวจปริมาณของไมโครพลาสติกในทรายชายหาด บริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

7 สมมติฐาน

ทรายชายหาด บริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา มีไมโครพลาสติกปนเปื้อน

8 ตัวแปร

ตัวแปรต้น: ตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

ตัวแปรตาม: ปริมาณ รูปร่าง ขนาด และสีของไมโครพลาสติก

ตัวแปรควบคุม: พื้นที่เก็บตัวอย่าง และช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง

9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

9.1 ทราบปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก บริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

9.2 เป็นข้อมูลพื้นฐานต่อการวางแผนการจัดการระบบนิเวศชายฝั่ง

10 ขอบเขตของงานวิจัย

เก็บตัวอย่างทรายบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เป็นระยะทาง 3.27 กิโลเมตร สุ่มเก็บตัวอย่าง ทั้งหมด 10 จุด ระยะห่างจุดละ 300 เมตร โดยทำการเก็บ 1 ครั้ง ในเดือนตุลาคม พ.ศ.2560 (ภาพที่ 1) และนำมาทดลองที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ และจำแนก

ลักษณะของไมโครพลาสติกด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่อาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ (biotechnology) มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา



ภาพที่ 1 ชายหาดบริเวณแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

ที่มา: .Google Earth (2018)

11 นิยามศัพท์เฉพาะ

พลาสติก หมายถึง สารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยโมเลกุลซ้ำ ๆ กัน และต่อกันเป็นโมเลกุลสายยาว ประกอบด้วยธาตุสำคัญ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน นอกจากนี้มีธาตุอื่น ๆ เป็นส่วนประกอบย่อย ได้แก่ ไนโตรเจน ฟลูออรีน คลอรีน และกำมะถัน เป็นต้น (ณิชชา บุรณสิงห์, 2559)

ไมโครพลาสติก หมายถึง พลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร (GESAMP, 2015)

ขยะทะเล หมายถึง ผลิตภัณฑ์จากมนุษย์ที่ทิ้งลงสู่ทะเลโดยตรง หรือทิ้งตามสถานที่ต่าง ๆ ทั้งเจตนา และไม่เจตนาแล้วถูกกระแสนลม หรือกระแสน้ำพัดลงสู่ทะเล (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556)

การปนเปื้อน หมายถึง การพบไมโครพลาสติกในตัวอย่างทรายชายหาด

ชายหาดแหลมสนอ่อน หมายถึง พื้นที่บริเวณอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ถึงประติมากรรมนางเงือก ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เป็นระยะทางประมาณ 3.27 กิโลเมตร

12 ตรวจสอบเอกสาร

12.1 พลาสติก

พลาสติก (plastic) หมายถึง สารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยโมเลกุลซ้ำ ๆ กัน และต่อกันเป็นโมเลกุลสายยาวประกอบด้วยธาตุสำคัญ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน นอกจากนี้มีธาตุอื่น ๆ เป็นส่วนประกอบย่อย ได้แก่ ไนโตรเจน ฟลูออรีน คลอรีน และกำมะถัน เป็นต้น ซึ่งพลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (ณัชชา บุรณสิงห์, 2559) คือ

1) เทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) เป็นพลาสติกที่เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว เย็นลงจะแข็งตัว สามารถเปลี่ยนรูปได้ ชนิดของพลาสติกในตระกูลเทอร์โมพลาสติก ได้แก่ โพลีเอทิลีน (polyethylene; PE), โพลีโพรพิลีน (polypropylene; PP), โพลีสไตรีน (polystyrene; PS), สไตรีน-อะครีโลไนไตรล์ (styrene-acrylonitrile; SAN), อะครีโลไนไตรล์-บิวทาไดอีน-สไตรีน (acrylonitrile-butadiene-styrene), โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinylchloride; PVC), ไนลอน (nylon), โพลีเอทิลีน เทเรฟทาเลท (polyethylene terephthalate; PET), โพลีคาร์บอเนต (polycarbonate; PC)

2) เทอร์โมเซตติงพลาสติก (thermosetting plastic) เป็นพลาสติกที่มีสมบัติพิเศษ คือ ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และทนปฏิกิริยาเคมีได้ดี ชนิดของพลาสติกในตระกูลนี้ ได้แก่ เมลามีน ฟอรัมาลดีไฮด์ (melamine formaldehyde), ฟีนอลฟอรัมาดีไฮด์ (phenol formaldehyde), อีพ็อกซี (epoxy), โพลีเอสเตอร์ (polyester), ยูรีเทน (urethane), โพลียูรีเทน (polyurethane)

ในประเทศไทยนิยมใช้พลาสติกจำพวกเทอร์โมพลาสติกกันมากที่สุด เนื่องจากสามารถใช้งานได้หลายประเภท โดยเฉพาะด้านบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่มีการผลิตในรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น

- โพลีเอทิลีน (polyethylene; PE) ผลิตเป็นถุงพลาสติกทั้งร้อนและเย็น ขวด ถัง และฟิล์มพลาสติกประเภทอ่อนนุ่ม กระจกพลาสติก เป็นต้น

- โพลีโพรพิลีน (polypropylene; PP) นิยมผลิตเป็นถุงบรรจุอาหารและเสื้อผ้าสำเร็จรูป กระจกพลาสติก เป็นต้น

- โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride; PVC) ใช้ทำท่อน้ำประปา สายยางใส แผ่นฟิล์มสำหรับห่ออาหาร แผ่นพลาสติกสำหรับทำประตู หน้าต่าง และหนังเทียม สามารถนำมารีไซเคิลเป็นท่อน้ำประปา หรือรางน้ำสำหรับการเกษตร กรวยจราจร เพอร์นิเจอร์ ม้านั่งพลาสติก ตลับเทป เคเบิล แผ่นไม้เทียม เป็นต้น

12.2 ไมโครพลาสติก

ไมโครพลาสติก (microplastics) คือ ชิ้นส่วนพลาสติกที่มีขนาด 1 นาโนเมตร ถึง 5 มิลลิเมตร สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากไมโครพลาสติกที่เกิดจากการแตกหักหรือย่อยสลายของขยะพลาสติกขนาดใหญ่หรือเกิดจากพลาสติกที่มีการสร้างให้มีขนาดเล็ก เพื่อให้เหมาะกับวัตถุประสงค์การใช้งานโดยไมโครพลาสติกจะสามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้ง่าย แต่การจัดการในการทำความสะอาดหรือกำจัดได้ยาก (ปีติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ, 2559)

สามารถแบ่งประเภทของไมโครพลาสติกตามแหล่งที่มาได้สองประเภทดังต่อไปนี้

12.2.1 ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ

ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ (primary microplastic) คือ ไมโครพลาสติกที่มีการผลิตเป็นพลาสติกขนาดเล็กมาตั้งแต่ต้น เช่น เม็ดพลาสติกที่อยู่ในโฟมทำความสะอาดผิวหน้าหรือเครื่องสำอาง (plastic scrub) เม็ดพลาสติกที่เป็นวัสดุตั้งต้นของการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก (plastic pellet) โดยกรณีของพลาสติกที่ใช้เป็นสครับเป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางที่เกิดจากการเปลี่ยนจากส่วนผสมจากธรรมชาติจากอัลมอนต์บด ข้าวโอ๊ตและหินภูเขาไฟในช่วงปี 1980 มาเป็นการใช้พลาสติกสครับแทนโดยเม็ดพลาสติกเหล่านี้จะมีรูปร่างขนาดและองค์ประกอบแตกต่างกันออกไป เช่น พลาสติกที่เป็นเอทิลีน โพรพิลีน และพลาสติกทรงกลมที่เป็นโพลีสไตรีนโดยรูปทรงปกติของพลาสติกที่มาจากรูปร่างจะมีขนาดน้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตรและอาจน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ในเครื่องสำอางบางชนิดไมโครพลาสติกประเภทนี้สามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมทางทะเลได้ โดยการทิ้งของเสียโดยตรงจากบ้านเรือนสู่แหล่งน้ำและไหลสู่ทะเล เช่น กรณีของสครับที่ใช้ในโฟมล้างหน้าหรือกรณีของเส้นใยจากผ้าใยสังเคราะห์จากการทิ้งน้ำจากการซักผ้านอกจากนี้ยังมีกรณีของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่างขนส่งวัตถุดิบในทะเลเช่นในกรณีของเม็ดพลาสติก (plastic pellet)

12.2.2 ไมโครพลาสติกทุติยภูมิ

ไมโครพลาสติกทุติยภูมิ (secondary microplastic) เป็นพลาสติกที่เกิดจากพลาสติกที่มีขนาดใหญ่หรือมาโครพลาสติก (macroplastic) โดยเกิดจากการสะสมของพลาสติกในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานานและเมื่อพลาสติกได้รับแสงอุลตราไวโอเล็ต ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการแตกหักของพลาสติกมากขึ้นด้วยระยะเวลาที่นานขึ้น อาจทำให้ไมโครพลาสติกกลายเป็นนาโนพลาสติกได้ หากมีการสะสมในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานานและเสี่ยงต่อการเข้าไปยังห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิต กระบวนการที่ทำให้เกิดไมโครพลาสติกเกิดขึ้นจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตในแสงแดดจะทำให้เกิดการออกซิเดชันของโพลิเมอร์เมทริกซ์นำไปสู่การแตกตัวและย่อยสลายของพลาสติก ซึ่งกระบวนการ

ดังกล่าวจะทำให้สารแต่งเติมในพลาสติกหลุดออกจากพลาสติก ทำให้โครงสร้างของพลาสติกเกิดการแตกตัวจนมีขนาดที่เล็กมากนอกจากแสงอุลตราไวโอเลตยังมีกระบวนการหลักอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดไมโครพลาสติก เช่น พลังงานจากคลื่น การฉีกหรือบดพลาสติกของสิ่งมีชีวิตแสงยูวี (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน, 2557)

12.3 ลักษณะของไมโครพลาสติก

อธิบายถึงผลกระทบของลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติก เช่น สีและรูปร่าง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

12.3.1 สีของไมโครพลาสติก

สีเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกกินของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะในสิ่งมีชีวิตที่มีประสาทการรับรู้ภาพและสี โดยสัตว์จะเลือกกินพลาสติกที่มีสีคล้ายเหยื่อของสัตว์ชนิดนั้น โดยจากการศึกษาสีของไมโครพลาสติกจะแบ่งสีออกเป็น สีขาวขุ่น สีขาวใส สีแดง สีดำ สีน้ำเงิน สีฟ้า สีเขียว สีเทา สีน้ำตาล สีเหลือง สีส้มและสีม่วง ตามลักษณะของพลาสติกต้นกำเนิด

12.3.2 รูปร่างของไมโครพลาสติก

จากการศึกษาลักษณะของไมโครพลาสติกตามรูปร่างนั้นจะมีรูปร่างที่หลากหลายมีรูปร่างแบบ เส้นใย ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ แผ่นฟิล์ม แผ่นแข็ง ทรงกลม แท่ง เส้นใยที่ไม่ใช่เชือก โดยรูปร่างที่พบจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่เป็นแหล่งกำเนิดว่าเป็นพื้นที่ที่เกี่ยวกับอะไรหรือมีกิจกรรมใดที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่เกิดขึ้นของไมโครพลาสติก

12.4 พิษจากสารอินทรีย์ที่ตกค้างในไมโครพลาสติก

เนื่องจาก ไมโครพลาสติกมีพื้นที่ผิวมากเมื่อเทียบกับปริมาตรและเมื่อประกอบกับคุณสมบัติของพลาสติกที่เป็นไฮโดรโฟบิก (hydrophobic) จึงทำให้สามารถดูดซับสารอินทรีย์ได้ เช่น สารในกลุ่ม POPs (persistent organic pollutants) มีอยู่ 12 ชนิด ดีดีทีคลอเดน อัลดริน เดลทริน เอ็นดริน มิเร็กซ์ที่ออกซาฟิน เฮปตาคลอร์เฮกซะคลอโรเบนซีน พีซีบีดี ออกซินและฟิวราน สารเคมีเหล่านี้เข้าสู่สิ่งแวดล้อมได้หลายทางทั้งจากโรงงาน ท่อน้ำทิ้ง พื้นที่เกษตรกรรม รวมถึงเป็นส่วนผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ต่าง ๆ ซึ่งจะถูกล่อยผ่านระบบการกำจัดกาก หลุมฝังกลบหรือเตาเผาขยะ สาร (POPs) มีความเป็นพิษสูงไม่ละลายในน้ำแต่ละลายได้ดีในไขมัน ทำให้ง่ายต่อการเข้าไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อไขมันของมนุษย์และสิ่งมีชีวิต (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน, 2557)

12.5 ผลกระทบจากไมโครพลาสติกต่อสิ่งมีชีวิตทางทะเล

เนื่องจากไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กและพบการแพร่กระจายอยู่ในสิ่งแวดล้อมทางทะเลทั้งในน้ำและตะกอนดิน จึงทำให้สิ่งมีชีวิตในทะเลกินเอาไมโครพลาสติกเข้าไปแล้วทำให้เกิดการสะสมในห่วงโซ่อาหาร น้ำทะเลจะถูกปนเปื้อนกับมลพิษอินทรีย์และอนินทรีย์และพลาสติกจะดูดซับสารปนเปื้อนเหล่านี้ เช่น ยาฆ่าแมลง ดีดีที พีซีบี (PCBs) เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้จะก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพแบบเรื้อรังรวมไปถึงการรบกวนระบบฮอร์โมนการเปลี่ยนแปลงของยีนและเป็นสารก่อมะเร็งเมื่อไมโครพลาสติกถูกกินโดยปลา นกหรือสัตว์ทะเลสารต่างๆก็จะถูกปล่อยออกมาสู่สัตว์เหล่านั้น (ปิติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ, 2559)

12.6 ข้อมูลพื้นที่ทำการศึกษา

12.6.1 ชายหาดแหลมสนอ่อน

ชายหาดแหลมสนอ่อนติดกับประติมากรรมนางเงือก ไปทางตะวันตกเฉียงเหนือด้านทิศตะวันตกของแหลมสนอ่อนเป็นทะเลสาบสงขลา บริเวณรอบ ๆ แหลมสนอ่อนมีถนน สามารถชมทิวทัศน์ได้ทั้งทะเลหลวงและทะเลสาบ นอกจากนี้ยังมีต้นสนทะเลขึ้นเรียงรายตลอดแนว แหลมสนอ่อนเป็นบริเวณร่มรื่นไปด้วยทิวต้นสนทะเลตลอดแนวหาด สมชื่อ ริมทะเล บริเวณปลายแหลมสนอ่อนจะเป็นที่ประดิษฐานอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ ซึ่งได้รับก่อตั้งโดยกลุ่มไทยอาสาป้องกันชาติในทะเล จังหวัดสงขลา อันได้แก่ ผู้ประกอบอาชีพอันเกี่ยวเนื่องกับการปกครองร่วมกับกองทัพเรือสร้างเมื่อปี 2530 เพื่อให้ชาวเรือทุกคนได้สักการบูชาเพื่อความเป็นสิริมงคลและขอพรก่อนออกไปประกอบอาชีพในท้องทะเล นอกจากนี้แหลมสนอ่อนยังเป็นจุดชมวิวนักท่องเที่ยวสามารถชมทัศนียภาพอันสวยงามของทะเลสาบสงขลาและมองเห็นเกาะหนูได้ใกล้และชัดเจนที่สุด รอบ ๆ บริเวณมีที่นั่งพักผ่อนยามเย็นสำหรับประชาชนและมีการจัดสถานที่เป็นสวนสุขภาพเพื่อส่งเสริมการออกกำลังกายให้กับคนในพื้นที่ใกล้เคียง (กรมทรัพยากรธรณี, 2557)

12.6.2 สภาพภูมิอากาศ

ชายหาดแหลมสนอ่อนอยู่ในจังหวัดสงขลาตั้งอยู่ในเขตอิทธิพลของลมมรสุมเมืองร้อน มีลมมรสุมพัดผ่าน คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ จากการพัดผ่านของลมมรสุมที่มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณแตกต่างกัน ทำให้จังหวัดสงขลา มี 2 ฤดู คือ ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ระยะเวลาเป็นช่องว่างระหว่างฤดูมรสุมหลังจากสิ้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ หรือฤดูหนาวแล้งอากาศจะเริ่มร้อน และมีอากาศร้อนจัดที่สุดในเดือนเมษายน

ส่วนฤดูฝนแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ฤดูฝนจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ฝนจะเคลื่อนตัวมาจากด้านตะวันตก (ทะเลอันดามัน) ส่วนมากฝนตกในช่วงบ่ายถึงค่ำ ปริมาณและการกระจายของฝนจะน้อยกว่าช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ฝนเคลื่อนตัวมาจากด้านตะวันออก (อ่าวไทย) ฝนจะตกชุกหนาแน่น (กรมทรัพยากรธรณี, 2557)

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557) ได้ทำการสำรวจและจำแนกตัวอย่างขยะทะเลประเภทไมโครพลาสติก เป็นการศึกษาตัวอย่างไมโครพลาสติกในบริเวณชายหาดคู้งวิมานและชายหาดเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินตะกอนและดินบริเวณชายหาด 3 จุด มีการวางแผนสำรวจและเก็บตัวอย่างโดยใช้คอร์เก็บตัวอย่างดินตามความลึกนำมาวิเคราะห์กรองด้วยกระดาษกรอง จากนั้นนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูชนิด รูปร่างและสีของไมโครพลาสติกที่พบ โดยรูปร่างที่พบมีทั้งหมด 8 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย ก้อนไม่มีรูปแบบ แผ่นฟิล์ม แผ่นแข็ง ทรงกลม แท่ง เส้นใยที่ไม่ใช่เชือกและอื่น ๆ ส่วนสีแบ่งออกเป็น 12 สี คือ สีขาวขุ่น สีขาวใส สีแดง สีดำ สีน้ำเงิน สีฟ้า สีเขียว สีเทา สีน้ำตาล สีเหลือง สีส้ม สีม่วง จากผลการศึกษาสรุปว่าไมโครพลาสติกบนชายหาดพบรูปร่างแบบเส้นใยในชายหาดเจ้าหลาวและพบรูปร่างแบบชิ้นส่วนไร้รูปแบบที่หาดคู้งวิมานส่วนในตะกอนดินจะพบรูปร่างแบบเส้นใยมากที่สุดส่วนสีของไมโครพลาสติกสีที่พบมากที่สุดคือ สีขาวขุ่น และสีขาวทั้งสองหาด

ปิติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ (2559) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในหอยสองฝาบริเวณชายหาดเจ้าหลาวและชายหาดคู้งวิมาน จังหวัดจันทบุรีการศึกษารั้งนี้ทำการสำรวจไมโครพลาสติก ในชายหาด 2 บริเวณ คือ ชายหาดเจ้าหลาวและชายหาดคู้งวิมานทำการเก็บตัวอย่างในฤดูฝนเดือนสิงหาคมและกันยายน เก็บตัวอย่าง 3 จุดซึ่งแต่ละจุดจากบริเวณน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงสูงสุด โดยใช้กรอบตัวอย่างขนาด 100 × 100 เซนติเมตร ลึก 15 เซนติเมตรจากนั้นนำไปจำแนกชนิด วัดขนาดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์จากการศึกษารูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบมีทั้งหมด 6 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย ชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบ แผ่นฟิล์ม แผ่นแข็ง ทรงกลม แท่ง ส่วนสีของไมโครพลาสติกสามารถจำแนกสีออกเป็น 10 สี ได้แก่ ขาวขุ่น ขาวใส แดง ดำ น้ำเงิน ฟ้า เขียว เทาและน้ำตาล สรุปผลการทดลองมีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในหอยสองฝาคือหอยเสียบและหอยกระปุก รูปร่างของขยะประเภทไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดเป็นแบบชนิดเส้นใยมากที่สุดรองลงมาคือชิ้นส่วนไร้รูปแบบส่วนสีของขยะประเภทไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือสีดำ สีฟ้า สีขาว

GESAMP (2015) ได้ศึกษาเรื่องไมโครพลาสติกในมหาสมุทร โดยทำการศึกษาไมโครพลาสติก ว่าเป็นอนุภาคพลาสติกเส้นผ่าศูนย์กลาง < 5 มิลลิเมตร ซึ่งรวมถึงอนุภาคขนาดเล็กถึง 10 นาโนเมตร เกิดขึ้นเนื่องจากการกระจายตัวของวัตถุพลาสติกขนาดใหญ่พลาสติกทุกทิ้งและไหลลงสู่มหาสมุทร อันเป็นผลมาจากดินแดนต่าง ๆ กิจกรรมทางทะเลแต่ไม่มีการประมาณการที่เชื่อถือได้ของปริมาณที่เกี่ยวข้องในระดับภูมิภาคหรือระดับโลก ไมโครพลาสติกกระจายไปทั่วมหาสมุทรที่เกิดขึ้นบนชายฝั่งทะเล น้ำผิวดินและตะกอนก้นทะเลจากแถบอาร์กติกไปจนถึงแอนตาร์กติก กลางมหาสมุทรรวมทั้งใกล้เคียงกับศูนย์กลางประชากร เส้นทางการบินเรือและแหล่งสำคัญอื่น ๆ มีการค้นพบไมโครพลาสติกภายในร่างกายของสัตว์ทะเลที่หลากหลายสิ่งมีชีวิตรวมทั้งสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ปลา นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม พลาสติกมักมีสารเคมีเพิ่มขึ้นในระหว่างการผลิตและสามารถดูดซับสารปนเปื้อนเข้มข้น เช่น สารกำจัดศัตรูพืช จากทะเลโดยรอบเป็นหลักฐานใหม่ ของการถ่ายโอนสารเคมี จากพลาสติกที่กินเข้าไปในเนื้อเยื่อ ไมโครพลาสติกขนาดเล็กมาก (ขนาดนาโน) จะส่งผลกระทบต่อสรีรวิทยาของสิ่งมีชีวิตที่เป็นโฮสต์และอาจส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพของร่างกาย

Van Cauwenberghe et al (2014) ได้ทำการศึกษาเรื่องมลพิษของไมโครพลาสติกในตะกอนทะเลลึก เป็นการศึกษาเกี่ยวกับมลพิษที่เกิดจากไมโครพลาสติกในตะกอนทะเลลึก ไมโครพลาสติก เป็นอนุภาคพลาสติกขนาดเล็ก (< 1 มม) ที่มาจากการย่อยสลายพลาสติกขนาดใหญ่เศษไมโครพลาสติกเหล่านี้ได้รับการสะสมในสภาพแวดล้อมทางทะเลมานานหลายทศวรรษและได้รับการตรวจพบตลอดทั้งน้ำน่าน้ำและตะกอนชายฝั่ง ทั่วโลกจนถึงปัจจุบันยังไม่เคยมีการระบุว่าการปรากฏตัวของเม็ดพลาสติกในตะกอนนั้นจำกัดอยู่ที่ใดหรือยังอยู่ในตะกอนทะเลลึกนี้เป็นครั้งแรกที่ได้ แสดงให้เห็นว่าพลาสติกชนิดนี้ได้มาถึงจุดสูงสุดของสภาพแวดล้อมทางทะเล อนุภาคพลาสติกที่มีขนาดอยู่ในช่วง micrometer ในตะกอนทะเลลึกที่เก็บรวบรวมไว้ที่สี่แห่งซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยในทะเลลึกต่าง ๆ ความลึกตั้งแต่ 1,100 ถึง 5,000 เมตร ผลของการทดลองแสดงให้เห็นว่ามลพิษของไมโครพลาสติก มีการแพร่กระจายไปทั่วทะเลและมหาสมุทรทั่วโลกเข้าไปในทะเลลึกที่ห่างไกล วิจัยนี้ใช้วิธีการทดลองโดยการสกัดไมโครพลาสติกได้ ดำเนินการในตัวอย่างตะกอนดินจำนวน 11 ตัวอย่างจากสถานที่ต่างๆในมหาสมุทรแอตแลนติกและทะเลเมดิเตอร์เรเนียนจาก 1,176 เป็น 4,844 เมตร ในระดับความลึกที่แตกต่างกันของสภาพแวดล้อมทางทะเล ตัวอย่างจะถูกกรองด้วยถูกตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร ตะแกรงตาข่าย 35 มิลลิเมตร โดยใช้โซเดียมไฮโอไดด์ 1.6 กรัมกรองด้วยกระดาษกรองเมมเบรนขนาด 0.8 มิลลิเมตร ไมโครพลาสติก ถูกวิเคราะห์โดยใช้ microraman spectroscopy สรุปผลการทดลองในสี่แห่งที่ทำการศึกษาจากตัวอย่างตะกอนชั้น 1 เซนติเมตร รวมทั้งอนุภาคถูกระบุว่าเป็นพลาสติกที่เป็นไปได้ เป็นอนุภาคที่มาจาก Nile Deep Sea Fan จากทางใต้มหาสมุทรและสามารถอนุภาคจาก Porcupine Abyssal Plain ไมโครพลาสติก microplastics สามารถเข้าถึงค่าเฉลี่ย

ความอุดมสมบูรณ์ของพลาสติกจำนวน 0.5 ไมโครเมตรต่อ 25 เซนติเมตร) ในด้านบนของตะกอน ความเข้มข้นสูงสุดของไมโครพลาสติก พบในตะกอนของ (Porcupine Abyssal Plain) เม็ดพลาสติก มีความเข้มข้นเฉลี่ย 1 อนุภาคต่อ 25 เซนติเมตร งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าเป็นครั้งแรกที่มีการใช้ พลาสติกจะอยู่ในชั้นดินตะกอนชั้นบนสุดของพื้นทะเลลึก อาจจะยังไม่มีการระบุที่ชัดเจนว่าอนุภาค เหล่านี้จะเคลื่อนย้ายจากพื้นผิวไปยังด้านล่างของมหาสมุทร

Marcos (2017) Why Microplastic Debris May Be Threat to Our Seas เป็นการศึกษา ว่า ขยะพลาสติกขนาดเล็กอาจเป็นภัยคุกคามใหญ่ต่อไปในอนาคต โดยศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของ ขยะในทะเลและชายหาดจากมหาสมุทรและสัตว์น้ำในมหาสมุทร ขยะในทะเลและชายหาด ผลกระทบของไมโครพลาสติก ถ้าสิ่งมีชีวิตในทะเลกินไมโครพลาสติกอาจจะเป็นอันตรายต่อระบบ นิเวศของมหาสมุทร รวมทั้งร้ายแรงต่อสิ่งมีชีวิต ไมโครไฟเบอร์และไมโครพลาสติกจะเข้าไปอยู่ใน ร่างกายของสัตว์ สัตว์อาจต้องทำงานมากขึ้นและใช้พลังงานมากขึ้นในการกำจัด ไมโครพลาสติกเป็น ปัญหาที่แพร่หลายและสำคัญในน้ำแคลิฟอร์เนีย เช่นเดียวกับทั่วโลกนักวิจัยได้พบนกที่ตายภายใน ท้องเต็มไปด้วยพลาสติก สารเคมีเหล่านี้ทำหน้าที่เหมือนฟองน้ำซึบซับสารมลพิษจากน้ำและ สารพิษจะไปสู่สิ่งมีชีวิตทางทะเล และงานวิจัยนี้ยังพบว่าระบบย่อยอาหารของปูหลายชนิด ตาม ชายฝั่งแคลิฟอร์เนียพบไมโครพลาสติกถึง 100 ชิ้นนักวิจัยจึงเห็นว่าจำเป็นต้องมีการศึกษาที่กว้างขวาง เพื่อให้เข้าใจถึงผลกระทบของไมโครพลาสติกได้ดียิ่งขึ้น ผลของการวิจัยนี้จะช่วยให้แคลิฟอร์เนีย ปกป้องทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่มีคุณค่า

13 วิธีการดำเนินการวิจัย

13.1 เครื่องมือ/อุปกรณ์

- 1) สายวัด หรือ ตลับเมตร
- 2) พลั่วตักดิน
- 3) ถังเก็บตัวอย่าง
- 4) ล้อวัดสนาม
- 5) กระดาษกรอง glass microfiber (GF/C) ขนาดรูพรุน 1.2 ไมโครเมตร
ยี่ห้อ Whatman
- 6) แท่งแก้วคนสารละลาย
- 7) ปีกเกอร์ ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
- 8) กระบอกตวง ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
- 9) ขวดปริมาตร ขนาด 500 มิลลิลิตร

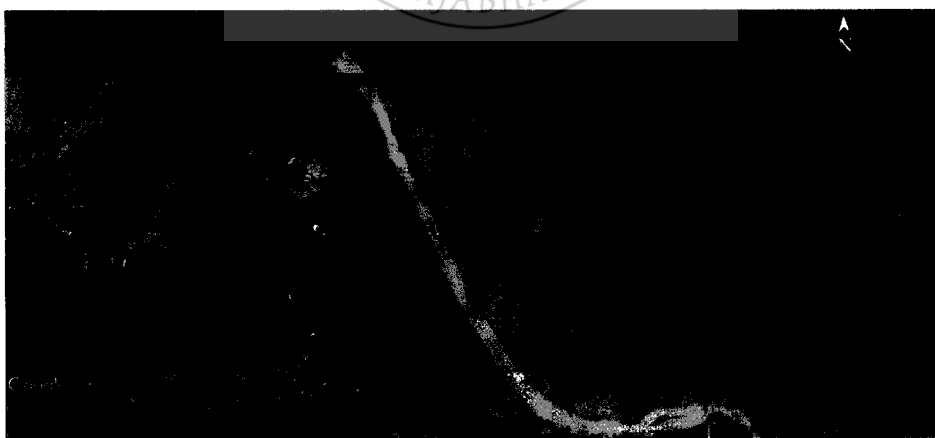
- 10) กรอบเก็บตัวอย่าง (quadrate) ขนาด 20×20 เซนติเมตร
- 11) เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และ เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- 12) เครื่องกวนสาร (hotplate stirrer)
- 13) GPS (global positioning system)
- 14) ปั๊มสุญญากาศ (vacuum pump)
- 15) ชุดกรองสุญญากาศ (vacuum filter set)
- 16) ตู้อบ (oven ; hot air)
- 17) ตู้ดูดความชื้น (desiccator)
- 18) กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo microscope และกล้องจุลทรรศน์แบบ bright field

13.2 สารเคมี

- 1) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
- 2) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ร้อยละ 30
- 3) เฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4$) 0.05 M

13.3 การสำรวจ

งานวิจัยในครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อ่าง อำเภอมือง จังหวัดสงขลา ตั้งแต่บริเวณอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ถึงบริเวณประติมากรรมนางเงือกเป็นระยะทางประมาณ 3.27 กิโลเมตร



ภาพที่ 2 จุดเก็บตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อ่าง อำเภอมือง จังหวัดสงขลา

ที่มา: Google Earth (2018)

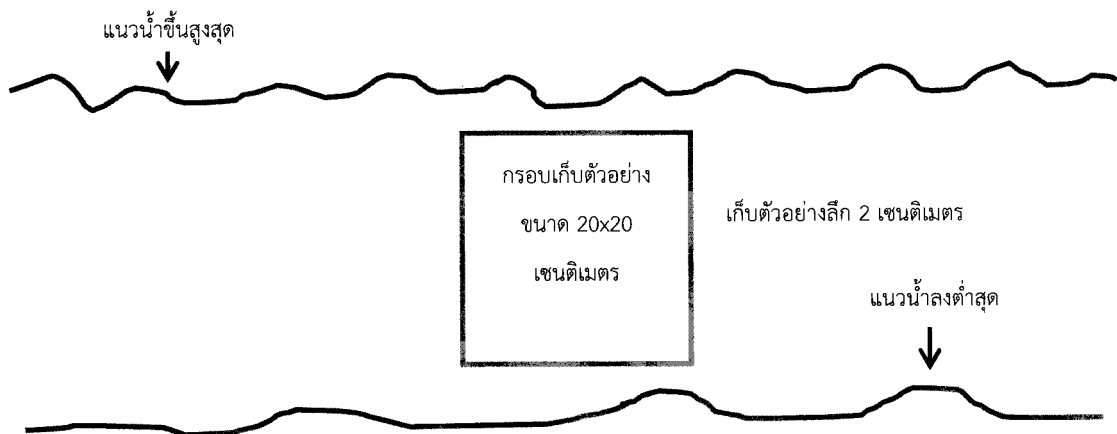
ได้กำหนดพิกัดจุดเก็บตัวอย่างโดยเครื่อง GPS (global positioning system) ยี่ห้อ GARMIN รุ่น etrexH ซึ่งพิกัดของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างแสดงดังแสดงในตารางที่ 13.2

ตารางที่ 1 แสดงพิกัดของจุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	พิกัด X	พิกัด Y
L1	674574	799626
L2	674754	799394
L3	674866	799110
L4	674979	798840
L5	675096	798567
L6	675208	798300
L7	675379	798060
L8	675597	797863
L9	675882	797868
L10	676168	797865

13.3. การเก็บตัวอย่างทรายชายหาด

เก็บตัวอย่างทรายตามแนวขนานกับแนวชายหาดที่บริเวณรอยน้ำขึ้นสูงสุดและรอยน้ำลงต่ำสุด โดยวาง กรอบเก็บตัวอย่าง (quadrate) ขนาด 20 X 20 เซนติเมตร (ภาพที่ 3) และเก็บทรายลึก 2 เซนติเมตร ใ้ในถุงเก็บตัวอย่าง ระบุสถานที่และวันที่เก็บตัวอย่าง นำทรายกลับมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ศูนย์วิทยาศาสตร์ และอาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ (biotechnology) มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาการศึกษาคั้งนี้ได้ดัดแปลงจากวิธีการเก็บตัวอย่างของสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557)



ภาพที่ 3 การเก็บตัวอย่างทรายชายหาด

13.4 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

การศึกษาคั้งนี้มีระยะเวลาดำเนินการระหว่าง เดือนกรกฎาคม 2560 - เดือนกันยายน 2561 รายละเอียดแผนการดำเนินงานวิจัยแสดงในตารางที่ 1.1

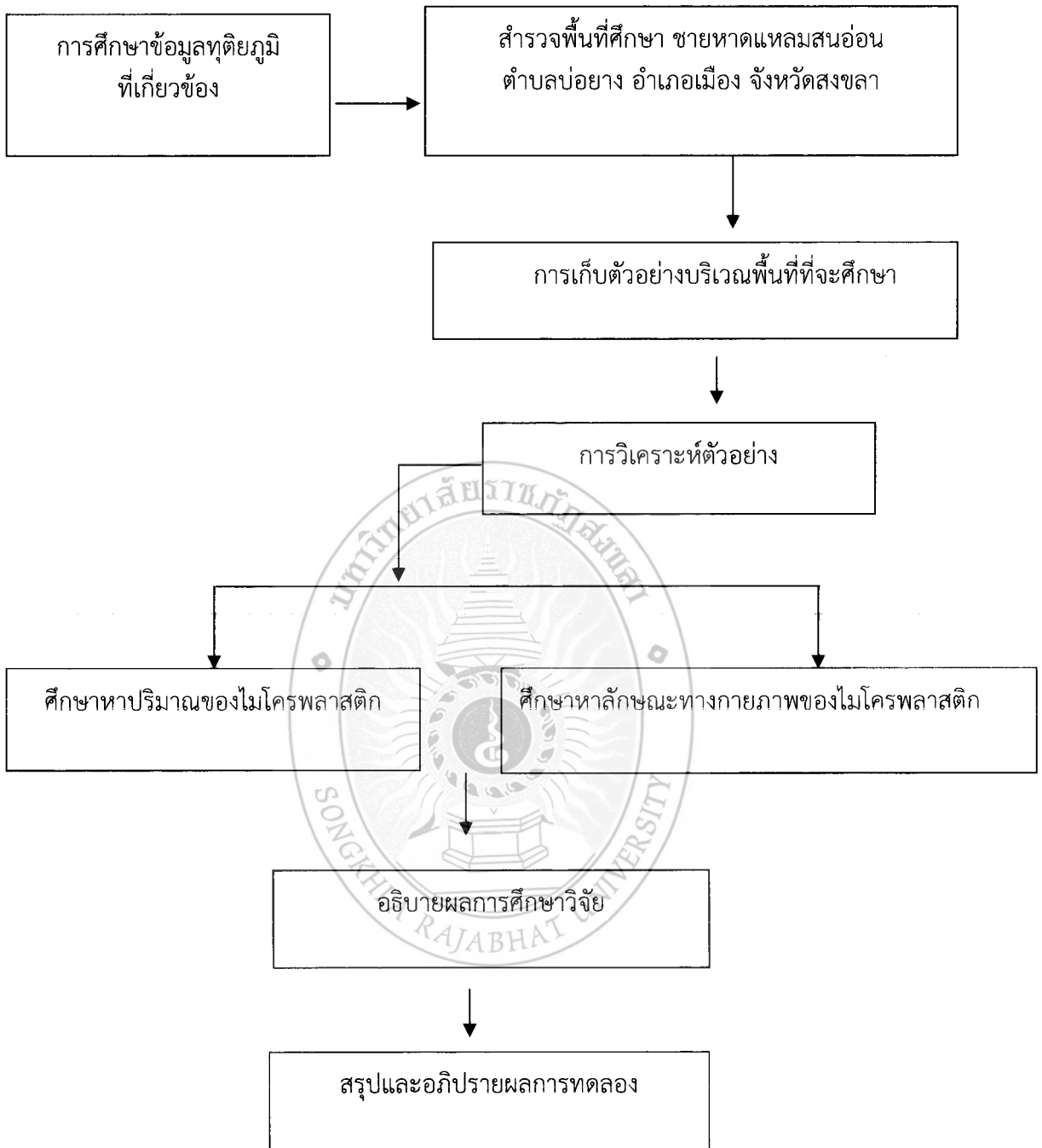
ตารางที่ 2 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการทำงาน	พ.ศ. 2560						พ.ศ. 2561		
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1 สํารวจและศึกษาข้อมูล	████████								
2 สอบโครงร่างวิจัย			████████						
3 เก็บตัวอย่างทรายและนำไปทดลองในห้องปฏิบัติการ			████████████████						
4 เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำรายงาน					████████████				
5 สอบรายงานความก้าวหน้า						████████			
6 ประมวลและวิเคราะห์ข้อมูล									
7 สรุปผลการวิจัย							████████		
8 สอบจบ								████████	
9 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์								████████████	

15 งบประมาณ

ตารางที่ 3 รายการงบประมาณตลอดโครงการ

รายการ	งบประมาณตลอดโครงการ (บาท)
ค่าบริการสืบค้นข้อมูล	500
ค่าวัสดุ	500
ค่าน้ำมันรถ	500
ค่าอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย	2,000
ค่าวัสดุสำนักงาน/ค่าถ่ายเอกสาร	1,000
รวม	4,500



ภาพที่ 4 กรอบแนวคิด

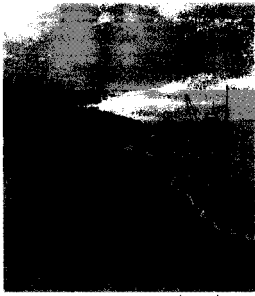
16 เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2560). รายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2559 กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2557). **microplastics ผลกรรมจากความมั่งงาย**. (Online). <https://www.dmcr.go.th/detailAli/24456>
- กรมทรัพยากรธรณี. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2557). **การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดสงขลา**. กรมทรัพยากรธรณี. กรุงเทพฯ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- ณิชชา บุรณสิงห์. (2559). **ขยะพลาสติก: ภัยใกล้ตัว**. (Online). http://library2.parliament.go.th/ejournal/content_af/2559/feb2559-7.pdf, 15 เมษายน 2561
- ปิติพงษ์ ธาระมนต์, สุหทัย ไพโรสานนท์กุล และนภาพร เลียดประถม. (2559). การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในหอยสองฝาบริเวณชายหาดเจ้าหลาว และชายหาดคังวิมาน จังหวัดจันทบุรี. **แก่นเกษตร**, 44 ฉบับพิเศษ 1, 738-744.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา. (2557). **การสำรวจและจำแนกตัวอย่างขยะทะเลประเภทไมโครพลาสติก**. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.
- GESAMP. (2016). **sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment** (Kershaw, P.J. and Rochman, C.M., eds). IMO/FAO/UNESCO/IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. Rep. Stup. GESAMP No. 93, 220p.
- Google Earth. (2018). **แผนที่ชายหาดแหลมสนอ่อน**. Access date September 5, 2018. Available from <https://www.google.earth> แผนที่ชายหาดแหลมสนอ่อน.
- Marcos, A. (2017). **why microplastic debris may be the next big threat to our seas**. California State university Chancellor's office.
- Van Cauwenberghe, L., Vanreusal, A., Mees.J, and Janssen.C.R. (2013). microplastic pollution in deep-sea sediments. **Environmental Pollution**, 182,495-499.



ภาคผนวก ข

ภาพประกอบการดำเนินงานวิจัย



(1) เก็บตัวอย่างทรายที่จุดกึ่งกลางระหว่างแนวน้ำขึ้นสูงสุด น้ำลงต่ำสุด



(2) ระยะห่างจุดละ 300 เมตร วัดด้วยล้อวัดสนาม



(3) เก็บทรายลึก 2 เซนติเมตรโดย quadrate ขนาด 20 x 20 เซนติเมตร

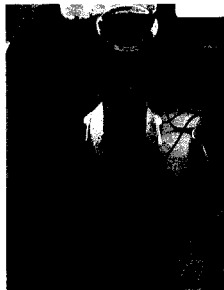


(4) อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส



(5) ร่อนทรายผ่านตะแกรงร่อน ขนาดตา 1 มิลลิเมตร

ภาพที่ ผข-1 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างทรายชายบริเวณชายหาดแหลมสนอ่อน ตำบลบ่อทราย อำเภอมือเมือง จังหวัดสงขลา



(1) ชั่งทรายแห้ง 300 กรัม



(2) เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 5 M 300 มิลลิตร



(3) ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน



(4) ตักสารละลายส่วนใสด้านบน ครึ่งละ 50 มิลลิตร ทำซ้ำ 3 ครั้ง



(5) นำตัวอย่างไปกรองด้วย ตะแกรงขนาดตา 63 ไมโครเมตร



(6) ตัวอย่างที่ผ่านการกรองแล้ว

ภาพที่ ผข-2 ขั้นตอนการหาปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างทราย



(7) นำตัวอย่างที่ไม่ผ่านตะแกรงขนาดตา 63 ไมโครเมตรไปเข้าตู้อบ



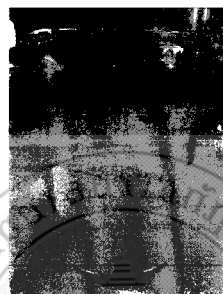
(8) อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนแห้ง



(9) ตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงขนาดตา 63 ไมโครเมตร



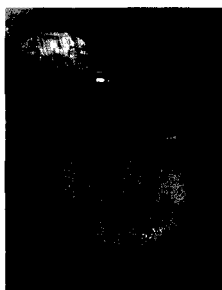
(10) ตัวอย่างที่ไม่ผ่านตะแกรงที่อบจนแห้งแล้ว



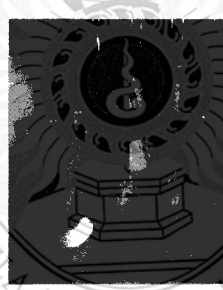
(11) เติม 0.05 M เฟอร์ริคัลเฟต 20 มิลลิลิตร



(12) เติม ร้อยละ 30 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 20 มิลลิลิตร



(13) เติม ร้อยละ 30 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ครึ่งละ 20 มิลลิลิตร จนกว่าสารอินทรีย์จะหมด



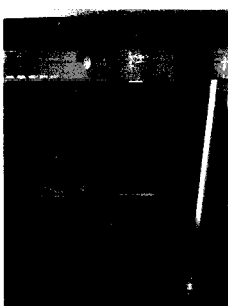
(14) เติมโซเดียมครอโรต 6 กรัม ต่อตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร



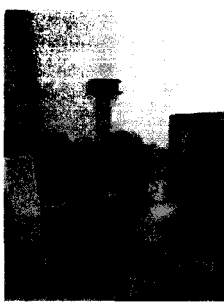
(15) ทิ้งให้ตกตะกอน 1 คืน



(16) นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง cellulose nitrate (0.45 μ m)



(17) นำกระดาษกรองไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมง



(18) นำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาแม่โครพลาสติก.

ภาพที่ ผข-2 ขั้นตอนการหาปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างทราย (ต่อ)



ภาคผนวก ค

ผลการศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกตามวิธีการวิเคราะห์ที่ 1 - 3

ตารางแสดงผลการศึกษาของวิธีการวิเคราะห์ที่ 1

ตารางที่ ผค - 1 จำนวนไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (ชิ้น/500 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)

รูปร่าง	จำนวนไมโครพลาสติก (ชิ้น/500 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)										รวม (ชิ้น)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	
เส้นใย	90	27	13	36	37	33	29	40	25	26	356
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	-	20	1	4	6	8	5	42	32	78	196
ทรงกลม	284	51	226	12	232	145	1302	3545	960	393	7150
แท่ง	2	8	5	2	3	1	3	2	2	-	28
รวม	376	106	245	54	278	187	1339	3629	1019	497	7,730

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผค - 2 จำนวนไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (ชิ้น/500 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)

รูปร่าง	จำนวนไมโครพลาสติก (ชิ้น/กิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง)										รวม (ชิ้น)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	
เส้นใย	180	54	26	72	74	66	58	80	50	52	712
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	-	40	2	8	12	16	10	84	64	156	392
ทรงกลม	568	102	452	24	464	290	2604	7090	1920	786	14300
แท่ง	4	16	10	4	6	2	6	4	4	-	56
รวม	752	212	490	108	556	374	2678	7258	2038	994	15460

หมายเหตุ: - หมายถึงไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผค - 3 จำนวนร้อยละของไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

รูปร่าง	ร้อยละของจำนวนไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่าง									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
เส้นใย	23.9	25.5	5.3	66.7	13.3	17.6	2.2	1.1	2.5	5.2
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	-	18.9	0.4	7.4	2.2	4.3	0.4	1.2	3.1	15.7
ทรงกลม	75.5	48.1	92.2	22.2	83.5	77.5	97.2	97.7	94.2	79.1
แท่ง	0.5	7.5	2.0	3.7	1.1	0.5	0.2	0.1	0.2	-

หมายเหตุ: - หมายถึงไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผค - 4 สีของไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (ชิ้น/500 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)

จุดเก็บ ตัวอย่าง	จำนวนของไมโครพลาสติก (ชิ้น/500 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)												รวม (ชิ้น)
	ขาวขุ่น	ขาวใส	แดง	ดำ	น้ำเงิน	ฟ้า	เขียว	เทา	น้ำตาล	เหลือง	ส้ม	ม่วง	
L1	301	20	6	7	15	-	5	-	3	-	-	6	363
L2	63	19	-	7	7	-	3	-	1	-	-	-	100
L3	226	9	2	7	3	-	-	-	-	2	-	-	249
L4	22	2	-	8	2	-	1	-	1	-	-	-	36
L5	236	9	2	12	4	-	-	-	-	-	-	-	263
L6	149	6	1	6	7	-	1	-	3	-	-	-	173
L7	1,295	17	2	4	3	-	-	-	-	-	-	-	1,321
L8	3,580	28	2	9	6	1	-	-	1	-	-	-	3,627
L9	1,003	43	2	6	1	2	1	-	2	-	-	1	1,061
L10	417	66	2	14	3	-	-	-	12	5	3	-	522
รวม	7,292	219	19	80	51	3	11	-	23	7	3	7	7,715

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผค - 5 ร้อยละของสีของไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	ร้อยละของไมโครพลาสติกแต่ละสี											
	ขาวขุ่น	ขาวใส	แดง	ดำ	น้ำเงิน	ฟ้า	เขียว	เทา	น้ำตาล	เหลือง	ส้ม	ม่วง
L1	82.92	5.51	1.65	1.93	4.13	-	1.38	-	0.83	-	-	1.65
L2	63.00	19.00	-	7.00	7.00	-	3.00	-	1.00	-	-	-
L3	90.76	3.61	0.80	2.81	1.20	-	-	-	-	0.80	-	-
L4	61.11	5.56	-	22.22	5.56	-	2.78	-	2.78	-	-	-
L5	89.73	3.42	0.76	4.56	1.52	-	-	-	-	-	-	-
L6	86.13	3.47	0.58	3.47	4.05	-	0.58	-	1.73	-	-	-
L7	98.03	1.29	0.15	0.30	0.23	-	-	-	-	-	-	-
L8	98.70	0.77	0.06	0.25	0.17	0.03	-	-	0.03	-	-	-
L9	94.53	4.05	0.19	0.57	0.09	0.19	0.09	-	0.19	-	-	0.09
L10	79.89	12.64	0.38	2.68	0.57	-	-	-	2.30	0.96	0.57	-
รวม	94.52	2.84	0.25	1.04	0.66	0.04	0.14	-	0.30	0.09	0.04	0.09

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผค - 6 จำนวนสีของไมโครพลาสติก (ชิ้น/500 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)

รูปร่าง	จำนวนของไมโครพลาสติก (ชิ้น/500 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)												รวม (ชิ้น)
	ขาวขุ่น	ขาวใส	แดง	ดำ	น้ำเงิน	ฟ้า	เขียว	เทา	น้ำตาล	เหลือง	ส้ม	ม่วง	
เส้นใย	93	75	16	57	50	-	3	-	11	1	-	7	313
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	101	66	3	16	1	3	1	-	9	6	3	-	209
ทรงกลม	7,094	74	-	7	-	-	7	-	1	-	-	-	7,183
แท่ง	4	4	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	10
รวม	7,292	219	19	80	51	3	11	-	23	7	3	7	7,715

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผค - 7 ร้อยละของสีของไมโครพลาสติก

รูปร่าง	ร้อยละของไมโครพลาสติกแต่ละสี												
	ขาวขุ่น	ขาวใส	แดง	ดำ	น้ำเงิน	ฟ้า	เขียว	เทา	น้ำตาล	เหลือง	ส้ม	ม่วง	
เส้นใย	29.71	23.96	5.11	18.21	15.97	-	0.96	-	3.51	0.32	-	2.24	
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	48.33	31.58	1.44	7.66	0.48	1.44	0.48	-	4.31	2.87	1.44	-	
ทรงกลม	98.76	1.03	-	0.10	-	-	0.10	-	0.01	-	-	-	
แท่ง	40.00	40.00	-	-	-	-	-	-	20.00	-	-	-	
รวม	94.52	2.84	0.25	1.04	0.66	0.04	0.14	-	0.30	0.09	0.04	0.09	

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางแสดงผลการทดลองของวิธีการวิเคราะห์ที่ 2

ตารางที่ ผค - 8 จำนวนของไมโครพลาสติก (ชิ้น/300 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)

รูปร่าง	จำนวนไมโครพลาสติก (ชิ้น/300 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)			รวม (ชิ้น)
	L6	L7	L8	
เส้นใย	42	28	39	109
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	14	5	14	33
ทรงกลม	-	46	15	61
รวม	56	79	68	203

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผค - 9 จำนวนไมโครพลาสติก (ชิ้น/กิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง)

รูปร่าง	จำนวนไมโครพลาสติก (ชิ้น/กิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง)			รวม (ชิ้น)
	L6	L7	L8	
เส้นใย	140.0	93.3	130.0	363.3
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	46.7	16.7	46.7	110.0
ทรงกลม	-	153.3	50.0	203.3
รวม	186.7	263.3	226.7	676.7

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผศ - 10 ร้อยละของไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่าง

รูปร่าง	จำนวนไมโครพลาสติก (ร้อยละ)		
	L6	L7	L8
เส้นใย	75.0	35.4	57.4
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	25.0	6.3	20.6
ทรงกลม	-	58.2	22.1

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางแสดงผลการทดลองของวิธีการวิเคราะห์ที่ 3

ตารางที่ ผศ - 11 จำนวนไมโครพลาสติกในตัวอย่างที่มีขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร (ชิ้น/300 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)

รูปร่าง	จำนวนไมโครพลาสติกขนาด > 63 μm (ชิ้น/300 กรัมทรายแห้ง)										รวม(ชิ้น)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	
เส้นใย	52	59	17	27	35	22	44	30	54	54	394
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	113	41	12	7	9	7	10	8	21	14	242
ทรงกลม	1	1	2	-	-	-	3	9	5	10	31
แท่ง	-	-	-	1	-	-	-	1	2	3	7
รวม	166	101	31	35	44	29	57	48	82	81	674

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผศ - 12 จำนวนไมโครพลาสติกในตัวอย่างที่มีขนาดน้อยกว่าขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร (ชิ้น/300 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)

รูปร่าง	จำนวนไมโครพลาสติกในตัวอย่างที่มีขนาด < 63 μm (ชิ้น/300 กรัมทรายแห้ง)										รวม(ชิ้น)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	
เส้นใย	43	55	16	46	13	23	10	18	33	18	275
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	19	14	5	6	4	5	12	8	20	13	106
ทรงกลม	1	-	-	-	-	1	4	5	-	1	12
แท่ง	2	1	-	-	-	-	1	1	2	-	7
รวม	65	70	21	52	17	29	27	32	55	32	400

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผศ - 13 จำนวนไมโครพลาสติกในตัวอย่างที่มีขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร (ชั้น/กิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง)

รูปร่าง	จำนวนไมโครพลาสติกในตัวอย่างที่มีขนาด > 63 μm (ชั้น/กิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง)										รวม (ชั้น)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	
เส้นใย	173	197	57	90	117	73	147	100	180	180	1313
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	377	137	40	23	30	23	33	27	70	47	807
ทรงกลม	3	3	7	-	-	-	10	30	17	33	103
แท่ง	-	-	-	3	-	-	-	3	7	10	23
รวม	553	337	103	117	147	97	190	160	273	270	2,247

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผศ - 14 จำนวนไมโครพลาสติกในตัวอย่างที่มีขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร (ชั้น/กิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง)

รูปร่าง	จำนวนไมโครพลาสติกในตัวอย่างที่มีขนาด < 63 μm (ชั้น/กิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง)										รวม(ชั้น)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	
เส้นใย	143	183	53	153	43	77	33	60	110	60	917
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	63	47	17	20	13	17	40	27	67	43	353
ทรงกลม	3	-	-	-	-	3	13	17	-	3	40
แท่ง	7	3	-	-	-	-	3	3	7	-	23
รวม	217	233	70	173	57	97	90	107	183	107	1,333

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผศ - 15 ร้อยละของไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่าง (ขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร)

รูปร่าง	จำนวนร้อยละไมโครพลาสติกขนาด > 63 μm									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
เส้นใย	31.3	58.4	54.8	77.1	79.5	75.9	77.2	62.5	65.9	66.7
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	68.1	40.6	38.7	20.0	20.5	24.1	17.5	16.7	25.6	17.3
ทรงกลม	0.6	1.0	6.5	-	-	-	5.3	18.8	6.1	12.3
แท่ง	-	-	-	2.9	-	-	-	2.1	2.4	3.7

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผศ - 16 ร้อยละของไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่าง (ขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร)

รูปร่าง	ร้อยละของไมโครพลาสติก (ขนาด < 63 μm)									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
เส้นใย	66.2	78.6	76.2	88.5	76.5	79.3	37.0	56.3	60.0	56.3
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	29.2	20.0	23.8	11.5	23.5	17.2	44.4	25.0	36.4	40.6
ทรงกลม	1.5	-	-	-	-	3.4	14.8	15.6	-	3.1
แท่ง	3.1	1.4	-	-	-	-	3.7	3.1	3.6	-

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผค - 17 สีของไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (ขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร)

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนไมโครพลาสติกขนาด > 63 μm (ชิ้น/300 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)												รวม
	ขาวขุ่น	ขาวใส	แดง	ดำ	น้ำเงิน	ฟ้า	เขียว	เทา	น้ำตาล	เหลือง	ส้ม	ม่วง	
L1	6	34	4	71	6	3	4	-	38	-	-	-	166
L2	9	34	5	13	18	2	8	-	9	-	-	3	101
L3	3	11	2	6	1	-	-	-	8	-	-	-	31
L4	2	10	1	8	10	-	-	-	4	-	-	-	35
L5	-	10	-	14	9	2	1	-	8	-	-	-	44
L6	3	9	-	3	4	1	3	-	5	1	-	-	29
L7	5	15	3	12	12	1	1	-	7	-	1	-	57
L8	11	10	2	9	9	-	1	-	5	1	-	-	48
L9	9	38	3	11	7	2	-	-	12	-	-	-	82
L10	18	20	4	10	10	2	1	-	10	2	-	4	81
รวม	66	191	24	157	86	13	19	-	106	4	1	7	674

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผค - 18 สีของไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (ขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร)

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนไมโครพลาสติกในตัวอย่างที่มีขนาด < 63 μm (ชิ้น/300 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)												รวม (ชิ้น)
	ขาวขุ่น	ขาวใส	แดง	ดำ	น้ำเงิน	ฟ้า	เขียว	เทา	น้ำตาล	เหลือง	ส้ม	ม่วง	
L1	8	30		9	7	-	1	-	9	-	-	1	65
L2	2	31	2	6	13	2	2	-	12	-	-	-	70
L3	1	4	1	2	3	1	-	-	9	-	-	-	21
L4	3	14	6	14	7	6	-	-	2	-	-	-	52
L5	-	9	-	3	1	1	1	-	3	-	-	-	17
L6	1	13	3	4	5	-	-	-	3	-	-	-	29
L7	4	8	2	6	1	2	-	-	4	-	-	-	27
L8	3	12	3	3	3	-	1	-	7	-	-	-	32
L9	4	16	2	6	10	-	-	-	6	-	-	-	44
L10	2	7	1	6	6	-	1	-	9	-	-	-	32
รวม	28	144	20	59	56	11	6	-	64	-	-	1	389

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผค - 19 ร้อยละของสีของไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (ขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร)

จุดเก็บตัวอย่าง	ร้อยละของสีของไมโครพลาสติกในตัวอย่างที่มีขนาด > 63 μm											
	ขาวขุ่น	ขาวใส	แดง	ดำ	น้ำเงิน	ฟ้า	เขียว	เทา	น้ำตาล	เหลือง	ส้ม	ม่วง
L1	3.61	20.48	2.41	42.77	3.61	1.81	2.41	-	22.89	-	-	-
L2	8.91	33.66	4.95	12.87	17.82	1.98	7.92	-	8.91	-	-	2.97
L3	9.68	35.48	6.45	19.35	3.23	-	-	-	25.81	-	-	-
L4	5.71	28.57	2.86	22.86	28.57	-	-	-	11.43	-	-	-
L5	-	22.73	-	31.82	20.45	4.55	2.27	-	18.18	-	-	-
L6	10.34	31.03	-	10.34	13.79	3.45	10.34	-	17.24	3.45	-	-
L7	8.77	26.32	5.26	21.05	21.05	1.75	1.75	-	12.28	-	1.75	-
L8	22.92	20.83	4.17	18.75	18.75	-	2.08	-	10.42	2.08	-	-
L9	10.98	46.34	3.66	13.41	8.54	2.44	-	-	14.63	-	-	-
L10	22.22	24.69	4.94	12.35	12.35	2.47	1.23	-	12.35	2.47	-	4.94

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผค - 20 ร้อยละของสีของไมโครพลาสติกในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (ขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร)

จุดเก็บตัวอย่าง	ร้อยละของสีของไมโครพลาสติกในตัวอย่างที่มีขนาด > 63 μm											
	ขาวขุ่น	ขาวใส	แดง	ดำ	น้ำเงิน	ฟ้า	เขียว	เทา	น้ำตาล	เหลือง	ส้ม	ม่วง
L1	12.31	46.15	-	13.85	10.77	-	1.54	-	13.85	-	-	1.54
L2	2.86	44.29	2.86	8.57	18.57	2.86	2.86	-	17.14	-	-	-
L3	4.76	19.05	4.76	9.52	14.29	4.76	-	-	42.86	-	-	-
L4	5.77	26.92	11.54	26.92	13.46	11.54	-	-	3.85	-	-	-
L5	-	52.94	-	17.65	5.88	-	5.88	-	17.65	-	-	-
L6	3.45	44.83	10.34	13.79	17.24	-	-	-	10.34	-	-	-
L7	14.81	29.63	7.41	22.22	3.70	7.41	-	-	14.81	-	-	-
L8	9.38	37.50	9.38	9.38	9.38	-	3.13	-	21.88	-	-	-
L9	9.09	36.36	4.55	13.64	22.73	-	-	-	13.64	-	-	-
L10	6.25	21.88	3.13	18.75	18.75	-	3.13	-	28.13	-	-	-

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผศ - 21 สีของไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่างในตัวอย่างที่มีขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร (ชิ้น/300 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)

รูปร่าง	จำนวนไมโครพลาสติกในตัวอย่างที่มีขนาด > 63 μm (ชิ้น/300 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)												รวม (ชิ้น)
	ขาวขุ่น	ขาวใส	แดง	ดำ	น้ำเงิน	ฟ้า	เขียว	เทา	น้ำตาล	เหลือง	ส้ม	ม่วง	
เส้นใย	38	183	10	45	74	6	6	-	24	4	-	4	394
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	1	1	14	111	12	7	13	-	78	-	1	3	241
ทรงกลม	27	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	32
แท่ง	-	3	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	7
รวม	66	191	24	157	86	13	19	-	106	4	1	7	674

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผศ - 22 สีของไมโครพลาสติกในตัวอย่างที่มีขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร (ชิ้น/300 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)

รูปร่าง	จำนวนไมโครพลาสติกในตัวอย่างที่มีขนาด < 63 μm (ชิ้น/300 กรัมน้ำหนักทรายแห้ง)												รวม (ชิ้น)
	ขาวขุ่น	ขาวใส	แดง	ดำ	น้ำเงิน	ฟ้า	เขียว	เทา	น้ำตาล	เหลือง	ส้ม	ม่วง	
เส้นใย	17	138	10	32	47	5	3	-	22	-	-	1	275
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	1	2	9	24	9	6	3	-	41	-	-	-	95
ทรงกลม	8	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	12
แท่ง	2	2	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	7
รวม	28	144	20	59	56	11	6	-	64	-	-	1	389

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผศ - 23 จำนวนร้อยละของสีของไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่าง (ขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร)

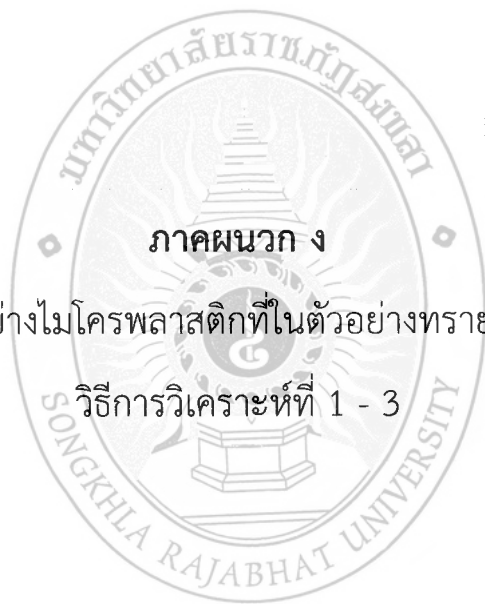
รูปร่าง	จำนวนร้อยละของสีของไมโครพลาสติกในตัวอย่างที่มีขนาด > 63 μm											
	ขาวขุ่น	ขาวใส	แดง	ดำ	น้ำเงิน	ฟ้า	เขียว	เทา	น้ำตาล	เหลือง	ส้ม	ม่วง
เส้นใย	9.64	46.45	2.54	11.42	18.78	1.52	1.52	-	6.09	1.02	-	1.02
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	0.41	0.41	5.81	46.06	4.98	2.90	5.39	-	32.37	-	0.41	1.24
ทรงกลม	84.38	12.50	-	3.13	-	-	-	-	-	-	-	-
แท่ง	-	42.86	-	-	-	-	-	-	57.14	-	-	-

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

ตารางที่ ผศ - 24 จำนวนร้อยละของสีของไมโครพลาสติกแต่ละรูปร่าง (ขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร)

รูปร่าง	จำนวนร้อยละของสีของไมโครพลาสติกในตัวอย่างที่มีขนาด < 63 μm											
	ขาวขุ่น	ขาวใส	แดง	ดำ	น้ำเงิน	ฟ้า	เขียว	เทา	น้ำตาล	เหลือง	ส้ม	ม่วง
เส้นใย	6.18	50.18	3.64	11.64	17.09	1.82	1.09	-	8.00	-	-	0.36
ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ	1.05	2.11	9.47	25.26	9.47	6.32	3.16	-	43.16	-	-	-
ทรงกลม	66.67	16.67	-	16.67	-	-	-	-	-	-	-	-
แท่ง	28.57	28.57	14.29	14.29	-	-	-	-	14.29	-	-	-

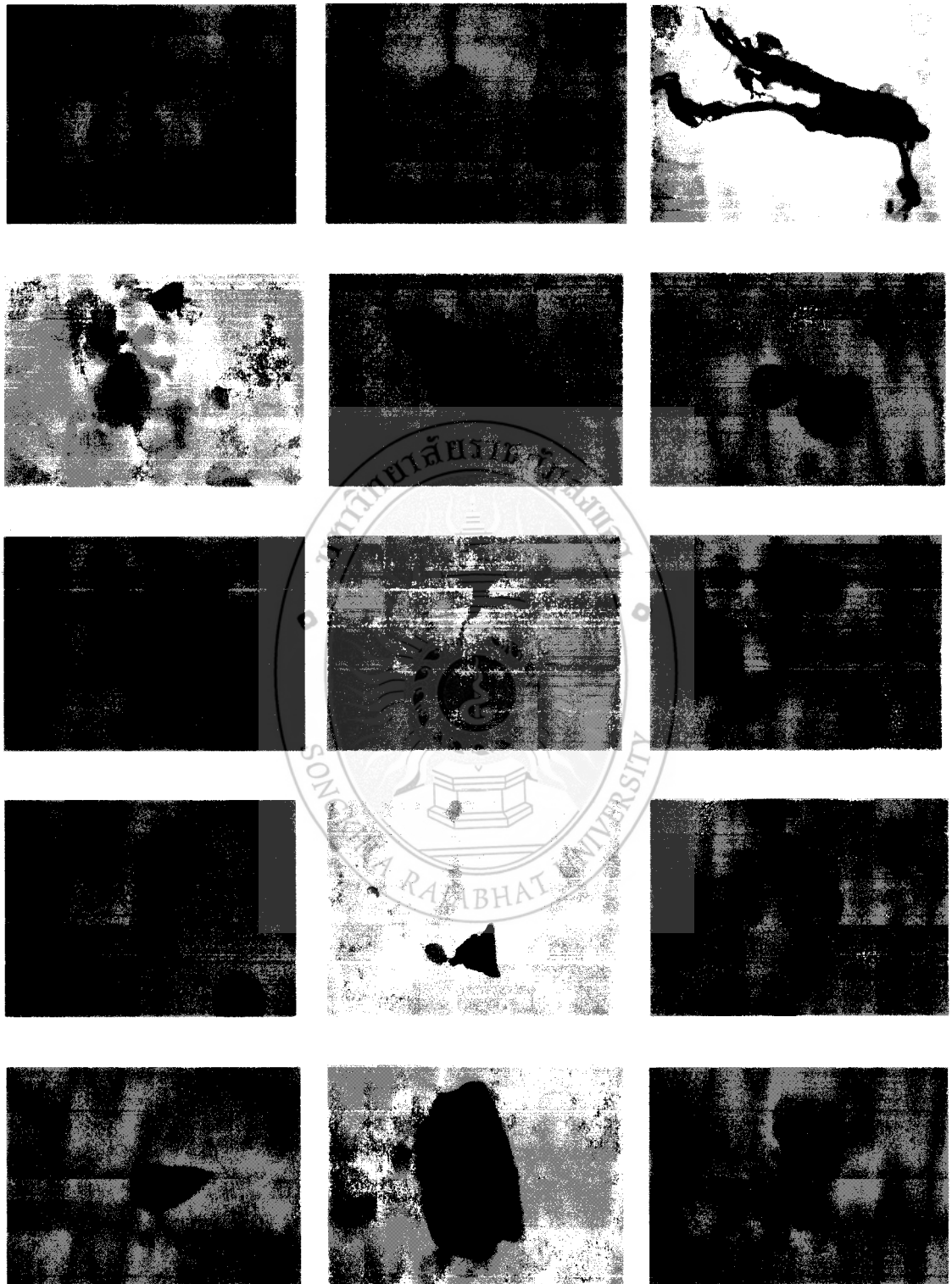
หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่พบไมโครพลาสติกในตัวอย่าง



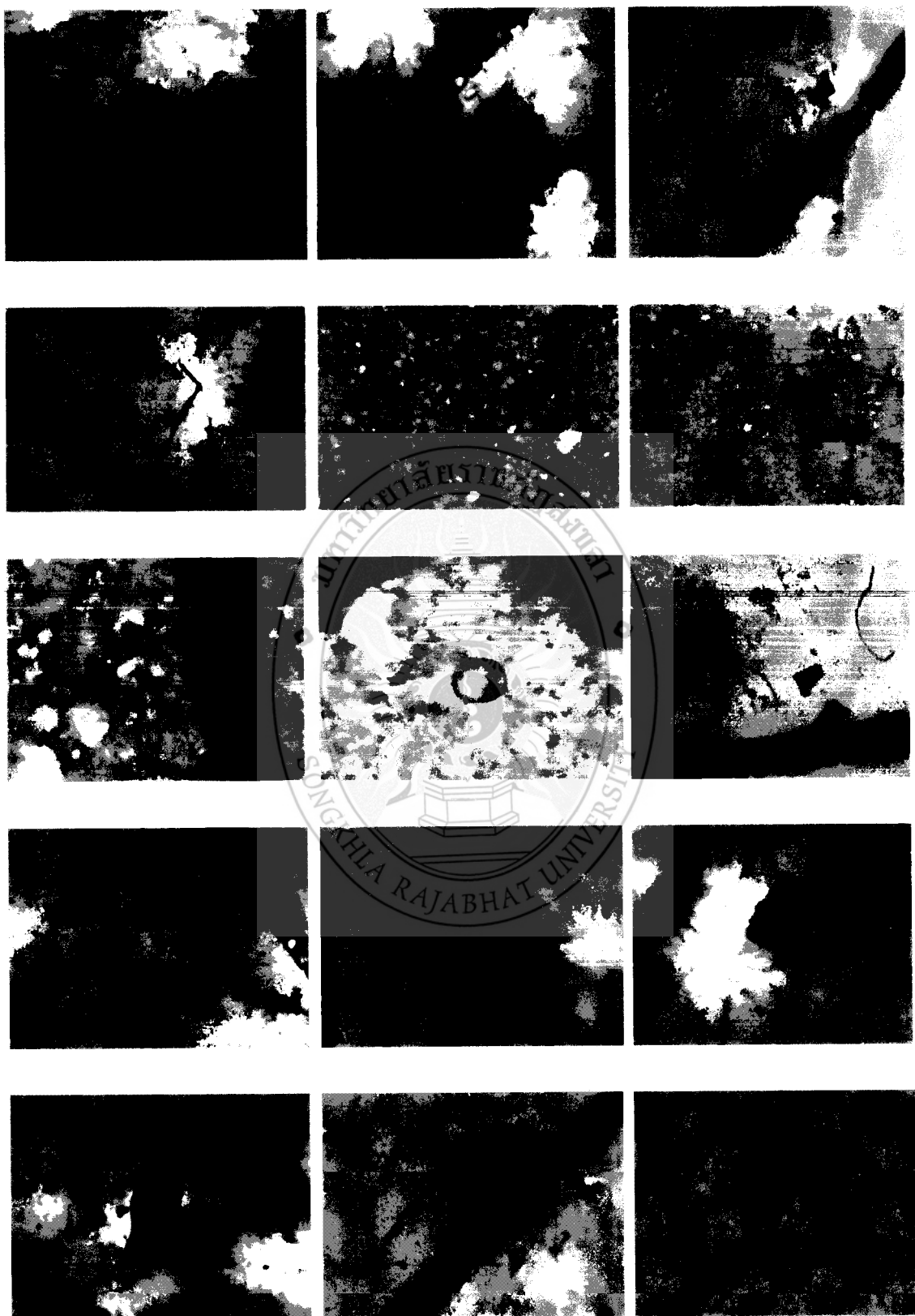
ภาคผนวก ง

ภาพตัวอย่างไมโครพลาสติกที่ในตัวอย่างทรายชายหาด

วิธีการวิเคราะห์ที่ 1 - 3



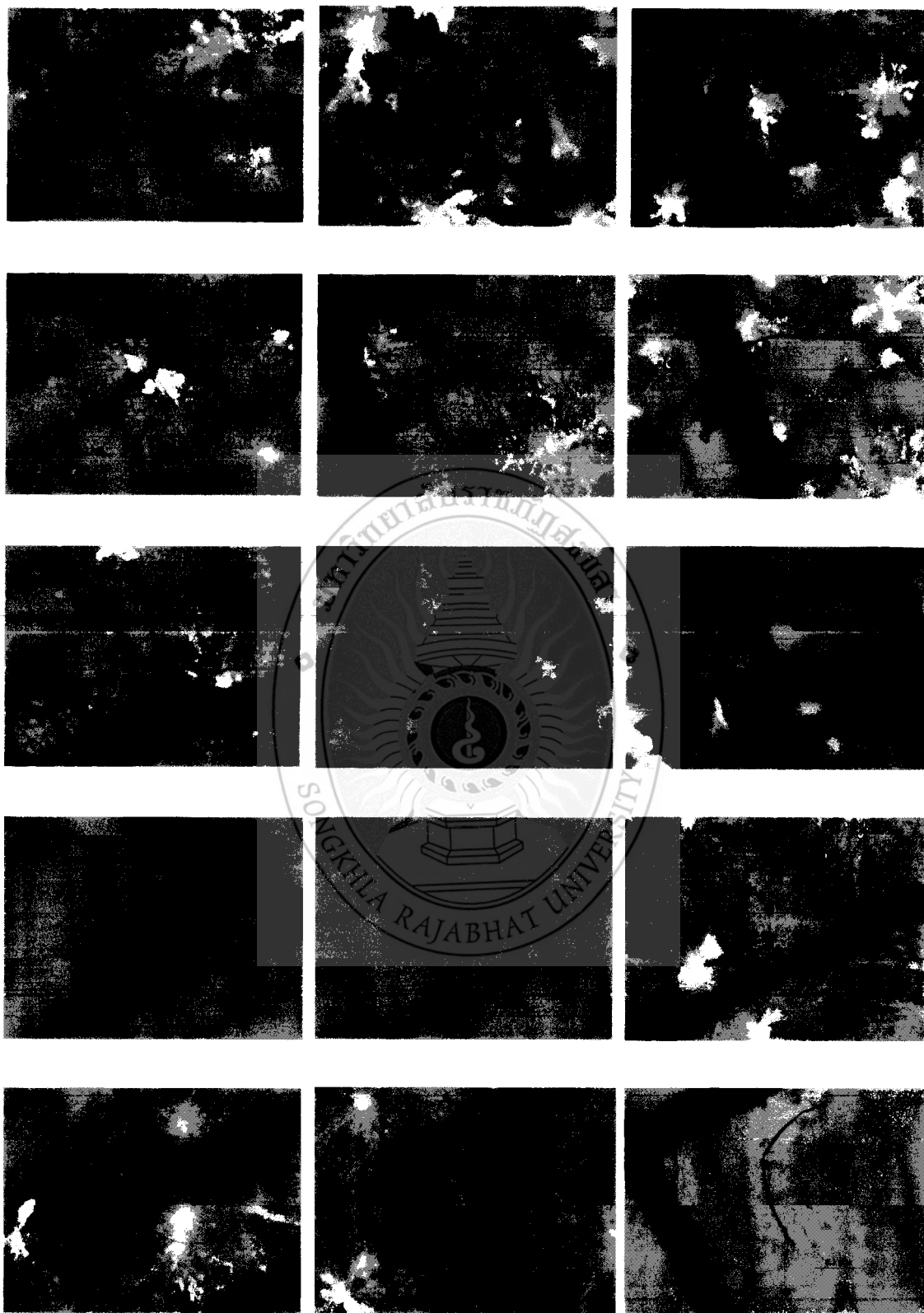
ภาพที่ ผง - 1 ตัวอย่างไมโครพลาสติกที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ที่ 1



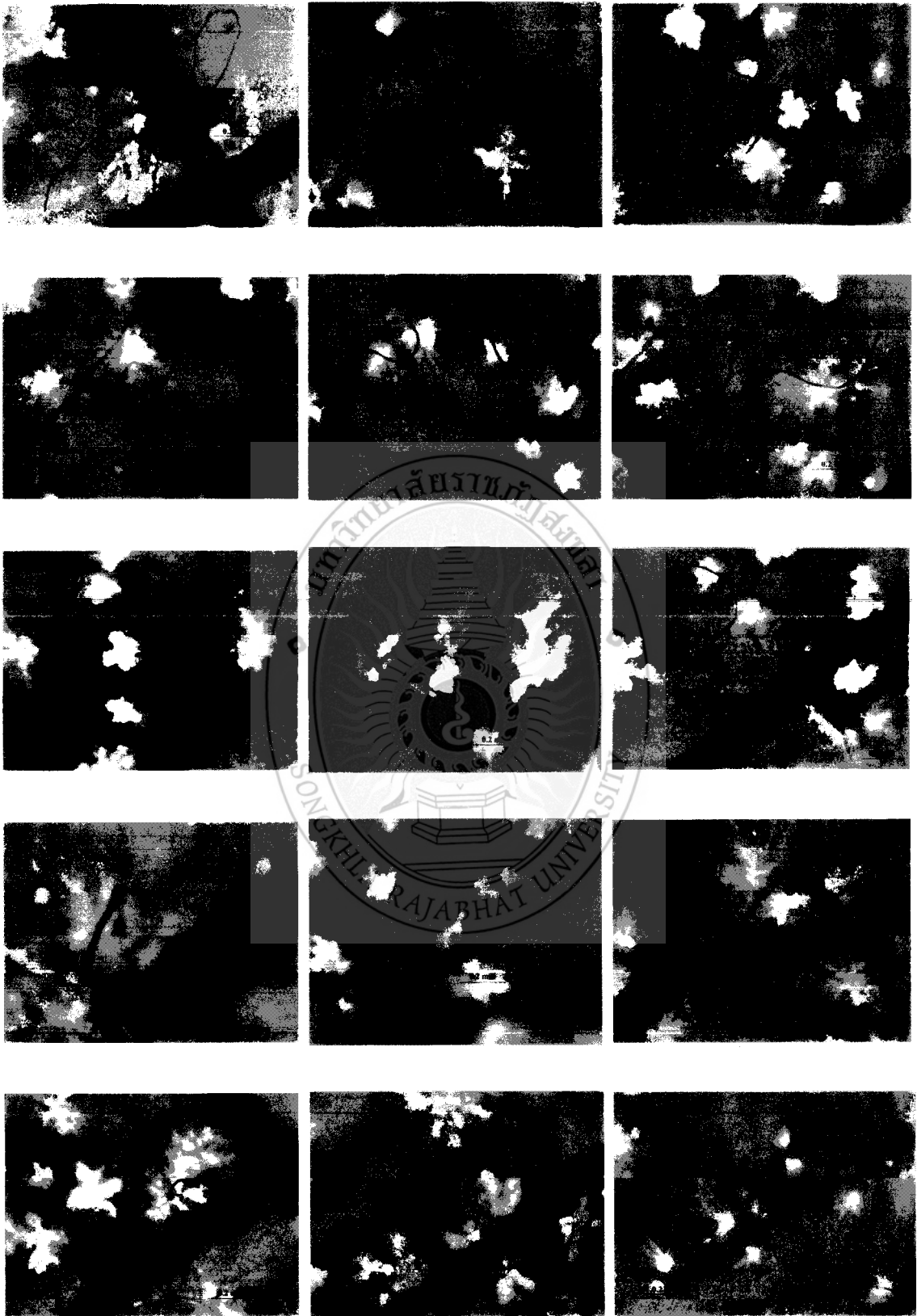
ภาพที่ ผง - 2 ตัวอย่างไมโครพลาสติกที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ที่ 2



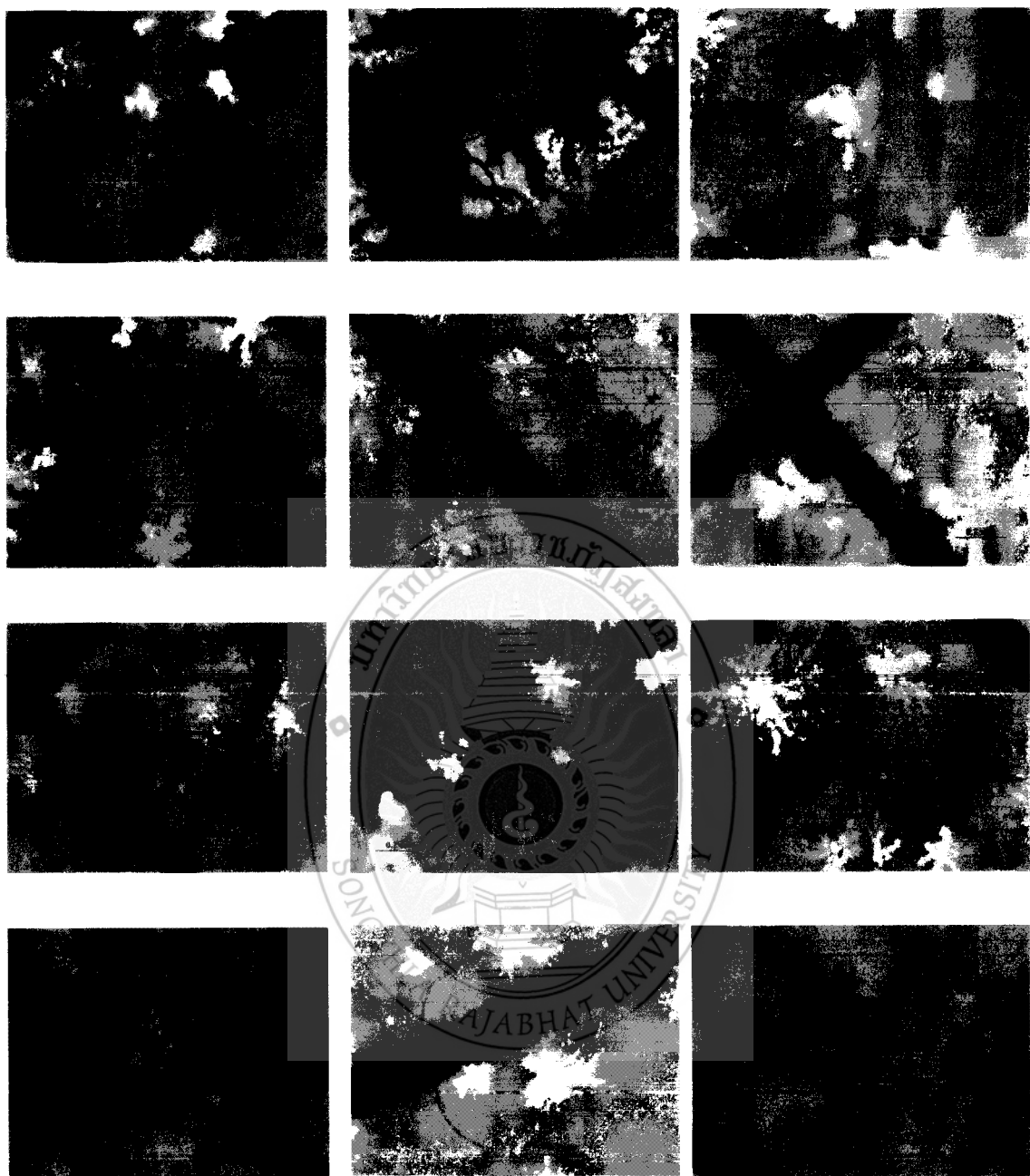
ภาพที่ ผง - 2 ตัวอย่างไมโครพลาสติกที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ที่ 2 (ต่อ)



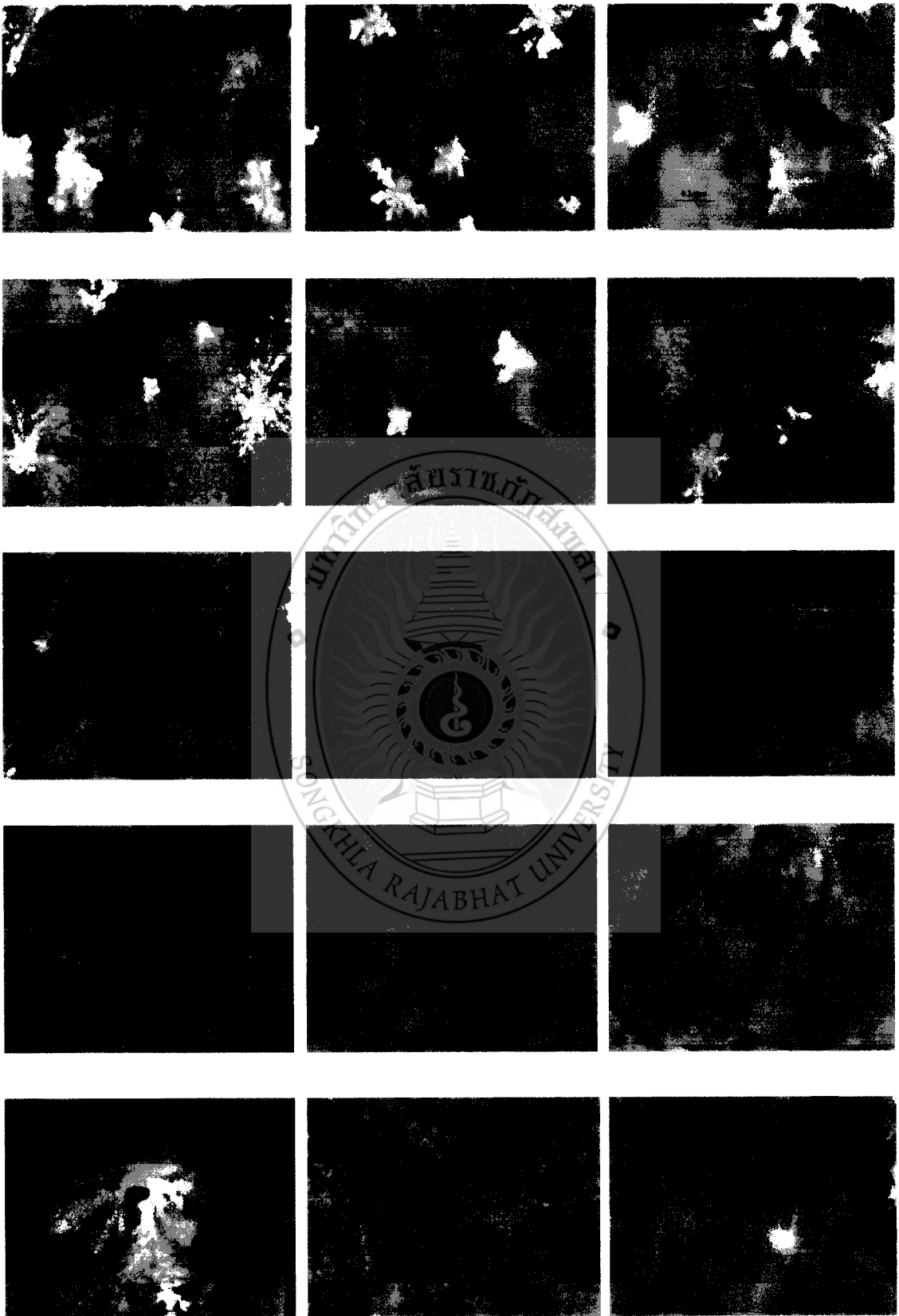
ภาพที่ ผง - 3 ตัวอย่างไมโครพลาสติกกรูปร่างเส้นใย (ขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร) ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ที่ 3



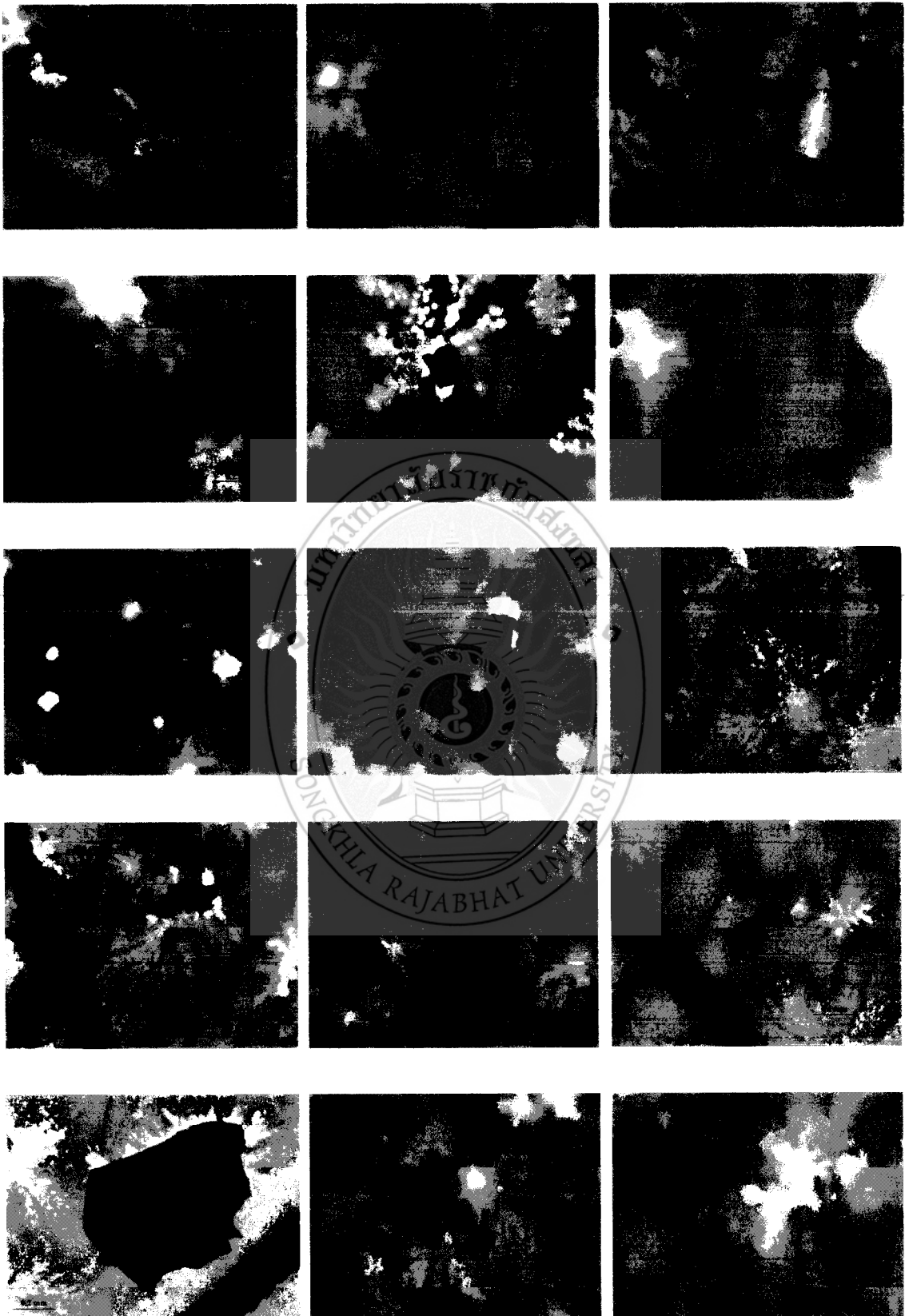
ภาพที่ ผง - 3 ตัวอย่างไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใย (ขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร) ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ที่ 3 (ต่อ)



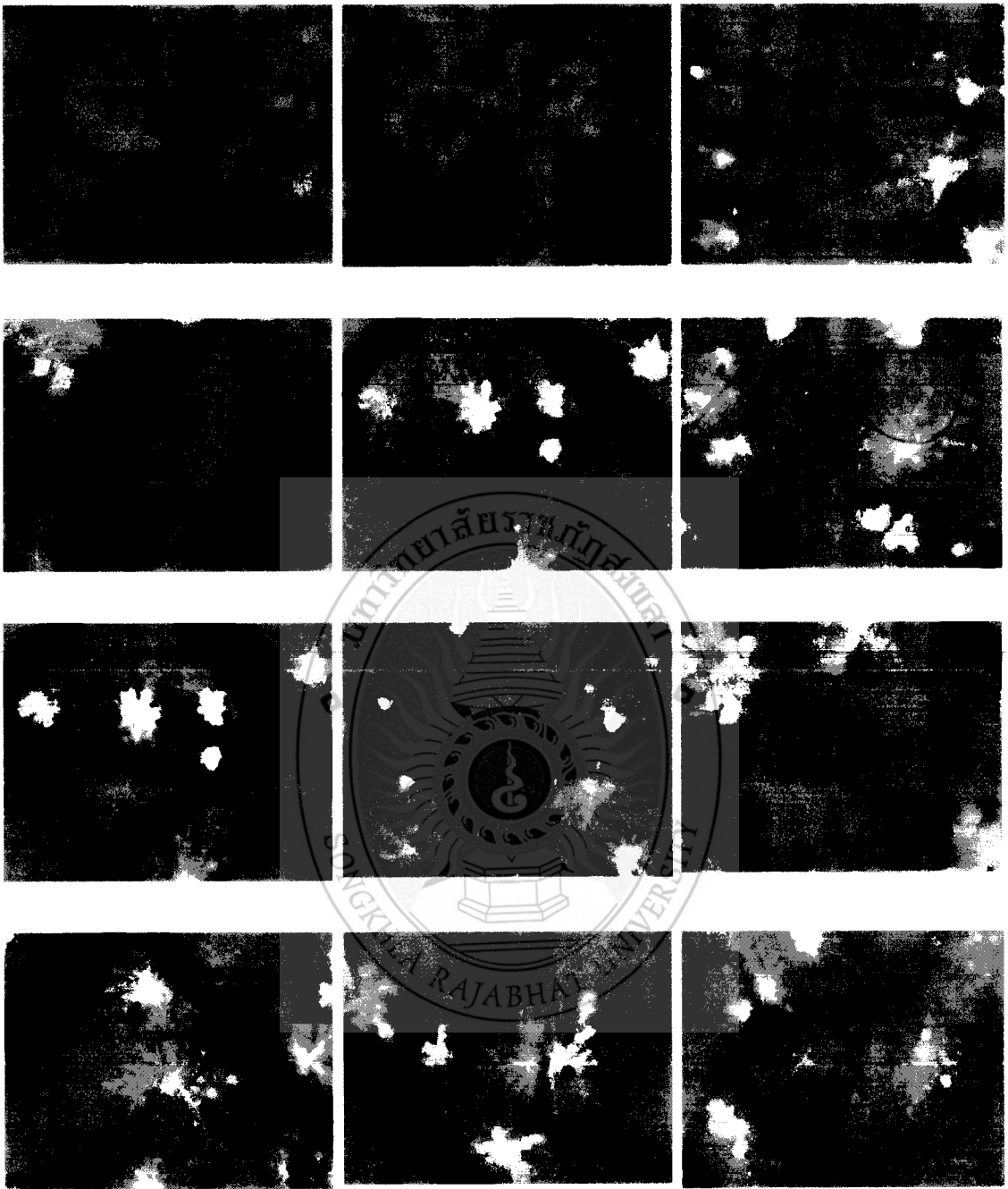
ภาพที่ ผง - 3 ตัวอย่างไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใย (ขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร) ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ที่ 3 (ต่อ)



ภาพที่ ผง - 4 ตัวอย่างไมโครพลาสติกที่สร้างขึ้นส่วนไร้รูปแบบ (ขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร)
ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ที่ 3



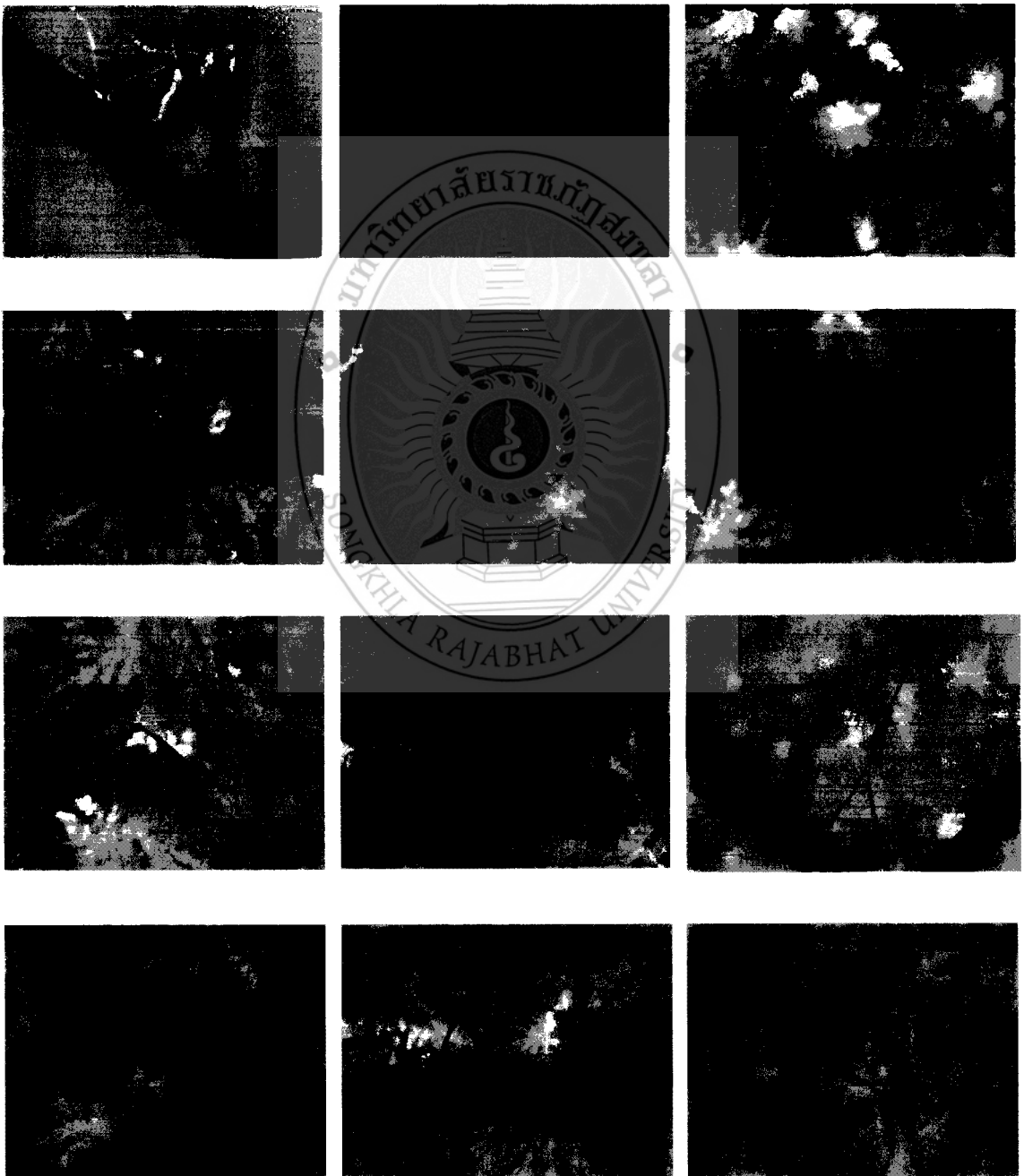
ภาพที่ ผง - 4 ตัวอย่างไมโครพลาสติกที่สร้างขึ้นส่วนไร้รูปแบบ (ขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร)
ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ที่ 3 (ต่อ)



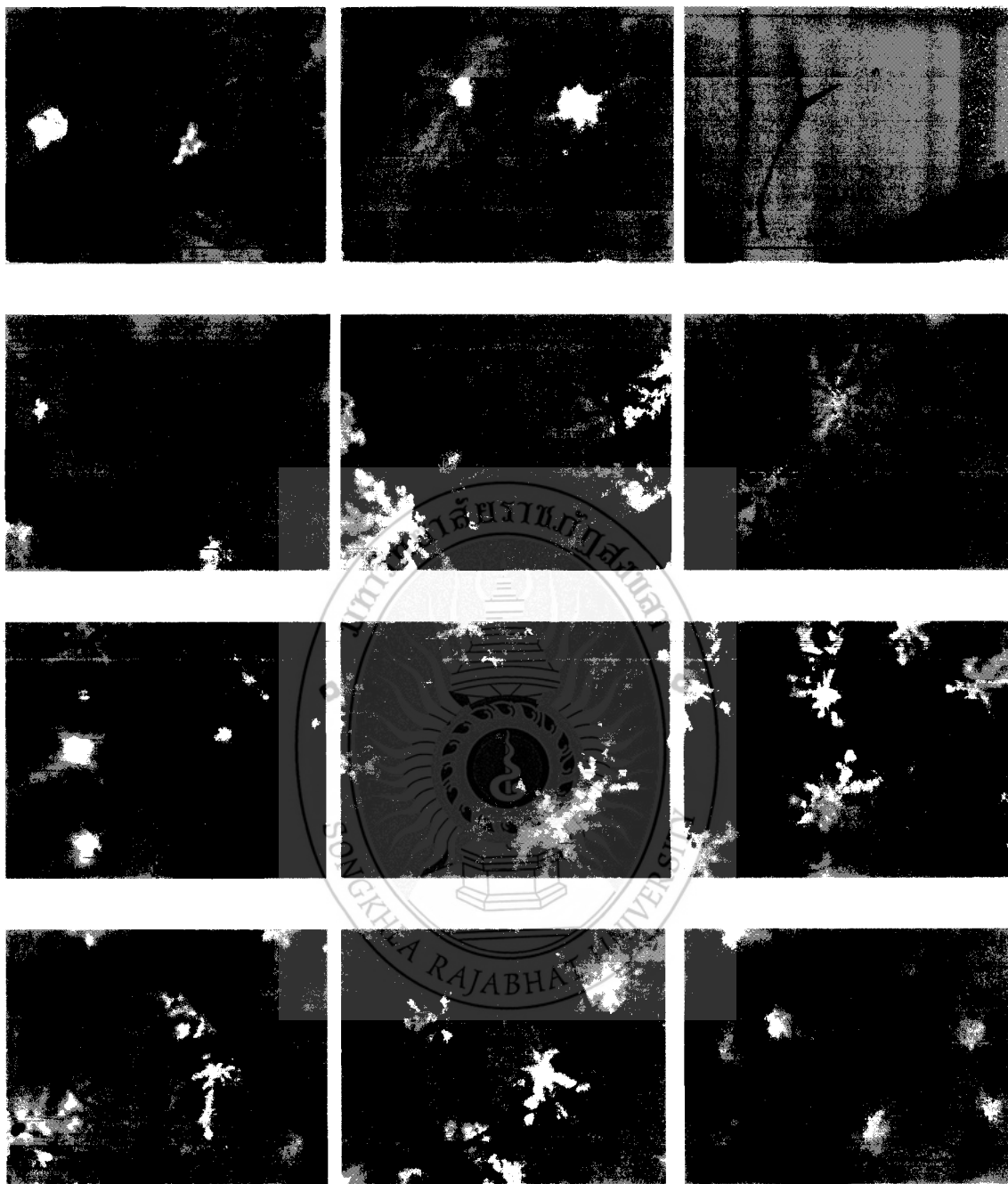
ภาพที่ ผง - 5 ตัวอย่างไมโครพลาสติกึรปร่างทรงกลม (ขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร) ที่ได้จาก
วิธีการวิเคราะห์ที่ 3



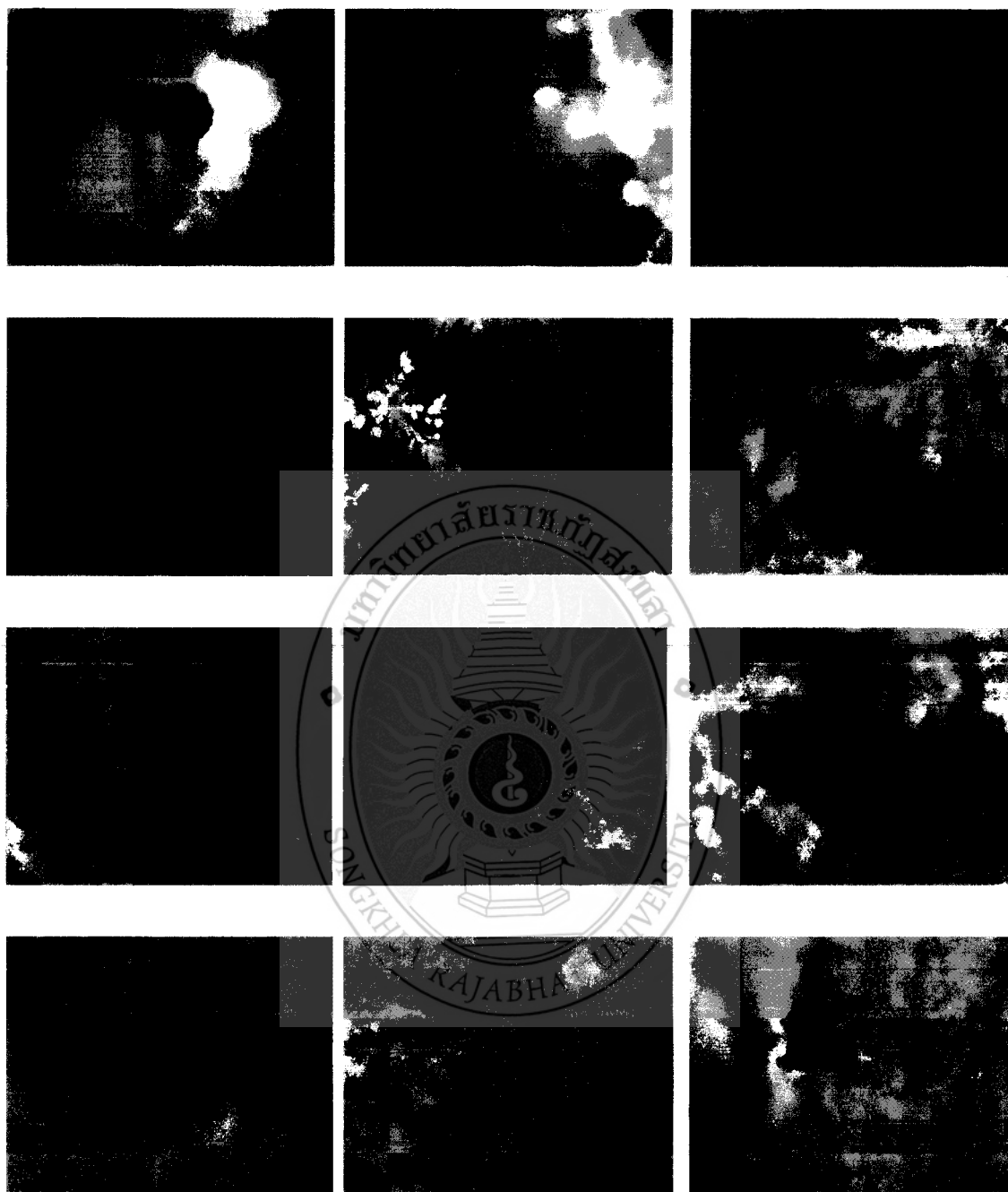
ภาพที่ ผง - 6 ตัวอย่างไมโครพลาสติกรูปร่างแท่ง (ขนาดมากกว่า 63 ไมโครเมตร) ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ที่ 3



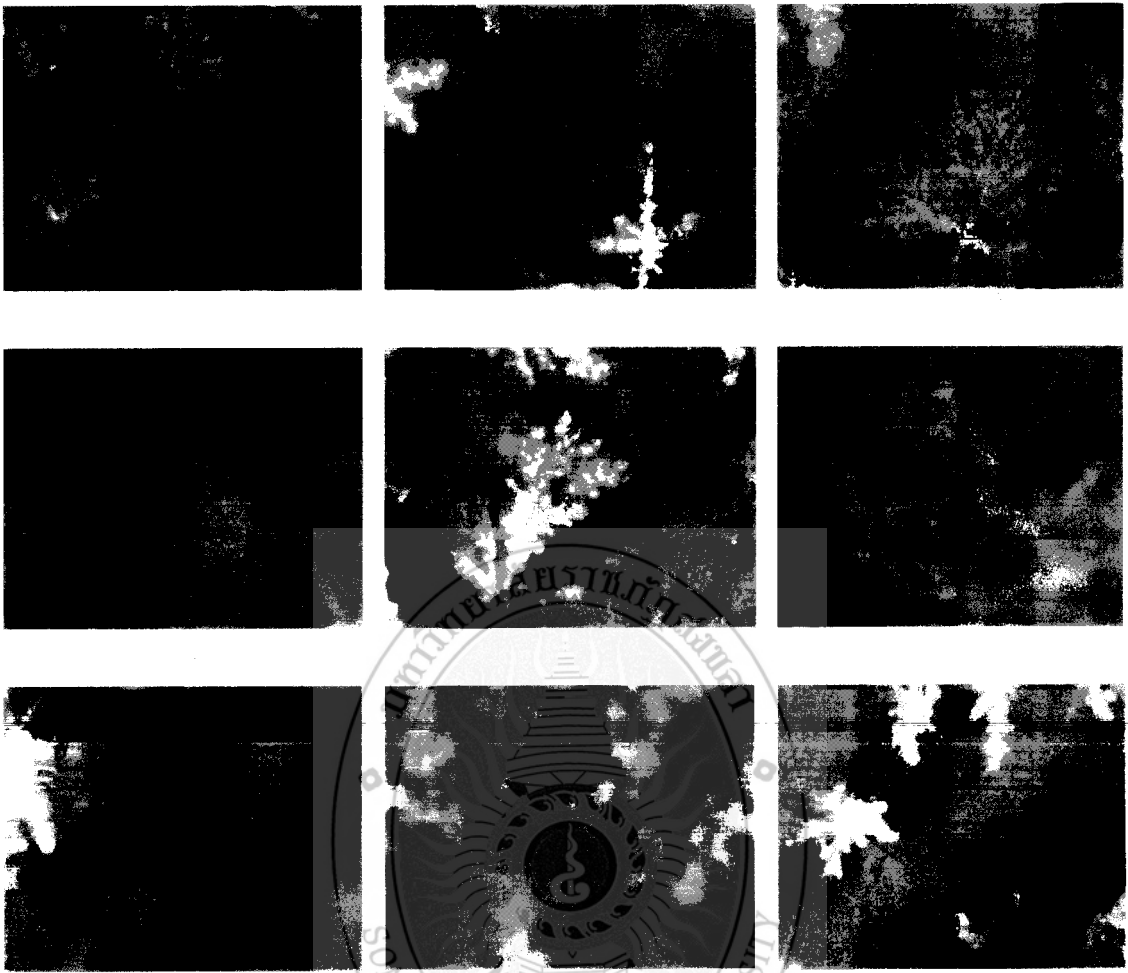
ภาพที่ ผง - 7 ตัวอย่างไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใย (ขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร) ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ที่ 3



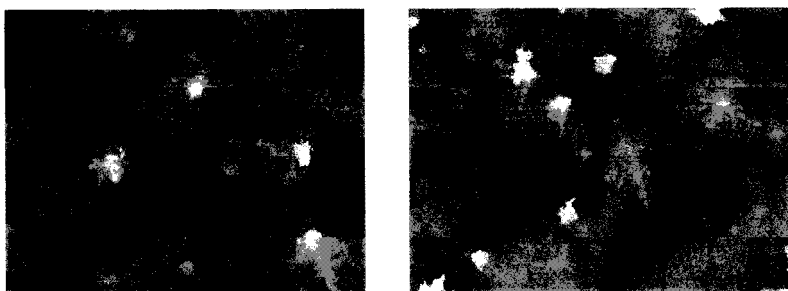
ภาพที่ ผง - 7 ตัวอย่างไมโครพลาสติกที่รูปร่างเส้นใย (ขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร) ที่ได้จากการวิเคราะห์ที่ 3 (ต่อ)



ภาพที่ ผง - 8 ตัวอย่างไมโครพลาสติกที่สร้างขึ้นส่วนไร้รูปแบบ (ขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร)
ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ที่ 3



ภาพที่ ผง - 9 ตัวอย่างไมโครพลาสติกกรุปปร่างทรงกลม (ขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร) ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ที่ 3



ภาพที่ ผง - 10 ตัวอย่างไมโครพลาสติกกรุปปร่างทรงกลม (ขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร) ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ที่ 3



ภาคผนวก จ
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นางสาวกนกพร บัวจันทร์
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 7 ธันวาคม 2538
รหัสนักศึกษา	564232001
เบอร์โทรศัพท์	093 - 5768556
อีเมลล์	mai.praew19@gmail.com
ที่อยู่	57/44 ถ.ป่าไม้ ต.กันตัง อ.กันตัง จ.ตรัง 92110
การศึกษา	โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชื่อ นามสกุล	นางสาวเบญจภรณ์ มณีโชติ
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 2 ธันวาคม 2536
รหัสนักศึกษา	564232016
เบอร์โทรศัพท์	081 - 2583912
อีเมลล์	ben016tham@gmail.com
ที่อยู่	37 หมู่ 7 ตำบลทุ่งหมอ อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา 90240
การศึกษา	โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี