



การประเมินไมโครพลาสติกในตะกอนชายหาดบริเวณชายฝั่ง จังหวัดภูเก็ต
Evaluation of microplastics in beach sediments along the coast of Phuket

สุดารัตน์ ทองหนองหิน
Sudarat Thongnonghin

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Science in Technology and Environmental Management
Prince of Songkla University

2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



การประเมินไมโครพลาสติกในตะกอนชายหาดบริเวณชายฝั่ง จังหวัดภูเก็ต
Evaluation of microplastics in beach sediments along the coast of Phuket

สุดารัตน์ ทองหนองหิน
Sudarat Thongnonghin

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Science in Technology and Environmental Management
Prince of Songkla University

2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินไมโครพลาสติกในตะกอนชายหาดบริเวณชายฝั่ง จังหวัดภูเก็ต
 ผู้เขียน นางสาวสุดารัตน์ ทองหนองหิน
 สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ

.....
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศิริ เอกจิตต์)

.....ประธานกรรมการ
 (ดร.ศीलวุธ ดำรงศิริ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....กรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศิริ เอกจิตต์)

.....
 (ดร.दनัย ทิพย์มณี)

.....กรรมการ
 (ดร.दनัย ทิพย์มณี)

.....กรรมการ
 (รองศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ วงศ์นิรามัยกุล)

.....กรรมการ
 (ดร.ธนิตา อารีรบ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
 ส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการ
 จัดการสิ่งแวดล้อม

.....
 (ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้างู่งสง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศิริ เอกจิตต์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ

(ดร.दनัย ทิพย์มณี)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ

(นางสาวสุดารัตน์ ทองหนองหิน)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และ
ไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ

(นางสาวสุตารัตน์ ทองหนองหิน)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินไมโครพลาสติกในตะกอนชายหาดบริเวณชายฝั่ง จังหวัดภูเก็ต
 ผู้เขียน นางสาวสุภารัตน์ ทองหนองหิน
 สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม
 ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

ไมโครพลาสติกในทะเลนับเป็นปัญหาระดับโลกเนื่องจากอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต การศึกษาครั้งนี้ประเมินการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกบริเวณชายหาด จังหวัดภูเก็ต 6 ชายหาด ได้แก่ ชายหาดกะหลิม ชายหาดป่าตอง ชายหาดไตรตรัง ชายหาดฉลอง ชายหาดราไวย์ และชายหาดอ่าวมะขาม โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 ครั้ง (เดือนเมษายน เดือนกรกฎาคม เดือนตุลาคม และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562) โดยแบ่งตามฤดูกาล (ฤดูแล้งและฤดูฝน) เก็บตัวอย่างโดยใช้ quadrat ขนาด 0.5x0.5 ตารางเมตร เก็บตัวอย่างตะกอนทรายลึก 5 เซนติเมตร บริเวณระหว่างน้ำขึ้นสูงสุดกับน้ำลงต่ำสุด (intertidal zone) แยกขนาดพลาสติกออกเป็น 3 ขนาด (แมคโครพลาสติกมีขนาด > 25 มิลลิเมตร มีโซพลาสติก มีขนาด 5-25 มิลลิเมตร และไมโครพลาสติกมีขนาด < 5 มิลลิเมตร) ใช้สารละลาย 5M NaCl ในการแยกความหนาแน่นและย่อยสารอินทรีย์โดยใช้ 0.05 M Fe (II) และ 30% H₂O₂ จำแนกลักษณะรูปร่าง (เส้นใย ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ แผ่นฟิล์ม และเม็ด) และสีของไมโครพลาสติก (ขาว แดง ดำ น้ำเงิน เขียว และเหลือง) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40x (รุ่น Olympus CX 31) แยกชนิดโพลิเมอร์ของไมโครพลาสติกโดยใช้ไมโครฟูเรียร์ทรานฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (μ FT-IR)

ผลการวิจัยพบขยะขนาดแมคโครพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น ขยะขนาดมีโซพลาสติกจำนวน 3 ชิ้น และขยะที่คาดว่าเป็นพลาสติกขนาดไมโครพลาสติกจำนวน 2,150 ชิ้น โดยแบ่งไมโครพลาสติกเป็น 2 ขนาด ได้แก่ ขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร จำนวน 1,134 ชิ้น และขนาด 20-300 ไมโครเมตร จำนวน 1,016 ชิ้น บริเวณชายหาดทั้ง 6 ชายหาดพบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกสีดำนากที่สุดจำนวน 1,135 ชิ้น (52.8%) รองลงมาคือสีแดงจำนวน 466 ชิ้น (21.7%) และสีขาวจำนวน 275 ชิ้น (12.8%) โดยรูปร่างเส้นใยถูกพบเจอมากที่สุดจำนวน 2,013 ชิ้น (93.63%) รองลงมาคือ รูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ จำนวน 126 ชิ้น (5.86%) และรูปร่างเม็ด จำนวน 14 ชิ้น (0.65%) จากการแยกประเภทโพลิเมอร์โดยใช้ μ FT-IR พบไมโครพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทรฟ

ทาเลต (PET) มากที่สุด (34.9%) รองลงมาคือพลาสติกประเภทโพลีสไตรีน (PS) (9.2%) และพลาสติกประเภทโพลีโพรพิลีน (PP) (5.5%) นอกจากนี้ยังพบสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ใช่พลาสติกคือเส้นใยผ้า (Cloth Cotton) (48.5%) และเส้นใยสังเคราะห์ (RC) (43.4%)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนหรือความหนาแน่นของไมโครพลาสติกไม่มีความแตกต่างกันระหว่างชายหาดทั้ง 6 ชายหาด อย่างมีนัยสำคัญ (One way Anova) และไม่มี ความแตกต่างกันระหว่างชายหาดฝั่งตะวันตกและชายหาดฝั่งตะวันออก ขนาดของไมโครพลาสติก และฤดูกาล (t-test) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle Component Analysis) พบว่า มีค่าความแปรปรวนสะสมรวม 94% องค์ประกอบที่ (PC1) มีความสัมพันธ์มากถึง 46.03% ประกอบไปด้วยพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต พลาสติกประเภทโพลีโพรพิลีน และพลาสติกประเภทโพลียูรีเทน (PUR) และพลาสติกอื่นๆ (Mixed plastic) ทั้งนี้จากผลการศึกษาเบื้องต้น สามารถแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์ 3 กลุ่ม ได้แก่ พลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลตมีความสัมพันธ์กับชายหาดราไวย์ พลาสติกประเภทโพลีโพรพิลีน พลาสติกประเภทโพลียูรีเทน และพลาสติกอื่นๆ (Mixed plastic) มีความสัมพันธ์กับชายหาดป่าตอง ชายหาดฉลองและชายหาดอ่าวมะขามพลาสติกประเภทโพลีสไตรีนและพลาสติกประเภทโพลีไวนิลคลอไรด์มีความสัมพันธ์ระหว่างชายหาดไตรตรังดังนั้นจึงสรุปได้ว่ากิจกรรมบริเวณชายหาดที่แตกต่างกันอาจจะส่งผลต่อการพบเจอไมโครพลาสติกชนิดต่าง ๆ

คำสำคัญ: ชายหาด, แมคโครพลาสติก, มีโซพลาสติก, ไมโครพลาสติก, ภูเก็ต

Thesis Title	Evaluating the distribution of microplastics on the beaches, Phuket province.
Author	Miss Sudarat Thongnonghin
Major Program	Technology and Environmental Management
Academic Year	2020

ABSTRACT

Marine microplastics are a global problem as they can be harmful to living organisms. This study determined the distribution of microplastics at the six beaches, Phuket Province included Kalim beach, Patong beach, Tri Trang beach, Chalong beach, Rawai beach and Makham bay. The sediment samples were collected 4 times (April, July, October and December 2019), divided into summer and rainy season. Samples were collected using a 0.5x0.5 m² quadrat at five cm depth at the intertidal zone. Plastic debris was divided into 3 sizes (macroplastics >25 millimetr, mesoplastics 5-25 millimetr and microplastics <5 millimetr). The microplastic was analyzed by 5M NaCl solution for density separation, 0.05 M Fe (II) and 30% H₂O₂ for organic decomposition. The microplastic shape (fibers, formless parts, films and pellets) and color (white, red, black, blue, green and yellow) were classified by 40x microscopy (Olympus CX 31). The Fourier Transform Infrared Spectrometer (μ FT-IR) was used to determine the polymer types of microplastics.

The results showed that one piece of macroplastics was found on the beach of Makham bay, three pieces of mesoplastic found at Kalim beach and Makham bay. There were totally 2,150 pieces of garbage that is expected to be microplastics that can be divided into 2 sizes: $\geq 300 \mu\text{m}$. 1,134 pieces and $20-300 \mu\text{m}$. 1,016 pieces. At all 6 beaches, black color of garbage that is expected to be microplastics was predominant (1,135 pieces, 52.8%), followed by red (466 pieces, 21.7%) and white (275 pieces, 12.8%), respectively. In this study, fiber was the most commonly found (2,013 pieces, 93.63%), followed by fragment shape (126 pieces, 5.86%) and pellet (14 pieces, 0.65%). According to the Fourier Transform Infrared Spectrometer for polymers classification, Polyethylene terephthalate microplastics (PET) (34.9%), This

was followed by polystyrene (PS) (9.2%) and polypropylene (PP) (5.5%). Non-plastic contaminants were also found, namely fabric fibers. (Cloth Cotton) (48.5%) and regenerated cellulose (RC) (43.4%) were among the highest polymer types found in this study. According to the statistical analysis, it found that the amount or density of microplastics was not significantly different among the six beaches (one-way ANOVA); and there was no difference between the west coast and the east beach, the microplastic sizes, and seasons (t-test). The Principal Component Analysis (PCA) showed the cumulative variance of 94% and 46.03% for the principal component one (PC1) that consisted of polyethylene terephthalate, polypropylene polyurethane (PUR) and mixed plastic. Three relationship groups can be divided into 1) polyethylene terephthalate correlated with Rawai beach; 2) polypropylene polyurethane and mixed plastic was correlated with Patong beach, Chalong beach and Ao Makham beach, and 3) polystyrene and polyvinylchloride was correlated with Tritrang beach, respectively. Therefore, it can be concluded that different beach activities may affect and encounter in different types of microplastics in this study.

Keywords: Beaches, Macroplastic, Mesoplastic, Microplastic, Phuket

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาจากคณาจารย์ และบุคคลที่เกี่ยวข้องหลายฝ่ายด้วยกัน ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญศิริ เอกจิตต์ และ ดร.दनัย ทิพย์มณี ที่ให้ความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการทำการวิจัย รวมทั้งตรวจสอบข้อมูลและความถูกต้องจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์ ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ วงศ์นิรามัยกุล ดร.ธนิตา อารีรบ และ ดร.ศีลาจุฑา ดำรงศิริ ที่ให้คำแนะนำอื่นๆเพิ่มเติม

ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทะเลอันดามันตอนบน ที่สนับสนุนห้องปฏิบัติการสำหรับงานวิจัย และขอขอบคุณ คุณเผ่าเทพ เชิดสุขใจ ตำแหน่ง นักวิชาการ ประมงปฏิบัติการที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ ณ ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทะเลอันดามันตอนบน

ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต ภูเก็ต ที่สนับสนุนทุนการศึกษาสำหรับการเรียนและบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ สุดท้ายขอขอบคุณครอบครัวทองหนองหิน ที่คอยเป็น กำลังใจและให้การสนับสนุนตลอดการศึกษา

สุดาร์ตน์ ทองหนองหิน

สารบัญ

	หน้า
หน้าอำนวยการ	(2)
บทคัดย่อ	(5)
Abstract	(7)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญ	(10)
สารบัญตาราง	(13)
สารบัญแผนผัง	(15)
สารบัญแผนภูมิ	(16)
สารบัญรูปภาพ	(18)
สัญลักษณ์และคำย่อ	(19)
1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตการศึกษา	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
2 การตรวจเอกสาร	
2.1 ขยะทะเล	6
2.1.1 ประเภทของขยะในทะเล	6
2.2 ขยะพลาสติก	11
2.2.1 ไมโครพลาสติก	14
2.2.2 ลักษณะของไมโครพลาสติกที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต	15
2.3 ประเภทของพลาสติก	16
2.3.1 เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic)	16
2.3.2 เทอร์โมเซตติ้ง (Thermosetting)	18
2.4 ผลกระทบของพลาสติก	19
2.4.1 ผลกระทบต่อสัตว์ทะเล	19
2.4.2 ผลกระทบต่อระบบนิเวศ	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.3 ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม	20
2.5 การวิเคราะห์ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกด้วยเทคนิค μ FT-IR	21
2.6 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	21
3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 อุปกรณ์	26
3.2 สารเคมี	27
3.3 พื้นที่การศึกษา	27
3.4 ระเบียบวิจัย	35
3.5 การเก็บตัวอย่าง	37
3.6 การเตรียมตัวอย่าง	39
3.7 การวิเคราะห์	39
3.7.1 การวิเคราะห์แมคโครพลาสติกและมีโซพลาสติก	39
3.7.2 การวิเคราะห์ขยะไมโครพลาสติก	40
3.7.3 การวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์	41
3.7.4 การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง μ FT-IR	41
3.7.5 การวิเคราะห์เชิงสถิติ	42
4 ผลการวิจัยและบทวิจารณ์	
4.1 จำนวนและความชุกชุม	43
4.2 ลักษณะสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก	51
4.2.1 ขายหาดกะหลิม	51
4.2.2 ขายหาดป่าตอง	54
4.2.3 ขายหาดไทรตรัง	56
4.2.4 ขายหาดราไวย์	59
4.2.5 ขายหาดฉลอง	62
4.2.6 ขายหาดอ่าวมะขาม	65

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก	69
4.3.1 ขยะหาคะหลิม	69
4.3.2 ขยะหาค่าตอง	72
4.3.3 ขยะหาค่าตรัง	75
4.3.4 ขยะหาค่าไร่	77
4.3.5 ขยะหาค่าลอง	81
4.3.6 ขยะหาค่าอ่าวมะขาม	84
4.4 μ FT-IR	89
4.5 ผลการวิเคราะห์การประมาณค่าไมโครพลาสติก	95
4.6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ	96
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	101
5.2 ข้อเสนอแนะ	104
เอกสารอ้างอิง	105
ภาคผนวก	111
ประวัติผู้เขียน	125

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การจำแนกแหล่งที่มาของขยะทะเล	8
2.2 ระยะเวลาการย่อยสลายขยะประเภทต่าง ๆ ที่พบในทะเลและชายฝั่ง	13
3.1 ช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง	37
4.1 จำนวน (ชิ้น) และความซุกซุม (ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง) ของขยะที่คาดว่าจะ เป็นไมโครพลาสติกจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 (เดือน เมษายน)	44
4.2 จำนวน (ชิ้น) และความซุกซุม (ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง) ของขยะที่คาดว่าจะไม่ โครพลาสติกจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 (เดือน กรกฎาคม)	45
4.3 จำนวน (ชิ้น) และความซุกซุม (ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง) ของขยะที่คาดว่าจะไม่ โครพลาสติกจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 (เดือน ตุลาคม)	46
4.4 จำนวน (ชิ้น) และความซุกซุม (ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง) ของขยะที่คาดว่าจะไม่ โครพลาสติกจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 (เดือน ธันวาคม)	47
4.5 จำนวนของขยะที่คาดว่าจะไม่โครพลาสติกขนาด ≥ 300 และ 20-300 ไมโครเมตร (ครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 4)	49
4.6 สีของขยะที่คาดว่าจะไม่โครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดกะหลิมจากการเก็บ ตัวอย่าง (ครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 4)	52
4.7 สีของขยะที่คาดว่าจะไม่โครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดป่าตองจากการเก็บ ตัวอย่าง (ครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 4)	54
4.8 สีของขยะที่คาดว่าจะไม่โครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดไตรตรังจากการเก็บ ตัวอย่าง (ครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 4)	57
4.9 สีของขยะที่คาดว่าจะไม่โครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดราไวย์จากการเก็บ ตัวอย่าง (ครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 4)	60
4.10 สีของขยะที่คาดว่าจะไม่โครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดฉลองจากการเก็บ ตัวอย่าง (ครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 4)	63
4.11 สีของขยะที่คาดว่าจะไม่โครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดอ่าวมะขามจากการ เก็บตัวอย่าง (ครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 4)	66
4.12 ประเภทของพลาสติกที่พบโดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง μ FT-IR	90
4.13 จำนวนไมโครพลาสติกชนิดต่าง ๆ ในแต่ละชายหาด	92

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
4.14	ประเภทของสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ใช่พลาสติกที่พบโดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง μ FT-IR	94
4.15	จำนวนไมโครพลาสติกและสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ใช่พลาสติกของแต่ละชายหาดหลังจากวิเคราะห์ชนิดของโพลีเมอร์ด้วยเครื่อง μ FT-IR	96

สารบัญแผนผัง

แผนผังที่	หน้า
3.1 แผนงานวิจัยในการศึกษาไมโครพลาสติก	36
3.2 ลักษณะการเก็บตัวอย่างในชายหาดแบบจำลอง	38

สารบัญแนภูมิ

แนภูมิที่	หน้า
4.1	53
4.2	55
4.3	58
4.4	61
4.5	64
4.6	67
4.7	70
4.8	71
4.9	73
4.10	74
4.11	76
4.12	77
4.13	79
4.14	80

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

แผนภูมิที่	หน้า
4.15 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร ที่พบ บริเวณชายหาดฉลอง	82
4.16 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร ที่พบ บริเวณชายหาดฉลอง	84
4.17 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร ที่พบ บริเวณชายหาดอ่าวมะขาม	86
4.18 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร ที่พบ บริเวณชายหาดอ่าวมะขาม	87

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	อันดับของประเทศที่ทิ้งขยะลงสู่ทะเล	12
3.1	แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างบริเวณชายหาดทั้งหมด 6 แห่ง	28
3.2	แผนที่จุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณชายหาดกะหลิม (K1-K3)	29
3.3	แผนที่จุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณชายหาดป่าตอง (P1-P3)	30
3.4	แผนที่จุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณชายหาดไตรตรัง (T1-T3)	31
3.5	แผนที่จุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณชายหาดราไวย์ (R1-R3)	32
3.6	แผนที่จุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณชายหาดฉลอง (C1-C3)	33
3.7	แผนที่จุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณชายหาดอำวมะขาม (M1-M3)	34
3.8	ลักษณะการเก็บตัวอย่างในบริเวณชายหาด	38
4.1	ปริมาณความซุกซมของไมโครพลาสติกแต่ละชายหาด	50
4.2	Component plot ของกลุ่มชนิดพอลิเมอร์	97
4.3	ความสัมพันธ์ของกลุ่มชนิดพอลิเมอร์กับชายหาดที่ศึกษา	99

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

°C	องศาเซลเซียส
μ FT-IR	เทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโกปี
μ m	ไมครอน
cm. (ซม.)	เซนติเมตร
DDT	ไดคลอโรไดฟีนิลไตรคลอโรอีเทน
Fe (II)	ไอออน (เหล็ก)
g	กรัม
g/cm^3	กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
g/mol	กรัมต่อโมล
H ₂ O ₂	ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์
kg. (กก.)	กิโลกรัม
kg.dw.	กิโลกรัมน้ำหนักทรายแห้ง
M	โมล (ความเข้มข้น)
m ²	ตารางเมตร
ml	มิลลิลิตร
mm. (มม.)	มิลลิเมตร
NaCl	โซเดียมคลอไรด์
NP	โนนิล ฟีนอล
PC	พอลิคาร์บอเนต

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ (ต่อ)

PCBs/PCB	โพลีคลอริเนตเตตไบฟีนิล
PE	พอลิเอทิลีน
PET	พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต
PP	พอลิโพรพิลีน
PS	พอลิสไตรีน
PUR	พอลิยูรีเทน
PVC	พอลิไวนิลคลอไรด์
SBS	สไตรีนบิวทาไดอีน – สไตรีนโคพอลิเมอร์
WPO	ออกซิเดชันเปอร์ออกไซด์

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

จังหวัดภูเก็ตถือเป็นจังหวัดหนึ่งที่สำคัญที่สร้างชื่อเสียงให้กับประเทศไทยและนำรายได้เข้าสู่ประเทศอย่างมหาศาล รายได้หลักของจังหวัดภูเก็ตมาจากอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว จำนวนนักท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ โดยมีนักท่องเที่ยวปีละ 13 ล้านคน ในช่วงปี 2559 มีนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศเข้ามามากถึง 9,641,703 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 71 ของนักท่องเที่ยวที่เข้ามาทั้งหมด และจำนวนนักท่องเที่ยวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของนักท่องเที่ยวต่างชาติ อาทิเช่น จีน รัสเซีย ออสเตรเลีย ตะวันออกกลางและเอเชียตะวันออก (สำนักงานสถิติจังหวัดภูเก็ต, 2559) อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของนักท่องเที่ยวได้ส่งผลกระทบต่อต่าง ๆ อาทิเช่น ปัญหาขยะ เป็นต้น ในช่วงปี 2559 ขยะที่เกิดขึ้นคิดเป็น 18.3% (321,150 ตัน/ปี) ซึ่งมีขยะที่นำไปใช้ประโยชน์ได้เพียง 9.3% (32,115 ตัน/ปี) และมีขยะที่เก็บไปกำจัดมีจำนวน 15.6% (280,044 ตัน/ปี) (สำนักงานสถิติจังหวัดภูเก็ต, 2559) ดังนั้นปัญหาขยะควรได้รับการแก้ไขเร่งด่วนเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อการท่องเที่ยวในอนาคต ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยติดอันดับที่ 6 ของโลกที่ทิ้งขยะพลาสติกลงสู่ทะเล ประเภทของขยะที่พบมากที่สุดคือ ถุงพลาสติก (14,977 ชิ้น) หลอดจากเครื่องดื่ม (11,579 ชิ้น) ฝาจุก (9,800 ชิ้น) ภาชนะบรรจุอาหาร (9,276 ชิ้น) เชือก (7,057 ชิ้น) บุหรี่/ก้นกรองบุหรี่ (6,388 ชิ้น) กระจปอง (6,276 ชิ้น) กระจดาษ (5,861 ชิ้น) โฟม (5,614 ชิ้น) ขวดแก้ว (2,404 ชิ้น) ตามลำดับ (ฐานเศรษฐกิจ, 2017)

พลาสติกคือ สารโพลิเมอร์ที่สังเคราะห์ขึ้นมาจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของโมโนเมอร์ที่สกัดจากน้ำมันหรือก๊าซ พลาสติกที่นำมาผลิตอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันมาจากสารผสมระหว่างโพลิเมอร์และสารเติมแต่ง เช่น สี สารพลาสติกไซเซอร์ สารเพิ่มเสถียรภาพ และฟิลเลอร์ เป็นต้น ที่ถูกนำมาใช้งานเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปโดยการขึ้นรูปให้มีรูปร่างต่าง ๆ เช่น ถัง จาน และช้อน เป็นต้น เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ทนทาน น้ำหนักเบา และทนต่อการกัดกร่อน (Cole *et al.*, 2011) โดยพลาสติกถูกระบุขนาดจากการวัดขนาด ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ขนาด ได้แก่ แมโครพลาสติกซึ่ง

มีขนาดมากกว่า 20 มิลลิเมตร มีโซพลาสติกซึ่งมีขนาด 5-20 มิลลิเมตร และไมโครพลาสติกซึ่งมีขนาด 1-5 มิลลิเมตร (Mistri *et al.*, 2017)

ไมโครพลาสติก หรือพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร มีทั้งพลาสติกขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ซึ่งพลาสติกขนาดเล็กมาจากกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกขนาดเล็กโดยตรง (Primary microplastic) เช่น เป็นองค์ประกอบในเครื่องสำอางที่เป็นเม็ดสกรับ (microbeads) ในเสื้อผ้า หรือในการผลิตอุตสาหกรรมพลาสติก ไมโครพลาสติกเหล่านี้สามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมทางทะเลได้โดยการทิ้งของเสียโดยตรงจากบ้านเรือนสู่น้ำและไหลสู่ทะเล เช่น กรณีของสกรับที่ใช้ในโฟมล้างหน้า หรือเส้นใยจากผ้าใยสังเคราะห์จากการทิ้งน้ำซักผ้า เป็นต้น อีกรูปแบบหนึ่งคือพลาสติกขนาดใหญ่ (Secondary microplastic) เป็นพลาสติกที่เกิดจากพลาสติกที่มีขนาดใหญ่ หรือแมโครพลาสติก (Macroplastic) โดยเกิดจากการสะสมของพลาสติกในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานานด้วยเหตุที่ไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กมาก ยากต่อการเก็บและการกำจัด ประกอบกับมีคุณสมบัติที่คงสภาพย่อยสลายได้ยาก จึงง่ายต่อการปนเปื้อน แพร่กระจายสะสมและเป็นสิ่งตกค้างในสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้การทิ้งขยะพลาสติกขนาดใหญ่ เมื่อเวลาผ่านไปก็สามารถเกิดการย่อยสลาย การแตกหักเป็นอนุพันธ์ของไมโครพลาสติกซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้เช่นเดียวกัน (ชาญชัย คหาปนะ, 2018) ไมโครพลาสติกอาจสะสมตัวอยู่ในลำไส้ของสัตว์ต่าง ๆ ในทะเลทำให้ระบบทางเดินอาหารมีปัญหาและตายในที่สุด (Schwab *et al.*, 2018) และเมื่อเรากินสัตว์ทะเลอาจส่งผลกระทบต่อร่างกาย ซึ่งอนุภาคของไมโครพลาสติกที่เล็กที่สุดสามารถเข้าสู่กระแสเลือด ระบบน้ำเหลือง และตับได้อีกด้วย ซึ่งทำให้ระบบทางเดินอาหารมีปัญหาได้และตายในที่สุด (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2563) ดังนั้นปัญหาขยะพลาสติกจึงเป็นปัญหารุนแรงต้องเร่งแก้ไข

ดังนั้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแพร่กระจายตัวของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกและการจำแนกชนิดของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกในจังหวัดภูเก็ตจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายและการแก้ไขปัญหาขยะ อีกทั้งยังช่วยให้ผู้คนตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้น และเป็นแนวทางให้การวิเคราะห์ความเป็นอันตรายของขยะไมโครพลาสติกที่เข้าสู่ห่วงโซ่อาหารและการเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ในอนาคต ด้วยเหตุนี้ทางผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของมนุษย์ที่เกิดขึ้นบริเวณชายหาดฝั่งตะวันตกของจังหวัดภูเก็ต ที่มีผลต่อชนิดและปริมาณของขยะไมโครพลาสติกที่พบบริเวณชายหาดในจังหวัด

ภูเก็ต โดยการวิเคราะห์ปริมาณ รูปร่าง ชนิด สัณฐานวิทยาของขยะไมโครพลาสติกและเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของขยะไมโครพลาสติกที่พบบริเวณชายหาดฝั่งตะวันตกของจังหวัดภูเก็ต

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ รูปร่าง ชนิด สัณฐานของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณชายหาดของจังหวัดภูเก็ต

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณชายหาดของจังหวัดภูเก็ต

1.2.3 เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของมนุษย์ที่เกิดขึ้นบริเวณชายหาดที่มีผลต่อชนิดและปริมาณของขยะไมโครพลาสติก

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 สถานที่ในการศึกษา: งานวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาขยะไมโครพลาสติกบริเวณชายหาด

โดยมีพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 6 แห่ง ได้แก่

ก. ชายหาดกะหลิม จังหวัดภูเก็ต (K1-K3)

K1 (latitude 7°54'50.05"N longitude 98°17'36.63"E)

K2 (latitude 7°54'47.70"N longitude 98°17'38.22"E)

K3 (latitude 7°54'44.67"N longitude 98°17'39.71"E)

ข. ชายหาดป่าตอง จังหวัดภูเก็ต (P1-P3)

P1 (latitude 7°54'16.07"N longitude 98°17'48.84"E)

P2 (latitude 7°53'46.48"N longitude 98°17'43.28"E)

P3 (latitude 7°53'18.92"N longitude 98°17'30.17"E)

ค. ชายหาดไตรตรัง จังหวัดภูเก็ต (T1-T3)

T1 (latitude 7°53'10.19"N longitude 98°16'26.32"E)

T2 (latitude 7°53'10.30"N longitude 98°16'29.11"E)

T3 (latitude 7°53'10.49"N longitude 98°16'33.23"E)

ง. ชายหาดราไวย์ จังหวัดภูเก็ต (R1-R3)

R1 (latitude 7°46'6.47"N longitude 98°19'3.94"E)

R2 (latitude 7°46'15.50"N longitude 98°19'13.06"E)

R3 (latitude 7°46'20.31"N longitude 98°19'20.65"E)

จ. ชายหาดฉลอง จังหวัดภูเก็ต (C1-C3)

C1 (latitude 7°49'16.42"N longitude 98°20'41.57"E)

C2 (latitude 7°49'19.87"N longitude 98°20'42.60"E)

C3 (latitude 7°49'23.39"N longitude 98°20'43.68"E)

ฉ. ชายหาดอ่าวมะขาม จังหวัดภูเก็ต (M1-M3)

M1 (latitude 7°49'24.49"N longitude 98°24'4.21"E)

M2 (latitude 7°49'25.40"N longitude 98°24'3.62"E)

M3 (latitude 7°49'26.68"N longitude 98°24'3.07"E)

1.3.2 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ก. ขนาดของไมโครพลาสติก (size, หน่วยมิลลิเมตร)

ไมโครพลาสติก (Microplastic) ขนาดน้อยกว่า 5 มิลลิเมตร

มีโซพลาสติก (Mesoplastic) ขนาดตั้งแต่ 5-25 มิลลิเมตร

แมโครพลาสติก (Macroplastic) มากกว่า 25 มิลลิเมตร

ข. ปริมาณของไมโครพลาสติก (abundance, ชิ้น/ลิตรน้ำหน้าทรายแห้ง)

ค. รูปร่างของไมโครพลาสติก (shape)

จ. ความหนาแน่นของไมโครพลาสติก (density) (g/cm³)

ฉ. สี (Color) อ้างอิงจากสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน, คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557)

1.3.3 การเก็บตัวอย่าง

- เก็บตัวอย่างโดยใช้ Quadrat (ขนาด 0.5 เมตร x 0.5 เมตร) และทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 quadrats ในแต่ละจุดของชายหาด โดยจะเก็บทั้งหมด 3 จุดต่อชายหาด (3 quadrats x 3 จุด x 6 ชายหาด = 54 ตัวอย่าง)

- วิเคราะห์ตัวอย่างโดยอ้างอิงวิธีการของ NOAA Method

- ช่วงระยะเวลาเก็บตัวอย่างมี 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้ง โดยอ้างอิงจากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา

- ทำการเก็บตัวอย่างเป็นจำนวนทั้งหมด 4 ครั้ง (T1-T4) โดยแบ่งเป็น 2 ช่วงฤดูกาล ได้แก่ ช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม-พฤศจิกายน) และช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม-เมษายน) โดยอ้างอิงจากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยครั้งนี้สามารถนำข้อมูลของขยะไมโครพลาสติกซึ่งประกอบด้วยปริมาณ องค์ประกอบ รูปร่าง ความหนาแน่น สีและแหล่งที่มาของไมโครพลาสติก ไปใช้เพื่อเฝ้าระวังและติดตามปริมาณขยะไมโครพลาสติกที่เกิดขึ้นในบริเวณชายหาด จังหวัดภูเก็ตเพื่อเป็นแนวทางสู่การประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมและนำไปสู่การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่ง อีกทั้งเป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับงานวิจัยอื่น ๆ ในการศึกษาเกี่ยวกับขยะไมโครพลาสติกได้อีกด้วย

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ขยะทะเล

ขยะทะเล คือ สิ่งต่าง ๆ ของมนุษย์ที่ถูกทิ้งลงทะเลทั้งไม่ว่าจะเป็นทั้งทางตรงและทางอ้อมโดยมีคลื่น ลม กระแสน้ำและน้ำขึ้นน้ำลงเป็นตัวกลางที่พัดพาขยะไปยังสถานที่ต่าง ๆ ทำให้ห่างไกลจากแหล่งกำเนิดลักษณะของขยะพลาสติกส่วนใหญ่จะเป็นของใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ถุง ขวด ภาชนะใส่อาหาร และวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหรือห่อของ รวมทั้งผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เช่น สายรัด แผ่นพลาสติก หมวกนิรภัย และ เครื่องมือประมง เช่น แห อวน ลอบ (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเลมหาวิทาลัยบูรพา, 2557)

2.1.1 ประเภทของขยะในทะเล สามารถจำแนกได้ 2 แบบคือ

จำแนกตามความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตในทะเลและสิ่งแวดล้อมมี 2 ประเภท คือ

ก. ขยะทั่วไป (General Waste) หมายถึง ขยะมูลฝอยเป็นขยะที่มีความอันตรายน้อยได้แก่ พวกเศษอาหาร เศษกระดาษ เศษผ้า เศษหญ้าและใบไม้ กระจัง ต่าง ๆ และภาชนะบรรจุต่าง ๆ เป็นต้น

ข. ขยะอันตราย (Hazardous Waste) เป็นขยะประเภทนี้เป็นอันตรายหรือส่งผลกระทบต่อสัตว์ทะเล มนุษย์ และสิ่งแวดล้อม เช่น เศษอวน ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ พลาสติก เศษแก้ว สำลีและผ้าพันแผลที่มีเชื้อโรค เป็นต้น (Salm & Clark, 2006)

จำแนกตามลักษณะของขยะ

ก. ขยะเปียกหรือขยะสด (Garbage) คือขยะที่มีความชื้นมากกว่าร้อยละ 50 ส่วนใหญ่ ได้แก่ เศษอาหาร เศษเนื้อ เศษผัก จากบนเรือในทะเลและจากชุมชนบ้านเรือนที่อยู่ตามชายฝั่งทะเล รวมทั้งซากพืชและสัตว์ที่ยังไม่เน่าเปื่อย ขยะประเภทนี้จะก่อให้เกิดกลิ่นเน่าเหม็นเนื่องจากแบคทีเรียย่อยสลายอินทรีย์นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคโดยติดไปกับแมลง และสัตว์อื่นที่มาตอมหรือกินเป็นอาหาร

ข. ขยะแห้ง (Rubbish) คือ สิ่งเหลือใช้ที่มีความชื้นอยู่น้อย ทำให้ไม่เกิดกลิ่นเหม็น เช่น เศษอวนเก่า เศษผ้า กระดาษ หล้า ใบไม้ กิ่งไม้แห้ง เศษโลหะ เศษแก้ว และ พลาสติก เป็นต้น (Salm & Clark, 2006) อีกทั้งประเภทของขยะในทะเลสามารถจำแนกตามแหล่งที่มาของขยะได้ 2 ประเภท ได้แก่ ขยะที่เกิดขึ้นในมหาสมุทรและขยะที่เกิดขึ้นบนแผ่นดิน (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 การจำแนกแหล่งที่มาของขยะทะเล

ขยะที่เกิดขึ้นบนแผ่นดิน		ขยะที่เกิดขึ้นในมหาสมุทร	
แหล่งที่เกิด	ขยะที่พบ	แหล่งที่เกิด	ขยะที่พบ
1.จากระบบการทิ้งขยะของชุมชนบริเวณชายฝั่ง (Municipal landfills located on the coast)	ขยะที่มีลักษณะเป็นของแข็ง ขยะที่มาจากอาคารบ้านเรือนหรือจากแหล่งอื่นจะมีการรวบรวมไว้ในสถานที่จัดทิ้งขยะ บางสถานที่มีการจัดการขยะไม่ดีทำให้ กระแสลมและกระแสน้ำสามารถพัดไปลงสู่ทะเลได้โดยตรง	เรือขนส่งสินค้า เรือโดยสาร และเรือสำราญ (Merchant shipping, ferries and cruise liners)	ของเสียจากห้องครัว วัสดุที่ใช้ในการขนส่งสินค้าต่าง ๆ ขยะจากห้องเครื่องยนต์ วัสดุที่ใช้ห่อหุ้มสินค้า เช่น เชือก พลาสติก และกล่องใส่วัสดุ นอกจากนี้ยังมีภาชนะที่ใช้บรรจุน้ำมัน ผงซักฟอก
2.จากการพัดพาโดยแม่น้ำ (Riverine transport)	ขยะที่เป็นของแข็งจากอาคารบ้านเรือนหรือจากแหล่งอื่นจะมีการรวบรวมไว้ในสถานที่จัดทิ้งขยะบริเวณใกล้ริมฝั่งแม่น้ำสามารถถูกชะล้างลงแม่น้ำได้โดยเฉพาะในช่วงน้ำขึ้นหรือฝนตกหนัก	จากเรือประมง (Fishing vessels)	อวนจับสัตว์น้ำ เชือก ลังปลา อุปกรณ์ดักจับปู และกุ้ง ถังมือยาง ภาชนะบรรจุ น้ำมันและ ผงซักฟอก
3.จากการปล่อยน้ำเสียจากชุมชนที่ปราศจากการบำบัดตามเมืองและชุมชนที่อยู่ตามชายฝั่งทะเล (Discharge of untreated municipal sewage)	ในบางพื้นที่มีการรวมเอาระบบน้ำทิ้งกับท่อน้ำทิ้งที่มาจากห้องน้ำห้องส้วมเข้าด้วยกัน ทำให้ของเสียที่เป็นขยะจากห้องสุขา (Sewage related waste) ที่ประกอบไปด้วยอุจจาระ ผ่าอนามัย สำลี ผ้าอ้อม ถังยางอนามัย รวมถึง	จากเรือเพื่อการทหารและการวิจัย (Military fleets and research vessel)	ชนิดของขยะส่วนใหญ่คล้ายกับขยะที่เกิดขึ้นจากเรืออื่น ๆ บางครั้งมีการทิ้งวัสดุที่เกี่ยวข้องอาวุธยุทธโธปกรณ์ต่าง ๆ ลงสู่ทะเล

ตารางที่ 2.1 การจำแนกแหล่งที่มาของขยะทะเล (ต่อ)

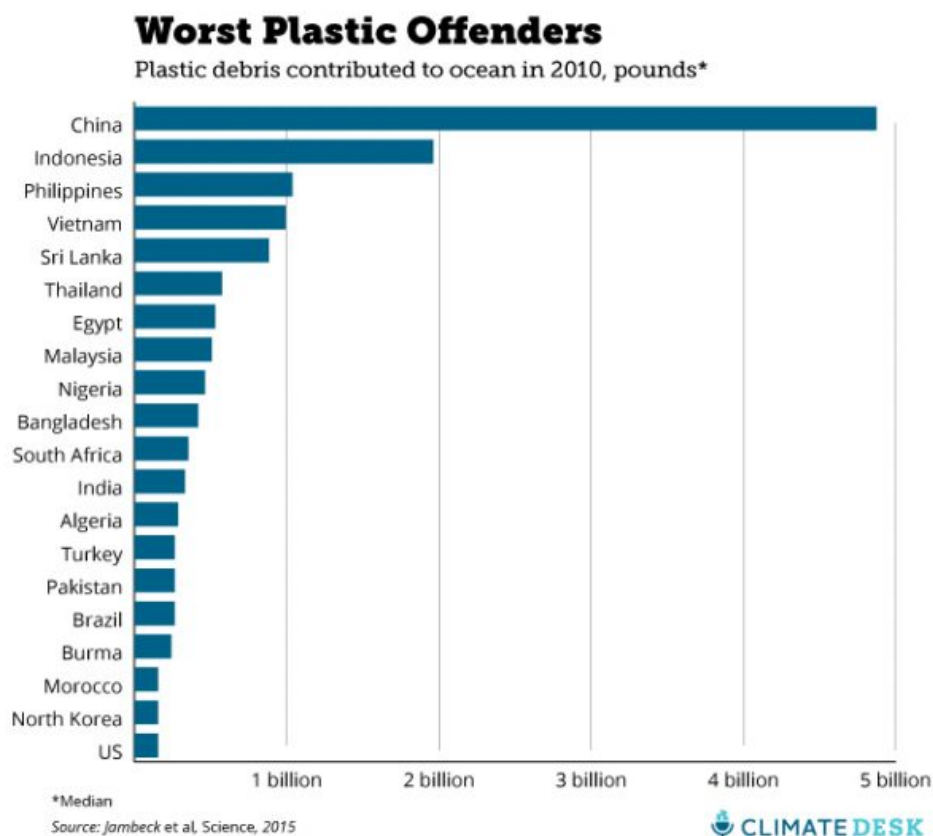
ขยะที่เกิดขึ้นบนแผ่นดิน		ขยะที่เกิดขึ้นในมหาสมุทร	
ขยะที่พบ	แหล่งที่เกิด	ขยะที่พบ	ขยะที่พบ
	สิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องน้ำและห้องส้วม ปะปนลงสู่แม่น้ำและทะเล		
4.กากของเสียและน้ำทิ้งที่ปราศจากการบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรม	วัตถุดิบในโรงงานมีการผลิตพลาสติก โรงงานอุตสาหกรรมและจากการขนส่งทางทะเล การปล่อยน้ำทิ้งที่ปราศจากการบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรม ขยะอื่น ๆ ที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมและมีการทิ้งในบริเวณกำจัดขยะแล้วมีการปนเปื้อนลงสู่ทะเล ได้แก่ เศษวัสดุจากกระบวนการผลิต วัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อ และผลผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน เป็นต้น	แท่งขูดเจาะแก๊สและน้ำมัน	4.กากของเสียและน้ำทิ้งที่ปราศจากการบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรม
5.จากการท่องเที่ยวและการพักผ่อนชายทะเล (Coastal tourism and recreation)	ถุงพลาสติก กระป๋อง เครื่องดื่ม ของเล่น และก้อนบูหรือลงสู่ชายหาด หลังจากนั้นกระแสน้ำและกระแสน้ำก็พัดหอบลงสู่ทะเล	จากฟาร์มเลี้ยงปลาในทะเล (Fish farming installations)	อวนที่ประกอบเป็นกระชัง วัสดุที่ใช้ในการสร้างฟาร์ม และถุงอาหารสัตว์น้ำ เป็นต้น

ที่มา: (Salm & Clark, 2006)

2.2 ขยะพลาสติก

ขยะพลาสติก คือ เป็นขยะที่ทนต่อการสลายตัวในทะเล เป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้ยาก มีความคงสภาพสูง ต้องใช้เวลาในการย่อยสลายอยู่ในช่วง 10 – 600 ปี ขึ้นอยู่กับประเภทของพลาสติกตามตารางที่ 2.2 (ชาญชัย คหาปนะ, 2561) ทำให้ขยะพลาสติกตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมค่อนข้างนาน กระบวนการแสงแดด ลม น้ำขึ้นน้ำลง คลื่น เป็นต้นปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ทำให้ขยะพลาสติกชิ้นใหญ่ถูกย่อยสลายผุพังเป็นชิ้นเล็กๆ (ฐานข้อมูลความรู้ทางทะเล, ม.ป.ป.)

ในปัจจุบันพวกบรรจุภัณฑ์พลาสติกหรืออุปกรณ์พลาสติกเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวัน จึงทำให้การผลิตพลาสติกจากทั่วโลกมีอัตราเติบโตเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.6 ต่อปีอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี 2493 ที่อัตราการผลิต 1.5 ล้านตันต่อปี เพิ่มเป็นมากกว่า 330 ล้านตันต่อปี ทำให้ในปัจจุบันมีพลาสติกถูกผลิตขึ้นมากถึง 9 พันล้านเมตริกตัน ซึ่งในปัจจุบันนี้พลาสติกเหล่านี้กำลังส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ทั้งทางบกและทะเล ในแต่ละปีมีขยะพลาสติกมากกว่า 8 ล้านตันจากทั่วโลกถูกทิ้งลงมหาสมุทร ร้อยละ 5 จะเห็นขยะเป็นชิ้นส่วนลอยในทะเล ส่วนที่เหลือจมอยู่ใต้มหาสมุทร ซึ่งจากการสำรวจพบว่าประเทศไทยติดอันดับ 6 ของโลกที่มีขยะพลาสติกมากที่สุดในทะเล ดังแสดงในรูปที่ 2.1 (ชาญชัย คหาปนะ, 2561)



รูปที่ 2.1 อันดับของประเทศที่ทิ้งขยะลงสู่ทะเล

ที่มา: (ชาญชัย คหาปนนะ, 2561)

การใช้พลาสติกและวัสดุสังเคราะห์ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงปริมาณขยะในทะเล พบขยะในทะเลที่เป็นพลาสติกสูงถึง 60-80% แต่ในหลายพื้นที่พบขยะในทะเลที่เป็นพลาสติกอยู่สูงถึง 90-95% ของปริมาณขยะทั้งหมด พลาสติกส่วนใหญ่มาจากการใช้ทั้งอุปโภคและบริโภคบนพื้นดิน เนื่องจากพลาสติกมีน้ำหนักเบาและลอยน้ำได้โดยกระแสน้ำและกระแสนลมไปก่อให้เกิดปัญหามลภาวะในพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลได้ระยะเวลาในการย่อยสลายตัวของพลาสติกนั้น จะใช้เวลาย่อยสลายค่อนข้างนาน เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล เช่น นกทะเล เต่าทะเล ปลาแมวน้ำ ปลาวาฬ พยูน สิงโตทะเล รวมถึงสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ในทะเล อันตรายที่เกิดขึ้นจากการที่มีสัตว์ทะเลกิน กินเข้าไปทำให้ส่งผลกระทบต่อกรย่อยอาหาร ระบบย่อยอาหาร (Ingestion system) ของสัตว์ทะเล อีกทั้งการที่สัตว์ทะเลเข้าไปติดหรือหรือการที่เศษวัสดุบางชนิดไปรัดร่างกายของสัตว์ (Entanglement) อีกด้วย ซึ่งจากการวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นพบว่า ขยะที่พบในทะเลมาก

ที่สุด คือ ขยะพลาสติก อีกทั้งพลาสติกยังเป็นแหล่งสะสมสารพิษต่าง เนื่องจากพลาสติกมีความสามารถดูดซับสารพิษจากน้ำทะเลไว้ โดยสารพิษที่พบบ่อยเป็นพิเศษในขยะพลาสติก ได้แก่ สาร Polychlorinated biphenyl (PCBs) สาร Dichlorodiphenyldichloroethane (DDE) สาร Nonylphenols (NP) เม็ดพลาสติกกว่า 70% ถูกกินโดยนกทะเล (Seabirds) ในตระกูลสัตว์ชั้นสูงของระบบห่วงโซ่อาหารนั้นพบเม็ดพลาสติกที่มีความเข้มข้นสูงในกระเพาะอาหารหลังจากการล่าเหยื่อ โดยสารพิษที่สะสมอยู่ในพลาสติกส่งผลให้เกิดการสะสมในสัตว์และพบการสะสมเพิ่มขึ้นตามระดับของห่วงโซ่อาหาร (Bioaccumulation) ขยะที่ผลิตจากวัสดุที่คงทนต่อการสลายตัว (Persistent materials) เช่น พลาสติก แก้ว และโลหะ สามารถลอยอยู่บนผิวน้ำและมีการเคลื่อนย้ายเป็นระยะทางที่ไกล บางครั้งสามารถพบได้ในพื้นที่ไกลออกไปจากสถานที่ที่เกิดขยะพลาสติกและเป็นบริเวณที่ไม่ใช่เส้นทางเดินเรือ ทั้งนี้เนื่องจากการเคลื่อนย้ายโดยกระแสน้ำ (Transportation by currents) ระยะเวลาการย่อยสลายของขยะประเภทต่าง ๆ จะแตกต่างกันตามชนิดและประเภท ดังแสดงในตารางที่ 2.2 (Salm & Clark, 2006)

ตารางที่ 2.2 ระยะเวลาการย่อยสลายขยะประเภทต่าง ๆ ที่พบในทะเลและชายฝั่ง

ขยะ	ระยะเวลาการย่อยสลาย
ผ้าฝ้าย	1-5 เดือน
เชือก	3-14 ปี
ไม้	13 ปี
กระป๋องอลูมิเนียม	200-300 ปี
ขวดพลาสติก	450 ปี
โฟม	500 ปี
ขวดแก้ว	ไม่สามารถย่อยสลายได้

ที่มา : (Salm & Clark, 2006)

2.2.1 ไมโครพลาสติก (Microplastics)

ไมโครพลาสติกคือ พลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร ลักษณะการเกิดไมโครพลาสติกนั้นมาเกิดจากการย่อยสลาย การผุพังของพลาสติกที่มีชิ้นใหญ่ และมาจากการผลิตพลาสติกต่าง ๆ และการผลิตพลาสติกต่าง ๆ นอกจากนี้พลาสติกถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง (cosmetic products) และผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับสุขภาพ (health care products) จากรายงานขององค์การสหประชาชาติพบเม็ดพลาสติกดลอยอยู่ 13,000 เม็ดต่อพื้นที่ทุก ๆ 1 ตารางไมล์หรือประมาณ 2.6 ตารางกิโลเมตรของ คุณสมบัติเฉพาะของเม็ดพลาสติกสามารถดูดซับสารพิษได้ดีและการสะสมสารโพลีคลอไรด์ไบฟีนิล (PCBs) หรือไดคลอโรไดฟีนิลไตรคลอโรอีเทน (DDT) และสารพิษอื่น ๆ ที่ตกค้างในสิ่งแวดล้อมอย่างยาวนานไว้ในปริมาณที่เข้มข้น (ฐานข้อมูลความรู้ทางทะเล, 2562) โดยสามารถแบ่งประเภทของไมโครพลาสติกตามแหล่งที่มาตามหลักการแบ่งของ Cole *et al.* (2011) ได้ 2 ประเภทดังต่อไปนี้

ก. ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ (Primary microplastic)

ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ คือ ไมโครพลาสติกที่ถูกผลิตให้มีขนาดเล็กตั้งแต่แรก ๆ โดยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตถูกนำมาใช้ในครัวเรือน และอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น เม็ดพลาสติกที่อยู่ในน้ำยาซักผ้า ยาสีฟัน โฟมล้างหน้า หรือเครื่องสำอาง (plastic scrub) เม็ดพลาสติกที่ถูกบรรจุลงในเครื่องสำอางอาจจะมีขนาดน้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตร หรือบางครั้งอาจจะเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร เม็ดพลาสติกที่เป็นวัสดุตั้งต้นจะมีรูปร่าง ขนาดและองค์ประกอบที่แตกต่าง เช่น พลาสติกประเภทเอทีลีน กับพลาสติกประเภทโพรพิลีนที่มีลักษณะรูปทรงปกติ และพลาสติกประเภทโพลีสไตรีนที่มีลักษณะรูปทรงกลม เป็นต้น ซึ่งไมโครพลาสติกประเภทนี้สามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมทางทะเลได้โดย การทิ้งของเสียโดยตรงจากบ้านเรือนสู่แหล่งน้ำและไหลสู่ทะเล เช่น สครับที่ใช้ล้างหน้าที่ผสมอยู่ โฟมล้างหน้า เส้นใยจากผ้าใยสังเคราะห์จากการระบายน้ำทิ้ง จากการซักผ้า นอกจากนี้ยังมีกรณีของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่างขนส่งวัตถุดิบในทะเล เช่น ในกรณีของเม็ดพลาสติก (plastic pellet) (Cole *et al.*, 2011)

ข. ไมโครพลาสติกทุติยภูมิ (Secondary microplastic)

ไมโครพลาสติกทุติยภูมิ คือ ไมโครพลาสติกที่เกิดจากพลาสติกชิ้นใหญ่หรือแมคโครพลาสติก (macropkastic) กระบวนการเกิดไมโครพลาสติกเกิดขึ้นโดยรังสีอัลตราไวโอเล็ตใน

แสงแดดเกิดการออกซิเดชันของโพลิเมอร์และเกิดการแตกตัวและย่อยสลายของพลาสติก ทำให้สารแต่งเติมในพลาสติกหลุดออกมาส่งผลทำให้โครงสร้างของพลาสติกเกิดการแตกตัวจนมีขนาดที่เล็กมาก นอกจากนี้การสะสมตัวของไมโครพลาสติกเป็นระยะเวลานานอาจทำให้ไมโครพลาสติกแตกตัวเป็นนาโนพลาสติก นอกจากนี้ยังมีกระบวนการอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดไมโครพลาสติกอีกด้วย เช่น พลังงานจากคลื่น การฉีกขาดของพลาสติก และการบดพลาสติกอีกด้วย อีกทั้งการเกิดไมโครพลาสติกนี้อาจเกิดความเสี่ยงต่อการเข้าไปยังห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิตอีกด้วย (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557)

2.2.2 ลักษณะของไมโครพลาสติกที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต

Wright *et al.* (2013) รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบของลักษณะต่าง ๆ ไมโครพลาสติกต่อสิ่งมีชีวิต ได้อธิบายถึงผลกระทบของลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติก เช่น ขนาด ความหนาแน่น สี โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. ขนาด

ขนาดของขยะไมโครพลาสติกมีผลต่อการเข้าไปในร่างกายของสิ่งมีชีวิตส่วนในการเข้าไปสู่สิ่งมีชีวิต เพราะขยะไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กซึ่งมีแนวโน้มที่จะปนเปื้อนในสิ่งมีชีวิตที่นอกจากมีพฤติกรรมการบริโภคของสิ่งมีชีวิตเป็นส่วนสำคัญที่จะนำพลาสติกเข้าสู่ร่างกาย เช่น วาฬบาลีน (Baleen whale) สามารถกรองน้ำได้มากถึง 70,000 ลิตรโดยประมาณ ทำให้มีความเสี่ยงที่จะบริโภคพลาสติกเข้าสู่ร่างกายและอวัยวะมากกว่าสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่มีรูปแบบการกินอาหารแบบอื่น (Wright *et al.*, 2013)

ข. ความหนาแน่น และชนิดของพลาสติก

ความหนาแน่นของขยะไมโครพลาสติกส่งผลให้ปริมาณพลาสติกในน้ำและตะกอนดินและชนิดของพลาสติกที่แตกต่างกัน รวมไปถึงสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันจะได้รับพลาสติกที่แตกต่างกันอีกด้วย โดยสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณส่วนบนของน้ำ จะมีแนวโน้มที่ปนเปื้อนพลาสติกที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ เช่น โพลีเอทิลีน (PE) ที่มีความหนาแน่น 0.91-0.94 g/cm³ แต่สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดิน จะมีแนวโน้มที่ปนเปื้อนพลาสติกที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ เช่น พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) ที่มีความหนาแน่น 1.38 g/cm³ เป็นต้น (Wright *et al.*, 2013)

ค. สี

การเลือกกินอาหารของสิ่งมีชีวิตเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ฉะนั้นสีของไมโครพลาสติกจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรตระหนัก เนื่องจากสีของไมโครพลาสติกนั้นอาจจะมีลักษณะคล้ายกับอาหารของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตที่มีระบบประสาทในการรับรู้ภาพและสี เช่น ปลาเศรษฐกิจที่สำคัญในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือที่บริโภคแพลงก์ตอนและสัตว์ที่มีขนาดเล็ก พบขยะไมโครพลาสติกสีขาวและเหลืองมาก จึงเป็นไปได้ว่าอาจจะบริโภคขยะไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กและสีที่ใกล้เคียงกับเหยื่อที่มีสีขาว สีเหลืองและสีน้ำตาล (Wright *et al.*, 2013) จากรายงานการศึกษาพบว่าในบริเวณอ่าวเนียนติกพบว่าปลามีปริมาณของเม็ดโฟมสีขาวมาก อาจเนื่องมาจากเม็ดโฟมมีลักษณะใกล้เคียงเหยื่อของปลา (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน, 2557)

2.3 ประเภทของพลาสติก

พลาสติกหรือเม็ดพลาสติก คือ สารประกอบอินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้นมา ใช้แทนวัสดุธรรมชาติ พลาสติกบางรูปแบบเมื่อโดนความร้อนจะอ่อนตัวหรือบางรูปแบบจะแข็งตัวถาวร เมื่อพลาสติกเย็นตัวตัวลงจะเกิดการแข็งตัว เช่น ยางเทียม และไนลอนเป็นพลาสติกที่นำมาใช้การทำวัสดุต่าง ๆ เช่น ภาชนะ เสื้อผ้า ข้าวของเครื่องใช้ต่าง ๆ ส่วนประกอบของยานพาหนะหรือฟิล์มยืด ซึ่งหากแบ่งประเภทของพลาสติกตามคุณสมบัติด้านความร้อน สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ เทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตติง (อัลวานีย์ สติรั๊กซ์, 2563)

2.3.1 เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic)

เทอร์โมพลาสติกหรือเรซิน เป็นพลาสติกที่ถูกนำมาใช้มากมาย เนื่องจากคุณสมบัติของพลาสติกชนิดนี้ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ สามารถฉีดขึ้นรูปได้ เนื่องจากพลาสติกชนิดนี้เมื่อโดนความร้อนจะเกิดการอ่อนตัวลงแต่จะแข็งตัวเมื่ออุณหภูมิเย็นลง ลักษณะโครงสร้างของพลาสติกชนิดนี้มีลักษณะเป็นโซ่ตรง เมื่อพลาสติกชนิดนี้ถูกอัดแรงเข้าไปโครงสร้างเดิม

จะไม่ถูกทำลายเนื่องจากการเชื่อมต่อกันระหว่างโพลิเมอร์ค่อนข้างน้อย(อัลวานีย์ สติร์กซ์, 2563) สามารถแบ่งพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกได้ดังนี้

ก. พอลิเอทิลีน (Polyethylene: PE) คือ เม็ดพลาสติกที่ไอน้ำและอากาศสามารถซึมผ่านได้เล็กน้อย มีคุณสมบัติทนต่อความร้อน ความชื้น นำมาใช้ในการผลิตท่อน้ำ ถัง ขวดหรือแพนรองรับสินค้า

ข. พอลิสไตรีน (Polystyrene: PS) คือ เม็ดพลาสติกที่มีความโปร่งใสและเปราะ มีคุณสมบัติทนต่อต่างและกรด ใช้ในการทำเครื่องใช้สำนักงาน ชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ

ค. พอลิโพรพิลีน (Polypropylene: PP) คือ เม็ดพลาสติกที่มีคุณสมบัติทนต่อสารไขมันและความร้อน ใช้ในการการผลิตถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุอาหาร และหลอดดูดพลาสติก

ง. SAN (Styrene-acrylonitrile) คือ พลาสติกที่มีโปร่งใส ใช้ในการผลิตชิ้นส่วน เครื่องใช้ไฟฟ้าและชิ้นส่วนยานยนต์

จ. ABS (Acrylonitrile-butadiene-styrene) คือ พลาสติกที่ทนต่อสารเคมี มีลักษณะเหนียวและโปร่งใส ใช้ในการผลิตถ้วย ถาด และจาน เป็นต้น

ฉ. พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride: PVC) คือ พลาสติกที่มีลักษณะใส ใช้ทำภาชนะที่ป้องกันได้เป็นอย่างดี เช่น ใช้ในการผลิตขวดบรรจุเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เบียร์ ขวดไวน์ ขวดที่ใช้ในการบรรจุไขมันปรุงอาหารหรือน้ำมัน รวมไปถึงแผ่นพลาสติกต่าง ๆ

ช. พอลิเอทิลีนเทเรพทาเลต (Polyethylene terephthalate: PET) คือ พลาสติกที่มีลักษณะเหนียวมากและโปร่งใส มีราคาสูง ใช้สำหรับทำแผ่นฟิล์มบาง ๆ สำหรับบรรจุอาหารและแผ่นฟิล์มยืด

ซ. ไนลอน (Nylon) คือพลาสติกที่เหนียว มีคุณสมบัติทนต่อความร้อนและทนต่อการเพิ่มอุณหภูมิ ใช้ในการผลิตถุงพลาสติก

ณ. พอลิคาร์บอเนต (Polycarbonate: PC) คือพลาสติกที่มีความแข็ง โปร่งใส มีคุณสมบัติทนต่อแรงกระแทกและแรงยึด ทนต่อกรดแต่ไม่ทนด่าง ทนต่อความร้อนได้ดี ใช้ในการผลิตถ้วย จาน ขาม ขวดบรรจุอาหารของเด็ก (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน, 2557)

2.3.2 เทอร์โมเซตติง (Thermosetting)

เทอร์โมเซตติง มีลักษณะโครงสร้างของพลาสติกชนิดนี้เป็นร่างแห มีคุณสมบัติที่ทนทาน ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและปฏิกิริยาทางเคมีได้ดี ทำให้เกิดคราบและรอยเปื้อนได้ยาก ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้เนื่องจากทนต่อความร้อนและความดัน พลาสติกชนิดนี้เมื่อโดนความร้อนที่มีอุณหภูมิสูง ๆ จะเกิดการแตกและไหม้จนกลายเป็นขี้เถ้า ฉะนั้นการขึ้นรูปพลาสติกชนิดนี้ต้องใช้ความร้อนสูงและแรงอัดที่มาก ทำให้พลาสติกชนิดนี้ไม่สามารถรีไซเคิลได้ (อัครานีย์ สติรักษ์, 2563) สามารถแบ่งพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติงได้ดังนี้

ก. เมลามีน ฟอรัมาลดีไฮด์ (Melamine formaldehyde) คือ พลาสติกที่มีคุณสมบัติทนทาน เช่นทนแรงกระแทก ทนแรงดัน ทนความร้อนและทนปฏิกิริยาได้อย่างดี ทำให้เกิดคราบและรอยเปื้อนค่อนข้างยาก ใช้ในการผลิตภาชนะบรรจุวัสดุต่าง ๆ พลาสติกชนิดนี้มีความสวยงามและสีเรียบดูดี

ข. ฟีนอลฟอรัมาลดีไฮด์ (Phenol-formaldehyde) คือ พลาสติกที่มีคุณสมบัติต้านทานต่อตัวทำละลาย สารละลายเกลือและน้ำมัน ใช้ในการผลิตฝาจุขวดและหม้อ

ค. อีพ็อกซี (Epoxy) ใช้ในการเคลือบผิวของอุปกรณ์ภายในเครื่องยนต์ ใช้เชื่อมส่วนต่าง ๆ ที่เป็นแก้ว เซรามิกและโลหะ อีกทั้งยังมีการใช้ทำปูนขาว วัสดุซีเมนต์ และเคลือบผิวถนนเพื่อป้องกันความลื่น

จ. พอลิเอสเตอ์ (Polyester) ใช้ในการเคลือบผิวพลาสติกประเภทฟิล์มยืดและยางขวดน้ำ เส้นใย

ฉ. พอลิยูรีเทน (Polyurethane) ใช้ในการทำกาว ยางและพลาสติก นอกจากนี้ยังนำไปใช้ในการผลิตน้ำมันชักเงาอีกด้วย (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน, 2557)

2.4 ผลกระทบของพลาสติก

2.4.1 ผลกระทบต่อสัตว์ทะเล

กรณีการผูกมัด เมื่อมีเศษพลาสติกบางชนิดเข้าไปผูกมัดร่างกายของสัตว์ทะเล (Entanglement) ทำให้ส่งผลกระทบต่อสัตว์ได้ เมื่อไปผูกมัดกับลำตัวของสัตว์ส่งผลกระทบต่อสัตว์ว่ายน้ำไม่ได้อาจไปส่งผลกระทบต่ออวัยวะเติบโต เมื่อสิ่งเหล่านั้นติดตัวสัตว์ทะเลนานตลอดชีวิตจนทำให้มีการสร้างเนื้อเยื่อมาปกคลุม และตายในที่สุด เช่น เศษอวน เป็นต้น สัตว์ทะเลบางชนิดมีการใช้เศษขยะเป็นวัสดุสร้างรัง วัสดุกำบัง หรือบางชนิดว่ายน้ำไปติดกองขยะ เช่น กระจัง ขวด และลอบดัก สัตว์น้ำที่ทิ้งไว้ เป็นต้น ซึ่งบางครั้งสัตว์ทะเลไม่สามารถออกมาจากวัสดุเหล่านั้นได้ทำให้สัตว์ตายในที่สุด (สุวัจน์ ธีรุต, 2557)

กรณีการกิน เมื่อสัตว์มีการกินพลาสติกเข้าไปทำให้ส่งผลกระทบต่อกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ผิดปกติ (Ingestion) เมื่อสัตว์ได้กลืนกินพลาสติกที่มีลักษณะแหลมหรือคมเข้าไป ทำให้อาจไปติดค้างในหลอดอาหารทำให้ระบบการหายใจขัดข้อง เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินอาหารของสัตว์ และตายในเวลาต่อมา เช่น เต่าทะเลกินถุงพลาสติกเข้าไปเนื่องจากถุงพลาสติกมีลักษณะใสเหมือนแมงกะพรุนทำให้เต่าทะเลเข้าใจผิดว่าเป็นแมงกะพรุน หรือกทะเลกินเม็ดพลาสติกเข้าไปเนื่องจากเม็ดพลาสติกมีลักษณะคล้ายตัวอ่อนของปูหรือไข่ปลา ทำให้ทะเลเกิดการเข้าใจผิดว่าเป็นตัวอ่อนของปูหรือไข่ปลา เป็นต้น (สุวัจน์ ธีรุต, 2557)

2.4.2 ผลกระทบต่อระบบนิเวศ

การทิ้งขยะพลาสติกในทะเลทำให้ขยะส่วนหนึ่งลอยเป็นแพบนผิวน้ำในทะเล และบางส่วนไปจมลงไปสู่ใต้ท้องทะเลและอาจฝังอยู่ในดิน เป็นต้น ทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและห่วงโซ่อาหารอาหาร (Food web) เมื่อขยะต่าง ๆ ที่ทิ้งลงสู่ทะเลเมื่อจำนวนมากขึ้นทำให้ขยะลอยเป็นแพบนผิวน้ำในทะเล ส่งผลให้แสงแดดส่องลงไปไม่ถึงแพลงก์ตอนและสาหร่ายที่อยู่ด้านล่าง ซึ่งสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดนี้เป็นผู้ผลิตในสายใยอาหารโดยใช้ออกซิเจน คาร์บอนและแสงแดด ทำให้แพลงก์ตอนและสาหร่ายอาจตายลง ทำให้ส่งผลกระทบต่อสายใยอาหารด้วย สัตว์ที่กินแพลงก์ตอนและสาหร่ายเป็นอาหาร อาจไม่มีอาหารกิน เมื่อขาดอาหารทำให้สัตว์ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ และเมื่อเวลาผ่านไป

ทำให้พลาสติกชิ้นใหญ่เกิดการแตกหักและกระจายสู่ท้องทะเล เกิดเป็นเม็ดพลาสติกขนาดเล็ก (microplastic) หรือเม็ดพลาสติกที่มาจากเครื่องสำอางต่าง ๆ เป็นต้น พลาสติกเหล่านี้ทำให้เกิดสะสมและกระจายสารพิษลงสู่ท้องทะเลยังส่งผลกระทบต่อปลาและนกทะเลที่กินเม็ดพลาสติกเข้าไป ทำให้ส่งผลกระทบต่อกระบวนการย่อยเกิดการอุดตันของทางเดินอาหาร หรือเป็นพิษต่อร่างกายจนทำให้เสียชีวิต สารพิษที่ตกค้างอยู่ในเนื้อเยื่อก็ส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารจากสัตว์ทะเลขนาดเล็กถึงปลาตัวโตและถึงสัตว์ผู้ล่าที่อยู่ปลายสุดซึ่งมีมนุษย์รวมอยู่ด้วย อีกทั้งพลาสติกยังสามารถดูดซึมสารพิษได้ เช่น PCB ที่อยู่ในน้ำทะเลซึ่งสามารถเข้าสู่สายใยอาหารได้ เมื่อสาหร่ายขนาดเล็ก (Microalgae) และแพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton) มีการดูดซึมหรือกลืนกินพลาสติกที่ดูดซึมสารเข้าไป ส่งผลให้มีการสะสมสารเหล่านี้เพิ่มขึ้นตามระดับของห่วงโซ่อาหารในทะเล (ฐานข้อมูลความรู้ทางทะเล, ม.ป.ป.)

2.4.3 ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม

ขยะพลาสติกเมื่อเข้าไปขัดขวางเรือประมงและเครื่องมือประมง ก่อให้เกิดปัญหาและความเสียหายทั้งเรือประมงและเครื่องมือประมง เศษอวนเก่าที่ทิ้งในทะเลสามารถก่อให้เกิดความเสียหายกับเรือประมง เช่น ติดพันกับใบจักร สมอเรือ เพลาชับเรือ เป็นต้น นอกจากนี้เศษพลาสติกและถุงพลาสติกสามารถเข้าไปอุดตันทางน้ำเข้าของระบบหล่อเย็นของเครื่องจักรบนเรือ ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากขยะยังส่งผลโดยอ้อมต่ออุตสาหกรรมประมงโดยอาจทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเรือและเครื่องมือประมงที่เสียหายอันเนื่องมาจากขยะจากการศึกษาในประเทศญี่ปุ่น พบว่าต้องเสียค่าใช้จ่ายปีละประมาณ 50 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ในการซ่อมแซมเรือประมงที่เกิดความเสียหายจากขยะในทะเล (สุวัจน์ ธีรยุทธ, 2557)

2.5 การวิเคราะห์ขยะไมโครพลาสติกด้วยเทคนิคไมโครฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (Micro Fourier Transform Infrared Spectrometer (μ FT-IR))

μ FT-IR ใช้บันทึกพิกในอินฟราเรดสเปกตรัม (IR Spectrum) เพื่อใช้ในการหาหมู่ฟังก์ชันของสารเคมี เช่น สารสังเคราะห์ สารสกัดจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (พืช สมุนไพร สัตว์) ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ พลาสติก พอลิเมอร์ เป็นต้น โดยการเลือกเทคนิคในการวิเคราะห์นั้นขึ้นกับคุณสมบัติของสาร โดยหลักการของ μ FT-IR จะใช้การดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของตัวอย่างที่มีความถี่ต่าง ๆ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละพันธะ เมื่ออุณหภูมิที่สูงกว่าศูนย์องศาเซลเซียสจะทำให้อะตอมทุกตัวในโมเลกุลเกิดการสั่นตลอดเวลา เมื่อความถี่ของการสั่นมีค่าเท่ากับความถี่ของรังสีอินฟราเรดที่ฉายมายังโมเลกุล ทำให้เกิดการดูดกลืนของรังสี ทำให้จำนวนแถบการดูดกลืนของรังสีมีค่าไม่เท่ากับการสั่นของโมเลกุลทั้งหมด โดยจะมีค่าลดลงเพราะมีบางแถบพลังงานที่ไม่ตอบสนองต่อในช่วงคลื่นรังสีอินฟราเรด ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก ของเครื่องมือวัด 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แหล่งกำเนิดรังสีของ Infrared Spectrometer คือสารเฉื่อยที่ทำให้เกิดความร้อนมีอุณหภูมิ 1,000-1,800 องศาเซลเซียส ส่วนที่ 2 ตัวแยกรังสีแบบ Interferometer ทำหน้าที่แยกลำรังสี เกิด Path difference ระหว่างลำแสง จากนั้นทำการรวมสัญญาณการแทรกสอดและส่วนที่ 3 เครื่องตรวจวัด มีหน้าที่ประมวลผลสัญญาณการแทรกสอดที่ส่งผ่านมาจากตัวแยกรังสี

2.6 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ขยะไมโครพลาสติกถือเป็นสารมลพิษที่ก่อให้เกิดความกังวลระดับโลกและยังส่งผลกระทบต่อในสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงมีงานวิจัยหลากหลายที่ศึกษาขยะไมโครพลาสติกดังต่อไปนี้

Manalu *et al.*, (2017) ได้ศึกษาขยะไมโครพลาสติกในตะกอนชายฝั่งบริเวณอ่าวจาการ์ตาประเทศอินโดนีเซีย เพื่อระบุและหาปริมาณชนิดและขนาดของขยะไมโครพลาสติกในตะกอนของอ่าวจาการ์ตา ตัวอย่างตะกอนถูกเก็บสองครั้งในเดือนธันวาคม 2558 และมกราคม 2559 ในบริเวณพื้นที่แม่น้ำ Pluit และ Ancol โดยพบว่าปริมาณของขยะไมโครพลาสติกมีจำนวนสูงมาก

ตั้งแต่ 18,405 ถึง 38,790 ชิ้น/กก. ชิ้นส่วนที่มีขนาด 100-500 ไมครอนเป็นขยะไมโครพลาสติกที่มีมากที่สุดทั้งสองพื้นที่ ส่วนใหญ่ของโพลีเมอร์ที่พบในตะกอนคือโพรพิลีนความหนาแน่นต่ำ (PP)

Munari *et al.*, (2017) ได้ทำการศึกษาขยะไมโครพลาสติกในตะกอนของอ่าวเทอร์รา นอร์เวย์ที่บริเวณรอสส์ซี, แอนตาร์กติกา เพื่อตรวจสอบการเกิดและขอบเขตของการปนเปื้อนพลาสติก โดยการนับเศษพลาสติกที่สกัดจากตัวอย่างตะกอน 31 ตัวอย่าง ซึ่งน้ำหนักและระบุมุมฟังก์ชันของขยะไมโครพลาสติกโดยใช้เครื่องมือ Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) และจัดบันทึกเศษขยะทั้งหมดได้ 1,661 ชิ้น (3.14 กรัม) จากตัวอย่างตะกอน 31 ตัวอย่าง พบว่าอนุภาคพลาสติกในกลุ่มตัวอย่างมีความยาวตั้งแต่ 0.3 ถึง 22 มม. พบเศษพลาสติกมากที่สุดคือเส้นใยพบขยะไมโครพลาสติก (<5 มม.) 78.4% ของเศษพลาสติก และโพลีเมอร์ 9 ชนิดที่พบได้แก่คือ สไตรีนบิวทาไดอีน - สไตรีนโคพอลิเมอร์ (SBS) เป็นวัสดุที่พบมากที่สุด (94.13% โดยน้ำหนัก)

Thushari *et al.*, (2017) ได้ศึกษาผลของขยะไมโครพลาสติกต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ฝังในชายฝั่งตะวันออกของประเทศไทย การศึกษาครั้งนี้ประเมินการปนเปื้อนของขยะไมโครพลาสติกของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีอยู่มากที่สุด 3 ชนิดและไม่มีกระดูกสันหลัง (Rock) (หอยนางรม: *Saccostrea forskalii*, Barnacle ทราย: *Balanus amphitrite*, หอยขม: *Littoraria sp.*) ใน 3 ชายหาดของชายฝั่งตะวันออกของประเทศไทย ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการสะสมของขยะไมโครพลาสติกในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่อัตรา 0.2-0.6 ชิ้น/กรัม ระบุระดับมลพิษที่สูงขึ้นตามแนวชายฝั่ง สิ่งมีชีวิตให้อาหารกรองแสดงให้เห็นว่า อัตราการสะสมของขยะไมโครพลาสติกค่อนข้างสูง การศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการควบคุมมลพิษพลาสติกในพื้นที่ชายฝั่งไทย

Lee *et al.*, (2017) ได้ศึกษาลักษณะของเศษซากทะเลพลาสติกขนาดกลาง (5-25 มม.) บนชายหาด 20 แห่งในเกาหลี พบว่าค่าเฉลี่ยความอุดมสมบูรณ์คือ 13.2 ชิ้น/ตารางเมตรและน้ำหนักเฉลี่ยคือ 1.5 กรัม/ตารางเมตร พลาสติกแข็งและโฟมเป็นประเภทที่โดดเด่น สัดส่วนของพลาสติกแข็งและโฟมมีความแปรปรวนสูงคิดเป็นร้อยละ 0-100 ของจำนวนเศษซากทั้งหมดบนชายหาดที่กำหนด โดยมี 32% และ 48.5% (ตามจำนวน) โดยเฉลี่ยตามลำดับ

Mistri *et al.*, (2017) ได้ทำการศึกษาชนิดการเกิดและการกระจายของขยะไมโครพลาสติกในตะกอนจากทะเลเอเดรียติกตอนกลาง จากผลการศึกษาพบอนุภาคของขยะไมโครพลาสติกหลายชนิดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง อนุภาคขยะไมโครพลาสติกอยู่ในช่วงความยาว 1-30 มม. พบประเภท รูปร่าง และจำนวนมากที่สุดคือ เส้นใย (69.3%) ตามด้วยเศษ (16.4%) และฟิล์ม (14.3%)

ซึ่งจำนวนขยะไมโครพลาสติก (1-5 มม.) คิดเป็น 65.1% มีโซพลาสติก (5-20 มม.) คิดเป็น 30.3% และแมคโครพลาสติก (> 20 มม.) คิดเป็น 4.6% ของเศษซากพลาสติกทั้งหมดที่เก็บได้ พบโพลีเมอร์อยู่ 6 ชนิด โดยใช้เครื่องมือ Fourier Transform Infrared Spectrometer (FT-IR) ในการวิเคราะห์ และพบว่าพลาสติกส่วนใหญ่เป็นโพลีเอทิลีนและเอทิลีนไวนิลแอลกอฮอล์โคพอลิเมอร์

Maes *et al.*, (2017) ได้สำรวจการปนเปื้อนของขยะไมโครพลาสติกเกิดขึ้นในตะกอนของทะเลตื้นและลอยอยู่ที่ผิวน้ำทะเลของยุโรปตะวันตกเฉียงเหนือ จากผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของขยะไมโครพลาสติกในตะกอนอยู่ระหว่าง 0 และ 3,146 ชิ้น/กก. (น้ำหนักตะกอนแห้ง) ในตะกอนพบว่าเส้นใยและพลาสติกทรงกลม ส่วนใหญ่พบในขยะที่เป็นเศษชิ้นส่วนของผิวทะเล

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน, คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, (2557) ได้มีการสำรวจและจำแนกตัวอย่างขยะทะเลประเภทไมโครพลาสติกทั้งบนชายหาด ในตะกอนดินและหอยสองฝาที่อาศัยอยู่บริเวณชายหาดเจ้าหลาวและคู้งวิมาน จากผลการศึกษาพบว่าการแพร่กระจายของขยะไมโครพลาสติก โดยขยะประเภทไมโครพลาสติกบนชายหาดคู้งวิมานมีปริมาณมากกว่าชายหาดเจ้าหลาว ซึ่งมีปริมาณขยะไมโครพลาสติกบนชายหาดคู้งวิมานเป็นปริมาณในช่วงฤดูฝน 174 ± 31 ชิ้น/กก. และในช่วงฤดูแล้ง 272 ± 253 ชิ้น/กก. ซึ่งปริมาณขยะไมโครพลาสติกทั้ง 2 ชายหาดใกล้เคียงกัน ในขณะที่บริเวณชายหาดเจ้าหลาวมีปริมาณขยะไมโครพลาสติกบนชายหาดในช่วงฤดูฝน 103 ± 27 ชิ้น/กก. และในช่วงฤดูแล้ง 153 ± 46 ชิ้น/กก. ในส่วนของไมโครพลาสติกในตะกอนดินพบว่าการแพร่กระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดชั้นดิน 20 ซม. และปริมาณขยะไมโครพลาสติกที่พบทั้งสองชายหาดมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณขยะไมโครพลาสติกในตะกอนดินบริเวณชายหาดคู้งวิมานในช่วงฤดูฝน 43 ± 17 ชิ้น/กก. และในช่วงฤดูแล้ง 40 ± 24 ชิ้น/กก. ในขณะที่บริเวณในตะกอนดินชายหาดเจ้าหลาวพบปริมาณขยะไมโครพลาสติกในช่วงฤดูฝน 54 ± 20 ชิ้น/กก. และในช่วงฤดูแล้ง 42 ± 17 ชิ้น/กก. ส่วนในหอยสองฝาพบปริมาณขยะไมโครพลาสติกในบริเวณชายหาดคู้งวิมาน 3.6 ชิ้น/ตัว และในบริเวณชายหาดเจ้าหลาว 2.1 ชิ้น/ตัว ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ทั้งในส่วนของดินตะกอนและในส่วนของหอยสองฝา พบว่ารูปแบบของไมโครพลาสติกที่พบคือรูปแบบเส้นใย (Fiber) และลักษณะสีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีขาวขุ่น และสีขาว จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนของขยะไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม

ทางทะเลของประเทศไทย แต่เนื่องจากเป็นเพียงการศึกษาในเบื้องต้นจึงยังไม่สามารถบ่งชี้สถานการณ์และความรุนแรงของผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

Liu *et al.*, (2018) ได้ศึกษามลพิษซึ่งเกิดจากขยะไมโครพลาสติกและมีโซพลาสติกขนาดกลาง (5-25 มม.) ในดินที่เป็นพื้นที่การเกษตรในเขตชานเมืองของเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน จากแปลงผัก 20 แปลง โดยเก็บตัวอย่างดินซ้ำกันสามตัวอย่างในระดับตื้น (0-3 ซม.) และในระดับลึก (3-6 ซม.) ตามลำดับ ขยะไมโครพลาสติก (ขนาด 20 ไมครอน.-5 มม.) และมีโซพลาสติก (5 มม.-2 ซม.) ตรวจพบโดยใช้วิธีการสกัดความหนาแน่นโดยการย่อย 30% H₂O₂ โดยใช้เครื่องมือ micro-fourier transform infrared spectroscopy ผลการศึกษาพบว่าความชุกชุมของขยะไมโครพลาสติกเป็น 78.00±12.91 และ 62.50±12.97 ชิ้น/กก. ในตื้นและดินลึกตามลำดับ ในขณะที่พลาสติกขนาดกลางพบมากที่สุดที่ 6.75±1.51 และ 3.25±1.04 ชิ้น/กก. ในดินตื้นและลึก ในบรรดาขยะไมโครพลาสติกนั้นคิดเป็น 48.79% และ 59.81% มีขนาด <1 มม. ในระดับดินตื้นและลึก สันฐานวิทยาของขยะไมโครพลาสติก เช่น เส้นใย ชิ้นส่วนและฟิล์มส่วนใหญ่เป็นสีดำหรือโปร่งใส ยิ่งกว่านั้นพบว่าดินชั้นบนมีความเข้มข้นที่สูงขึ้นและขยะมีโซพลาสติก มีขนาดใหญ่ในระดับดินลึก นอกจากนี้ส่วนใหญ่ขยะไมโครพลาสติก ได้แก่ โพรพิลีน (50.51%) และโพลีเอทิลีน (43.43%)

Zhou *et al.*, (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับขยะไมโครพลาสติกโดยรวมตัวอย่างดินทั้งสิ้น 120 ตัวอย่างจาก 53 แห่งตามแนวชายฝั่งทะเล 3,000 กม. ในมณฑลซานตงทางตะวันออกของประเทศจีนติดกับชายฝั่งทะเลทั้งสองด้านและชายฝั่งทะเลเหลืองภายใต้การบริหารจัดการที่ดินที่แตกต่างกัน ขยะไมโครพลาสติกถูกแยกออกจากตัวอย่างดินโดยใช้เครื่องไหลแบบต่อเนื่องและอุปกรณ์แยกลอย ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าพบขยะไมโครพลาสติก 7 ชนิด ได้แก่ โฟม เม็ด เศษเกล็ด เส้นใย ฟิล์มและฟองน้ำอยู่ในดินชายหาด องค์ประกอบโพลีเมอร์ของขยะไมโครพลาสติก ได้แก่ พอลิเอทิลีน พอลิโพรพิลีน พอลิสไตร์ พอลิยูรีเทน พอลิเอทเทอร์ และพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเอทิลีนและพอลิโพรพิลีน ประมาณ 60% ของขยะไมโครพลาสติกมีช่วงขนาด <1 มม. ความหลากหลายของขยะไมโครพลาสติกที่มีความแตกต่างกันไปในดินตั้งแต่ 1.3 ถึง 14,712.5 กก. (น้ำหนักแห้ง) เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์สูง เช่น การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การท่องเที่ยวและการก่อสร้างท่าเรือ ชนิดของรูปทรง 7 ชนิดของขยะไมโครพลาสติกจากสภาพแวดล้อมชายฝั่งทะเลมีลักษณะทางสภาพผิวที่แตกต่างกันโดยแสดงรอยขีดข่วน รอยร้าว รูพรุนขนาดเล็ก รอยแตกทั้งเว้าหรือนูนและรูปร่างและขนาดต่าง ๆ อาจเกิดจากแรงเสียดทานทางกายภาพ ปฏิกริยา

ออกซิเดชันทางเคมีหรือการกัด การแทรกของสัตว์ เมื่อนำสาหร่ายหรือน้ำมันดิบมาสังเกตบนพื้นผิวของพลาสติกบางชนิด พื้นผิวที่ผู้กร่อนของพลาสติกขนาดเล็กอาจไปยึดเกาะกับจุลินทรีย์และสารเคมี จึงมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการของสภาพดินฟ้าอากาศความสามารถในการดูดซับและการแพร่ของขยะไมโครพลาสติกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในขยะไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (<1 มม.) ในบริเวณชายฝั่ง

บทที่ 3

วิธีการแผนดำเนินงาน

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อศึกษาหาขยะพลาสติกขนาด แมคโครพลาสติก (microplastic), มีโซพลาสติก (mesoplastic) และ ไมโครพลาสติก (microplastic) ที่บริเวณ ชายหาด จังหวัดภูเก็ต ทั้งหมด 6 แห่งได้แก่ ชายหาดกะหลิม ชายหาดป่าตอง ชายหาดไตรตรัง ชายหาดราไวย์ ชายหาดฉลอง และชายหาดอ่าวมะขาม โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 Quadrat 0.5x0.5 m

3.1.2 Sieve เบอร์ 4 (ขนาด 25 mm.) และเบอร์ ¾ (ขนาด 4.5 mm.)

3.1.3 Microscope รุ่น Olympus CX 31

3.1.4 ปัมดูดสูญญากาศ รุ่น Rocker 300 Oil Free Vacuum Pump

3.1.5 เครื่องชั่งสาร 5 กก. ทศนิยม 2 ตำแหน่ง Model FX-5000I

3.1.5 Hotplate stirrer

3.1.6 ปีกเกอร์ขนาด 1,000 ml

3.1.7 ปีกเกอร์ขนาด 500 ml

3.1.8 ปีกเกอร์ขนาด 250 ml

3.1.9 แท่งแก้วคนสาร

3.1.10 กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1

3.1.11 ถุงซิปป

3.1.12 พลาสติกแดนเลส

3.1.13 ไม้บรรทัด

3.1.14 เชือกวัดความยาว

3.1.15 Micro Fourier Transform Infrared Spectrometer (μ FT-IR) รุ่น Jasco

IRT-5200

3.2 สารเคมี

3.2.1 Sodium chloride 99.9%

3.2.2 Hydrogen peroxide 30%

3.2.3 Iron (Fe(II)) solution (0.5M) (278.02 g/mol)

3.2.4 Sulfuric acid

3.2.5 เกลือปรงทิพย์

3.2.6 แผ่น KBr

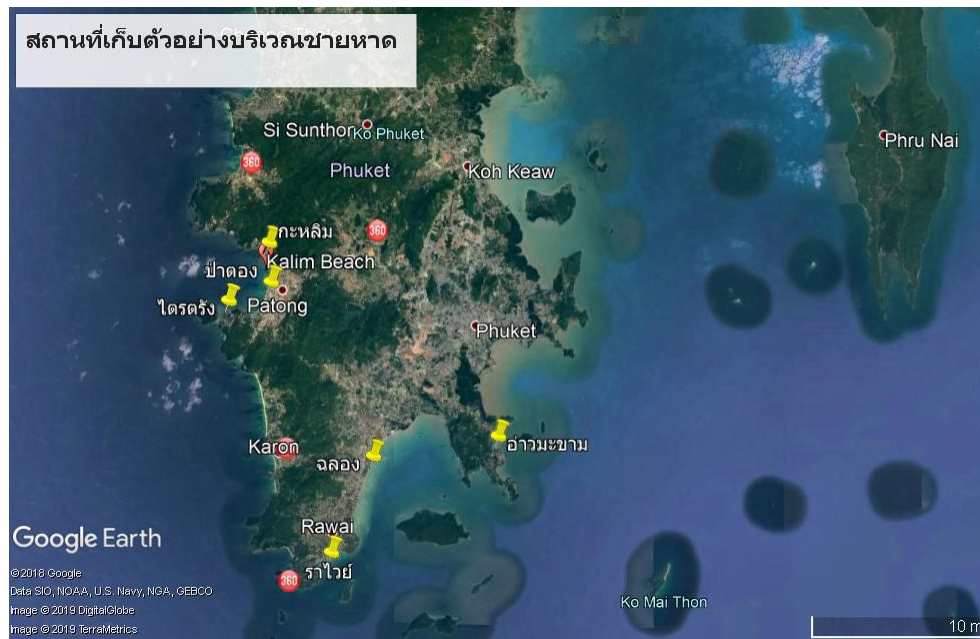
3.2.7 ไนโตรเจนเหลว

3.3 พื้นที่การศึกษา

งานวิจัยนี้ศึกษาขยะไมโครพลาสติกบริเวณชายหาดทั้งหมด 6 แห่ง ได้แก่

- ชายหาดป่าตอง จังหวัดภูเก็ต (P1-P3)
- ชายหาดกะหลิม จังหวัดภูเก็ต (K1-K3)
- ชายหาดไตรตรัง จังหวัดภูเก็ต (T1-T3)
- ชายหาดราไวย์ จังหวัดภูเก็ต (R1-R3)

- ชายหาดฉลอง จังหวัดภูเก็ต (C1-C3)
- ชายหาดอ่าวมะขาม จังหวัดภูเก็ต (M1-M3)



รูปที่ 3.1 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างบริเวณชายหาดทั้งหมด 6 แห่ง

ที่มา: Google Earth Pro

โดยจุดเก็บตัวอย่างในแต่ละชายหาดมีทั้งหมด 6 จุดเก็บ โดยแบ่งออกเป็น บริเวณต้นหาด กลางหาด และท้ายหาด ดังแสดงให้เห็นในรูปต่อไปนี้



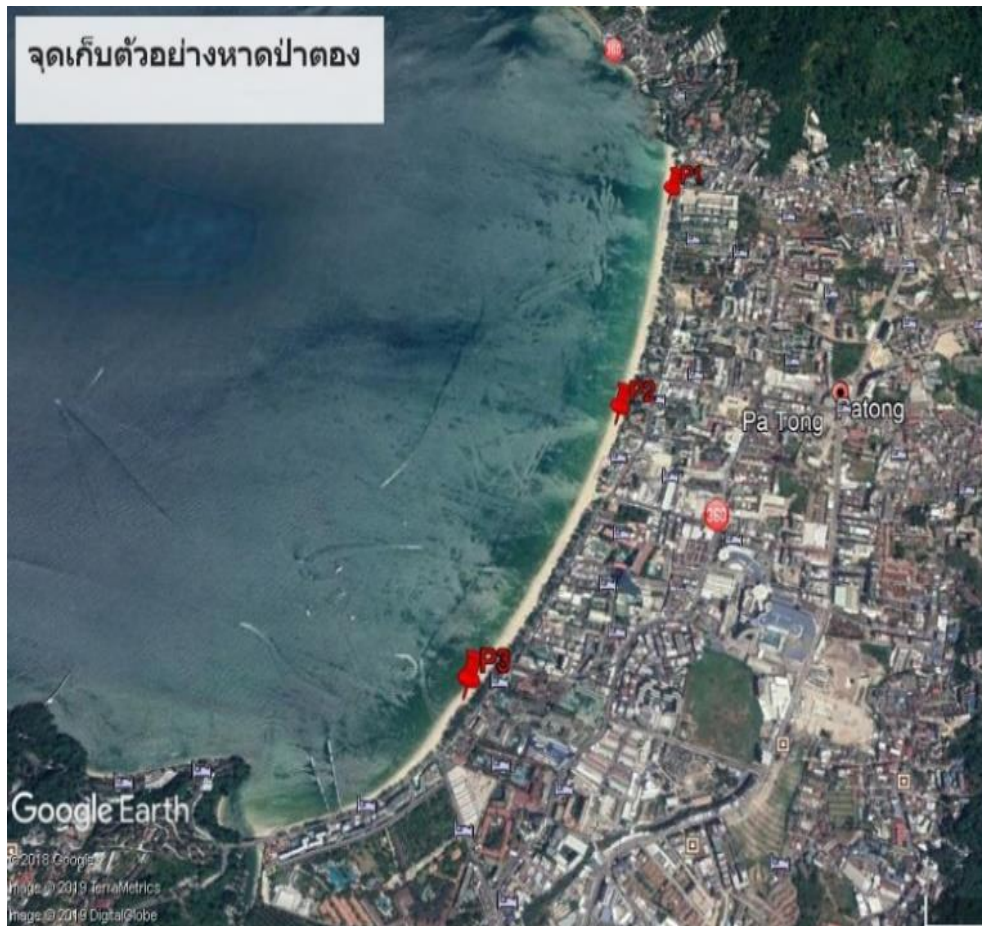
รูปที่ 3.2 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณชายหาดกะหลิม (K1-K3)

K1 (latitude 7°54'50.05"N, longitude 98°17'36.63"E)

K2 (latitude 7°54'47.70"N longitude 98°17'38.22"E)

K3 (latitude 7°54'44.67"N longitude 98°17'39.71"E)

ที่มา: Google Earth Pro



รูปที่ 3.3 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณชายหาดป่าตอง (P1-P3)

P1 (latitude 7°54'16.07"N longitude 98°17'48.84"E)

P2 (latitude 7°53'46.48"N longitude 98°17'43.28"E)

P3 (latitude 7°53'18.92"N longitude 98°17'30.17"E)

ที่มา: Google Earth Pro



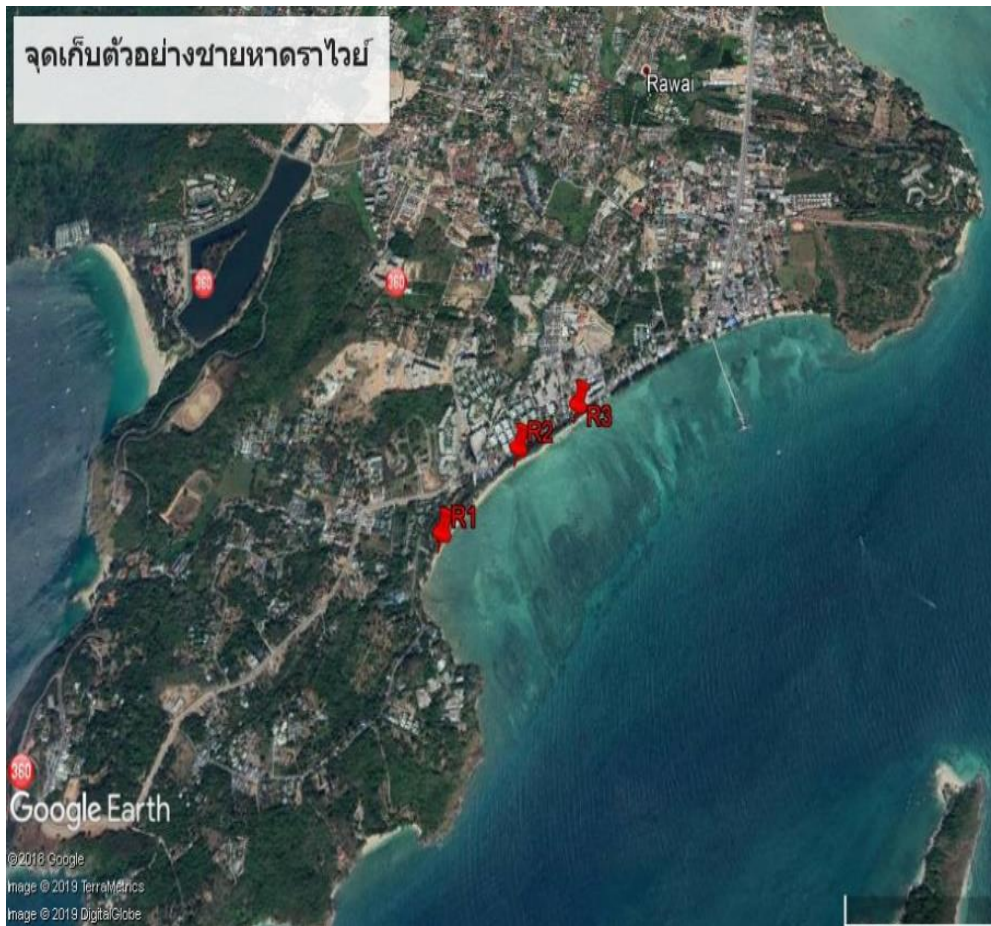
รูปที่ 3.4 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณชายหาดไตรตรัง (T1-T3)

T1 (latitude 7°53'10.19"N longitude 98°16'26.32"E)

T2 (latitude 7°53'10.30"N longitude 98°16'29.11"E)

T3 (latitude 7°53'10.49"N longitude 98°16'33.23"E)

ที่มา: Google Earth Pro



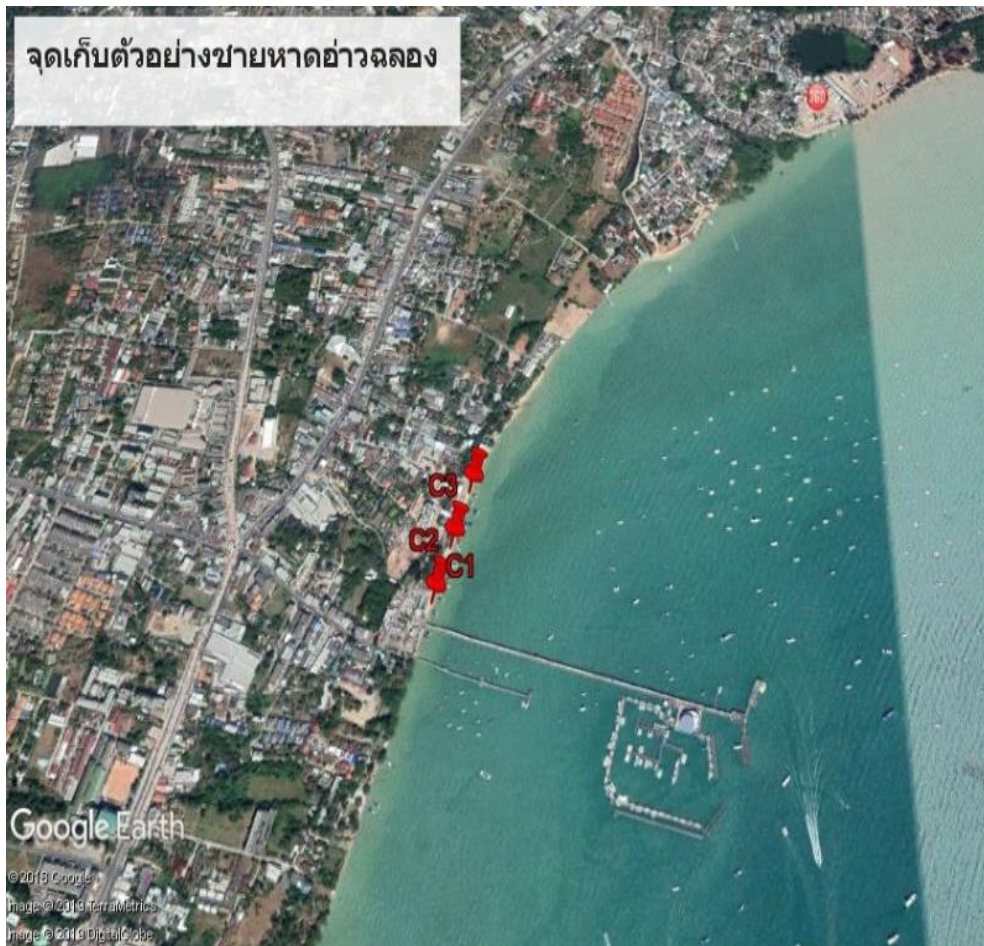
รูปที่ 3.5 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณชายหาดราวี (R1-R3)

R1 (latitude 7°46'6.47"N longitude 98°19'3.94"E)

R2 (latitude 7°46'15.50"N longitude 98°19'13.06"E)

R3 (latitude 7°46'20.31"N longitude 98°19'20.65"E)

ที่มา: Google Earth Pro



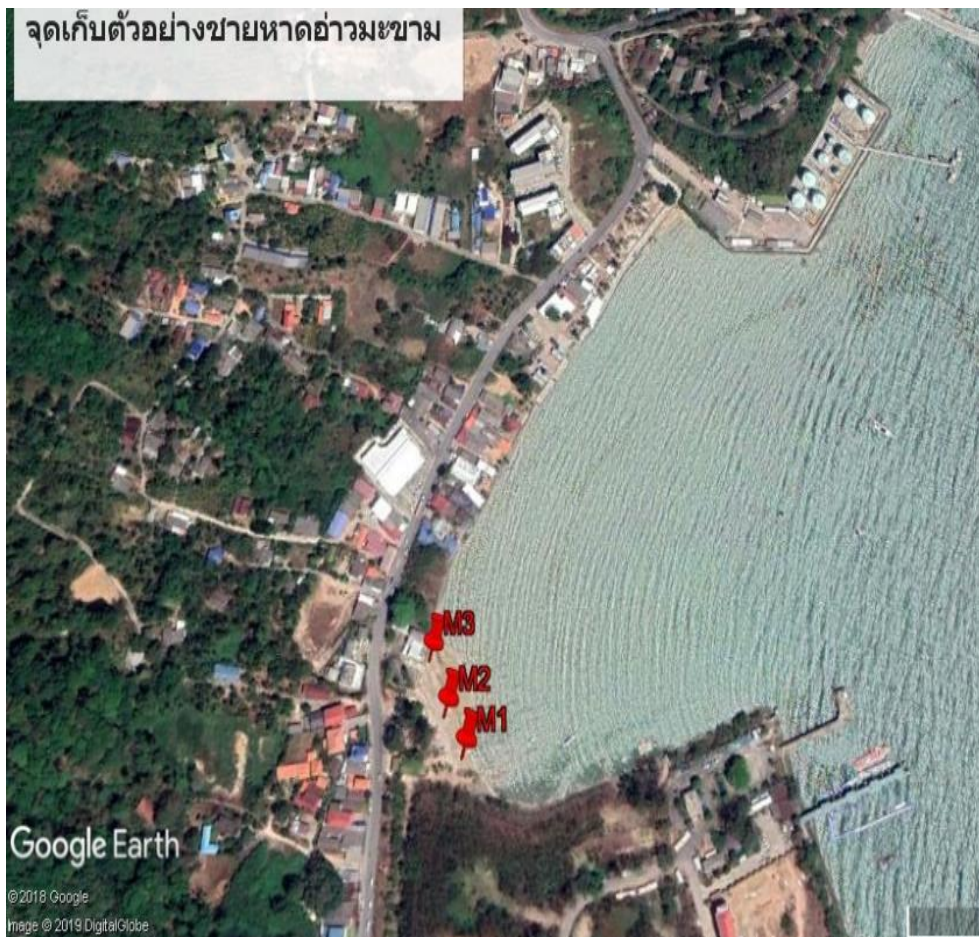
รูปที่ 3.6 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณชายหาดฉลอง (C1-C3)

C1 (latitude 7°49'16.42"N longitude 98°20'41.57"E)

C2 (latitude 7°49'19.87"N longitude 98°20'42.60"E)

C3 (latitude 7°49'23.39"N longitude 98°20'43.68"E)

ที่มา: Google Earth Pro



รูปที่ 3.7 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณชายหาดอ่าวมะขาม (M1-M3)

M1 (latitude 7°49'24.49"N longitude 98°24'4.21"E)

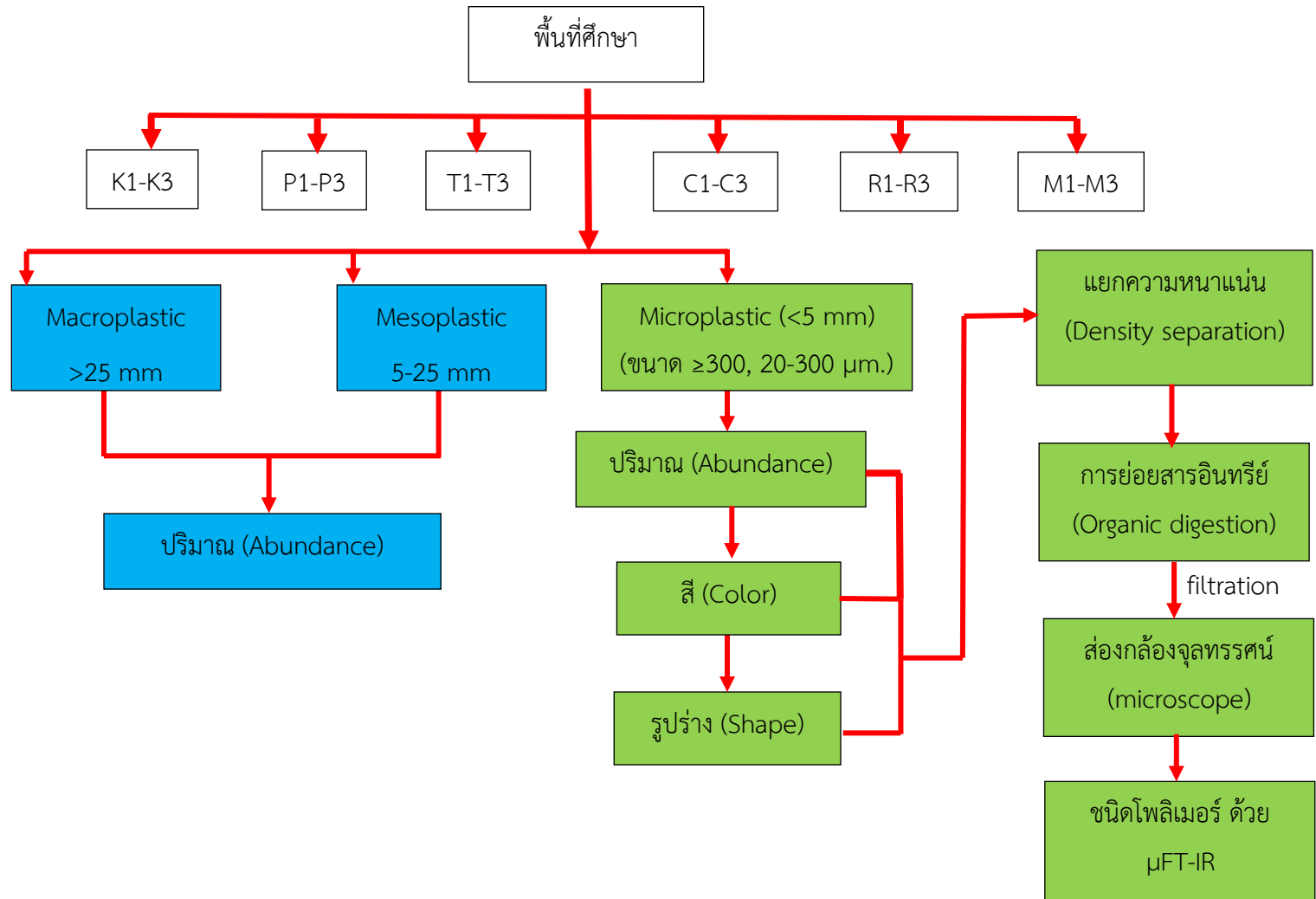
M2 (latitude 7°49'25.40"N longitude 98°24'3.62"E)

M3 (latitude 7°49'26.68"N longitude 98°24'3.07"E)

ที่มา: Google Earth Pro

3.4 ระเบียบวิจัย

การศึกษาขยะพลาสติกครั้งนี้จะดำเนินการตามระเบียบวิจัยดังแผนผังที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วยการแยกขนาดของไมโครพลาสติก การหาปริมาณ การสังเกตสี และลักษณะรูปร่าง การศึกษาเกี่ยวกับการหาส่วนประกอบของสารที่อยู่ในไมโครพลาสติก โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



แผนผังที่ 3.1 แผนงานวิจัยในการศึกษาไมโครพลาสติก

หมายเหตุ : K1-K3 พื้นที่ศึกษาหาดกะหลิม
 P1-P3 พื้นที่ศึกษาหาดป่าตอง
 T1-T3 พื้นที่ศึกษาหาดไตรตรัง
 C1-C3 พื้นที่ศึกษาหาดฉลอง
 R1-R3 พื้นที่ศึกษาหาดราไวย์
 M1-M3 พื้นที่ศึกษาหาดอ่าวมะขาม

3.5 การเก็บตัวอย่าง

- ทำการเก็บตัวอย่างบริเวณระหว่างน้ำขึ้นสูงสุดกับน้ำลงต่ำสุด (intertidal zone) โดยในแต่ละหาดจะเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 จุดคือบริเวณต้นหาด กลางหาด และท้ายหาด โดยแต่ละจุดจะวาง Quadrat เป็นจำนวนทั้งหมด 3 Quadrat ดังแสดงในแผนผังที่ 3.2

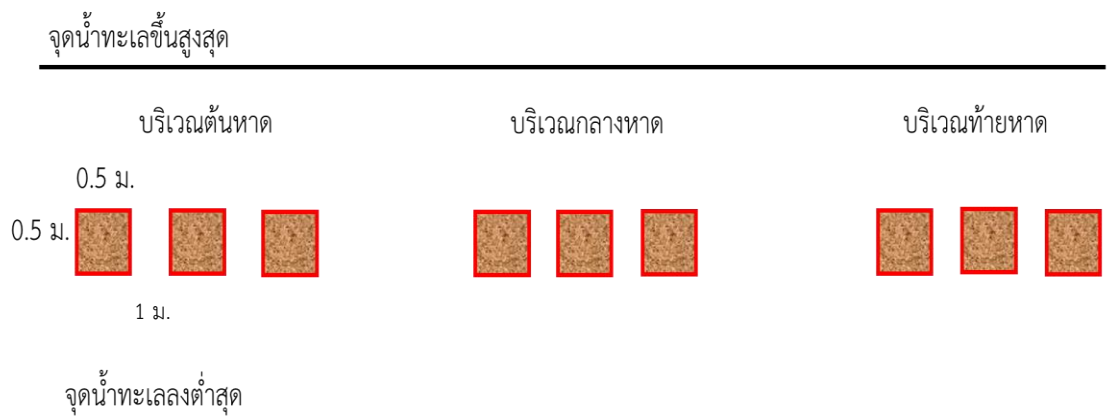
- เก็บตัวอย่างโดยวิธีการวาง Quadrat ขนาด 0.5 เมตร x 0.5 เมตร โดยใช้พลั่ว สแตนเลสขุดตะกอนทรายลึกจากพื้นดิน 5 เซนติเมตร โดยใช้ไม้บรรทัดในการวัด

- ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างจะเก็บช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน - เดือนเมษายน) และ ช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม - เดือนตุลาคม) ซึ่งการเลือกช่วงเวลานี้ได้อ้างอิงจากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยรายละเอียดการเก็บตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

ครั้งที่	เดือน	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ระดับน้ำลงต่ำสุด
ครั้งที่ 1 (T1)	เมษายน	26/04/2562	08.00 น. - 09.00 น.	1.6
ครั้งที่ 2 (T2)	กรกฎาคม	16/07/2562	17.00 น. - 19.00 น.	1.0
ครั้งที่ 3 (T3)	ตุลาคม	14/10/2562	17.00 น. - 18.00 น.	0.9
ครั้งที่ 4 (T4)	ธันวาคม	15/12/2562	06.00 น. - 08.00 น.	0.9

ที่มา: กองวิทยาการ กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ 2562



แผนผังที่ 3.2 ลักษณะการเก็บตัวอย่างในชายหาดแบบจำลอง



รูปที่ 3.8 ลักษณะการเก็บตัวอย่างในบริเวณชายหาด (1 จุดเก็บตัวอย่าง)

3.6 การเตรียมตัวอย่าง

นำทรายที่ได้มาจากการเก็บจาก Quadrat มาชั่งน้ำหนัก (น้ำหนักทรายเปียก) จากนั้นนำไปอบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือจนกว่าจะแห้งสนิท จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนัก (น้ำหนักทรายแห้ง) นำไปมาร่อนด้วย sieve เบอร์ 1” ซึ่งมีขนาด 25 มิลลิเมตร และ sieve เบอร์ 4 ซึ่งมีขนาด 4.75 มิลลิเมตร เพื่อแยกพลาสติกขนาดแมโครพลาสติก (Macroplastic), มีโซพลาสติก (Mesoplastic) และไมโครพลาสติก (Microplastic) จากนั้นจะทำการสังเกตพลาสติกต่าง ๆ อยู่ด้านบน sieve และจดบันทึกและนำทรายที่หล่นจาก Sieve ทั้ง 2 ขนาดไปวิเคราะห์หาไมโครพลาสติก (Microplastic) ต่อไป (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเลมหาวิทยาลัยบูรพา, 2557)

3.7 การวิเคราะห์

3.7.1 การวิเคราะห์แมโครพลาสติก (Macroplastic) และมีโซพลาสติก (Mesoplastic)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาขนาดและหาน้ำหนักของพลาสติก โดยเมื่อแยกพลาสติกแล้วก็นำพลาสติกแต่ละขนาดมาวัดและชั่งน้ำหนัก ซึ่งมีวิธีการดังนี้

นำขยะพลาสติกที่อยู่ใน sieve มาแยกขนาดโดยพลาสติกที่อยู่ใน sieve เบอร์ 1” จะเป็นขนาดของแมโครพลาสติกและพลาสติกที่อยู่ใน sieve เบอร์ 4 จะเป็นขนาดของมีโซพลาสติก จากนั้นนำพลาสติกมาวัดขนาดโดยการใช้ไม้บรรทัดมาวัดขนาดแล้วจดบันทึกผล เมื่อวัดขนาดเสร็จแล้วก็นำมานับจำนวนพลาสติก (n) ที่อยู่ใน sieve จากนั้นนำขยะพลาสติกแต่ละขนาดมาชั่งน้ำหนักเพื่อวิเคราะห์หาขยะพลาสติกขนาดแมโครพลาสติกและมีโซพลาสติก แล้วบันทึกผล สำหรับการวิเคราะห์หาจำนวนของไมโครพลาสติก สามารถคำนวณได้จากสูตรที่ 1 (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเลมหาวิทยาลัยบูรพา, 2557)

3.7.2 การวิเคราะห์ขยะ ไมโครพลาสติก (Microplastic)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณ สี และรูปร่างของขยะพลาสติก โดยมีวิธีการเตรียมตัวอย่าง มีวิธีการแยกความหนาแน่น วิธีการย่อยสารอินทรีย์ การส่องกล้องเพื่อดูรูปร่าง และการวิเคราะห์เพื่อหาสารของไมโครพลาสติกดังนี้

- การเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์หาขยะไมโครพลาสติก

นำทรายและพลาสติกที่ผ่าน sieve เบอร์ 4 มาผสมรวมกันเป็นเนื้อเดียวกัน ชั่งตัวอย่างทราย 400 ml. แล้วนำไปอบด้วยตู้อบ ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมงหรือจนกว่าจะแห้งสนิท แล้วนำมาชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักของทรายหลังจากอบ

- การแยกความหนาแน่น

นำตะกอนทรายแห้งมาเติมสารละลายน้ำเกลือ (NaCl) ปริมาณ 2 เท่าของตะกอนทรายแห้ง (ถ้าตะกอนทราย 400 ml. เติมน้ำเกลือ 800 ml.) จากนั้นกวนด้วยไม้พาย และทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 5 นาที (สังเกตน้ำจะใส) จากนั้นนำน้ำใสเทผ่านผ้ากรอง 300 ไมโครเมตร แล้วเติมน้ำเกลือลงในบีกเกอร์ห้าซ้ำ 3 – 5 รอบ จนไม่เห็นสิ่งต่าง ๆ ลอยอยู่ในน้ำ จากนั้นให้นำน้ำกลั่นปริมาตร 500 ml. มาฉีดล้างตะกอนที่ตกค้างอยู่บนผ้ากรองลงในบีกเกอร์ 500 ml. หลังจากนั้นนำน้ำที่ผ่านผ้ากรอง 300 ไมโครเมตร มากรองด้วยผ้ากรอง 20-300 ไมโครเมตร. แล้วให้นำน้ำกลั่นมาฉีดล้างตะกอนที่ตกค้างอยู่บนผ้ากรองลงในบีกเกอร์ 500 ml. แล้วนำตัวอย่างที่ได้มาย่อยสารอินทรีย์ด้วยวิธีออกซิเดชันเปอร์ออกไซด์ (WPO) ต่อไป

- การย่อยสารอินทรีย์ด้วยวิธีออกซิเดชันเปอร์ออกไซด์ (WPO)

เติมสารละลาย 0.05 M Fe (II) 20 มิลลิลิตร ลงไปในบีกเกอร์ที่มีเศษของแข็ง เติมน้ำ 30% H₂O₂ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที จากนั้นนำ stir bar ใส่ลงในบีกเกอร์ พร้อมกับปิดด้วย watch glass ให้ความร้อนด้วย hotplate ที่อุณหภูมิ 75 °C เป็นเวลา 5 นาที เติมน้ำ 5M NaCl จำนวน 6 g. ต่อน้ำ 20 มิลลิลิตร และคนจนกว่า NaCl จะละลาย ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 1 คืน หลังจากนั้นเพื่อหิบบไมโครพลาสติกออกมากกรองสารที่อยู่ในบีกเกอร์ลงในกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร ล้างบีกเกอร์ด้วยน้ำกลั่น เพื่อล้างไมโครพลาสติกที่ติดอยู่ หลังจากนั้นปล่อยให้กระดาษกรองแห้งสนิทแล้วปิดด้วยฟอลด์ออลูมิเนียม ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวิเคราะห์เพื่อสังเกตรูปร่าง ลักษณะ สี ด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Masura *et al.*, 2015)

การวิเคราะห์หาจำนวนของไมโครพลาสติก สามารถคำนวณได้จากสูตรที่ 1 ดังนี้
 สูตรที่ 1 การคำนวณหาจำนวนไมโครพลาสติก (ชิ้น/kg.dw.)

เนื่องจกงานวิจัยนี้ใช้ตัวอย่างของตะกอนทรายแห้ง 400 ml. คิดเป็นน้ำหนักของตะกอนทรายแห้ง เท่ากับ 640.8 g. (Leinov *et al.*, 2015) เพราะฉะนั้นจำนวนไมโครพลาสติก (n) ที่พบเจอในตะกอนทรายแห้งน้ำหนัก 1 kg. หรือ 1,000 g. จึงมีจำนวนเท่ากับ จำนวนชิ้น คูณด้วย 1000g /640.8 g ดังสูตรที่ 1 จำนวนชิ้นไมโครพลาสติก (n) $\times 1.56$

3.7.3 การวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์

นำขยะไมโครพลาสติกมาวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Microscope รุ่น Olympus CX 31) ที่กำลังขยาย 40x โดยการนำไมโครพลาสติกใส่ลงใน Petri Dish หลังจากนั้นก็นำไปวางที่แท่นวางตัวอย่างของกล้องจุลทรรศน์ และปรับกำลังขยาย 40x และจำแนกลักษณะตัวอย่างของขยะประเภทไมโครพลาสติกตามรูปร่างนั้นแบ่งออกเป็น 7 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย ชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบแผ่นฟิล์ม เศษ เม็ด โฟมและฟองน้ำ (Zhou *et al.*, 2018) และจำแนกลักษณะสีของขยะไมโครพลาสติกทั้งหมด 6 สี ได้แก่ สีขาว แดง ดำ น้ำเงิน เขียว และเหลือง (Liu *et al.*, 2018)

3.7.4 การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง μ FT-IR

นำขยะไมโครพลาสติกที่มองเห็นด้วยตาเปล่ามาวิเคราะห์ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทะเลอันดามันเพื่อจำแนกประเภทของไมโครพลาสติก โดยประเภทของไมโครพลาสติก สามารถแบ่งตามพอลิเมอร์ที่เป็นส่วนประกอบของไมโครพลาสติก โดยสามารถแบ่งเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ 1) polyethylene (PE), 2) polyethylene terephthalate (PET), 3) polypropylene (PP), 4) polystyrene (PS), 5) polyvinyl chloride (PVC) และ 6) mixed and other plastics (Chi Chiu Cheang, 2018)

นำตัวอย่างมาบดให้มีความละเอียด จากนั้นผสมตัวอย่างเข้ากับ แผ่น KBr ในโถรงบดสาร โดยให้ตัวอย่างมีความเข้มข้นประมาณ 0.01 เปอร์เซ็นต์ โดยให้มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ หลังจากนั้นใส่ตัวอย่างที่บดแล้วลงในแม่พิมพ์ และนำไปอัดด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก ให้มีความดันประมาณ 15000 แรง/พื้นที่ ทิ้งไว้ 1-2 นาที จากนั้นถอดตัวประกบแม่พิมพ์ออก ตัวอย่างจะติดอยู่ที่แม่พิมพ์ มีลักษณะเป็นวงกลมใส และตัวอย่างจะกระจายอยู่บน KBr แล้วนำตัวอย่างเข้าเครื่อง μ FT-IR ได้

จากนั้นก็ทำความสะอาดแม่พิมพ์ ใช้ช้อนตักสารสแตนเลส ขูดตัวอย่างออกมา เช็ดด้วยกระดาษทิชชู และล้างด้วยอะซิโตนแล้วทิ้งไว้ให้แห้ง (ศูนย์เครื่องมือฯ มทศ, ม.ป.ป.)

3.7.5 การวิเคราะห์เชิงสถิติ

วิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้ IBM SPSS Statistics Base V.20 โดยวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างชายหาด โดยใช้การวิเคราะห์ one way Anova วิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างขนาดของไมโครพลาสติก วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างฤดูกาล และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างชายหาดฝั่งตะวันตกและตะวันออก โดยใช้การวิเคราะห์แบบ T-Test ซึ่งมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติในส่วนของข้อมูลชุด $\mu\text{FT-IR}$ โดยการใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle Component Analysis: PCA) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรหลายตัวแปร เพื่อต้องการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยจะสร้างตัวแปรใหม่ซึ่งประกอบขึ้นด้วยความแปรผันหรือความแปรปรวนของตัวแปรเดิม จึงนิยมใช้การวิเคราะห์เพื่อลดขนาดเมทริกซ์ของตัวแปรให้เล็กลงหรือใช้หาความสัมพันธ์ของข้อมูล (Sangthong, 2018) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำหลักการของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างไมโครพลาสติกกับแหล่งที่มา โดยใช้วิธีการหมุนแบบวาริแมกซ์ (Varimax) เพื่อหาความสัมพันธ์ของชนิดโพลีเมอร์และแหล่งที่มาของโพลีเมอร์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและบทวิจารณ์

4.1 จำนวน (ชิ้น) และความชุกชุม (ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง)

จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 เดือน เมษายน พ.ศ. 2562 ได้มีการสำรวจขยะทั้ง 6 ชายหาด ผลการศึกษาพบว่าไม่พบเจอขยะพลาสติกขนาดแมคโครพลาสติก แต่พบเจอขยะพลาสติกขนาดมีโซพลาสติก 2 ชายหาด คือ ชายหาดกะหลิม (K) เป็นเส้นเชือกไนลอน 1 ชิ้น ซึ่งมีความชุกชุม 0.03 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้งและชายหาดอ่าวมะขาม (M) เป็นแผ่นพลาสติก 1 ชิ้น ความชุกชุม 0.4 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง สำหรับขนาดไมโครพลาสติกทั้ง 6 ชายหาด เป็นชายหาดที่พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกเยอะมากที่สุด คือ ชายหาดไทรตรัง (T) และชายหาดป่าตอง (P) โดยชายหาดไทรตรัง (T) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร จำนวน 20.3 ± 15.8 ชิ้น มีความชุกชุมอยู่ที่ 13.3 ± 8.3 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง เนื่องจากจุดเก็บตัวอย่างบริเวณชายหาดไทรตรัง (T) นี้เป็นบริเวณหน้าหาดติดกับพื้นที่โรงแรม มีนักท่องเที่ยวไปพักผ่อนและมีร้านอาหารในบริเวณนั้น ในส่วนของชายหาดป่าตอง (P) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร จำนวน 12.0 ± 1.73 ชิ้น มีความชุกชุมอยู่ที่ 18.7 ± 2.7 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง เนื่องจากชายหาดป่าตอง (P) มีนักท่องเที่ยวทำกิจกรรมสันทนาการค่อนข้างเยอะ เช่น การเล่นกีฬาทางน้ำและบนบก การนอนอาบแดด มีร้านอาหารและโรงแรมตลอดตรงข้ามแนวชายฝั่ง ซึ่งข้อมูลจำนวนขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบบริเวณชายหาดครั้งที่ 1 แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวน (ชิ้น) และความซุกซุม (ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง) ของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 (เดือน เมษายน)

จุดเก็บ ตัวอย่าง	ขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร		ขนาด 20-300 ไมโครเมตร	
	จำนวน (ชิ้น)	ความซุกซุม (ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนัก ทรายแห้ง)	จำนวน (ชิ้น)	ความซุกซุม (ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนัก ทรายแห้ง)
หาดกะหลิม (K)	5.7 \pm 3.5	13.3 \pm 8.3	9.0 \pm 3.6	14.04 \pm 5.6
หาดป่าตอง (P)	13.3 \pm 8.3	20.8 \pm 13.0	12.0 \pm 1.7	18.7 \pm 2.7
หาดไตรตรัง (T)	20.3 \pm 15.8	31.7 \pm 24.7	11.3 \pm 7.2	17.7 \pm 11.3
หาดราไวย์ (R)	10.3 \pm 5.5	16.1 \pm 8.6	10.7 \pm 2.3	16.6 \pm 3.6
หาดอ่าว ฉลอง (C)	11.7 \pm 6.4	18.2 \pm 10.0	10.3 \pm 5.0	16.1 \pm 7.6
หาดอ่าว มะขาม (M)	2.3 \pm 2.5	3.6 \pm 4.0	6.7 \pm 5.0	10.4 \pm 7.9

จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ผลการศึกษาพบว่า มีขยะขนาดแมคโครพลาสติกและมีโซพลาสติกอย่างละ 1 ชิ้น คือ ชายหาดอ่าวมะขาม (M) พบเจอขยะพลาสติกขนาดแมคโครพลาสติกมีลักษณะเป็นถุงพลาสติก จำนวน 1 ชิ้น ซึ่งมีความซุกซุม 0.03 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง และขยะขนาดมีโซพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น มีลักษณะเป็นแผ่นพลาสติก ซึ่งมีความซุกซุม 0.03 ชิ้น/ กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง สำหรับขยะขนาดไมโครพลาสติกทั้ง 6 ชายหาด ผลการศึกษาพบว่า ชายหาดที่ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกเยอะมากที่สุดคือ ชายหาดราไวย์ (R) โดยชายหาดราไวย์พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร จำนวน 10.3 \pm 5.5 ชิ้น มีความซุกซุมอยู่ที่ 16.1 \pm 8.6 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง ซึ่งบริเวณชายหาดราไวย์เป็นชายหาดที่มีนักท่องเที่ยวเดินทางไปยังเกาะต่าง ๆ และมีนักท่องเที่ยวบางส่วนมาเล่นน้ำทำกิจกรรมต่าง ๆ อีกทั้งบริเวณโดยรอบมีอาหารทิ้งของสดที่มาจากการประมงของชาวบ้านตามบริเวณ

ชายหาด ในขณะที่ชายหาดกะหลิม (K) มีขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร จำนวน 20.7 ± 12.0 ชิ้น มีความซุกซุ่มอยู่ที่ 32.2 ± 18.8 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง ซึ่งบริเวณชายหาดกะหลิมเป็นชายหาดที่มีนักท่องเที่ยวมานั่งรับประทานอาหารบริเวณริมหาดมีร้านขายอาหารตามข้างทาง ซึ่งข้อมูลจำนวนพลาสติกที่พบบริเวณชายหาดครั้งที่ 2 แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 จำนวน (ชิ้น) และความซุกซุ่ม (ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง) ของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 (เดือน กรกฎาคม)

จุดเก็บ ตัวอย่าง	ขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร		ขนาด 20-300 ไมโครเมตร	
	จำนวน (ชิ้น)	ความซุกซุ่ม (ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนัก ทรายแห้ง)	จำนวน (ชิ้น)	ความซุกซุ่ม (ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนัก ทรายแห้ง)
หาดกะหลิม (K)	8.3 ± 4.0	13.0 ± 6.3	20.8 ± 12.0	32.2 ± 18.7
หาดป่าตอง (P)	6.3 ± 3.0	9.9 ± 4.8	4.3 ± 5.9	6.8 ± 9.1
หาดไตรตรัง (T)	8.3 ± 4.6	13.0 ± 7.3	6.7 ± 1.6	15.6 ± 1.8
หาดราไวย์ (R)	10.3 ± 5.5	16.1 ± 8.6	5.0 ± 1.7	7.8 ± 2.7
หาดอ่าว ฉลอง (C)	9.3 ± 0.6	14.6 ± 1.0	4.0 ± 1.0	6.2 ± 1.6
หาดอ่าว มะขาม (M)	4.0 ± 1.8	6.2 ± 2.8	4.0 ± 2.7	6.2 ± 4.1

จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ได้มีการสำรวจขยะ ทั้ง 6 ชายหาด ผลปรากฏว่าไม่พบขยะขนาดแมโครพลาสติกและขนาดมีโซพลาสติก แต่พบขยะขนาดไมโครพลาสติกทั้ง 6 ชายหาด ซึ่งชายหาดที่พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกเยอะมากที่สุด คือ ชายหาดฉลอง (C) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร จำนวน

33.3±29.0 ชิ้น มีความซุกซุมอยู่ที่ 52.0±45.3 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง แต่ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร พบมากที่สุดที่ชายหาดราไว (R) จำนวน 22.3±10.3 ชิ้น มีความซุกซุมอยู่ที่ 34.8±16.0 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง ซึ่งบริเวณชายหาดราไวเป็นชายหาดที่มีนักท่องเที่ยวเดินทางมาขึ้นเรือเพื่อที่จะไปยังเกาะต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลจำนวนขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบบริเวณชายหาดครั้งที่ 3 แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 จำนวน (ชิ้น) และความซุกซุม (ชิ้น/กิโลกรัม) น้ำหนักทรายแห้ง ของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 (เดือน ตุลาคม)

จุดเก็บ ตัวอย่าง	ขนาด ≥300 ไมโครเมตร		ขนาด 20-300 ไมโครเมตร	
	จำนวน (ชิ้น)	ความซุกซุม (ชิ้น/ กิโลกรัม น้ำหนัก ทรายแห้ง)	จำนวน (ชิ้น)	ความซุกซุม (ชิ้น/ กิโลกรัม น้ำหนัก ทรายแห้ง)
หาดกะหลิม (K)	22.0±7.0	34.3±10.9	4.7±1.1	7.8±1.8
หาดป่าตอง (P)	10.3±4.0	16.1±6.3	10.3±1.5	16.1±2.4
หาดไตรตรัง (T)	27.7±4.6	43.2±7.2	9.0±3.0	14.0±4.7
หาดราไว (R)	28.0±4.4	43.7±6.8	22.3±10.3	34.84±16.1
หาดอ่าว ฉลอง (C)	33.3±29.0	52.0±45.3	19.3±22.9	30.2±35.7
หาดอ่าว มะขาม (M)	28.3±16.3	44.2±25.4	17.7±9.3	27.6±14.5

จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ได้มีการสำรวจขยะ ทั้ง 6 ชายหาด ผลปรากฏว่าไม่พบขยะขนาดแมคโครพลาสติกและขนาดมีโซพลาสติก แต่พบขยะขนาดไมโครพลาสติกทั้ง 6 ชายหาด ชายหาดฉลอง (C) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥300

ไมโครเมตรจำนวน 41.0 ± 37.0 ชิ้น มีความซุกซุ่มอยู่ที่ 64.0 ± 57.7 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง ซึ่งชายหาดฉลองเป็นชายหาดที่มีนักท่องเที่ยวเดินทางไปยังเกาะต่าง ๆ แต่อย่างไรก็ตามชายหาดป่าตอง (P) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร มากที่สุด จำนวน 32.7 ± 8.5 ชิ้น มีความซุกซุ่มอยู่ที่ 51.0 ± 13.3 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง ซึ่งบริเวณชายหาดป่าตองเป็นชายหาดที่มีนักท่องเที่ยวมานั่งรับประทานอาหาร บริเวณริมหาดมีร้านอาหารตามข้างทาง ซึ่งข้อมูลจำนวนพลาสติกที่พบบริเวณชายหาดครั้งที่ 4 แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 จำนวน (ชิ้น) และความซุกซุ่ม (ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง) ของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 (เดือน ธันวาคม)

จุดเก็บ ตัวอย่าง	ขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร		ขนาด 20-300 ไมโครเมตร	
	จำนวน (ชิ้น)	ความซุกซุ่ม (ชิ้น/ กิโลกรัม น้ำหนัก ทรายแห้ง)	จำนวน (ชิ้น)	ความซุกซุ่ม (ชิ้น/ กิโลกรัม น้ำหนัก ทรายแห้ง)
หาดกะหลิม (K)	8.3 ± 2.5	13.0 ± 3.9	20.0 ± 10.4	31.2 ± 16.3
หาดป่าตอง (P)	11.7 ± 16.9	18.2 ± 26.3	32.7 ± 8.5	51.0 ± 13.3
หาดไตรตรัง (T)	15.7 ± 10.5	24.4 ± 16.4	24.7 ± 14.6	38.5 ± 22.8
หาดราไวย์ (R)	30.0 ± 29.9	46.8 ± 46.6	25.0 ± 29.5	39.0 ± 46.0
หาดอ่าว ฉลอง (C)	41.0 ± 37.0	64.0 ± 57.7	21.3 ± 11	33.3 ± 17.1
หาดอ่าว มะขาม (M)	12.3 ± 3.2	19.2 ± 5.0	27.0 ± 17.4	42.1 ± 27.0

ในการศึกษาครั้งนี้พบขยะขนาดแมคโครพลาสติก 1 ชิ้น พบเจอขยะขนาดมีโซพลาสติกจำนวนทั้งหมด 3 ชิ้น จากการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 ครั้ง (เดือนเมษายน T1, เดือน

กรกฎาคม, T2, เดือนตุลาคม, T3 และเดือนธันวาคม, T4 พ.ศ.2562) จากผลการศึกษาพบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกทั้ง 6 ชายหาด ในช่วงฤดูแล้ง (T1 และ T4) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกเยอะที่สุดคือ ชายหาดป่าตองอยู่ในช่วง 9.0-32.7 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง เนื่องจากในช่วงที่ฤดูแล้งนักท่องเที่ยวได้หลังไหลเข้ามาเที่ยวบริเวณชายหาดป่าตองเป็นจำนวนมาก มีกิจกรรมต่าง ๆ มากมาย เช่น การเล่นน้ำ การนอนอาบแดด การเล่นกีฬาทางน้ำและหน้าหาด และการรับประทานอาหารริมชายหาด แต่อย่างไรก็ตามในช่วงฤดูฝน (T2 และ T3) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกเยอะที่สุดคือ ชายหาดราไวย์อยู่ในช่วง 4.0-34.8 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง เนื่องจากชายหาดราไวย์ในช่วงฤดูฝนทำให้นักท่องเที่ยวไม่สามารถเดินทางไปเกาะต่าง ๆ ได้ อาจทำให้เรือทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นเรือรับส่งนักท่องเที่ยว เรือประมงต้องหยุดชะงักลง จึงทำให้ในช่วงฤดูฝนนี้อาจมีการซ่อมแซมเรือบริเวณหน้าหาดและอาจมีเศษขยะพลาสติกที่เกิดจากการทำกิจกรรมดังกล่าวเกิดขึ้น สำหรับการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (T1-T4) แบ่งขนาดของไมโครพลาสติกออกเป็น 2 ขนาด คือ ขนาด ≥ 300 ไมโครเมตรและ 20-300 ไมโครเมตร ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์สถิติโดยใช้ one way Anova เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของไมโครพลาสติกทั้ง 2 ขนาด พบว่าขนาดของไมโครพลาสติกทั้ง 2 ชายหาดนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) และเมื่อนำมาวิเคราะห์สถิติโดยใช้ t-test เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลทั้ง 2 ฤดูกาลนั้น พบว่าฤดูกาลของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกทั้ง 2 ฤดูกาลนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (T1-T4) พบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุด คือ ชายหาดฉลอง มีจำนวนทั้งหมด 150.2 ชิ้น รองลงมาคือชายหาดราไวย์ มีจำนวนทั้งหมด 141.6 ชิ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.5 จากการศึกษาจะพบว่าทั้ง 2 ชายหาดนั้น มีการใช้ประโยชน์ของหาดที่คล้ายกันคือ การใช้เป็นท่าเทียบเรือ โดยชายหาดฉลองเป็นท่าเทียบเรือที่รับส่งนักท่องเที่ยวไปยังเกาะต่าง ๆ ลักษณะของเรือที่ใช้รับส่งนักท่องเที่ยวนั้นจะเป็นเรือเชิงพาณิชย์โดยตรง จำนวนนักท่องเที่ยวที่ต้องการเดินทางไปเที่ยวยังเกาะต่าง ๆ ที่มากขึ้นนั้นส่งผลให้มีการเดินเรือที่เพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งเมื่อนักท่องเที่ยวมากขึ้นนั้น อาจส่งผลให้ขยะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ในส่วนของชายหาดราไวย์เป็นชายหาดที่มีการใช้ประโยชน์เป็นท่าเทียบเรือซึ่งมีทั้งเรือพาณิชย์และเรือประมงโดยชาวบ้านในบริเวณชายหาดราไวย์มีอาชีพประมงเป็นหลักและมีอาชีพเสริมเป็นการรับส่งนักท่องเที่ยวเป็นอาชีพเสริม ซึ่งขยะที่เกิดขึ้นนอกจากจะมาจากนักท่องเที่ยวแล้วก็อาจจะมาจากการประมง อุปกรณ์ประมง การซ่อมแซมเรือประมงต่าง ๆ เป็นต้น

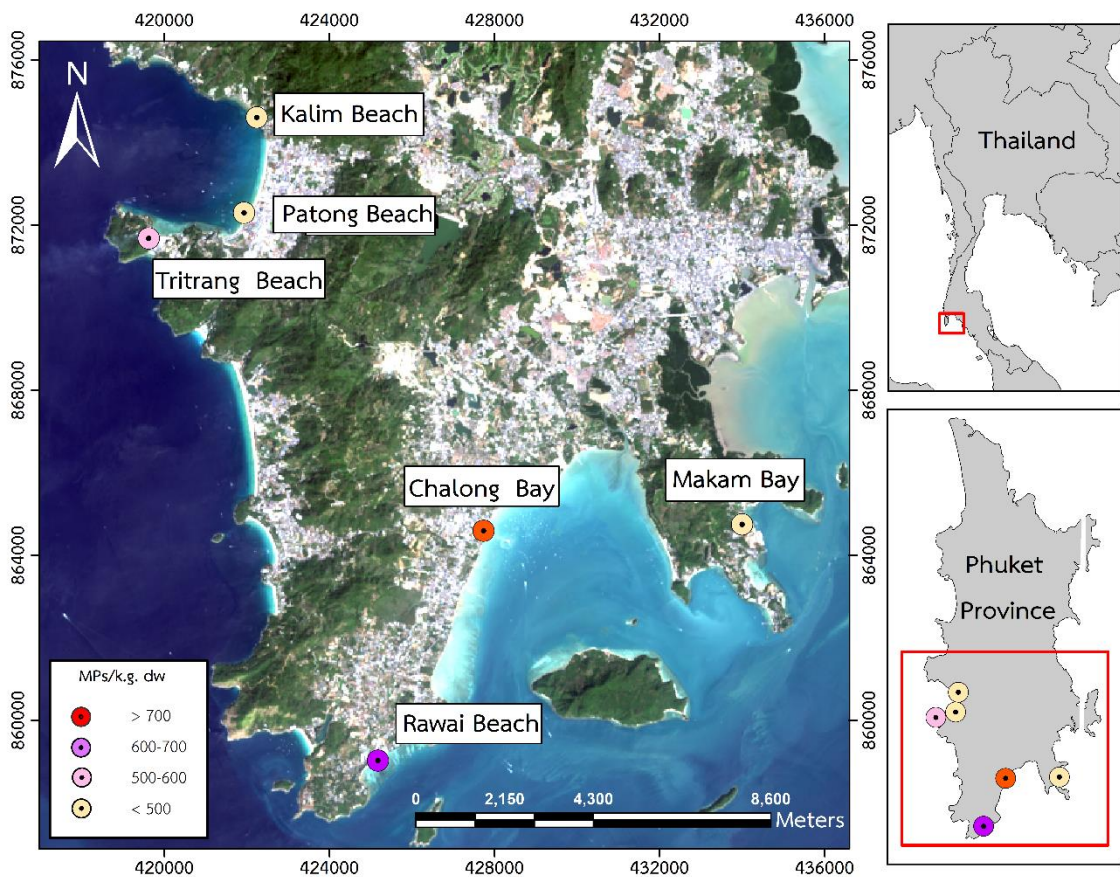
แต่อย่างไรก็ตามในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 และการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 นั้น บริเวณชายหาดราไวย์ ชายหาดฉลอง และชายหาดอ่าวมะขาม พบปริมาณขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกมากกว่าการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 นั้น อาจเป็นเพราะว่าในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ในระหว่างเดือนกรกฎาคม – เดือนพฤศจิกายนนั้นเป็นช่วงฤดูฝน ทำให้น้ำฝนชะล้างสิ่งต่าง ๆ ลงสู่ทะเล ลงสู่ท่อระบายน้ำ ท่อน้ำทิ้ง ประกอบกับการน้ำเสียชุมชน อาจทำให้บริเวณหน้าชายหาดก็เก็บขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกไว้ อีกทั้งอาจเป็นเพราะน้ำทะเลซัดขยะเข้ามารายฝั่งอีกด้วย อาจทำให้พบเจอขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกเยอะจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 และ 4

ตารางที่ 4.5 จำนวนของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก ขนาด ≥ 300 และ 20-300 ไมโครเมตร (ครั้งที่ 1 – ครั้งที่ 4)

ครั้งที่/ชายหาด	K (ชิ้น)	P (ชิ้น)	T (ชิ้น)	R (ชิ้น)	C (ชิ้น)	M (ชิ้น)
เดือนเมษายน (T1)	14.37	25.3	31.6	21	22	9
เดือนกรกฎาคม (T2)	29.1	10.6	15	15.3	13.3	8
เดือนตุลาคม (T3)	26.7	20.6	36.7	50.3	52.6	46
เดือนธันวาคม (T4)	28.3	44.4	40.4	55	62.3	39.3
รวม	98.47	100.9	123.7	141.6	150.2	102.3

จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (T1-T4) เมื่อเปรียบเทียบความชุกชุมของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกแต่ละชายหาด ดังแสดงในรูปที่ 4.1 พบว่าชายหาดฉลองเป็นชายหาดที่มีค่าความชุกชุมของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกมากที่สุด มีค่าความชุกชุม >700 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง รองลงมาเป็นชายหาดราไวย์ มีค่าความชุกชุมอยู่ที่ 600 -700 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง และชายหาดไตรตรง มีค่าความชุกชุมอยู่ระหว่าง 500 -600 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง ในส่วนของชายหาดกะหลิม ชายหาดป่าตองและชายหาดอ่าวมะขามนั้น มีค่าความชุกชุมอยู่ที่ <500 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์สถิติโดยใช้ One way Anova เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างชายหาดทั้ง 6 ชายหาดนั้น พบว่าทั้ง 6 ชายหาดไม่มีความแตกต่าง

กันอย่างมีนัยสำคัญ $P > 0.05$ และเมื่อนำมาวิเคราะห์สถิติโดยใช้ t-test เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างชายหาดฝั่งตะวันตก (ชายหาดกะหลิม ชายหาดป่าตอง และชายหาดไตรตรัง) และชายหาดฝั่งตะวันออก (ชายหาดฉลอง ชายหาดราไวย์ และชายหาดอ่าวมะขาม) พบว่าชายหาดทั้ง 2 ฝั่งนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)



รูปที่ 4.1 ปริมาณความชุกชุมของไมโครพลาสติกแต่ละชายหาด

จากการเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ พบว่า การกระจายตัวของไมโครพลาสติกในอ่าวไทย มีความชุกชุมของไมโครพลาสติกอยู่ในช่วง 25-362.5 ชิ้น/กิโลกรัม โดยบริเวณที่พบมากที่สุดคือบริเวณตอนบนของอ่าวไทย เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังนั้นการไหลบ่าของน้ำทำให้เกิดตะกอนเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นพาหะของพลาสติกจำนวนมาก (Wang et al., 2020) แต่ในงานวิจัยครั้งนี้พบความชุกชุมของไมโครพลาสติกทั้ง 6 ชายหาด ณ ทุกช่วงเวลาเก็บ ในช่วงที่ฤดูแล้งมีความชุกชุมอยู่ในช่วง 2.3 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง ถึง 41.0 ชิ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง

และในช่วงมีความซุกซมอยู่ในช่วง 4.0 ขึ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง ถึง 34.8 ขึ้น/กิโลกรัม น้ำหนักทรายแห้ง ในขณะที่ทางสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเลมหาวิทยาลัยบูรพาได้ศึกษาการกระจายของไมโครพลาสติกในชายหาดเจ้าหลาวและชายหาดคู้งวิมาน ผลปรากฏว่าพบไมโครพลาสติกในชายหาดเจ้าหลาวมากกว่าชายหาดคู้งวิมาน และเมื่อนำมาเทียบฤดูกาลพบว่าไมโครพลาสติกในช่วงฤดูแล้ง (54.8 ± 20.8 ขึ้น/กิโลกรัม) มากกว่าฤดูฝน (42.7 ± 17.8 ขึ้น/กิโลกรัม) (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน, 2557) ในงานวิจัยไมโครพลาสติกบนชายฝั่งในทะเลเมดิเตอร์เรเนียนทางตะวันตกเฉียงเหนือ พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 15,664 ชิ้น รวบรวมบนชายหาดสองแห่งของอ่าวสิงโตโดยทำการวิเคราะห์สองช่วงเวลา ในส่วนของชายหาดที่ตั้งทางภาคเหนือมีความซุกซมอยู่ในช่วง 33 - 798 ขึ้น/กิโลกรัม ในส่วนของชายหาดที่ตั้งทางภาคใต้มีความซุกซมอยู่ในช่วง 12-187 ขึ้น/กิโลกรัม (Constant *et al.*, 2019)

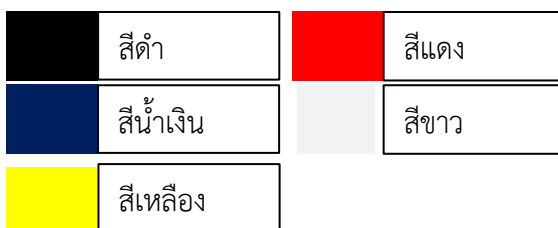
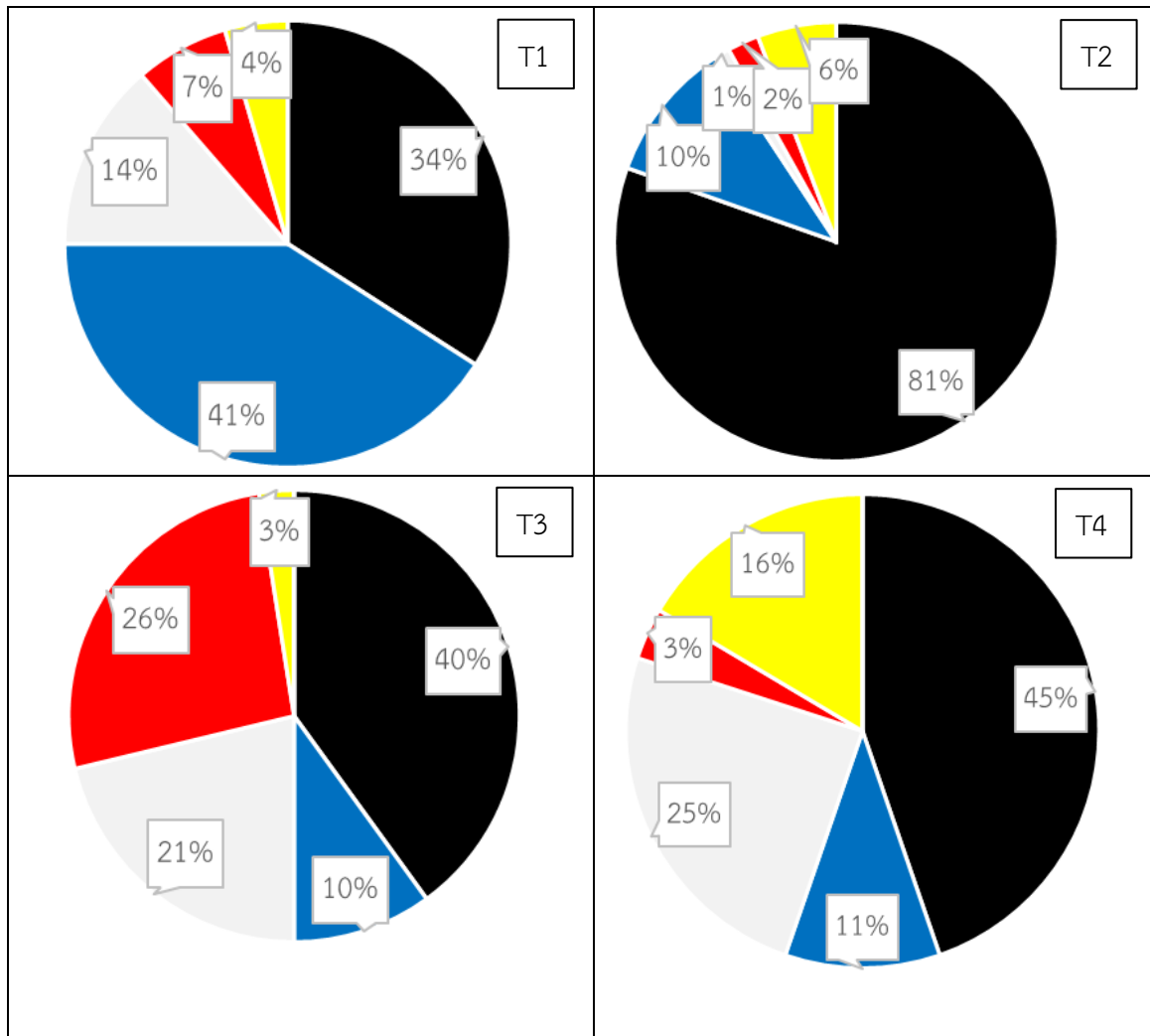
4.2 ลักษณะสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก

งานวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกของทั้ง 2 ขนาด (≥ 300 ไมโครเมตร และ 20-300 ไมโครเมตร) ลักษณะสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกมีการจำแนกเป็น 6 สี ได้แก่ สีดำ สีน้ำเงิน สีขาว สีแดง สีเหลือง และสีเขียว (Jeyasanta *et al.*, 2020) รายละเอียดสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกแต่ละขนาด (≥ 300 ไมโครเมตร และ 20-300 ไมโครเมตร) แสดงในภาคผนวก ก

4.2.1 ชายหาดกะหลิม

ลักษณะของชายหาดนี้จะเป็นชายหาดที่มีทรายปนหินก้อนเล็ก ๆ มีโขดหิน และแนวปะการัง มีการตั้งชุมชนอาหารบริเวณฝั่งชายหาดและโรงแรมริมชายหาดเพียงเล็กน้อย นักท่องเที่ยวสามารถทานอาหารที่ริมชายหาดได้ และสามารถนั่งชมวิวยามวิบรยากาศและชมพระอาทิตย์ตกดิน จากการเก็บตัวอย่าง ณ ชายหาดกะหลิมทั้ง 4 ครั้ง พบเจอสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่ชายหาดกะหลิมทั้งหมด 5 สี ได้แก่ สีดำ, สีน้ำเงิน, สีขาว สีแดง และสีเหลือง (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 สีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดกะหลิมจากการเก็บตัวอย่าง (ครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 4)



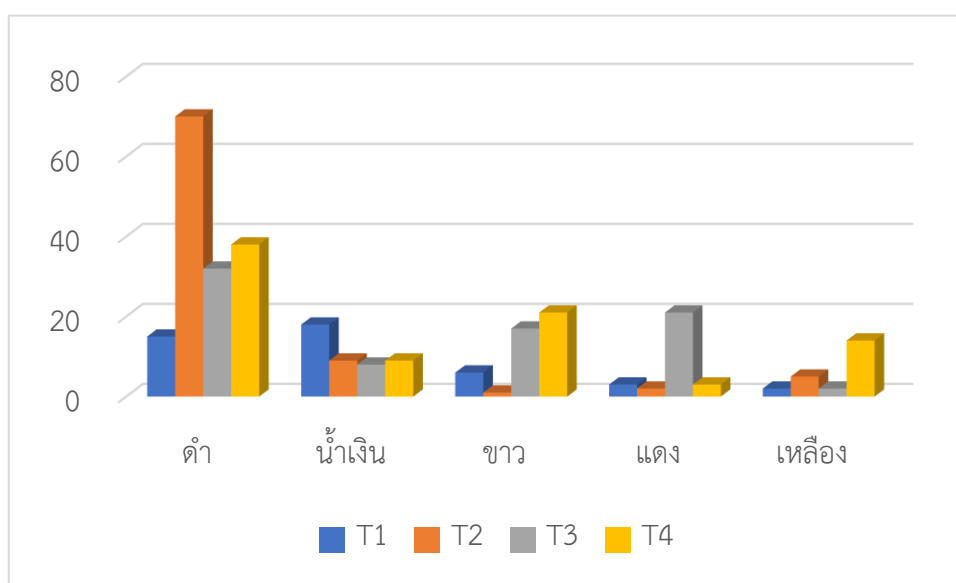
ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน เป็นช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย ขณะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (81%, n=70) รองลงมาคือ สีน้ำเงิน (10%, n=9) สีเหลือง (6%, n=5) สีแดง (2%, n=2) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีขาว (1%, n=1)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน ขณะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (40%, n=32) รองลงมาคือ สีแดง (26%, n=21) สีขาว (21%, n=17) พบสีน้ำเงิน (10%, n=8) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีเหลือง (3%, n=2)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง ขณะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (45%, n=38) รองลงมาคือ สีขาว (25%, n=21) สีเหลือง (16%, n=14) สีน้ำเงิน (11%, n=9) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีแดง (3%, n=3)

ในการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (ครั้งที่ 1 – ครั้งที่ 4) การเก็บในช่วงฤดูแล้ง (ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4) พบสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่เยอะที่สุดคือ สีดำ รองลงมาคือ สีน้ำเงินและสีขาว และในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 จะเป็นการเก็บในช่วงฤดูฝนโดยพบสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่เยอะที่สุดคือ สีดำ รองลงมาคือ สีแดง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่ชายหาดกะหลิมที่พบเยอะที่สุดจากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง คือ สีดำ

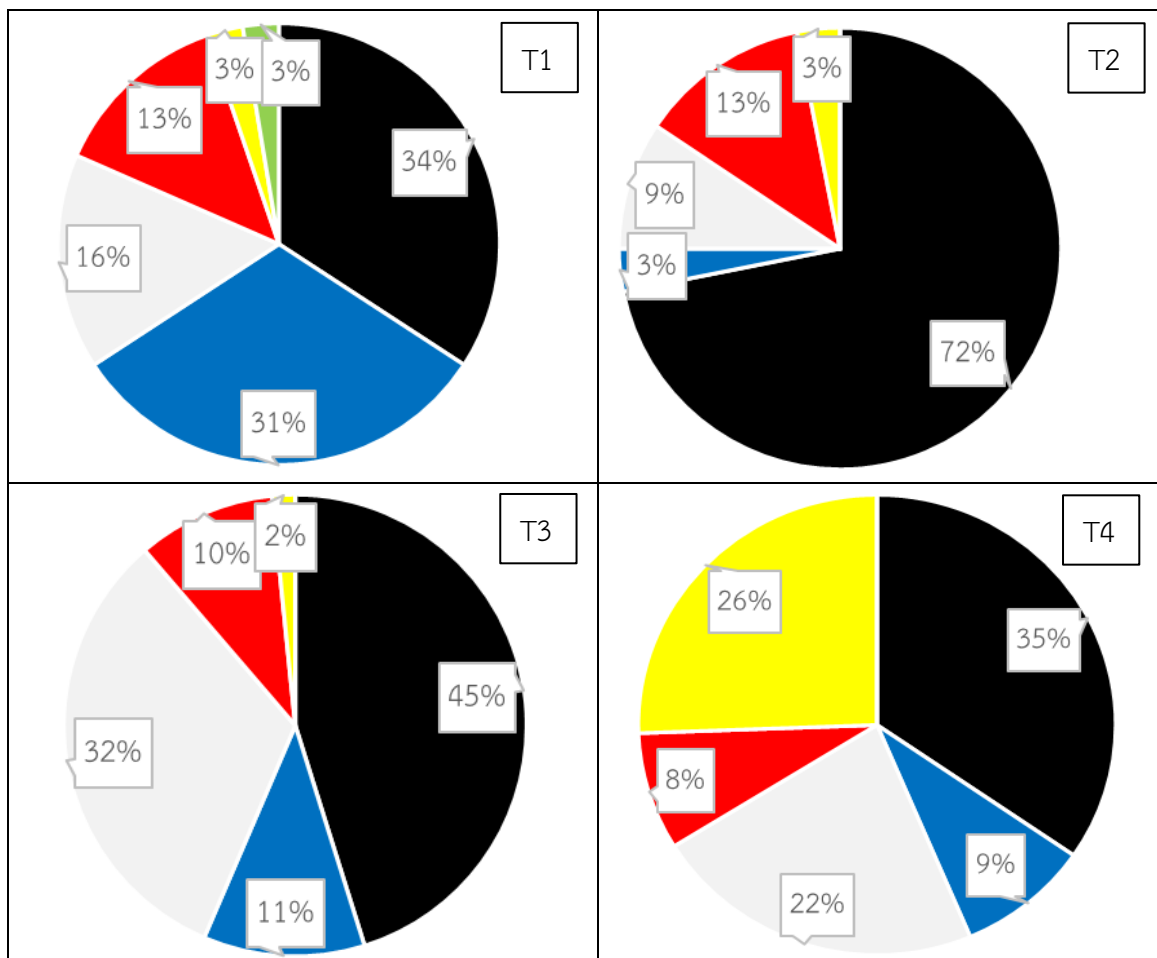
แผนภูมิที่ 4.1 สีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดกะหลิม (ครั้งที่ 1 – ครั้งที่ 4)



4.2.2 ชายหาดป่าตอง

ลักษณะของชายหาดนี้จะเป็นชายหาดที่มีทรายละเอียด มีนักท่องเที่ยวเข้ามาเล่นน้ำ อาบแดด นั่งรับประทานอาหารและมีกิจกรรมการเล่นกีฬาบริเวณชายหาดอย่างมากมาย ตลอด ชายฝั่งมีร้านอาหาร โรงแรมและตลาดตอนกลางคืนอย่างมากมายตลอดสองฝั่งของชายหาด จากการเก็บตัวอย่าง ณ ชายหาดป่าตองทั้ง 4 ครั้ง พบเจอสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่ชายหาดป่าตองทั้งหมด 6 สี ได้แก่ สีดำ, สีน้ำเงิน, สีขาว, สีแดง สีเหลืองและสีเขียว (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 สีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดป่าตองจากการเก็บตัวอย่าง (ครั้งที่ 1 – ครั้งที่ 4)



	สีดำ		สีแดง
	สีน้ำเงิน		สีขาว
	สีเขียว		สีเหลือง

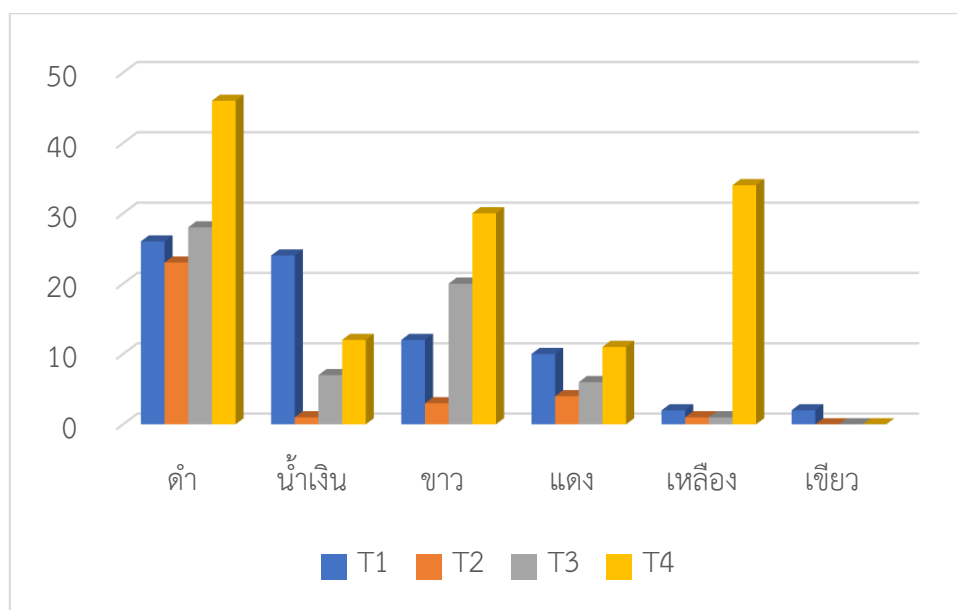
ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง เป็นช่วงที่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาทำกิจกรรมบริเวณชายหาด อีกทั้งยังมีโรงแรมและร้านอาหารมากมาย ขณะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (34%, n=26) รองลงมาคือ สีน้ำเงิน (31%, n=24) สีขาว (16%, n=12) สีแดง (13%, n=10) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีเหลืองและพบสีเขียว (1%, n=2)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน ขณะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (72%, n=23) รองลงมาคือ สีแดง (13%, n=4) สีขาว (9%, n=3) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีน้ำเงินและสีเหลือง (3%, n=1)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน ขณะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (45%, n=28) รองลงมาคือ สีขาว (32%, n=20) สีน้ำเงิน (11%, n=7) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีเหลือง (2%, n=1)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง เป็นช่วงที่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาท่องเที่ยว ขณะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (35%, n=46) รองลงมาคือ สีเหลือง (26%, n=34) สีขาว (22%, n=30) และพบสีน้ำเงิน (9%, n=12) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีแดง (8%, n=11)

แผนภูมิที่ 4.2 สีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดป่าตอง (ครั้งที่ 1 – ครั้งที่ 4)

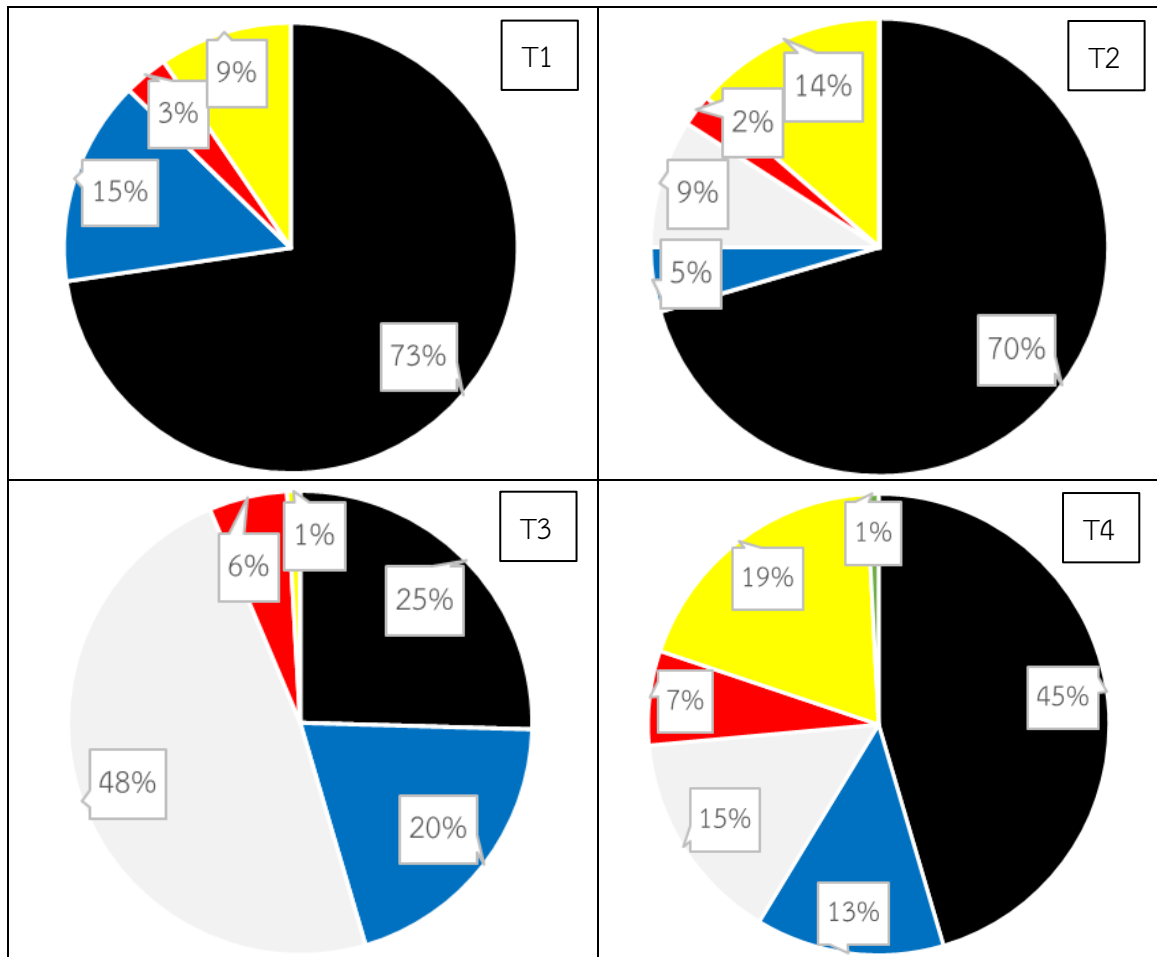


ในการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง โดยในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 จะเป็นการเก็บในช่วงฤดูแล้ง พบสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่เยอะที่สุดคือ สีดำ รองลงมาคือ สีขาว และในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 จะเป็นการเก็บในช่วงฤดูฝนโดยพบสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่เยอะที่สุดคือสี ดำ รองลงมาคือ สีขาว ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่หายากที่สุดที่พบเยอะที่สุดจากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้งคือ สีดำ

4.2.3 ชายหาดไตรตรัง

ลักษณะของชายหาดนี้จะเป็นหาดที่มีทรายละเอียดและมีโขดหิน เป็นชายหาดที่เงียบ มีโรงแรมและร้านอาหารอยู่บริเวณชายหาดแต่น้อย มีนักท่องเที่ยวค่อนข้างน้อย นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่จะมาดำน้ำดูปะการัง หรือปลาสวยงามแล้ว และเล่นน้ำทะเลได้ในช่วงน้ำขึ้น จากการเก็บตัวอย่าง ณ ชายหาดไตรตรังทั้ง 4 ครั้ง พบเจอสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่ชายหาดไตรตรังทั้งหมด 6 สี ได้แก่ สีดำ, สีน้ำเงิน, สีขาว, สีแดง สีเหลืองและสีเขียว (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 สีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดไตรตรงจากการเก็บตัวอย่าง (ครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 4)



	สีดำ		สีแดง
	สีน้ำเงิน		สีขาว
	สีเขียว		สีเหลือง

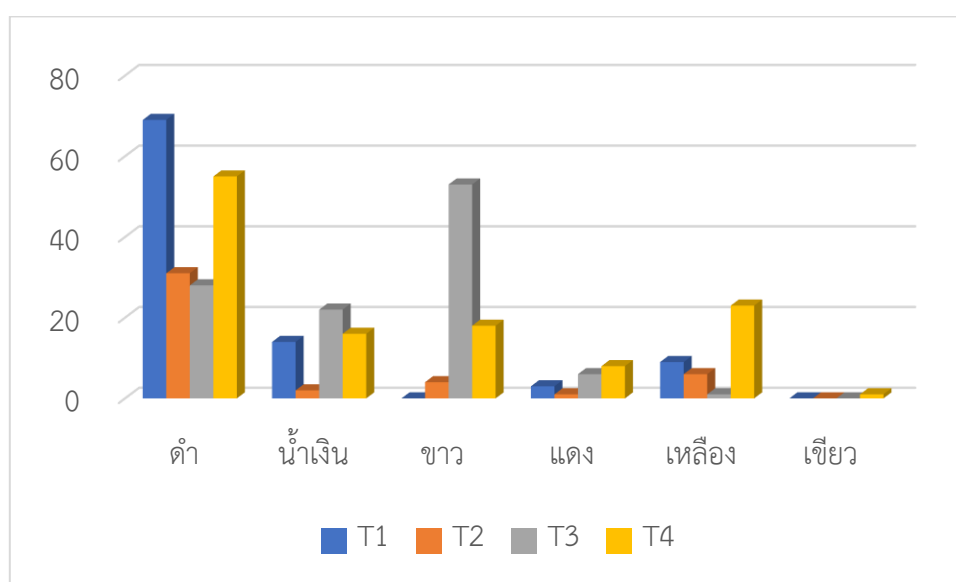
ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง เป็นช่วงที่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาท่องเที่ยวค่อนข้างเยอะ มีโรงแรมและร้านอาหารอยู่บริเวณริมชายหาด ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (73%, n=69) รองลงมาคือสี น้ำเงิน (15%, n=14) สีเหลือง (9%, n=9) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีแดง (3%, n=3)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (70%, n=31) รองลงมาคือ สีเหลือง (14%, n=6) สีขาว (9%, n=4) สีน้ำเงิน (5%, n=3) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีแดง (2%, n=1)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีขาว (48%, n=53) รองลงมาคือ สีดำ (25%, n=22) สีน้ำเงิน (20%, n=22) สีแดง (6%, n=6) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีเหลือง (1%, n=1)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (45%, n=55) รองลงมาคือ สีขาว (15%, n=18) สีน้ำเงิน (13%, n=16) สีแดง (7%, n=8) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีเขียว (1%, n=1)

แผนภูมิที่ 4.3 สีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดตรัง (ครั้งที่ 1 – ครั้งที่ 4)

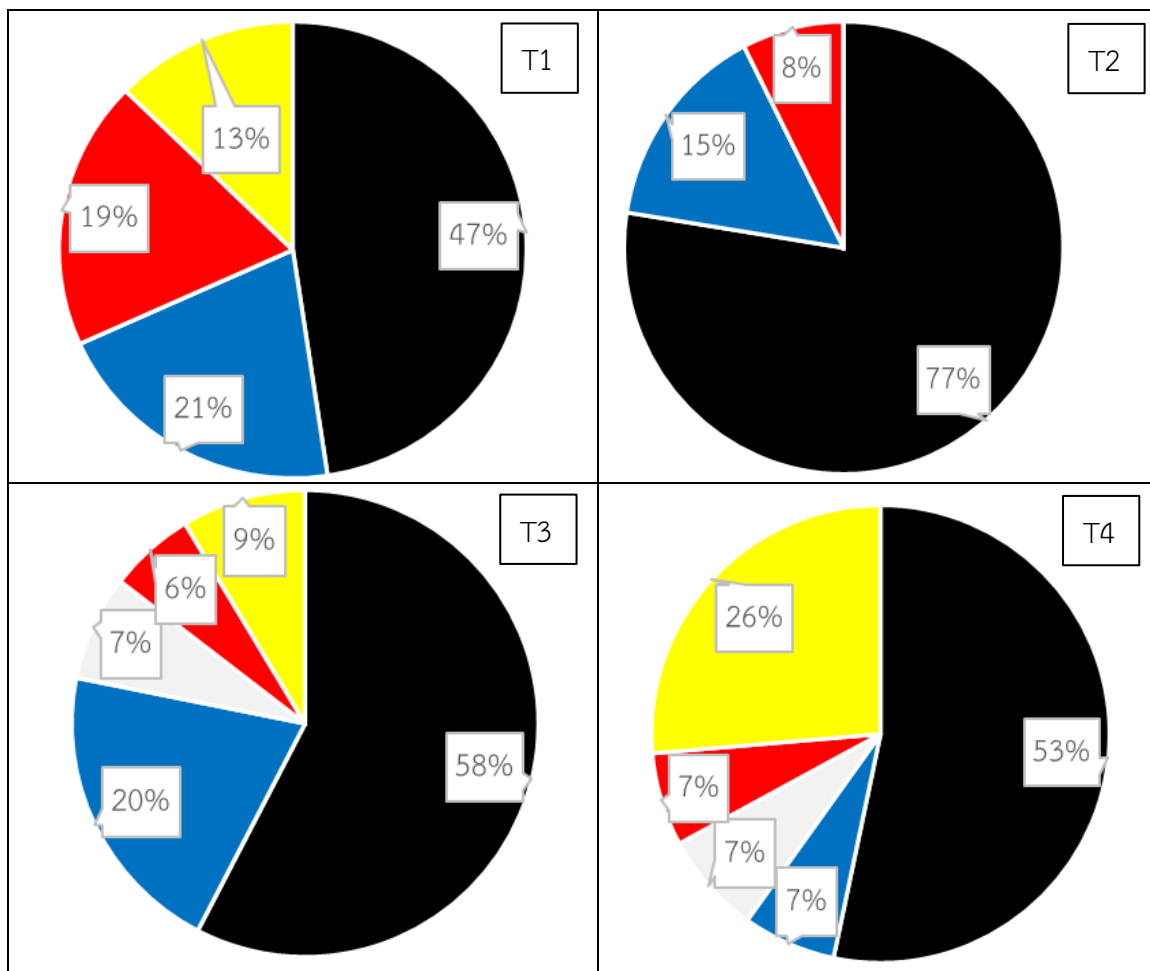


ในการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง โดยในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 จะเป็นการเก็บในช่วงฤดูแล้งโดยพบสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่เยอะที่สุดคือ สีดำ รองลงมาคือ สีเหลือง และในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 จะเป็นการเก็บในช่วงฤดูฝนโดยพบสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่เยอะที่สุด คือสีดำ รองลงมาคือ สีขาว ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่หายากแต่ตรงที่พบเยอะที่สุดจากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง คือ สีดำ

4.2.4 ชายหาดราไว้

ลักษณะของชายหาดนี้จะเป็นชายหาดที่มีร้านอาหารอยู่จำนวนมาก นักท่องเที่ยวนิยมมารับประทานอาหารริมทะเล เป็นจุดสำหรับขึ้นเรือซึ่งมีทั้งเรือประมงพื้นบ้านและเรือเชิงพาณิชย์ของนักท่องเที่ยวไปยังเกาะรอบ ๆ ภูเก็ต ในส่วนของเรือประมงพื้นบ้านนั้นมีการทำการประมงเป็นหลักและรับส่งนักท่องเที่ยวในระยะทางใกล้ ๆ เป็นงานเสริม จากการเก็บตัวอย่าง ณ ชายหาดราไว้ ทั้ง 4 ครั้ง พบเจอสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่ชายหาดราไว้ทั้งหมด 5 สี ได้แก่ สีดำ, สีน้ำเงิน, สีขาว สีแดงและเหลือง (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 สีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดราไว้อย่าง (ครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 4)



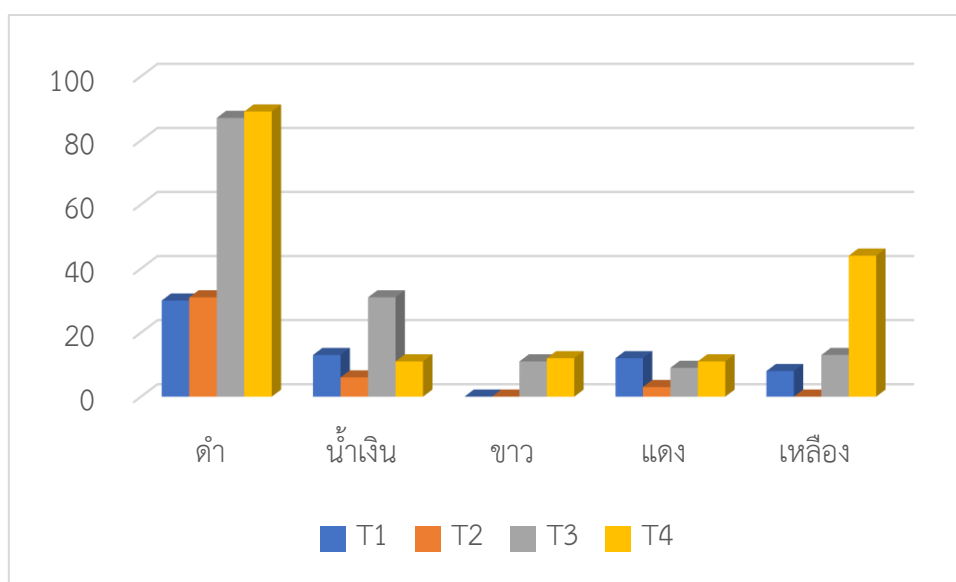
ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง เป็นช่วงที่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาอย่างมากมาย ชายหาดนี้เป็นชายหาดที่รองรับนักท่องเที่ยวเพื่อเดินทางไปยังเกาะต่าง ๆ โดยการนั่งเรือพาณิชย์ เช่น เรือสปีดโบ๊ท เป็นต้น อีกทั้งยังเป็นจุดจอดเรือของชาวประมงและชาวบ้านที่อาศัยบริเวณนั้น ชายหาดนี้เป็นจุดที่มีการขายอาหารทะเลที่ราคาถูก นักท่องเที่ยวสามารถซื้ออาหารเพื่อให้นำมาปรุงได้ ทำให้ชาวบ้านได้มีรายได้จากนักท่องเที่ยวและอาจส่งผลให้เกิดปัญหาขยะตามมาได้ ซึ่งขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (47%, n=30) รองลงมาคือ สีน้ำเงิน 21%, n=13) สีแดง (19%, n=12) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีเหลือง (13%, n=8)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน เป็นช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (77%, n=31) รองลงมาคือ สีน้ำเงิน (15%, n=6) และสีที่น้อยที่สุด คือสีแดง (8%, n=3)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (58%, n=87) รองลงมาคือ สีน้ำเงิน (20%, n=31) สีเหลือง (9%, n=13) สีขาว (7%, n=11) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีแดง (6%, n=9)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (53%, n=89) รองลงมาคือ สีเหลือง (26%, n=44) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีน้ำเงิน แดง และขาว (7%, n=11)

แผนภูมิที่ 4.4 สีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดราไว (ครั้งที่ 1 – ครั้งที่ 4)

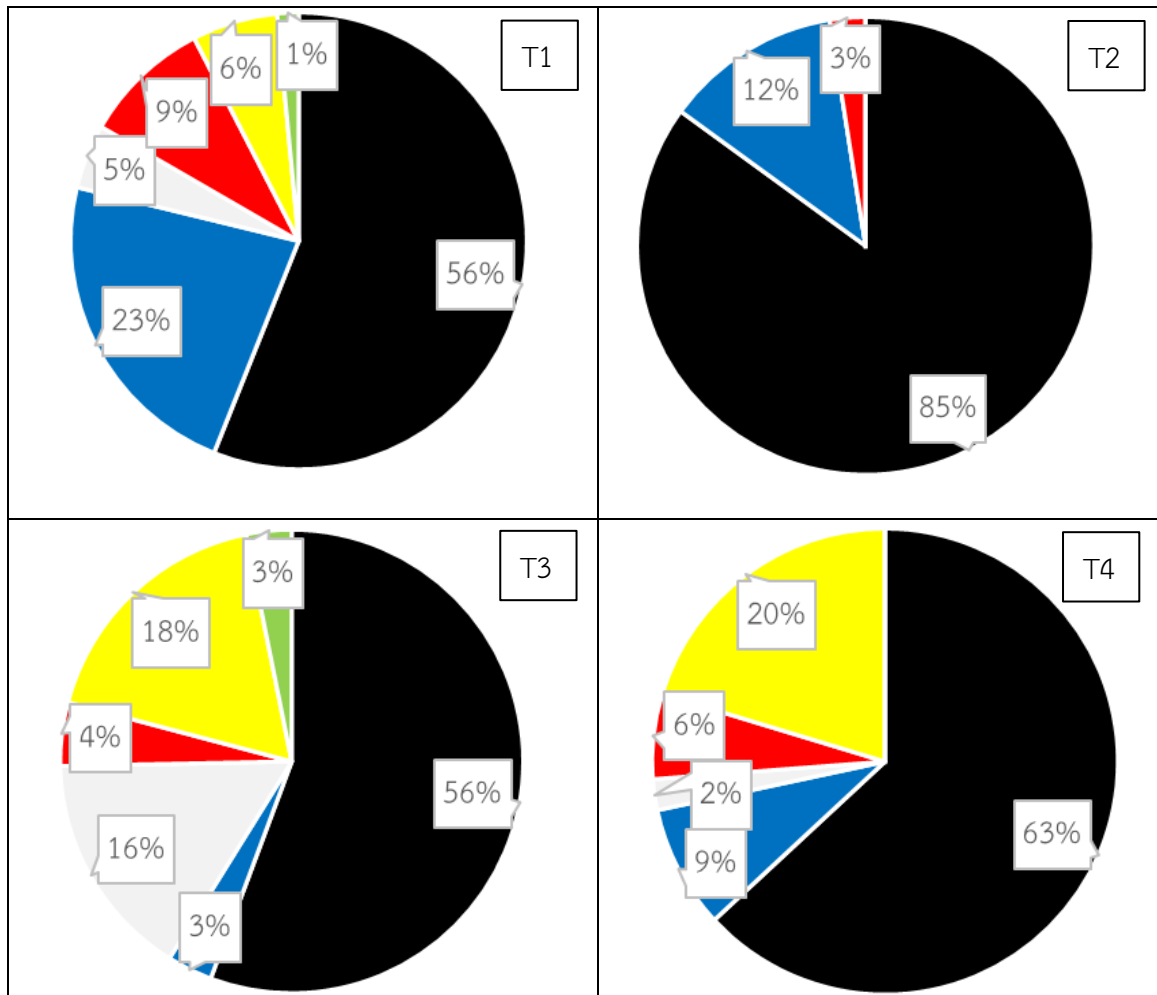


ในการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง โดยในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 จะเป็นการเก็บในช่วงฤดูแล้งโดยพบสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่เยอะที่สุดคือ สีดำ รองลงมาคือ สีเหลือง และในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 จะเป็นการเก็บในช่วงฤดูฝนโดยพบสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่เยอะที่สุดคือ สีดำ รองลงมาคือ สีน้ำเงิน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่หายากหรือหายากที่สุดจากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง คือ สีดำ

4.2.5 ชายหาดคลอง

ลักษณะของชายหาดนี้จะเป็นชายหาดที่มีนักท่องเที่ยวต้องการขึ้นเรือเพื่อไปท่องเที่ยว ณ เกาะต่าง ๆ โดยเรือที่ใช้จะเป็นเรือในเชิงพาณิชย์ทั้งหมด มีร้านอาหารเล็กน้อย จากการเก็บตัวอย่าง ณ ชายหาดคลองทั้ง 4 ครั้ง พบเจอสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่ชายหาดคลองทั้งหมด 6 สี ได้แก่ สีดำ, สีน้ำเงิน, สีขาว, สีแดง สีเหลืองและสีเขียว (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 สีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดคลองจากการเก็บตัวอย่าง (ครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 4)



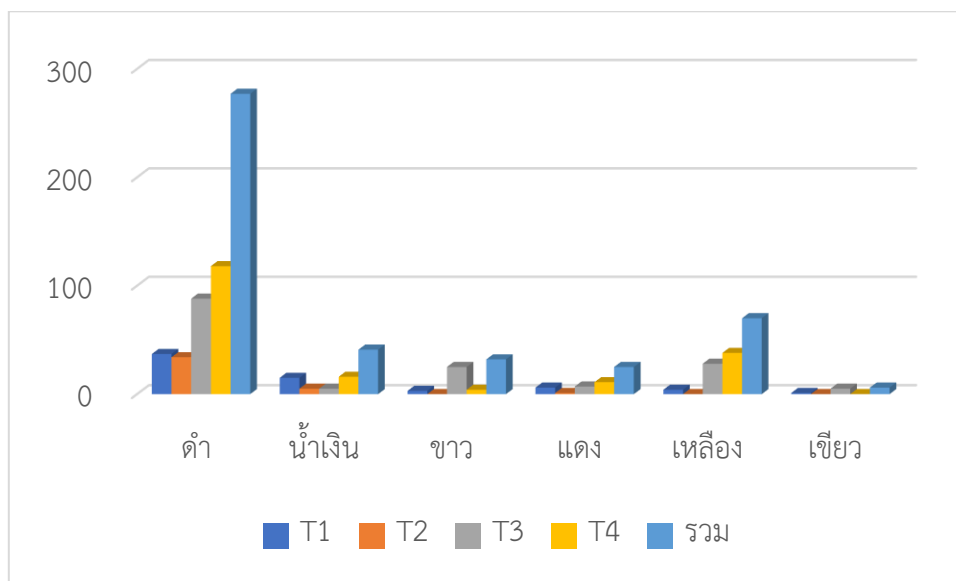
ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง เป็นช่วงที่มีนักท่องเที่ยวค่อนข้างเยอะ ชายหาดนี้ยังเป็นจุดที่ขนส่งนักท่องเที่ยวไปยังเกาะต่าง ๆ เป็นจุดจอดเรือพาณิชย์ต่าง ๆ เช่น เรือสปีดโบ๊ท เรือยอร์ช เป็นต้น ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (56%, n=37) รองลงมาคือ สีน้ำเงิน (23%, n=41) สีแดง (9%, n=4) สีเหลือง (6%, n=4) สีขาว (5%, n=1) และสีที่น้อยที่สุดคือสีเขียว (1%, n=1)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (85%, n=34) รองลงมาคือ สีน้ำเงิน (12%, n=5) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีแดง (3%, n=1)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (56%, n=88) รองลงมาคือ สีเหลือง (18%, n=28) สีขาว (16%, n=25) สีแดง (4%, n=7) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีน้ำเงินและสีเขียว (3%, n=5)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (63%, n=118) รองลงมาคือ สีเหลือง (22%, n=38) สีน้ำเงิน (9%, n=16) สีแดง (6%, n=11) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีขาว (2%, n=4)

แผนภูมิที่ 4.5 สีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดฉลอง (ครั้งที่ 1 – ครั้งที่ 4)

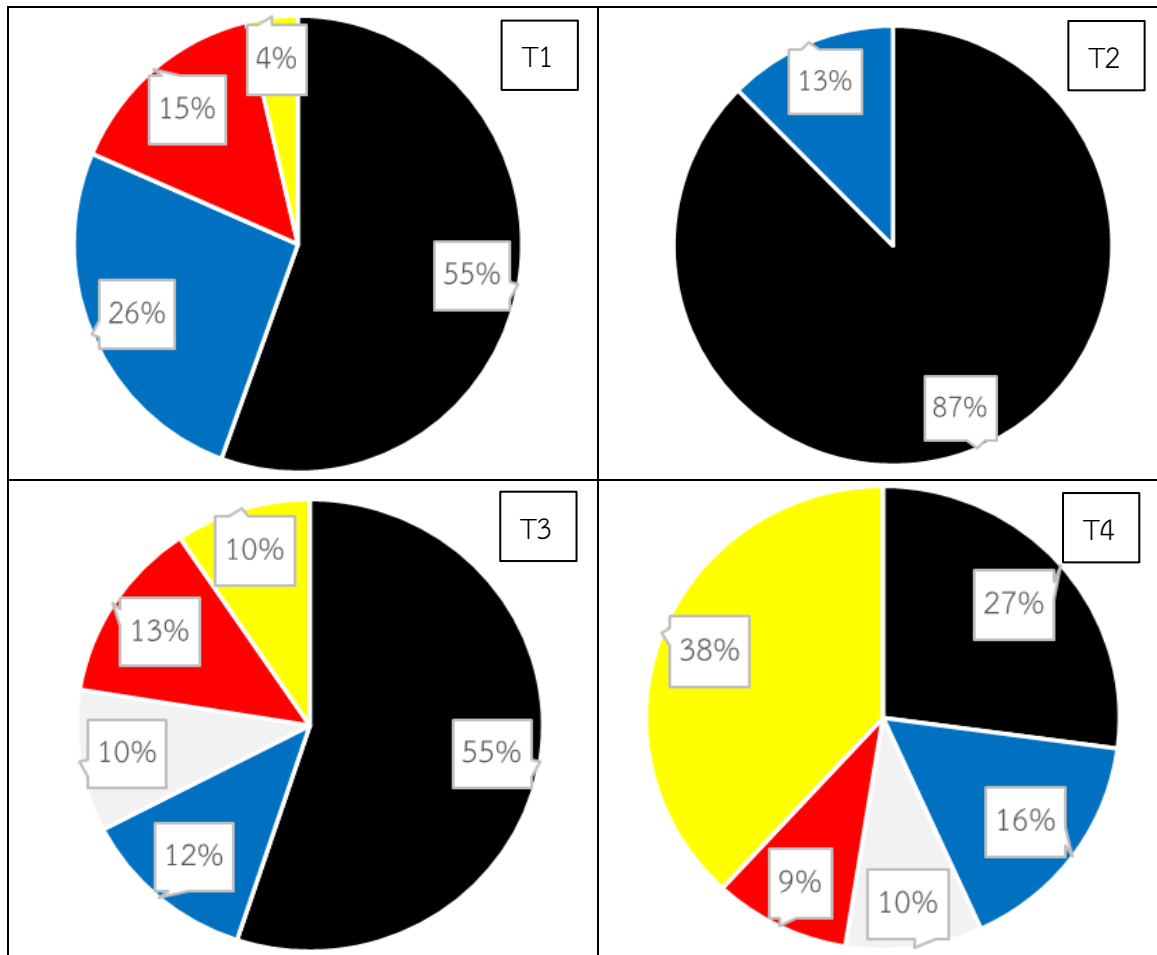


ในการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง โดยในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 จะเป็นการเก็บในช่วงฤดูแล้งโดยพบสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่เยอะที่สุดคือ สีดำ รองลงมาคือ สีเหลืองและในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 จะเป็นการเก็บในช่วงฤดูฝนโดยพบสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่เยอะที่สุดคือ สีดำ รองลงมาคือ สีเหลือง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่หายากหรือที่พบเยอะที่สุดจากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้งคือ สีดำ

4.2.6 ขยะหาคั่ววมะขาม

ลักษณะของขยะหาคั่ววมะขามจะเป็นขยะขนาดเล็ก ๆ เป็นขยะเกี่ยวกับเรื่องการประมงจากการเก็บตัวอย่าง ณ ขยะหาคั่ววมะขามทั้ง 4 ครั้ง พบเจอสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่หายากหรือที่พบเยอะที่สุดทั้งหมด 5 สี ได้แก่ สีดำ, สีน้ำเงิน, สีขาว สีแดงและสีเหลือง (ตารางที่ 4.11)

ตารางที่ 4.11 สีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดอ่าวมะขามจากการเก็บตัวอย่าง (ครั้งที่ 1 – ครั้งที่ 4)



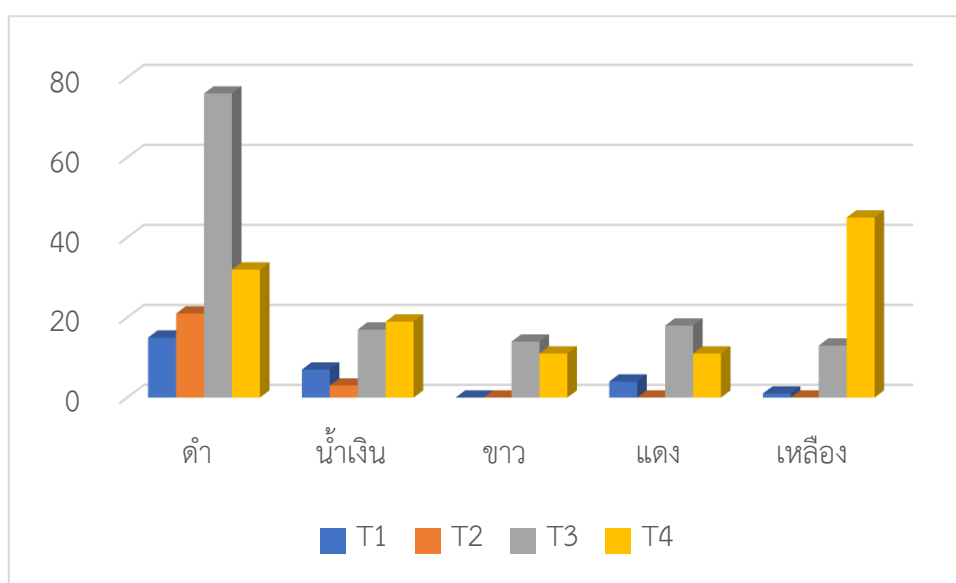
ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง ที่มีการรับส่งนักท่องเที่ยวเพื่อไปยังเกาะต่าง ๆ โดยใช้เรือประมงของชาวบ้านในการเดินเรือเพื่อไปยังเกาะต่าง ๆ ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (55%, n=15) รองลงมาคือ สีน้ำเงิน (26%, n=7) สีแดง (15%, n=4) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีเหลือง (4%, n=1)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน ไม่สามารถออกเดินเรือไปยังเกาะต่าง ๆ และออกเรือไปทำการประมงได้ บริเวณหน้าหาดเป็นจุดจอดเรือบริเวณหน้าหาด และมีการซ่อมแซมเรือ ซึ่งขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (87%, n=21) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีน้ำเงิน (13%, n=3)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีดำ (55%, n=76) รองลงมาคือ สีแดง (13%, n=18) สีน้ำเงิน (12%, n=17) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีขาวและสีเหลือง (10%, n=14)

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ สีเหลือง (38%, n=45) รองลงมาคือ สีดำ (27%, n=32) สีน้ำเงิน (16%, n=19) และพบสีขาว (10%, n=11) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีแดง (9%, n=11)

แผนภูมิที่ 4.6 สีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบในบริเวณชายหาดอำมะขาม (ครั้งที่ 1 – ครั้งที่ 4)



ในการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง โดยในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 จะเป็นการเก็บในช่วงฤดูแล้ง พบสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่เยอะที่สุดคือ สีดำ รองลงมาคือ สีเหลือง และในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 จะเป็นการเก็บในช่วงฤดูฝน พบสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่เยอะที่สุดคือ สีดำ รองลงมาคือ สีน้ำเงิน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่หายากอ่าวมะขามที่พบเยอะที่สุดจากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง คือ สีดำ

สรุปผลการทดลองการศึกษาสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกจากการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง ที่ชายหาดกะหลิม ชายหาดไตรตรัง ชายหาดป่าตอง ชายหาดราไวย์ ชายหาดฉลอง ชายหาดอ่าวมะขาม สีที่พบเยอะที่สุดจากการเก็บตัวอย่าง คือ สีดำ และจากการเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น ๆ พบว่า (De-la-Torre *et al.*, 2020) พบสีของไมโครพลาสติกบนหาดทรายของลิมา ประเทศเปรูมากที่สุดคือ สีขาว (84.8%) รองลงมาคือ สีน้ำเงิน (4.0%) สีแดง (2.6%) สีเขียว (2.2%) สีเหลือง (2.0%) และสีอื่น ๆ (3.2%) และ (Tran Nguyen *et al.*, 2020) ได้ทำการศึกษาลักษณะของไมโครพลาสติกในตะกอนชายฝั่งจากชายหาดเขตร้อนในเมืองดานัง ประเทศเวียดนาม โดยลักษณะสีของไมโครพลาสติกที่พบนั้นมีหลากหลายสี ได้แก่ แดง เหลือง เขียว น้ำเงินม่วงและขาว ซึ่งไมโครพลาสติกที่พบเยอะมากที่สุดคือ สีน้ำเงิน (59.9%) และสีขาว (22.9%) ในส่วนของสีอื่น ๆ พบเพียงเล็กน้อย (แดง 8.2%, เหลือง 6.8%, ม่วง 1.4% และเขียว 0.7%)

สีไมโครพลาสติกที่พบบริเวณชายหาดหุติโคริน ทางชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ประเทศอินเดีย สีที่พบมากที่สุดคือ สีขาว (59.23%) รองลงมาคือสีน้ำเงิน (35.59%) สีดำ (13.57%) สีเขียว (15.26%) สีเหลือง (16.17%) และสีแดง (9.63%) (Jeyasanta, 2020) และไมโครพลาสติกในตะกอนบนชายหาดริมอ่าวไทยฝั่งตะวันออก พบว่าสีของไมโครพลาสติกที่มีลักษณะของรูปแบบเส้นใยพบมากที่สุด คือ โปร่งใสทั่วไป/ขาว (39.60%), พบรองลงมาคือ สีน้ำเงิน (34.10%) และน้อยสุดคือ สีแดง (18.20%) ในส่วนของไมโครพลาสติกที่มีลักษณะของรูปแบบชิ้นส่วนไร้รูปแบบนั้น พบสีที่มากที่สุด คือ โปร่งใสทั่วไป/ขาว (60.73%) ซึ่งกิจกรรมของมนุษย์มีผลกระทบต่อจำนวนไมโครพลาสติกบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก (Bissen and Chawchai, 2020) แต่งานวิจัยครั้งนี้พบสีของไมโครพลาสติกมากที่สุดคือ สีดำ (52.09%) รองลงมาคือ สีเหลือง (13.69%) สีน้ำเงิน (13.50%) สีขาว (12.34%) สีแดง (7.96%) และสีที่น้อยที่สุดคือ สีเขียว (0.42%)

4.3 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก

จากการศึกษาลักษณะรูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกทั้ง 2 ขนาด ได้แก่ ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก ขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร และขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20 - 300 ไมโครเมตรนั้น พบว่ามีการจำแนกขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกเป็น 4 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ แผ่นฟิล์ม และเม็ด (Filgueiras *et al.*, 2019) รายละเอียดรูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกแสดงในภาคผนวก ข

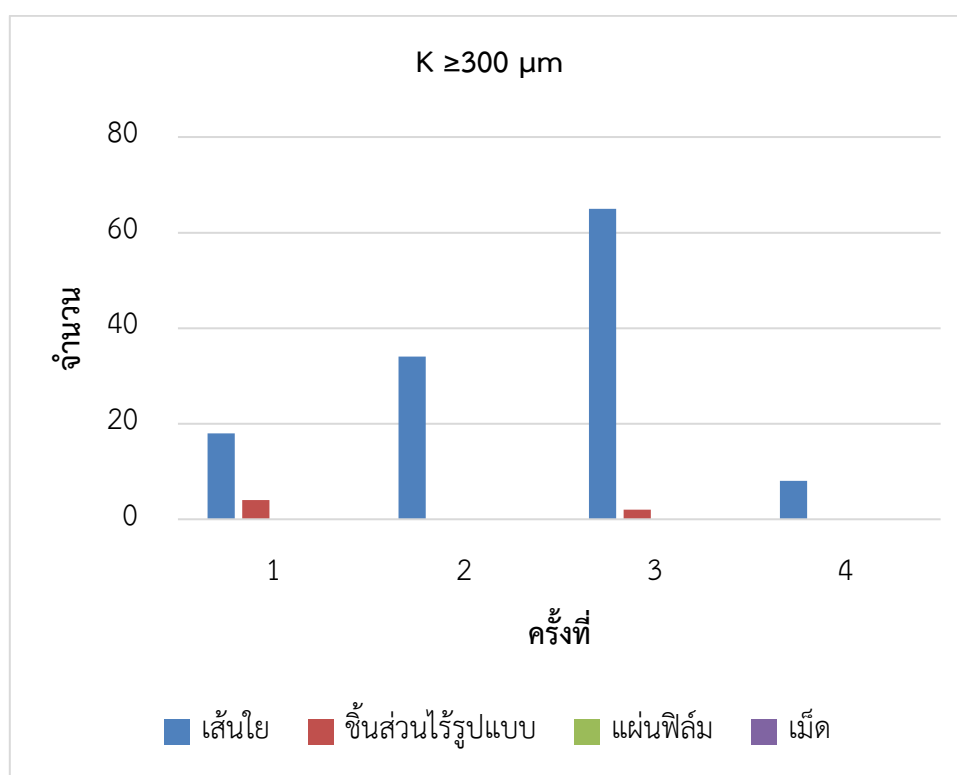
4.3.1 ชายหาดกะหลิม

ชายหาดกะหลิมเป็นชายหาดที่มีทรายปนหินก้อนเล็ก ๆ มีโขดหิน และแนวปะการัง มีการตั้งชุมชนอาหารบริเวณฝั่งชายหาด และโรงแรมริมชายหาดเพียงเล็กน้อย จากการศึกษารูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก 2 รูปร่างได้แก่ รูปร่างเส้นใยและชิ้นส่วนไร้รูปแบบ จากผลการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 4) พบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมีจำนวนทั้งหมด 45.7 ชิ้น จากตัวอย่างที่เก็บทั้งหมด 49 ชิ้น ของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 93.20% ที่พบเจอทั้งหมด รองลงมาคือ ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบทั้งหมด 3.3 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 6.80%

ผลการศึกษาพบว่ารูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ซึ่งเป็นการเก็บในช่วงฤดูแล้งหรือเป็นช่วงที่นักท่องเที่ยวหลังไหลเข้ามาท่องเที่ยวจำนวนมาก ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมีรูปร่างเส้นใยมากที่สุด (4.3 ± 2.1 และ 8.3 ± 2.5 ชิ้นตามลำดับ) และมีจำนวนน้อยกว่าฤดูฝนหรือช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย (การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3) ที่พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุดเช่นกัน (8.3 ± 4.0 และ 24.67 ± 2.1 ชิ้นตามลำดับ) การพบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยช่วงฤดูฝนหรือช่วงที่มีนักท่องเที่ยวมีจำนวนมากกว่าช่วงฤดูแล้งหรือเป็นช่วงที่นักท่องเที่ยวเยอะ อาจเป็นเพราะว่าหาดกะหลิมเป็นหาดที่มีการปล่อยน้ำเสียจากคลองบางใหญ่ลงสู่ทะเล ซึ่งฤดูฝนอาจจะมึ่น้ำฝนตกชะล้างสิ่งต่าง ๆ จากพื้นดิน ไม่ว่าจะป็นกิจกรรม

ต่าง ๆ ของมนุษย์ เศษขยะบางอย่างไหลลงสู่ลำคลองและท้ายที่สุดก็ลงสู่ทะเลได้ แต่ในช่วงฤดูฝนก็ยังคงมีกิจกรรมต่าง ๆ บริเวณชายหาด เช่น มีแม่ค้าพ่อค้าขายของริมชายหาดและมีนักท่องเที่ยวบางส่วนนั่งรับประทานอาหารริมชายหาด ดังนั้นกิจกรรมบริเวณชายหาดและการปล่อยน้ำเสียแม้กระทั่งน้ำฝนที่ไหลลงสู่ทะเลจึงเป็นเหตุทำให้ช่วงฤดูฝนมีจำนวนขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกมากกว่าช่วงฤดูแล้ง ผลการศึกษาจำนวนรูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.7

แผนภูมิที่ 4.7 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดกะหลิม

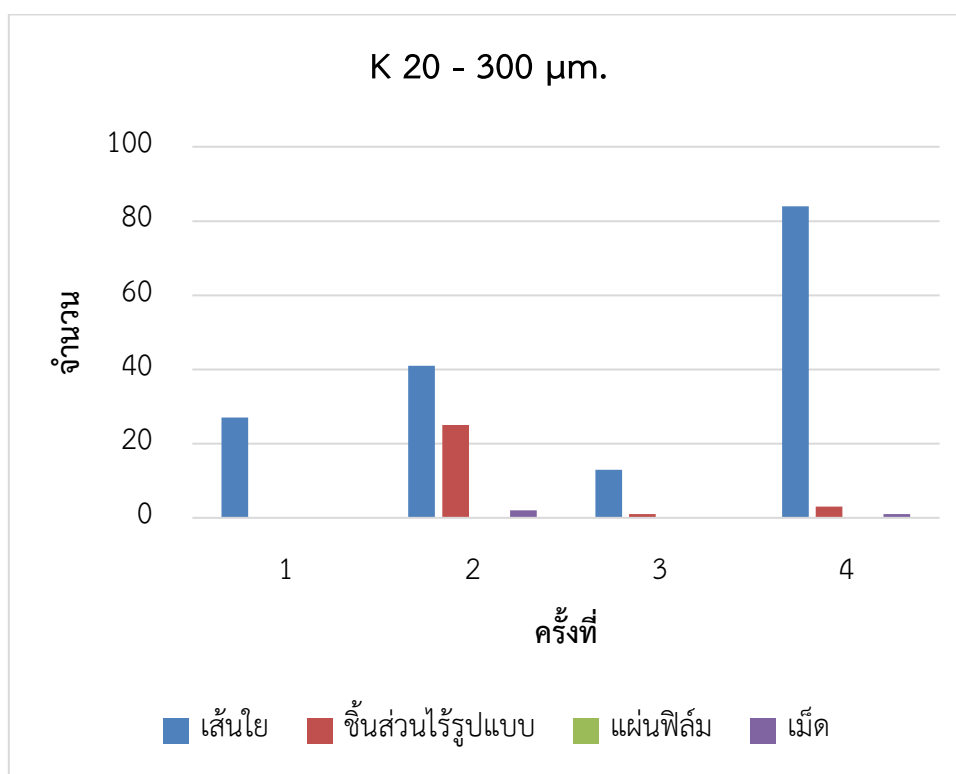


ในส่วน of ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร โดยในการเก็บตัวอย่างจะแบ่งเป็น 2 ฤดูกาลเหมือนกัน จากผลการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 4) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก 3 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ และเม็ด พบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมีจำนวนทั้งหมด 46.3 ชิ้น จากตัวอย่างที่

เก็บทั้งหมด 54.3 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 85.28% ที่พบเจอทั้งหมด รองลงมาคือ ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ ทั้งหมด 7.3 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 13.49% และในลำดับสุดท้ายพบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเม็ดพบทั้งหมด 0.7 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 1.23%

เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกทั้ง 2 ขนาด พบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร มีความหลากหลายของรูปร่างมากกว่ารูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร โดยพบมากถึง 3 รูปร่าง คือเส้นใย ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ และเม็ด ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.8

แผนภูมิที่ 4.8 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดกะหลิม



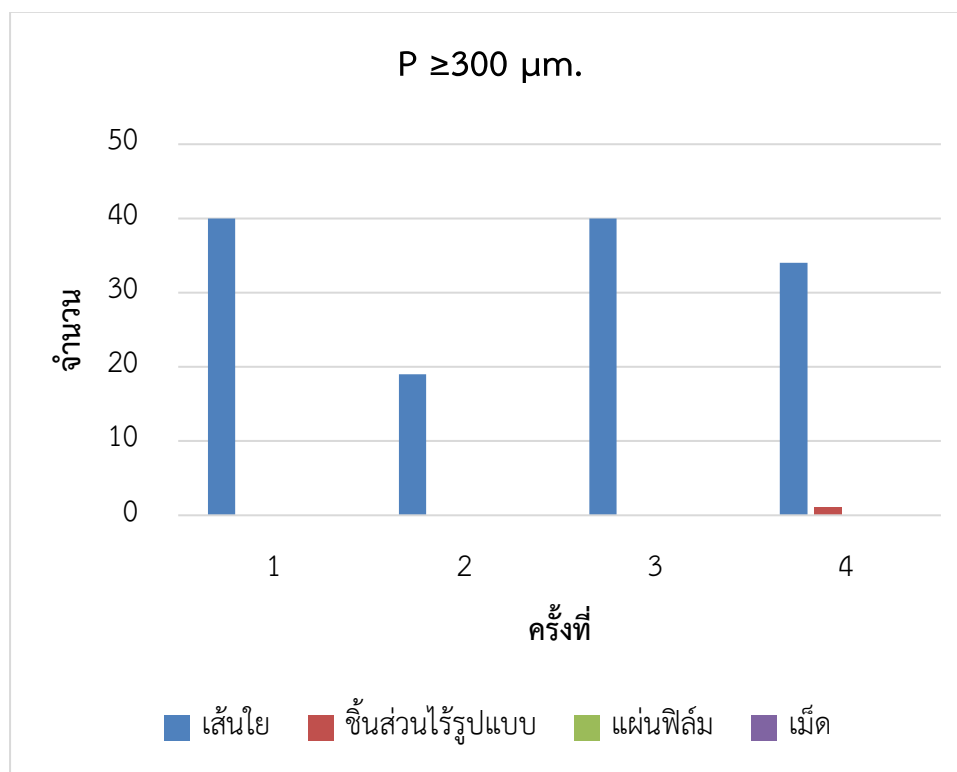
4.3.2 ชายหาดป่าตอง

ชายหาดป่าตองเป็นชายหาดที่มีทรายละเอียด มีนักท่องเที่ยวเข้ามาเล่นน้ำ อาบแดด นั่งรับประทานอาหารและมีกิจกรรมการเล่นกีฬาบริเวณชายหาดอย่างมากมาย ตลอดชายฝั่งมีร้านอาหาร โรงแรมและตลาดตอนกลางคืนอย่างมากมายตลอดสองฝั่งของชายหาด จากการศึกษาพบว่า รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร พบ 2 รูปร่างได้แก่ รูปร่างเส้นใยและรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ จากผลการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 4) พบว่ารูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมีจำนวนทั้งหมด 139.3 ชิ้น จากตัวอย่างที่เก็บทั้งหมด 41.7 ชิ้น ของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 94.41% ที่พบเจอทั้งหมด รองลงมาคือ ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ ทั้งหมด 2.3 ชิ้นหรือคิดเป็นร้อยละ 5.59%

ผลการศึกษาพบว่ารูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ซึ่งเป็นการเก็บในช่วงฤดูแล้งหรือเป็นช่วงที่นักท่องเที่ยวหลังไหลเข้ามาท่องเที่ยวและทำกิจกรรมต่าง ๆ บริเวณชายหาด รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบมีรูปร่างเป็นเส้นใยมากที่สุด (13.3 ± 8.3 และ 11.3 ± 16.3 ชิ้นตามลำดับ) และมีจำนวนมากกว่าฤดูฝนหรือช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย (การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุดเช่นกัน (6.3 ± 3.1 และ 8.3 ± 3.1 ชิ้นตามลำดับ)

การพบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยในช่วงฤดูแล้งหรือช่วงที่มีนักท่องเที่ยวเยอะมีจำนวนมากกว่าฤดูฝนหรือเป็นช่วงที่นักท่องเที่ยวน้อย อาจเป็นเพราะว่าชายหาดป่าตองเป็นชายหาดที่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาทำกิจกรรมต่าง ๆ บริเวณหน้าหาดในช่วงฤดูแล้งค่อนข้างเยอะ เช่น การเล่นน้ำ การเล่นกีฬา เป็นต้น อีกทั้งมีโรงแรมและร้านอาหารต่าง ๆ อีกมากมายที่คอยรองรับความสะดวกสบายแก่นักท่องเที่ยว เมื่อนักท่องเที่ยวเข้ามาทำกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น จึงส่งผลกระทบต่อจำนวนขยะบริเวณชายหาดที่มากขึ้นด้วยเช่นกัน ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.9

แผนภูมิที่ 4.9 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร ที่พบ บริเวณชายหาดป่าตอง



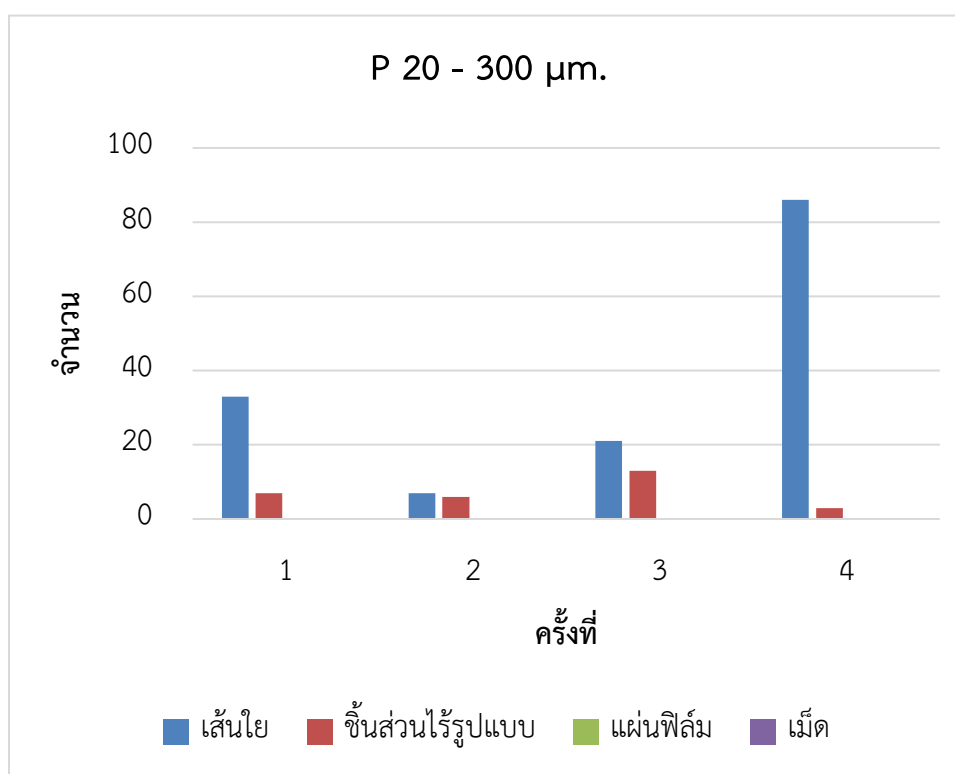
ในส่วน of ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร โดยในการเก็บตัวอย่างจะแบ่งเป็น 2 ฤดูกาล จากผลการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 4) พบ 2 รูปร่าง ได้แก่ รูปร่างเส้นใยและรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ ผลจากการศึกษาพบว่ารูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร มีรูปร่างเส้นใยเป็นจำนวนทั้งหมด 53 ชิ้น จากตัวอย่างที่เก็บทั้งหมด 61.66 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 85.96% ที่พบเจอทั้งหมด รองลงมาคือ ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ จำนวนทั้งหมด 8.66 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 14.04%

ผลการศึกษาพบว่ารูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ซึ่งเป็นการเก็บในช่วงฤดูแล้งหรือเป็นช่วงที่นักท่องเที่ยวหลังไหลเข้ามาท่องเที่ยวและทำกิจกรรมต่าง ๆ บริเวณชายหาด รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบจะมีรูปร่างเป็นเส้นใยมากที่สุด (7.7 ± 6.8 และ 37.0 ± 13.1 ชิ้น

ตามลำดับ) และมีจำนวนมากกว่าฤดูฝนหรือช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย (การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุดเช่นกัน (2.3 ± 2.5 และ 6.0 ± 1.0 ชิ้นตามลำดับ)

เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกทั้ง 2 ขนาด พบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก ขนาด ≥ 300 ไมโครเมตรและขนาด 20–300 ไมโครเมตร มีความหลากหลายของรูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก 2 รูปร่างเท่ากัน โดยพบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก 2 รูปร่าง ได้แก่ รูปร่างเส้นใย และรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.10

แผนภูมิที่ 4.10 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดป่าตอง



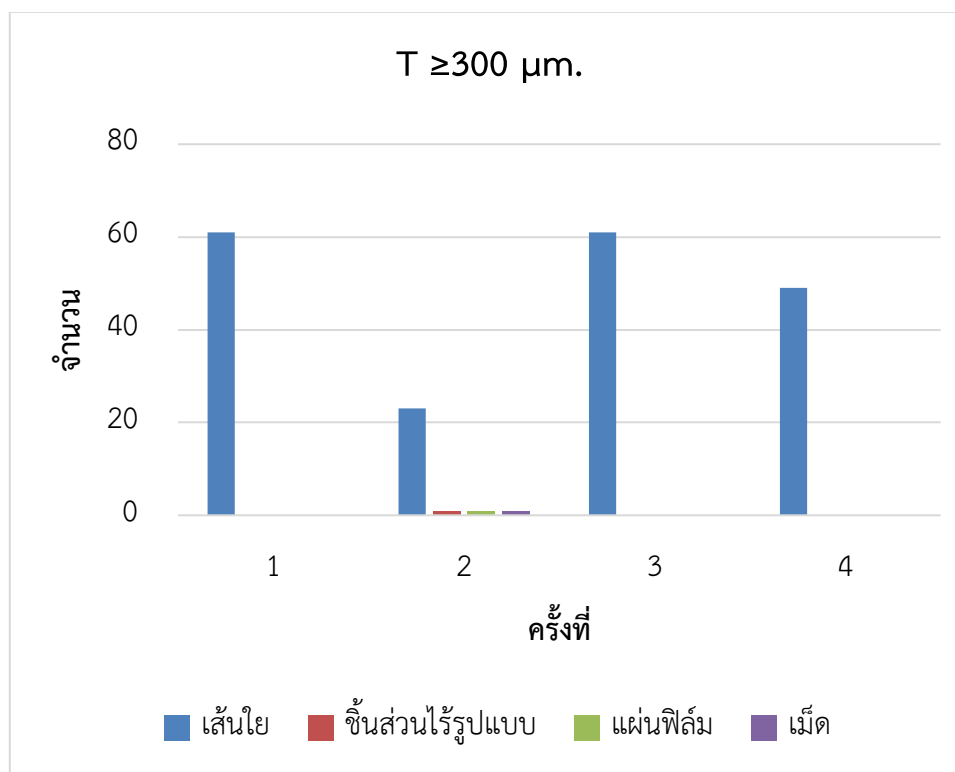
4.3.3 ชายหาดไตรตรัง

ชายหาดไตรตรังเป็นหาดที่มีทรายละเอียดและมีโขดหิน เป็นชายหาดที่เงียบ มีโรงแรมและร้านอาหารอยู่บริเวณชายหาดแต่น้อย มีนักท่องเที่ยวค่อนข้างน้อย นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่จะมาดำน้ำดูปะการังและเล่นน้ำทะเล จากการศึกษาพบว่า รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก 3 รูปร่างได้แก่ รูปร่างเส้นใย รูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ และรูปร่างเม็ด จากผลการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 4) พบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมีจำนวนทั้งหมด 69 ชิ้น จากตัวอย่างที่เก็บทั้งหมด 71.3 ชิ้น ของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 96.7% ที่พบเจอทั้งหมด รองลงมาคือ ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ ทั้งหมด 2 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 0.51% และเม็ด ทั้งหมด 0.3 ชิ้นหรือคิดเป็นร้อยละ 0.46%

ผลการศึกษาพบว่ารูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ซึ่งเป็นการเก็บในช่วงฤดูแล้งหรือเป็นช่วงที่นักท่องเที่ยวหลังไหลเข้ามาท่องเที่ยว ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุด (20.3 ± 15.8 และ 15.7 ± 10.5 ชิ้นตามลำดับ) มีจำนวนมากกว่าฤดูฝนหรือช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย (การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3) ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุดเช่นกัน (7.0 ± 3.5 และ 26.0 ± 6.3 ชิ้นตามลำดับ)

การพบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยช่วงฤดูแล้งหรือช่วงที่มีนักท่องเที่ยวเือนั้นมีจำนวนมากกว่าช่วงฤดูฝนหรือเป็นช่วงที่นักท่องเที่ยวน้อย อาจเป็นเพราะว่าชายหาดไตรตรังเป็นชายหาดที่เงียบสงบ นักท่องเที่ยวต่างมาชมบรรยากาศที่ร่มรื่น อีกทั้งมีโรงแรมและร้านอาหารต่าง ๆ การที่นักท่องเที่ยวเข้ามาเยี่ยมชมบรรยากาศ ณ ชายหาดไตรตรังหรือเข้ามาใช้บริการของโรงแรมอาจส่งผลต่อขยะที่มากขึ้นในบริเวณชายหาด ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.7

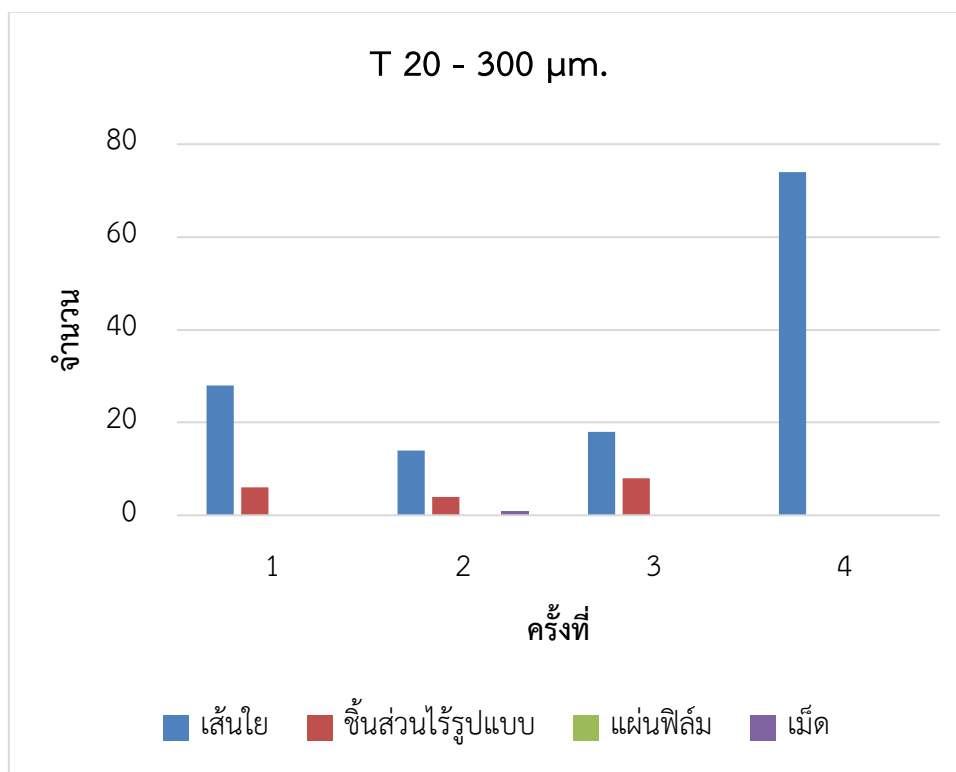
แผนภูมิที่ 4.11 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดไตรตรัง



ในส่วน of ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20–300 ไมโครเมตร จากผลการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 4) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก 3 รูปร่าง ได้แก่ รูปร่างเส้นใย รูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ และรูปร่างเม็ด ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมีจำนวนทั้งหมด 46 ชิ้น จากตัวอย่างที่เก็บทั้งหมด 49.99 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 92.02% ที่พบเจอทั้งหมด รองลงมาคือ ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ ทั้งหมด 3.7 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 7.32% และในลำดับสุดท้ายพบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเม็ดพบทั้งหมด 0.3 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 0.7%

เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกทั้ง 2 ขนาด พบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร มีความหลากหลายรูปร่างมากกว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร โดยพบมากถึง 3 รูปร่าง คือรูปร่างเส้นใย รูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ และรูปร่างเม็ด ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.12

แผนภูมิที่ 4.12 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดไทรตรัง



4.3.4 ชายหาดราไวย์

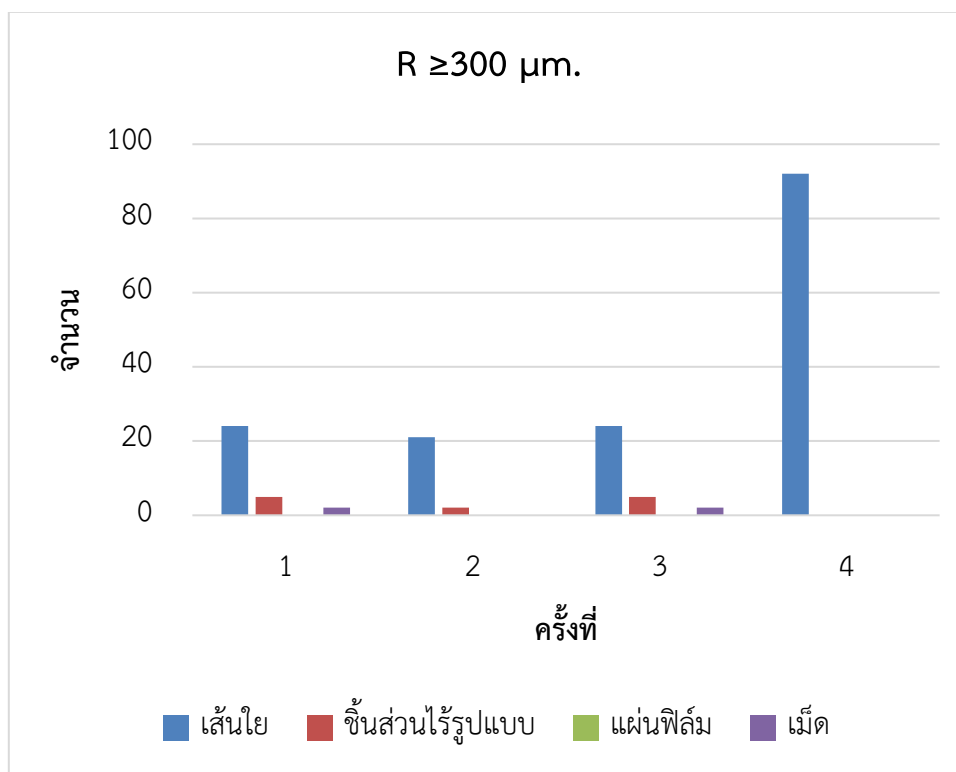
ชายหาดราไวย์เป็นชายหาดที่มีร้านอาหารอยู่จำนวนมาก นักท่องเที่ยวนิยมมารับประทานอาหารริมทะเล อีกทั้งยังเป็นจุดสำหรับขึ้นเรือซึ่งมีทั้งเรือประมงพื้นบ้านและเรือเชิงพาณิชย์ของนักท่องเที่ยวไปยังเกาะรอบ ๆ ภูเก็ต ในส่วนของเรือประมงพื้นบ้านนั้นมีการทำการประมงเป็นหลักและรับส่งนักท่องเที่ยวในระยะทางใกล้ ๆ เป็นงานเสริม จากการศึกษาพบว่า รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร พบ 3 รูปร่างได้แก่ รูปร่างเส้นใย รูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ และรูปร่างเม็ด จากผลการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 4) พบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมีจำนวนทั้งหมด 74.3 ชิ้น จากตัวอย่างที่เก็บทั้งหมด 80.7 ชิ้น ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 92.14% ที่พบเจอทั้งหมด รองลงมาคือ ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างชิ้นส่วน

ไร้รูปแบบ ทั้งหมด 4.3 ชั้น หรือคิดเป็นร้อยละ 5.37% และสุดท้ายรูปร่างเม็ด ทั้งหมด 2.0 ชั้น หรือคิดเป็นร้อยละ 2.49%

ผลการศึกษาพบว่ารูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ซึ่งเป็นการเก็บในช่วงฤดูแล้งหรือเป็นช่วงที่นักท่องเที่ยวหลังไหลเข้ามาท่องเที่ยวเพื่อที่จะขึ้นเรือไปเที่ยวยังเกาะต่าง ๆ อีกทั้งชาวบ้านยังสามารถออกเรือประมงได้ ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุด (8.7 ± 3.2 และ 30.7 ± 29.4 ชิ้นตามลำดับ) มีจำนวนมากกว่าฤดูฝนหรือช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย และชาวบ้านไม่สามารถออกเรือประมงได้ (การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3) ที่พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุดเช่นกัน (7.0 ± 1.7 และ 28.0 ± 4.4 ชิ้นตามลำดับ)

การพบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยในช่วงฤดูแล้งหรือช่วงที่มีนักท่องเที่ยวเยอะ อาจเป็นเพราะชายหาดราไวย์เป็นชายหาดที่มีเรือพาณิชย์และเรือประมงชาวบ้านใช้ประโยชน์เป็นท่าจอดเรือ และชาวบ้านสามารถออกเรือประมงได้การเดินทางที่มากขึ้นอาจจะทำให้มีขยะที่มากขึ้น จึงทำให้มีขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยจำนวนมากกว่าช่วงที่มีมรสุมหรือเป็นช่วงที่นักท่องเที่ยวน้อย ที่ชาวบ้านไม่สามารถออกเรือประมงได้ ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.13

แผนภูมิที่ 4.13 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดราไวย์

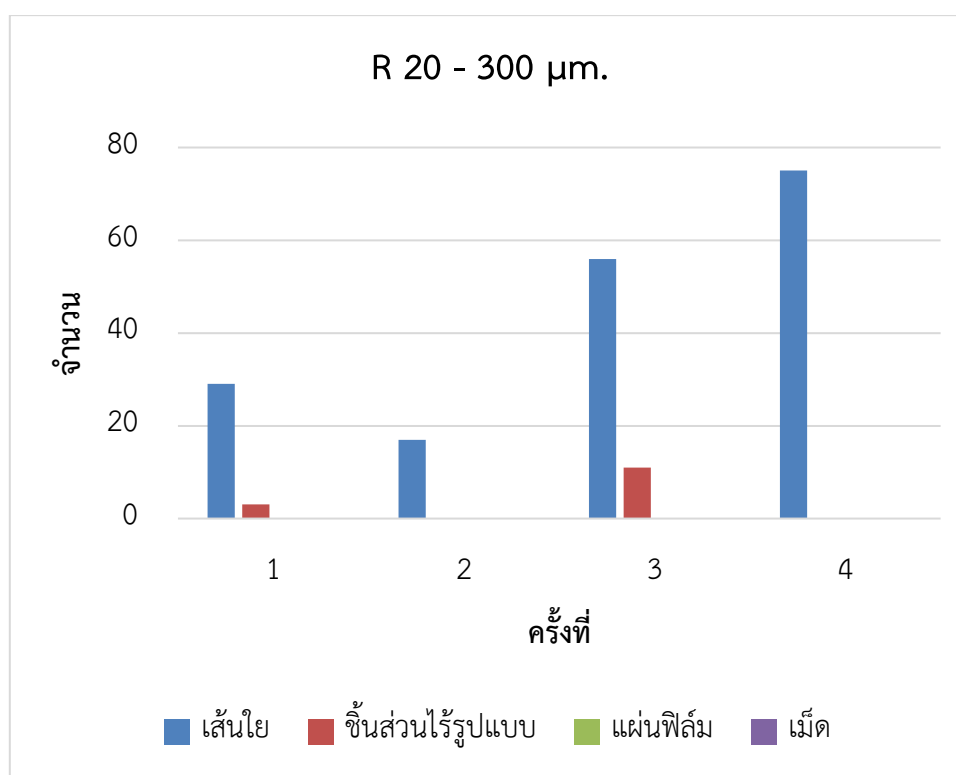


ในส่วน of ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร โดยในการเก็บตัวอย่างจะแบ่งเป็น 2 ฤดูกาล จากผลการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 4) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก 2 รูปร่าง ได้แก่ รูปร่างเส้นใย และรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ พบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมีจำนวนทั้งหมด 153 ชิ้น จากตัวอย่างที่เก็บทั้งหมด 157.7 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 97.04% ที่พบเจอทั้งหมด รองลงมาคือ ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ ทั้งหมด 4.67 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 2.96% ผลการศึกษาพบว่ารูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ซึ่งเป็นการเก็บในช่วงฤดูแล้งหรือเป็นช่วงที่นักท่องเที่ยวหลั่งไหลเข้ามาท่องเที่ยวเพื่อที่จะขึ้นเรือไปเที่ยวยังเกาะต่าง ๆ อีกทั้งชาวบ้านยังสามารถออกเรือประมงได้ ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุด (99.7 ± 2.1 และ 25.0 ± 29.5 ชิ้นตามลำดับ) มีจำนวนมากกว่าฤดูฝนหรือช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย (การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3) พบขยะที่

คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุดเช่นกัน (5.0 ± 1.7 และ 23.3 ± 18.6 ชิ้นตามลำดับ)

เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกทั้ง 2 ขนาด พบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร มีความหลากหลายของรูปร่างมากกว่ารูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร โดยพบมากถึง 3 รูปร่าง คือ รูปร่างเส้นใย รูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ และรูปร่างเม็ด ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.14

แผนภูมิที่ 4.14 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดตราไวย์



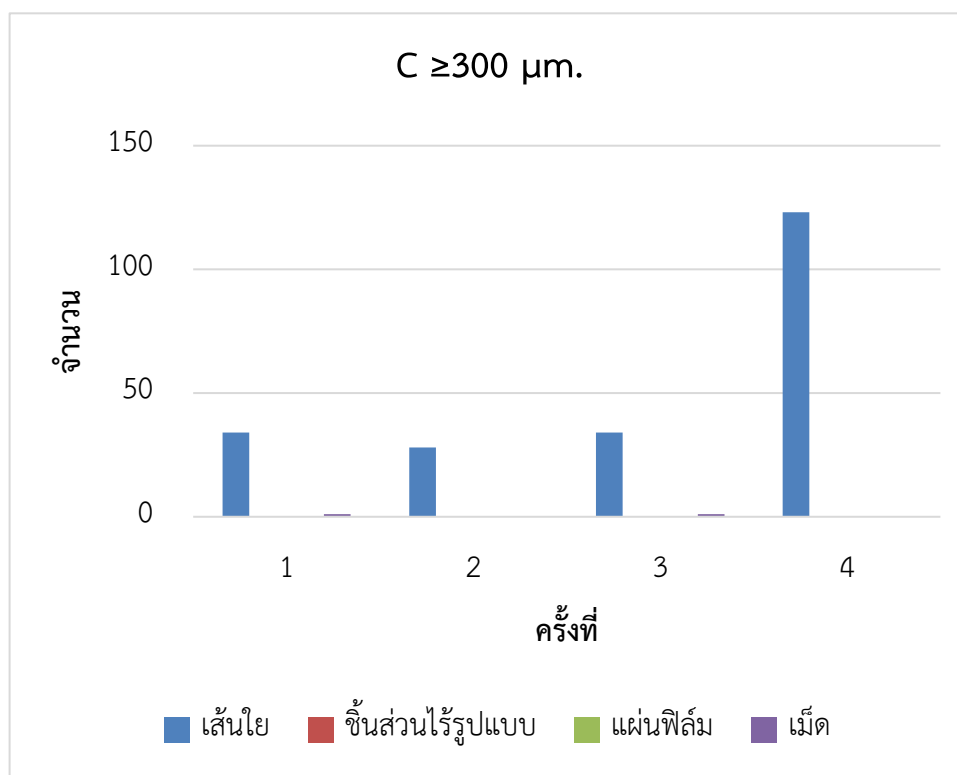
4.3.5 ขยายหาดทดลอง

ขยายหาดทดลองเป็นหาดที่มีนักท่องเที่ยวขึ้นเรือเพื่อไปท่องเที่ยว ณ เกาะต่าง ๆ โดยเรือที่ใช้จะเป็นเรือในเชิงพาณิชย์ทั้งหมด มีร้านอาหารเล็กน้อย จากการศึกษาพบว่า ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตรพบไมโครพลาสติก 2 รูปร่างได้แก่ รูปร่างเส้นใย และรูปร่างเม็ด จากผลการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 4) พบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมีจำนวนทั้งหมด 94.99 ชิ้น จากตัวอย่างที่เก็บทั้งหมด 95.3 ชิ้น ของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 99.65% ที่พบเจอทั้งหมด รองลงมาคือ ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเม็ดทั้งหมด 2 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 0.35%

ผลการศึกษาพบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตรในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ซึ่งเป็นการเก็บในช่วงฤดูแล้งหรือเป็นช่วงที่นักท่องเที่ยวหลังไหลเข้ามาท่องเที่ยวเพื่อที่จะขึ้นเรือไปเที่ยวยังเกาะต่าง ๆ ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุด (11.3 ± 6.8 และ 41.0 ± 37.0 ชิ้นตามลำดับ) มีจำนวนมากกว่าในช่วงฤดูฝนหรือช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย (การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุดเช่นกัน (9.3 ± 0.6 และ 33.3 ± 29.0 ชิ้นตามลำดับ)

การพบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยในช่วงฤดูแล้งหรือช่วงที่มีนักท่องเที่ยวเยอะนั้นมีจำนวนมากกว่าในช่วงฤดูฝนหรือเป็นช่วงที่นักท่องเที่ยวน้อย อาจเป็นเพราะว่าขยายหาดทดลองมีกิจกรรมเป็นชายหาดที่มีเรือพาณิชย์ การเดินเรือที่มากขึ้นอาจจะทำให้มีขยะที่มากขึ้น ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.15

แผนภูมิที่ 4.15 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดคลอง



ในส่วน of ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร โดยในการเก็บตัวอย่างจะแบ่งเป็น 2 ฤดูกาล จากผลการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 4) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก 3 รูปร่างได้แก่ รูปร่างเส้นใย รูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบและรูปร่างเม็ด พบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมีจำนวนทั้งหมด 48.0 ชิ้น จากตัวอย่างที่เก็บทั้งหมด 55 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 87.80% ที่พบเจอทั้งหมด รองลงมาคือขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ ทั้งหมด 5.7 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 10.37% และสุดท้ายพบรูปร่างเม็ดทั้งหมด 1 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 1.83%

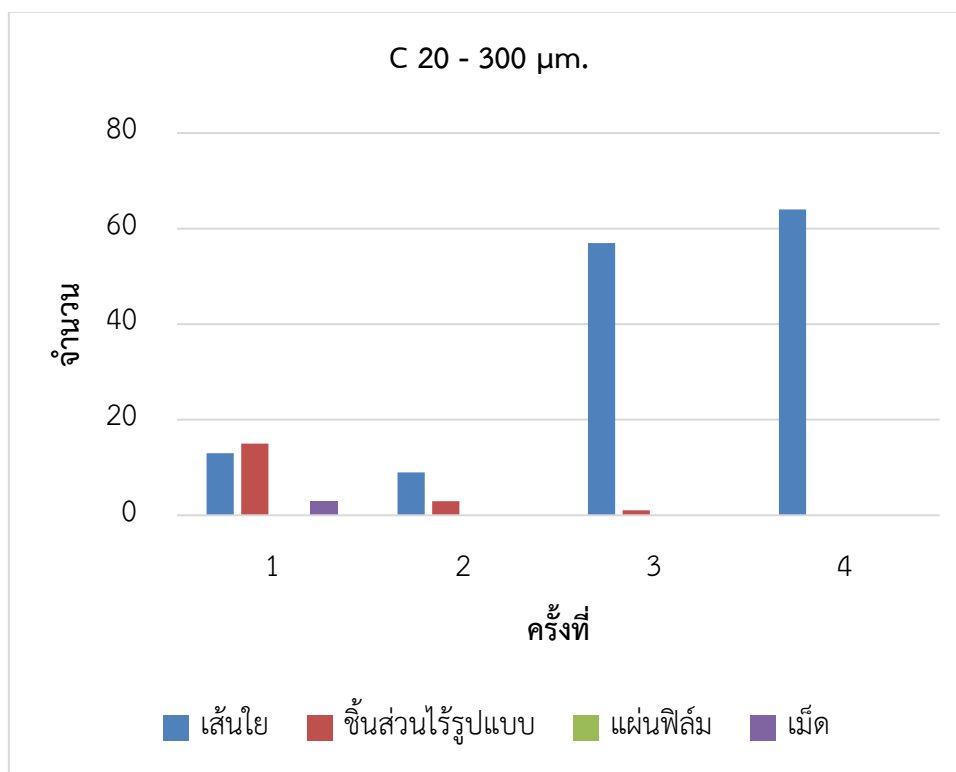
ผลการศึกษาพบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ซึ่งเป็นการเก็บในช่วงฤดูแล้งหรือเป็นช่วงที่นักท่องเที่ยวหลังไหลเข้ามาท่องเที่ยวเพื่อที่จะขึ้นเรือไปเที่ยวยังเกาะต่าง ๆ พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุด (4.3 ± 2.0 และ 21.3 ± 11.0 ชิ้นตามลำดับ) มีจำนวน

มากกว่าในช่วงฤดูฝนหรือช่วงที่มีนักท่องเที่ยวน้อย (การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุดเช่นกัน (3.3 ± 0.6 และ 19.0 ± 22.3 ชิ้นตามลำดับ)

การพบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยในช่วงฤดูแล้งหรือช่วงที่มีนักท่องเที่ยวเยอะมีจำนวนมากกว่าในช่วงฤดูฝนหรือเป็นช่วงที่นักท่องเที่ยวน้อย อาจเป็นเพราะว่าชายหาดคลองเป็นท่าเรือพาณิชย์ที่รับส่งนักท่องเที่ยวไปยังเกาะต่าง ๆ เมื่อนักท่องเที่ยวมากขึ้นทำให้อัตราการเดินเรือเพิ่มมากขึ้นด้วย เมื่อนักท่องเที่ยวเยอะขึ้นส่งผลให้เกิดขยะมากขึ้นและการเดินเรือยังมีส่วนในการทำให้เกิดขยะเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกทั้ง 2 ขนาด พบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร มีความหลากหลายของรูปร่างมากกว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร โดยพบมากถึง 3 รูปร่าง คือ รูปร่างเส้นใย รูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ และรูปร่างเม็ด ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.16

แผนภูมิที่ 4.16 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร ที่พบ บริเวณชายหาดคลอง



4.3.6 ชายหาดอ่าวมะขาม

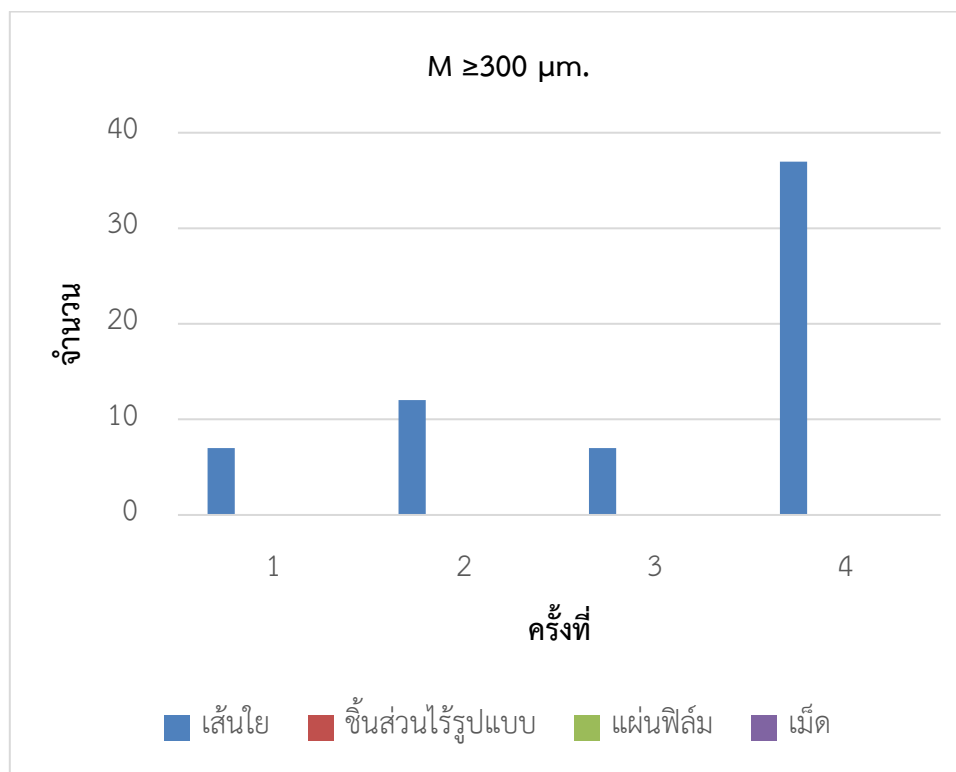
ชายหาดอ่าวมะขามเป็นชายหาดเล็ก ๆ เป็นชายหาดเกี่ยวกับเรือการประมง เป็นชายหาดที่ชาวบ้านนำเรือมาจอดไว้หน้าชายหาด และมีการซ่อมแซมอุปกรณ์การประมงและเรือประมงตรงบริเวณหน้าหาด จากการศึกษาพบว่า รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก 1 รูปร่างได้แก่ รูปร่างเส้นใย จากผลการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 4) พบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมีจำนวนทั้งหมด 47.0 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 100% ที่พบเจอทั้งหมด

ผลการศึกษาพบว่ารูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตรในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ซึ่งเป็นการเก็บในช่วงฤดูแล้งที่ชาวบ้านสามารถออกเรือประมงได้ ทำให้ในช่วงฤดูนี้ไม่มีการซ่อมแซมเรือ และหรือเรือประมงส่วนใหญ่จะอยู่ในทะเล

จึงทำให้พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกน้อยกว่าในช่วงฤดูฝน เนื่องจากในช่วงฤดูฝน ชาวบ้านไม่สามารถออกเรือไปทำการประมงได้ ทำให้ในช่วงฤดูนี้ชาวบ้านนิยมนำเรือขึ้นมาบนชายฝั่ง เพื่อการซ่อมแซมเรือ และยังมี การซ่อมแซมอุปกรณ์การประมงอีกด้วย อาจทำให้เกิดขยะมากขึ้น รวมทั้งในช่วงฤดูฝน น้ำฝนชะขยะจากบนบกลงสู่ทะเลอีกด้วย จึงทำให้พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกในช่วงฤดูฝนเยอะกว่า (การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3) ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุดเช่นกัน (4.0 ± 1.7 และ 28.3 ± 16.3 ขึ้นตามลำดับ)

การพบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้งนั้น อาจจะมาจากการกิจกรรมต่าง ๆ ที่ชาวบ้านได้ทำ โดยกิจกรรมหลักของชาวบ้านในช่วงฤดูฝนคือ การซ่อมแซมเรือ การประกอบเรือขึ้นมาใหม่ การซ่อมแซมอุปกรณ์การประมงบางชนิด ทำให้มีขยะเกิดขึ้นเยอะ อีกทั้งเมื่อฝนตก น้ำฝนได้ชะล้างสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่บนพื้นดินลงสู่ทะเล อาจจะทำให้พบเจอขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกมากขึ้นอีกด้วย ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.17

แผนภูมิที่ 4.17 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดอ่าวมะขาม

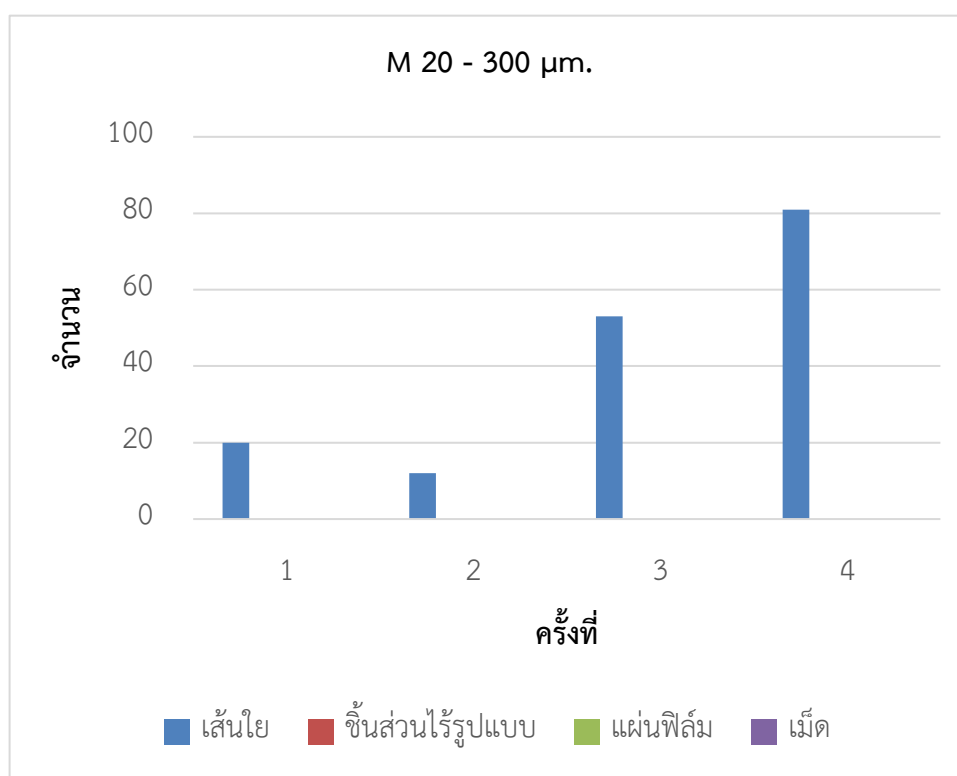


ในส่วน of ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร โดยในการเก็บตัวอย่างจะแบ่งเป็น 2 ฤดูกาล จากผลการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 4) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก 1 รูปร่าง ได้แก่ รูปร่างเส้นใย มีจำนวนทั้งหมด 55.3 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 100% ที่พบเจอทั้งหมด

ผลการศึกษาพบว่ารูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 4 ซึ่งเป็นการเก็บในช่วงฤดูแล้ง เป็นช่วงที่ชาวบ้านในชุมชนสามารถออกเรือประมงเพื่อไปทำการประมงในทะเลได้ อีกทั้งเรือประมงส่วนใหญ่ในฤดูนี้ใช้ระยะเวลาในการทำการประมงในทะเลมากกว่าบริเวณชายฝั่ง จึงทำให้เกิดขยะน้อย ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุด (6.7 ± 5.0 และ 27.0 ± 17.4 ชิ้นตามลำดับ) มีจำนวนมากกว่าฤดูฝนหรือชาวบ้านไม่สามารถออกไปทำการประมงได้ จึงต้องนำเรือขึ้นมาซ่อมแซม และยังมี

การซ่อมแซมอุปกรณ์การประมงบางส่วนอีกด้วย (การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3) พบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมากที่สุดเช่นกัน (4.0 ± 2.7 และ 17.7 ± 9.3 ขึ้นตามลำดับ)

แผนภูมิที่ 4.18 รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดอ่าวมะขาม



เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกทั้ง 2 ขนาด พบว่าไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร มีความหลากหลายของรูปแบบเท่ากับไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร โดยพบเพียงแค่ 1 รูปร่าง คือ รูปร่างเส้นใย ดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.17

จากการสำรวจขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกทั้ง 6 ชายหาด ชายหาดที่เป็นสถานที่ท่องเที่ยวเช่น หาดกะหลิม หาดป่าตอง และหาดไตรตรัง ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก รูปร่างเส้นใยที่พบอาจจะมาจากเชือก สิ่งทอต่าง ๆ เป็นต้น และขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างชิ้นส่วนอาจมาจากหลอดพลาสติกที่แตกหัก แก้วพลาสติกที่แตกหัก และเม็ด อาจจะมาจกพวกเครื่องประดับต่าง ๆ หรือสกริปทาผิวต่าง ๆ เป็นต้น ในส่วนของชายหาดที่เป็น

ท่าเรือ เช่น ชายหาดราไวย์ หาดฉลอง และอ่าวมะขาม ขณะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยที่พบอาจจะมาจากอุปกรณ์ตกปลา เชือก เส้นเอ็น อวน และอุปกรณ์พวกซ่อมบำรุงเรือ เป็นต้น และขณะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างชิ้นส่วนอาจจะมาจากเศษพลาสติกของอุปกรณ์การซ่อมแซมเรือ เศษซากเรือ เป็นต้น และขณะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกรูปร่างเม็ดอาจจะมาจากท่อนพลาสติกที่ติดกับอวน ตัวล่อเหยื่อในการตกปลา เป็นต้น

เมื่อนำมาเปรียบเทียบ พบว่ารูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร พบรูปร่างเส้นใยมากที่สุด คิดเป็น 96.97% ลำดับถัดมาคือรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ คิดเป็น 2.17% ในส่วนของรูปร่างเม็ด คิดเป็น 0.76% และน้อยที่สุดคือ รูปร่างแผ่นฟิล์ม คิดเป็น 0.10% รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร พบรูปร่างเส้นใยมากที่สุด คิดเป็น 88.93% ลำดับถัดมาคือรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ คิดเป็น 10.4% และน้อยที่สุดคือรูปร่างเม็ด คิดเป็น 0.67% จากการศึกษาอื่นๆ พบว่า รูปร่างของไมโครพลาสติกส่วนใหญ่จะเป็นรูปร่างเส้นใย เช่น Constant *et al.* (2019) ได้ทำการศึกษาไมโครพลาสติกบนชายหาดในทะเลเมดิเตอร์เรเนียนทางตะวันตกเฉียงเหนือ โดยทำการศึกษาบริเวณกัลฟ์ ออฟ ไลออน ผลการศึกษารูปร่างของไมโครพลาสติกนั้น พบว่าในบริเวณชายหาดทางตอนเหนือและตอนใต้พบไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างเส้นใยมากที่สุด คิดเป็น 59% และ 77% ตามลำดับ รองลงมาคือไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ คิดเป็น 25% และ 17% ตามลำดับ และไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างโคม คิดเป็น 12% และ 5% ตามลำดับ และพบน้อยที่สุดคือรูปร่างแผ่นฟิล์มและรูปร่างเม็ดบีดส์ คิดเป็นน้อยกว่า 5% และน้อยกว่า 1% ตามลำดับ ซึ่งรูปร่างเส้นใยที่พบมากที่สุดนั้นอาจจะมาจากเสื้อผ้า อุปกรณ์ตกปลา การซักล้างผ้าและโรงงานบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น อีกทั้ง Filgueiras *et al.* (2019) ได้ทำการศึกษาการกระจายของไมโครพลาสติกในตะกอนตามไหล่ทวีปเมดิเตอร์เรเนียนในประเทศสเปน ผลการศึกษารูปร่างของไมโครพลาสติกนั้น พบว่าไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างเส้นใยมากที่สุด คิดเป็น 82.9% รองลงมาคือรูปร่างชิ้นส่วนไร้รูปแบบ คิดเป็น 12.1% รูปร่างแผ่นฟิล์ม (3.5%) และน้อยที่สุดคือรูปร่างเม็ด (1.4%) และไมโครพลาสติกที่พบนั้นคาดว่าเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของมนุษย์และการไหลของแม่น้ำทำให้เกิดการกระจายตัวของไมโครพลาสติก (Chen and Chen, 2020) ทำการศึกษาไมโครพลาสติกบนชายหาดตามแนวชายฝั่งเหิงซุน ประเทศไต้หวัน ผลการศึกษารูปร่างของไมโครพลาสติกนั้น พบว่าไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างเส้นใยมากที่สุด คิดเป็น 97% คาดว่ารูปร่างของไมโครพลาสติกของเส้นใยที่พบมากที่สุดนั้น อาจจะมาจากกิจกรรมการท่องเที่ยว

4.4 μ FT-IR

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ทำการสุ่มตัวอย่างขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก จำนวน 20% ของตัวอย่างทั้งหมดทั้ง 2 ขนาด ได้แก่ ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก ขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร จำนวน 255 ชิ้น และขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร จำนวน 237 ชิ้น รวมทั้งหมด 492 ชิ้น จากแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในทุกช่วงเวลา (T1-T4) เพื่อนำมาวิเคราะห์โดยเทคนิค μ FT-IR (Micro Fourier Transform Infrared Spectroscopy) โดยเครื่อง μ FT-IR เป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันหรือพันธะเคมีเพื่อการจำแนกประเภทสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และโพลีเมอร์ โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสง โดยการระบุโพลีเมอร์ของไมโครพลาสติกทำได้โดยการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลสเปกตรัม (BIO-RAD) โดยงานวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งชนิดของโพลีเมอร์ออกเป็น 8 ชนิด ได้แก่ โพลีเอทิลีนเทเรพทาเลต (PET), โพลีสไตรีน (PS), โพลีโพรพิลีน (PP), โพลีเอทิลีน (PE), โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC), อีพ็อกซี (epoxy), โพลียูรีเทน (PUR) และ พลาสติกอื่นๆ (Mixed plastic) อีกทั้งยังพบสิ่งที่ไม่ใช่พลาสติก (Non-plastic) เส้นใยสังเคราะห์ (Regenerated Cellulose, RC) และเส้นใยผ้า (Cloth cotton) อีกด้วย ดังแสดงในตารางที่ 4.12 สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะและประเภทของพลาสติกที่พบโดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง μ FT-IR แสดงในภาคผนวก ง-จ

ตารางที่ 4.12 ประเภทของพลาสติกที่พบโดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง μ FT-IR

ประเภทพลาสติก	≥ 300 ไมโครเมตร	20-300 ไมโครเมตร	รวม ($\geq 300 + 20-300$ ไมโครเมตร)	ลำดับ
พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET)	71.2% (84 ชิ้น)	79.0% (79 ชิ้น)	74.8% (163 ชิ้น)	1
โพลีสไตรีน (PS)	12.7% (15 ชิ้น)	5.0% (5 ชิ้น)	9.2% (20 ชิ้น)	2
โพลีโพรพิลีน (PP)	7.6% (9 ชิ้น)	3.0% (3 ชิ้น)	5.5% (12 ชิ้น)	3
โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC)	3.4% (4 ชิ้น)	4.0% (4 ชิ้น)	3.7% (8 ชิ้น)	4
อีพ็อกซี (Epoxy)	0.0% (0 ชิ้น)	1.0% (1 ชิ้น)	0.5% (1 ชิ้น)	7
โพลียูรีเทน (PUR)	4.2% (5 ชิ้น)	6.0% (6 ชิ้น)	2.8% (11 ชิ้น)	5
พลาสติกอื่นๆ (Mixed plastic)	0.8% (1 ชิ้น)	2.0% (2 ชิ้น)	1.4% (3 ชิ้น)	6

จากผลจากการวิเคราะห์ μ FT-IR พบว่าไมโครพลาสติกทั้ง 2 ขนาดนั้นเป็นพลาสติกทั้งหมด 218 ชิ้น จากจำนวนไมโครพลาสติกทั้งหมด 492 ชิ้น คิดเป็น 44.3% ในส่วนของไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร พบเป็นพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลตมากที่สุด (84 ชิ้น, 71.2%) รองลงมาคือโพลีสไตรีน (15 ชิ้น, 12.7%) โพลีโพรพิลีน (9 ชิ้น, 7.6%) โพลียูรีเทน (5 ชิ้น, 4.2%) โพลีไวนิลคลอไรด์ (4 ชิ้น, 3.4%) และน้อยที่สุดคือพลาสติกอื่นๆ (1 ชิ้น, 0.8%)

ในส่วนของไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร พบเป็นพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต มากที่สุด (79 ชิ้น, 33.3%) รองลงมาคือ โพลียูรีเทน (6 ชิ้น, 2.5%) โพลีสไตรีน (5 ชิ้น, 2.11%) โพลีไวนิลคลอไรด์ (4 ชิ้น, 1.7%) โพลีโพรพิลีน (PP) (3 ชิ้น, 1.3%) พลาสติกอื่นๆ (2 ชิ้น, 0.8%) และน้อยที่สุดคืออีพ็อกซี (1 ชิ้น, 0.42%)

จากผลการวิเคราะห์ไมโครพลาสติก เมื่อนำทั้ง 2 ขนาดมารวมกัน (ขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร + 20-300 ไมโครเมตร) พบว่าในการศึกษาครั้งนี้พบไมโครพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต มากที่สุด (163 ชิ้น, 34.90%) รองลงมาคือ โพลีสไตรีน (20 ชิ้น, 9.2%) โพลีโพรพิลีน (12 ชิ้น, 5.5%) ดังแสดงในตารางที่ 4.12 โดยทั้ง 3 ประเภทนี้พบถูกนำมาผลิตเป็นวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ใน ชีวิตประจำวัน เมื่อสังเกตขยะที่เกิดขึ้นบริเวณชายหาดนั้นพบขยะจำพวก ขวดน้ำ แก้วน้ำ ถ้วยใส่ อาหาร หลอด เศษผ้า ยางมัดผมแบบผ้า ถุงขนม เป็นต้น โดยเม็ดพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลตถูกนำมาใช้งานในการผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารและเครื่องดื่ม เช่น เครื่องดื่ม น้ำอัดลม น้ำผลไม้ น้ำแร่ เบียร์ ไซรัป น้ำมันพืช น้ำสลัด ซอสปรุงรส เป็นต้น เส้นใยพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลตถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอทั้งหมด เครื่องนุ่งห่ม เช่น เสื้อ pullovers เสื้อแจกเก็ต หรือเสื้อออกกำลังกาย เสื้อแจกเก็ต เสื้อโค้ท รองเท้า กระเป๋า หมวก และเครื่องประดับอื่นๆ (Welle, 2015) เม็ดพลาสติกประเภทโพลีสไตรีนถูกนำมาผลิตฟิล์มยืด โฟม แก้ว ภาชนะบรรจุอาหาร ที่คั้นอาหาร เสื้อชูชีพ ห่วงยาง เรือยาง เป็นต้น (Maharana *et al.*, 2007) เม็ดพลาสติกประเภทโพลีโพรพิลีนสามารถผลิตหลอดดูดน้ำ ถุงร้อนแบบใสที่ใช้สำหรับบรรจุอาหารต่าง ๆ งาน ชาม ถ้วย ภาชนะใส่อาหารสำเร็จรูป เช่น บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป โจ๊ก เป็นต้น (INEOS Olefins & Polymers USA, 2007) เส้นใยพลาสติกประเภทโพลีโพรพิลีนถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการผลิตวัสดุบุพื้นพรมและพรมชุดกีฬาอีกด้วย อวนจับปลา เป็นต้น

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ $\mu\text{FT-IR}$ ทั้ง 2 ขนาด (ขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร + 20-300 ไมโครเมตร) มาเปรียบเทียบกับในแต่ละชายหาด ทั้ง 6 ชายหาด ดังแสดงในตารางที่ 4.13 พบว่าไมโครพลาสติกประเภท PET มากที่สุด รองลงมาคือ โพลีสไตรีน โพลีโพรพิลีน โพลียูรีเทน โพลีไวนิลคลอไรด์ พลาสติกอื่นๆ และพบน้อยที่สุดคือ อีพ็อกซี

ตารางที่ 4.13 จำนวนไมโครพลาสติกชนิดต่าง ๆ ในแต่ละชายหาด

ประเภทพลาสติก	ชายหาด						รวม (ชิ้น)	%
	K (ชิ้น)	P (ชิ้น)	T (ชิ้น)	R (ชิ้น)	C (ชิ้น)	M (ชิ้น)		
พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต	30	22	26	34	30	21	163	75
โพลีสไตรีน	2	2	4	2	6	4	20	9
โพลีโพรพิลีน	2	5	3	0	0	2	12	6
โพลีไวนิลคลอไรด์	2	0	3	0	2	1	8	4
อีพ็อกซี	1	0	0	0	0	0	1	0
โพลียูรีเทน	2	4	1	1	0	3	11	5
พลาสติกอื่นๆ	0	2	0	0	0	1	3	1
รวม (ชิ้น)	39	35	37	37	38	32	218	100
% PET	76.9	62.9	70.3	91.9	78.9	65.6	446.5	

จากตารางที่ 4.13 พบว่าไมโครพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต จำนวน 163 ชิ้น คิดเป็น 75% พบมากที่สุด ในบริเวณชายหาดราไวย์ (34 ชิ้น) รองลงมาคือชายหาดชายหาดกะหลิม (30 ชิ้น) และชายหาดฉลอง (30 ชิ้น) โดยบริเวณชายหาดราไวย์ เป็นสถานที่จอดเรือประมงเป็นหลัก และมีการขายอาหารทะเลบริเวณหน้าหาดรวมไปถึงร้านอาหารซีฟู้ด รวมไปถึงโรงแรม และร้านซักรีดผ้า ซึ่งไมโครพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต อาจจะมาจกขยะที่เกิดขึ้นบริเวณหน้าชายหาด เช่น อาจจะมาจกแหล่งปล่อยน้ำเสียจากชุมชนหรืออุตสาหกรรมซักรีดต่าง ๆ และอุปกรณ์ประมงบางชนิด

บริเวณชายหาดกะหลิม เป็นชายหาดที่มีโรงแรมและร้านอาหารล้อมรอบ โดยไมโครพลาสติกประเภท พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต อาจจะมาจกจากภาตใส่อาหาร แก้วน้ำ ขวดน้ำ ถุงพลาสติก ถุงขนม กล่องบรรจุอาหาร เป็นต้น หรืออาจมาจกจากการปล่อยน้ำเสียจากคลองปากบางที่ไหลลงสู่ชายหาด หรืออาจมาจกจากน้ำฝนที่เป็นตัวชะล้างสิ่งต่าง ๆ ลงสู่ทะเล และนี่อาจจะเป็นเหตุผลทำให้พบเจอขยะประเภทนี้มากที่สุด

บริเวณชายหาดฉลอง เป็นสถานที่ใช้ในการจอดเรือพาณิชย์เป็นหลักเพื่อรับส่งนักท่องเที่ยวไปยังเกาะต่าง ๆ ซึ่งขยะที่พบมากที่สุดของชายหาดนี้คือไมโครพลาสติกประเภทพอลิเอ

ทิลีนเทรฟทาเลต ซึ่งขยะที่พบบริเวณชายหาดส่วนใหญ่จะเป็นแก้วน้ำ ขวดน้ำ ถุงพลาสติก ถุงขนม กล่องบรรจุอาหาร เป็นต้น ซึ่งขยะประเภทนี้อาจจะมาจากการที่นักท่องเที่ยวอาจจะทิ้งขยะไม่ลงถัง หรือการพัดพาของลมที่พัดพาขยะลงทะเล

จากผลการศึกษาพบว่าไมโครพลาสติกที่พบทั้ง 2 ขนาดนั้นพบไมโครพลาสติก ประเภทพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลตมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Deng *et al.* (2020) ที่ได้ทำการศึกษาไมโครพลาสติกในในตะกอนพื้นผิวป่าชายเลนที่ปากแม่น้ำจินเจียง ผู้เจี้ยน ประเทศจีน จากการศึกษาพบว่าประเภทของไมโครพลาสติกที่พบมี 3 ชนิด คือพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลต โพลีเอททิลีน พลิโพรพิลีน ซึ่งแหล่งที่มาของไมโครพลาสติก 3 ประเภทนี้มาจากการผลิตรองเท้า เครื่องนุ่งห่ม ในเมืองหลวงของจีนเจียง นอกจากนี้ยังมีอุตสาหกรรมที่ผลิตเส้นใยและแหล่งที่อยู่อาศัยบริเวณนั้น อาจเป็นแหล่งสำคัญของไมโครพลาสติก โดยไมโครพลาสติกนั้นอาจจะมาจากระบบระบายน้ำต่าง ๆ และนำไปสู่ปากแม่น้ำจินเจียง และจากงานวิจัยของ Hosseini *et al.* (2020) ที่ได้ทำการศึกษาระยะสมและการกระจายของไมโครพลาสติกในตัวอย่างตะกอนและน้ำชายฝั่งของอ่าวซาบาฮาร์ ในทะเลโอมานประเทศอิหร่าน พบว่าประเภทของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือโพลีเอททิลีน (38%) และพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลต (29%) โดยระบุแหล่งที่มาของทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นเรซินเทอร์โมพลาสติกในตระกูลโพลีเอสเตอร์ที่พบบ่อยในเส้นใยเสื้อผ้าและภาชนะบรรจุอาหารของพลาสติกทั้งหมด นอกจากนี้แหล่งที่พบไมโครพลาสติกสูงใกล้กับบริเวณที่มีประชากรหนาแน่น แหล่งท่องเที่ยว อุตสาหกรรม เป็นต้น ในขณะเดียวกัน Zheng *et al.* (2020) ได้ทำการศึกษาการกระจายตัวของไมโครพลาสติกในแนวตั้งในตะกอนอ่าวซึ่งสะท้อนถึงผลกระทบของพลวัตการตกตะกอนและกิจกรรมเกี่ยวกับมนุษย์ โดยทำการศึกษาที่อ่าวเจียวโจว ตั้งอยู่ที่คาบสมุทรซานตงทางตอนเหนือของจีน พบว่าไมโครพลาสติก 3 ชนิด ได้แก่ เส้นใยเรยอน พลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลตและพลาสติกประเภทโพลีเอททิลีน ในตะกอน โดยเส้นใยเรยอนและพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลตพบ 62.2% ของไมโครพลาสติกทั้งหมด นอกจากนี้ยังพบว่าเส้นใยเรยอนและพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลตในตะกอนพบมากกว่าในน้ำทะเลของอ่าวเจียวโจว อีกทั้งยังระบุว่าแหล่งที่มาของเส้นใยเรยอนนั้นมาจากการสลายตัวของเสื้อผ้า เฟอร์นิเจอร์หรือผลิตภัณฑ์สุขอนามัย สิ่งปฏิภูลต่าง ๆ ที่ปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อม ในส่วนของพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลตถูกนำมาใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ พรหม เสื้อผ้า เป็นต้น

อีกทั้งประเภทของสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ใช่พลาสติกที่พบโดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง $\mu\text{FT-IR}$ แสดงในตาราง 4.14 ผลจากการศึกษาพบเจอสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ใช่ไมโครพลาสติกในแต่ละ

ชายหาดเป็นจำนวนมาก ได้แก่ เส้นใยผ้า (133 ชิ้น) และเส้นใยสังเคราะห์ (119 ชิ้น) และในส่วนของสิ่งที่ไม่ใช่พลาสติก (22 ชิ้น) จะประกอบไปด้วย แบง สารบำรุงผิว และน้ำตาล

ผลการศึกษาพบว่า ในส่วนของเส้นใยผ้าพบมากที่สุดในชายหาดราไว๋ รองลงมาคือชายหาดอ่าวมะขามและชายหาดคลอง ในส่วนของเส้นใยสังเคราะห์ พบมากที่สุดในชายหาดไทรตรัง รองลงมาคือคลองและราไว๋ ดังแสดงในตาราง 4.14

ตารางที่ 4.14 ประเภทของสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ใช่พลาสติกที่พบโดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง μ FT-IR

สิ่งปนเปื้อนที่ไม่ใช่ชนิดพลาสติก	ชายหาด						
	K (ชิ้น)	P (ชิ้น)	T (ชิ้น)	R (ชิ้น)	C (ชิ้น)	M (ชิ้น)	รวม (ชิ้น)
เส้นใยผ้า	14	15	16	37	19	32	133
เส้นใยสังเคราะห์	14	14	31	22	26	12	119
สิ่งที่ไม่ใช่พลาสติก	2	7	7	2	2	2	22
รวม (ชิ้น)	30	36	54	61	47	46	274

ชายหาดราไว๋พบเส้นใยผ้ามากที่สุด ซึ่งเส้นใยนี้นิยมนำมาทำเป็นเสืยัด ผ้าเช็ดตัว ผ้าเช็ดผม (Ismail, 2018) รูปร่างของบริเวณชายหาดราไว๋ เป็นสถานที่จอดเรือประมงเป็นหลัก และมีการขายอาหารทะเลบริเวณหน้าหาดรวมไปถึงร้านอาหารซีฟู้ด รวมไปถึงโรงแรม และร้านซักรีดผ้า ซึ่งแหล่งที่มาของเส้นใยที่เกิดขึ้นนี้อาจจะมาจากแหล่งปล่อยน้ำเสียจากชุมชนหรืออุตสาหกรรมซักรีดต่าง ๆ และอุปกรณ์ประมงบางชนิด เช่น เชือกที่ทำมาจากผ้า เป็นต้น

ชายหาดไทรตรังพบเส้นใยสังเคราะห์มากที่สุด ซึ่งเส้นใยสังเคราะห์ คือเส้นใยที่สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท เช่น เส้นใยเซลลูโลสสังเคราะห์ เส้นใยโปรตีนสังเคราะห์ และเส้นใยโพลีเมอร์สังเคราะห์ โดยงานวิจัยนี้พบเจอเส้นใยสังเคราะห์ประเภทเส้นใยเซลลูโลสสังเคราะห์ ซึ่งเส้นใยประเภทนี้ถูกเรียกกันโดยทั่วไปว่าผ้าเรยอน ทำมาจากไหมเทียม ถูกนำมาใช้ในการผลิตเสื้อผ้าต่าง ๆ กระโปรง ผ้า màn ผ้าปูโต๊ะ ของตกแต่งบ้านต่าง ๆ เป็นต้น (Soldner *et al.*, 2020; Graupner and Müssig, 2020) โดยหาดไทรตรัง เป็นชายหาดที่มีโรงแรมและร้านอาหารล้อมรอบ ซึ่งขยะที่พบมากที่สุดของชายหาดนี้คือเส้นใยสังเคราะห์ ซึ่งอาจจะมาจากการปล่อยน้ำเสียจากคลองปากบางที่ไหลลงสู่ชายหาด หรืออาจจะมาจากน้ำฝนที่เป็นตัวชะล้างสิ่งต่าง ๆ ลงสู่ทะเล และนี่อาจจะเป็นเหตุผลทำให้พบเจอขยะประเภทนี้มากที่สุด

4.5 ผลการวิเคราะห์การประมาณค่าไมโครพลาสติก

จากการวิเคราะห์จำนวนของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก ดังอธิบายไปแล้วในส่วนผลการทดลองที่ 4.1 โดยแบ่งขนาด 2 ขนาดได้แก่ ขนาด ≥ 300 ไมโครเมตรและขนาด 20-300 ไมโครเมตร โดยทั้ง 2 ขนาดมีจำนวนทั้งหมด 2,150 ชิ้น ซึ่งพบรูปร่างสีที่พบมากที่สุดคือ สีดำ และรูปร่างรูปร่างที่พบส่วนใหญ่มีรูปร่างเป็นเส้นใย และหลังจากการวิเคราะห์ชนิดของโพลิเมอร์ด้วยเครื่อง μ FT-IR ดังอธิบายไปแล้วในส่วนผลการทดลองที่ 4.4 ผลปรากฏว่าจากการสุ่มตัวอย่าง 492 ชิ้น พบพลาสติกเพียง 218 ชิ้น หรือคิดเป็นพลาสติก 44.3% และสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ใช่พลาสติก 274 ชิ้น หรือคิดเป็น 55.7% ดังนั้นเมื่อนำผลจากการวิเคราะห์ μ FT-IR (ผลจากการทดลองที่ 4.4) มาคำนวณกลับหาจำนวนของขยะที่เป็นไมโครพลาสติกทั้งหมดที่พบเจอบริเวณชายหาดทั้งหมด พบพลาสติกทั้งหมดเพียง 952 ชิ้นและพบสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ใช่พลาสติก 1,198 ชิ้น รายละเอียดจำนวนพลาสติกที่คำนวณใหม่หลังจากวิเคราะห์ด้วยเครื่อง μ FT-IR แสดงในตารางที่ 4.15

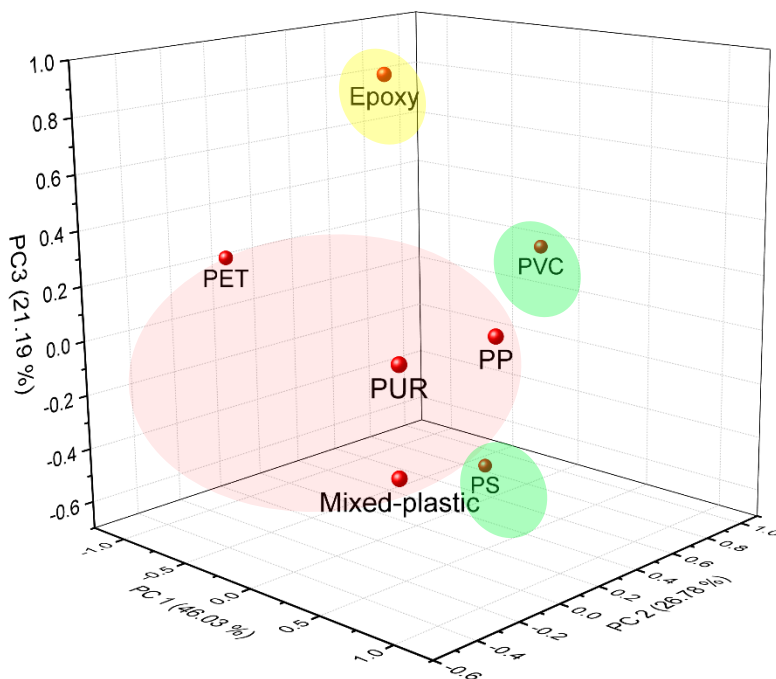
ตารางที่ 4.15 จำนวนไมโครพลาสติกและสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ใช่พลาสติกของแต่ละชายหาดหลังจากการวิเคราะห์ชนิดของโพลิเมอร์ด้วยเครื่อง μ FT-IR

ชายหาด	ขยะที่คาดว่าเป็นไมโครพลาสติก (ชิ้น) ก่อนการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง μ FT-IR	พลาสติก (ชิ้น) หลังการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง μ FT-IR	สิ่งปนเปื้อนที่ไม่ใช่พลาสติก (ชิ้น) หลังการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง μ FT-IR	รวม (ชิ้น) หลังการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง μ FT-IR
K	296	131	165	296
P	303	134	169	303
T	372	165	207	372
R	421	187	234	421
C	451	200	251	451
M	307	136	171	307
รวม (ชิ้น)	2,150	952	1,198	2,150

จากการคำนวณกลับหาจำนวนของขยะที่เป็นไมโครพลาสติกทั้งหมดที่พบเจอ บริเวณชายหาดทั้งหมดพบว่าบริเวณชายหาดคลองพบขยะที่เป็นไมโครพลาสติกมากที่สุด (200 ชิ้น) รองลงมาคือชายหาดราไวย์ (187 ชิ้น) และชายหาดไตรตรัง (165 ชิ้น) และพบสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ใช่พลาสติก พบว่าบริเวณชายหาดคลองมากที่สุด (251 ชิ้น) รองลงมาคือชายหาดราไวย์ (234 ชิ้น) และชายหาดไตรตรัง (207 ชิ้น) และเมื่อเปรียบเทียบกับกับงานวิจัยอื่นๆพบว่า อัตราส่วนของสิ่งปนเปื้อนที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติก หลังจากวิเคราะห์ด้วยเครื่อง μ FT-IR มีอัตราส่วนของไมโครพลาสติกอยู่ในช่วงเดียวกันกับผลการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ในการศึกษาแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกในทะเลสาบออนแทรีโอของประเทศแคนาดา พบจำนวนไมโครพลาสติก มีเพียง 1.4% (Ballent *et al.*, 2016) การศึกษาการเกิดและการกระจายของไมโครพลาสติกในตะกอนพื้นผิวจากอ่าวไทย พบเส้นใยเรยอน (37%) และโพลีเอสเตอร์ (16%) (Wang *et al.*, 2020) อีกทั้ง Qi *et al.* (2020) พบเส้นใยเรยอน จำนวน 23.53% ในน้ำทะเลและตะกอนของอ่าวไห่โจวในทะเลจีนใต้ตอนเหนือ

4.6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle Component Analysis, PCA) พบว่าค่าเจาะจง (Eigenvalue) ที่มีค่าความแปรปรวนมากกว่า 1 มีองค์ประกอบทั้งหมด 3 องค์ประกอบ (PC1- PC3) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Kaiser Normalization ทำการหมุนโดยใช้หลักการหมุนแบบวาริแมกซ์ (Varimax) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกลุ่มชนิดโพลิเมอร์ และความสัมพันธ์ของกลุ่มชนิดโพลิเมอร์กับแหล่งที่มาแสดงในรูปที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ โดยงานวิจัยนี้ไม่นำชนิดของโพลิเมอร์ที่เป็นพลาสติกอื่นๆ (Mixed plastic) และที่ไม่ใช่พลาสติก (Non plastic) มาวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเนื่องจากต้องการแบ่งกลุ่มของโพลิเมอร์ที่สำคัญและแหล่งที่มาของโพลิเมอร์



รูปที่ 4.2 Component plot ของกลุ่มชนิดพอลิเมอร์

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของกลุ่มชนิดพอลิเมอร์ พบว่ามีองค์ประกอบหลัก 3 องค์ประกอบและมีความแปรปรวนสะสมรวม 94% ซึ่งองค์ประกอบที่ 1 (PC1) มีความสัมพันธ์มากถึง 46.03% รองลงมาคือองค์ประกอบที่ 2 (PC2) มีความสัมพันธ์ 26.78% และองค์ประกอบที่ 3 (PC3) มีความสัมพันธ์ 21.19%

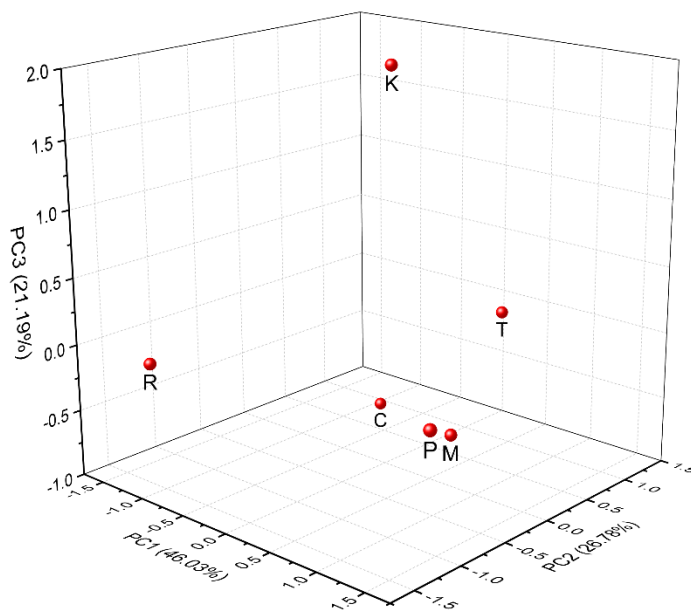
สำหรับชนิดของพอลิเมอร์ที่อยู่ในองค์ประกอบที่ 1 (PC1) นั้น พบพอลิเมอร์ 4 ชนิด ได้แก่ พลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลต พลาสติกประเภทโพลีโพรพิลีนและพลาสติกประเภทโพลียูรีเทน และพลาสติกอื่นๆ ซึ่งพอลิเมอร์ที่อยู่ในองค์ประกอบนี้จะมีค่าความสัมพันธ์ที่เยอะที่สุด สำหรับการนำมาใช้ประโยชน์ของพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลต ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย ได้แก่ การผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร เช่น ถาดข้าว กล่องข้าว และขวดเครื่องดื่ม เช่น ขวดน้ำเปล่า ขวดน้ำอัดลม ขวดแยม ขวดน้ำผลไม้ ขวดแอลกอฮอล์ เป็นต้น (Welle, 2015) นอกจากนี้พลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลตนั้นยังถูกนำมาพัฒนาเป็นเส้นใยที่ใช้ในการถัก ทอ เสื้อผ้า เช่น เสื้อกีฬา เสื้อแจ็กเก็ต เป็นต้น (Welle, 2015) ในส่วนของพลาสติก

ประเภทโพลีโพรพิลีนถูกนำมาใช้ผลิตถุงร้อนแบบใส่ที่ใช้สำหรับบรรจุอาหารต่าง ๆ งาน ชาม ถ้วย ภาชนะใส่อาหารสำเร็จรูป เช่น บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป โจ๊ก เป็นต้น (INEOS Olefins & Polymers USA, 2007) พลาสติกประเภทโพลีเอทิลีนถูกนำมาใช้ในรูปแบบของเบาะรองนั่ง ที่นอน เบาะรถยนต์และจักรยานยนต์ และถูกนำมาพัฒนาเป็นเส้นใยสแปนเด็กซ์ (spandex fiber) (Baysal and Kasapbası, 2017) เบาะโพนที่มีความยืดหยุ่นสูง ล้อยาง เส้นใยสังเคราะห์ แผ่นรองใต้พรม ถุงยางอนามัยและท่อนอกจากนี้ยังใช้ในการผลิตเสื้อผ้าสำหรับวัตถุประสงค์เช่น ชุดโยคะ ชุดว่ายน้ำ เป็นต้น (Patchaiyappan *et al.*, 2021) จากข้อมูลข้างต้นนั้นพบว่ากลุ่มของโพลิเมอร์ทั้ง 3 ชนิดนี้ ล้วนเป็นโพลิเมอร์ที่เป็นสารตั้งต้นที่นำมาผลิตของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในประจำวัน

องค์ประกอบที่ 2 (PC2) พบโพลิเมอร์ 2 ชนิด ได้แก่ พลาสติกประเภทโพลีสไตรีน และพลาสติกประเภทโพลีไวนิลคลอไรด์ โดยพลาสติกประเภทโพลีสไตรีนถูกนำมาผลิตฟิล์มยืด โพน แก้ว ภาชนะบรรจุอาหาร เป็นต้น (Maharana *et al.*, 2007) และพลาสติกประเภทโพลีไวนิลคลอไรด์ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตฟิล์มยืดสำหรับห่ออาหาร ภาชนะบรรจุอาหารสด เป็นต้น (Petrović and Hamer, 2018) ดังนั้นพลาสติกหรือโพลิเมอร์ ที่พบเจอในองค์ประกอบที่ 2 จะเป็นพลาสติกที่ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน

องค์ประกอบสุดท้ายคือองค์ประกอบที่ 3 (PC3) พบโพลิเมอร์ 1 ชนิด ได้แก่พลาสติกประเภทอีพ็อกซี ซึ่งพลาสติกประเภทอีพ็อกซีจะถูกนำมาเคลือบพื้นผิวต่าง ๆ เช่น เคลือบผลิตภัณฑ์ สี เคลือบเรือ และใช้เป็นกาวยึดติดต่าง ๆ เช่น ไม้ เหล็ก ไฟเบอร์ แก้ว และเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ กาวซ่อมเรือ เป็นต้น (Pradhan *et al.*, 2016) สำหรับจำนวน Rotated Component Matrix แสดงในภาคผนวก ฉ

สำหรับการกระจายตัวของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่โดยวิเคราะห์ผลจาก Score plot ของ PCA ดังแสดงในรูปที่ 4.3 โดยการนำชนิดโพลิเมอร์ที่พบจากผลการศึกษา (ดังที่อธิบายในส่วนผลการทดลองที่ 4.4) มาวิเคราะห์เพื่อหาแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม โดยความสัมพันธ์ของกลุ่มชนิดโพลิเมอร์กับชายหาดที่ศึกษาแสดงในรูปที่ 4.3 ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มโพลิเมอร์นั้นเกิดจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกันและกิจกรรมต่าง ๆ ที่แตกต่างกันตามแต่ละชายหาด และสามารถแบ่งความสัมพันธ์ได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้ คือ



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของกลุ่มชนิดโพลิเมอร์กับชายหาดที่ศึกษา

กลุ่มที่ 1: ความสัมพันธ์ระหว่างชายหาดราไว้และพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีน เทเรพทาเลต โดยพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีน เทเรพทาเลตนั้นอาจจะมาจากกิจกรรมบริเวณชายหาดราไว้ และขยะที่บริเวณหน้าหาดราไว้ อุปกรณ์ประมงบางชนิดและเส้นใยเสื้อผ้าบางชนิด เนื่องจากบริเวณชายหาดราไว้มีคลองปากบางที่ไหลลงสู่บริเวณชายหาดอาจส่งผลให้พบเจอพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีน เทเรพทาเลต ที่มาจากผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น ขวดน้ำ กล่องใส่อาหาร เส้นใยเสื้อผ้าที่มาจาก การซักผ้า เป็นต้น

กลุ่มที่ 2: ความสัมพันธ์ระหว่างชายหาดป่าตอง ชายหาดฉลอง ชายหาดอ่าวมะขาม และพลาสติกประเภทโพลีโพรพีลีน พลาสติกประเภทโพลียูรีเทนและพลาสติกอื่นๆ โดยพลาสติกประเภทเหล่านี้ อาจจะมาจากกิจกรรมบริเวณหน้าชายหาดป่าตอง ชายหาดฉลอง และชายหาดอ่าวมะขาม ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบริเวณชายหาดและขยะที่ มาจากการทำกิจกรรมบริเวณชายหาด เช่น การเล่นกีฬา การเล่นน้ำบริเวณชายหาดป่าตอง ท่าเรือพาณิชย์บริเวณชายหาดฉลอง ท่าเรือประมงท้องถิ่นบริเวณชายหาดอ่าวมะขาม โดยทั้ง 3 ชายหาดนี้มีคลองที่ไหลลงสู่ชายหาดอีกด้วย อาจส่งผลให้พบเจอพลาสติกเหล่านี้ที่มาจากผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ถาดใส่อาหาร ถุงใส่อาหาร สีเคลือบเรือ กาวซ่อมเรือ เป็นต้น

กลุ่มที่ 3: ความสัมพันธ์ระหว่างชายหาดไตรตรังและพลาสติกประเภทโพลีสไตรีน และโพลีไวนิลคลอไรด์ โดยพลาสติกประเภทโพลีสไตรีนและโพลีไวนิลคลอไรด์อาจมาจากกิจกรรมการท่องเที่ยวบริเวณชายหาดไตรตรัง ร้านอาหาร การปล่อยน้ำเสียจากชุมชน คลองปากบางที่ไหลลงสู่ชายหาดไตรตรัง และลักษณะของชายหาดไตรตรังนั้นเป็นแอ่ง เมื่อน้ำทะเลขึ้นอาจทำให้น้ำเสียที่ถูกปล่อยพัดเข้าหาชายฝั่งเกิดการสะสมตัวของไมโครพลาสติกบริเวณหน้าชายหาดได้ อาจส่งผลให้พบเจอพลาสติกเหล่านี้ที่มาจากผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ฟิล์มยืด โฟม แก้ว ภาชนะอาหาร ที่คั้นอาหาร เสื้อชูชีพ ห่วงยาง เรือยาง เป็นต้น (Maharana *et al.*, 2007)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์การแพร่กระจายของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกและการจำแนกชนิดของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกในจังหวัดภูเก็ต 6 ชายหาด (ชายหาดกะหลิม ชายหาดป่าตอง ชายหาดไตรตรัง ชายหาดราไวย์ ชายหาดฉลอง และชายหาดอ่าวมะขาม) และเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 ครั้ง (เดือนเมษายน (T1), เดือนกรกฎาคม (T2), เดือนตุลาคม (T3) และ เดือนธันวาคม (T4) พ.ศ. 2562) แบ่งเป็น 2 ฤดูกาล (ฤดูแล้งและฤดูฝน) โดยในการศึกษานี้แบ่งขนาดของไมโครพลาสติกออกเป็น 3 ขนาด (แมคโครพลาสติก มีโซพลาสติก และไมโครพลาสติก) ผลปรากฏว่าพบขยะที่มีขนาดแมคโครพลาสติก 1 ชิ้น แต่พบขยะขนาดมีโซพลาสติก 3 ชิ้นและไมโครพลาสติก ในส่วนของไมโครพลาสติกนั้นได้มีการแบ่งขนาดของไมโครพลาสติกออกเป็น 2 ขนาด (>300 ไมโครเมตร และ 20-300 ไมโครเมตร) ซึ่งผลปรากฏว่าพบขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด >300 ไมโครเมตร (จำนวน 1,134 ชิ้น) มากกว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร (จำนวน 1,016 ชิ้น) และเมื่อเปรียบเทียบชายหาดนั้นพบว่าชายหาดฉลองเป็นชายหาดที่พบเจอขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกมากที่สุด (จำนวน 451 ชิ้น) เนื่องมาจากชายหาดฉลองเป็นท่าเทียบเรือพาณิชย์ที่รับ-ส่งนักท่องเที่ยว การเดินเรืออาจส่งผลให้ขยะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

จากการวิเคราะห์ลักษณะสีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกพบว่าขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกสีดำเป็นสีที่พบมากที่สุด (จำนวน 1,135 ชิ้น คิดเป็น 52.8%) รองลงมาคือ สีแดง (จำนวน 466 ชิ้น คิดเป็น 21.7 %) สีขาว (จำนวน 275 ชิ้น คิดเป็น 12.8%) สีน้ำเงิน (จำนวน 258 ชิ้น คิดเป็น 12.0 %) สีเขียว (จำนวน 9 ชิ้น คิดเป็น 0.4%) และสีเหลือง (จำนวน 6 ชิ้น คิดเป็น 0.3%) ตามลำดับ โดยสีดำที่พบเจอเป็นจำนวนมากนั้นน่าจะมาจากขยะที่ใช้ในชีวิตประจำวันโดยสีดำอาจจะมาจากพื้นฐานของขยะพลาสติกนั้นเป็นสีดำ และเมื่อเวลาผ่านไปเกิด

การแตกหักเป็นชิ้นเล็ก ๆ เช่น ถูขยະสีดำ เส้นใยผ้าสีดำ ภาชนะใส่อาหารสีดำ อุปกรณ์การประมงที่เป็นสีดำ เป็นต้น โดยขยะเหล่านี้มาจากท่อน้ำทิ้งจากบ้านเรือนต่าง ๆ เป็นต้น

จากการวิเคราะห์รูปร่างของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกทั้ง 2 ขนาด พบว่า ขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกเส้นใยพบเจอมากที่สุด (จำนวน 2,013 ชิ้น คิดเป็น 93.63%) ซึ่งเส้นใยนั้นอาจจะมาจากเสื้อผ้า อุปกรณ์ตกปลา การซักล้างผ้าและท่อน้ำทิ้งจากบ้านเรือนต่าง ๆ เป็นต้น รองลงมาคือชิ้นส่วนไร้รูปแบบ (จำนวน 126 ชิ้น คิดเป็น 5.86%) รูปร่างเม็ด (จำนวน 14 ชิ้น คิดเป็น 0.65%) และรูปร่างแผ่นฟิล์ม (จำนวน 1 ชิ้น คิดเป็น 0.05%) ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ประเภทโพลิเมอร์โดยใช้เครื่อง μ FT-IR โดยการหยิบตัวอย่างมา 20% (ไมโครพลาสติกขนาด ≥ 300 ไมโครเมตร จำนวน 255 ชิ้น และไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร จำนวน 237 ชิ้น) จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด พบว่าเป็นพลาสติกทั้งหมด 218 ชิ้น โดยพบไมโครพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลต มากที่สุด (163 ชิ้น, 34.90%) รองลงมาคือ โพลีสไตรีน (20 ชิ้น, 9.2%) โพลีโพรพิลีน (12 ชิ้น, 5.5%) และพบสิ่งที่ไม่ใช่พลาสติก (274 ชิ้น) มากที่สุดคือเส้นใยผ้า และเมื่อนำผลจากการวิเคราะห์ μ FT-IR มาประมาณกับจำนวนของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกที่พบทั้งหมดนั้น พบว่าพลาสติก 44.3% คิดเป็น 452.4 ชิ้นและพบสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ใช่พลาสติกเพียง 55.7% คิดเป็น 1,197.6 ชิ้น

เมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสามารถสรุปเป็นประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

- สำหรับการวิเคราะห์หาความแตกต่างของจำนวนไมโครพลาสติกทั้ง 6 ชายหาด (one-way ANOVA) พบว่าจำนวนไมโครพลาสติกทั้ง 6 ชายหาดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)
- สำหรับการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างชายหาดฝั่งตะวันตก (ชายหาดกะหลิม ชายหาดป่าตอง และชายหาดไตรตรัง) และชายหาดฝั่งตะวันออก (ชายหาดฉลอง ชายหาดราไวย์ และชายหาดอ่าวมะขาม) (t-test) พบว่าชายหาดทั้ง 2 ฝั่งนั้นไม่มีความแตกต่างของจำนวนไมโครพลาสติกกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)
- สำหรับการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของไมโครพลาสติกทั้ง 2 ขนาด (> 300 ไมโครเมตร และ 20-300 ไมโครเมตร) (t-test) พบว่าจำนวนไมโครพลาสติกของทั้งสองขนาดนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

- สำหรับการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลทั้ง 2 ฤดูกาลนั้น (ฤดูแล้งและฤดูฝน) (t-test) พบว่าจำนวนไมโครพลาสติกทั้ง 2 ฤดูกาลนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)
- จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle Component Analysis, PCA) พบว่ามีค่าความแปรปรวนสะสมรวม 88.2% และองค์ประกอบที่ 1 (PC1) ประกอบไปด้วยโพลิเมอร์ 3 ชนิด ได้แก่ พลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลต พลาสติกประเภทโพลีพรพีลีน และพลาสติกประเภทโพลียูรีเทน ซึ่งโพลิเมอร์ที่อยู่ในองค์ประกอบนี้จะมีค่าความสัมพันธ์ที่สูงและเป็นกลุ่มของพลาสติกเหล่านี้ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน
- ผลจาก Score plot ของ PCA พบว่า พลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลต พลาสติกประเภทโพลีพรพีลีน พลาสติกประเภทโพลียูรีเทน และ พลาสติกอื่นๆ มีความสัมพันธ์กับชายหาดไตรตรัง ชายหาดราไวย์และชายหาดฉลอง โดยกลุ่มของพลาสติกที่พบเจอบริเวณชายหาดเหล่านี้ อาจจะมาจกขยะที่เกิดขึ้นบริเวณชายหาดและสิ่งต่าง ๆ ในลำคลองที่ไหลลงสู่ชายหาด
- ผลจากการหาความสัมพันธ์ของกลุ่มชนิดโพลิเมอร์กับชายหาดที่ศึกษาสามารถแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 พลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทรฟทาเลตมีความสัมพันธ์ระหว่างชายหาดราไวย์ และกลุ่มที่ 2 พบว่าพลาสติกประเภทโพลีพรพีลีน พลาสติกประเภทโพลียูรีเทนและพลาสติกอื่น ๆ มีความสัมพันธ์ระหว่างชายหาดป่าตอง ชายหาดฉลองและชายหาดอ่าวมะขาม กลุ่มที่ 3 พบว่าพลาสติกประเภทโพลีสไตรีนและพลาสติกประเภทโพลีไวนิลคลอไรด์ มีความสัมพันธ์ระหว่างชายหาดไตรตรังดังนั้นจึงสรุปได้ว่า กิจกรรมบริเวณชายหาดมีผลต่อการเกิดไมโครพลาสติกชนิดต่าง ๆ โดยกิจกรรมบริเวณชายหาดที่แตกต่างกัน อาจส่งผลต่อการพบเจอไมโครพลาสติกชนิดต่าง ๆ

5.2 ข้อเสนอแนะ

- การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาไมโครพลาสติกในตะกอนทรายเพียงอย่างเดียว ในอนาคตหากมีการเก็บตัวอย่างในตะกอนทราย ควรจะมีการเก็บตัวอย่างสัตว์ทะเลที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น หรือในน้ำทะเล เป็นต้น เพื่อหาความสัมพันธ์ของไมโครพลาสติกที่เกิดขึ้น
- การศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษากระแสน้ำและลักษณะการพัดพาจากปากแม่น้ำเข้าสู่การตกตะกอนบริเวณชายหาด (Behavior sinking) เพื่อเปรียบเทียบการตกตะกอนของไมโครพลาสติกบริเวณปากแม่น้ำที่น้ำพัดพาเข้ามาบริเวณชายหาดโดยตรงกับบริเวณที่ไม่ได้รับผลกระทบเกี่ยวกับกระแสน้ำและปากแม่น้ำ
- การศึกษาครั้งต่อไปควรมีการเปรียบเทียบระหว่างเขตน้ำขึ้นสูงสุด (Supratidal zone) เขตกึ่งกลางระหว่างน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุด (Intertidal zone) เขตน้ำลงต่ำสุด (Subtidal zone) เพื่อเปรียบเทียบจำนวนไมโครพลาสติกที่พบและลักษณะรูปร่างของไมโครพลาสติก

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2563). “ไมโครพลาสติก ปนเปื้อนอยู่ทุกหนแห่ง.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://gg.gg/p1ndo> (วันที่ 25 ธันวาคม 2563).
- กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2557). “สถิตินักท่องเที่ยว.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ https://www.mots.go.th/more_news.php?cid=492&filename=index (วันที่ 15 ธันวาคม 2561).
- กองวิทยาการ กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ. (2562). “ระดับน้ำทำนาย สูงสุด-ต่ำสุด ปี2562.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://www.hydro.navy.mi.th/servicetide.htm> (วันที่ 1 เมษายน 2562).
- ชาญชัย คหาปนนะ. (2018). “ไมโครพลาสติก.... ภัยมืดในทะเล.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://www.tistr.or.th/tistrblog/?p=4707&fbclid=IwAR0Xy2Gc08bgMbCLmv9WAXbUERQoN42oO2SFbXwAfQedQVyQwal2LN_fk (วันที่ 8 พฤศจิกายน 2561).
- ฐานข้อมูลความรู้ทางทะเล. (ม.ป.ป.). “ขยะทะเล.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://www.mkh.in.th/index.php?option=com_content&view=article&id=309&Itemid=254&lang=th&fbclid=IwAR2lNa4U3WmWsuSN6KDuDMCqppmt1mSVQic78cNQhGIPO_Fe6byUpWAOQ (วันที่ 15 ธันวาคม 2561).
- ฐานเศรษฐกิจ. (2017). “ขยะในทะเล.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://www.thansettakij.com/content/149655> (วันที่ 15 ธันวาคม 2561).
- ดร. ฟิลิปป์ ซอวาบิล. (2018). “พลาสติกปนเปื้อน: นักวิจัยพบไมโครพลาสติกในอุจจาระมนุษย์ทั่วโลก.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <https://www.bbc.com/thai/international-45956262> (วันที่ 25 พฤศจิกายน 2561).
- ศุภชัย คุ้มเรือง. (ม.ป.ป.). “คู่มือการใช้เครื่องมือ Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FT-IR).” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://cste.sut.ac.th/articles/?p=294> (วันที่ 15 มกราคม 2562).

- สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา. (2557). รายงานฉบับสมบูรณ์การสำรวจและจำแนกตัวอย่างขยะทะเลประเภทไมโครพลาสติก โดยสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน. 1-13. <https://www.dmcrc.go.th/upload/dt/file/file-3095-201705161494905397559.pdf>
- สำนักข่าวอิสรา. (2560). “พบไมโครพลาสติกในเนื้อปลา.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <https://www.isranews.org/isranews-news/58380-fish.html> (วันที่ 7 ธันวาคม 2561).
- สำนักงานสถิติจังหวัดภูเก็ต, (2559). “วิเคราะห์และสรุปสถานการณ์เรื่อง ท่องเที่ยว.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://phuket.nso.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=373&Itemid (วันที่ 15 ธันวาคม 2561).
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 15 ภูเก็ต (2562). “วิเคราะห์และสรุปสถานการณ์เรื่อง ขยะ”, (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://phuket.nso.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=372&Itemid=637 (วันที่ 15 มกราคม 2562).
- อัครานีย์ สติรักษ์. (2563). “เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic).” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <https://www.nsm.or.th/other-service/669-online-science/knowledge-inventory/sci-vocabulary/sci-vocabulary-science-museum/4285-thermoplastic.html> (วันที่ 25 ธันวาคม 2563).
- อุษารัตน์ รัตน์คำนวง. (2558). “วิทยาศาสตร์เส้นใยและผ้า.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://gg.gg/p22h7> (วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2564).
- Baysal, G., & Kasapbası, E. (2017). *Polyurethanes and Usage Areas*. 17(1).
- Bissen, R., & Chawchai, S. (2020). Microplastics on beaches along the eastern Gulf of Thailand – A preliminary study. *Marine Pollution Bulletin*, 157(June), 111345. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111345>
- Chen, M. C., & Chen, T. H. (2020). Spatial and seasonal distribution of microplastics on sandy beaches along the coast of the Hengchun Peninsula, Taiwan. *Marine Pollution Bulletin*, 151(September 2019), 110861. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110861>
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588–2597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>

- Constant, M., Kerhervé, P., Mino-Vercellio-Verollet, M., Dumontier, M., Sánchez Vidal, A., Canals, M., & Heussner, S. (2019). Beached microplastics in the Northwestern Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, *142*(April), 263–273. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.032>
- De-la-Torre, G. E., Dioses-Salinas, D. C., Castro, J. M., Antay, R., Fernández, N. Y., Espinoza-Morriberón, D., & Saldaña-Serrano, M. (2020). Abundance and distribution of microplastics on sandy beaches of Lima, Peru. *Marine Pollution Bulletin*, *151*(December 2019), 110877. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110877>
- Deng, J., Guo, P., Zhang, X., Su, H., Zhang, Y., Wu, Y., & Li, Y. (2020). Microplastics and accumulated heavy metals in restored mangrove wetland surface sediments at Jinjiang Estuary (Fujian, China). *Marine Pollution Bulletin*, *159*(July), 111482. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111482>
- Figueiras, A. V., Gago, J., Campillo, J. A., & León, V. M. (2019). Microplastic distribution in surface sediments along the Spanish Mediterranean continental shelf. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*(21), 21264–21273. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05341-5>
- Hosseini, R., Sayadi, M. H., Aazami, J., & Savabieasfehiani, M. (2020). Accumulation and distribution of microplastics in the sediment and coastal water samples of Chabahar Bay in the Oman Sea, Iran. *Marine Pollution Bulletin*, *160*(September), 111682. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111682>
- INEOS Olefins & Polymers USA. (2007). *Polypropylene Processing Guide*. 13.
- Jeyasanta, K. I., Sathish, N., Patterson, J., & Edward, J. K. P. (2020). Macro-, meso- and microplastic debris in the beaches of Tuticorin district, Southeast coast of India. *Marine Pollution Bulletin*, *154*(March), 111055. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111055>
- Lee, J., Lee, J., Hong, S., Hong, S. H., Shim, W. J., & Eo, S. (2017). Characteristics of meso-sized plastic marine debris on 20 beaches in Korea. *Marine Pollution Bulletin*, *123*(1–2), 92–96. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.09.020>
- Leinov, E., Lowe, M. J. S., & Cawley, P. (2015). Investigation of guided wave propagation and attenuation in pipe buried in sand. *Journal of Sound and Vibration*, *347*, 96–114. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2015.02.036>

- Liu, M., Lu, S., Song, Y., Lei, L., Hu, J., Lv, W., Zhou, W., Cao, C., Shi, H., Yang, X., & He, D. (2018). Microplastic and mesoplastic pollution in farmland soils in suburbs of Shanghai, China. *Environmental Pollution*, *242*, 855–862. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.051>
- Maes, T., Van der Meulen, M. D., Devriese, L. I., Leslie, H. A., Huvet, A., Frère, L., Robbens, J., & Vethaak, A. D. (2017). Microplastics baseline surveys at the water surface and in sediments of the North-East Atlantic. *Frontiers in Marine Science*, *4*(MAY), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00135>
- Maharana, T., Negi, Y. S., & Mohanty, B. (2007). Review article: Recycling of polystyrene. *Polymer - Plastics Technology and Engineering*, *46*(7), 729–736. <https://doi.org/10.1080/03602550701273963>
- Manalu, A. A., Hariyadi, S., & Wardiatno, Y. (2017). Microplastics abundance in coastal sediments of Jakarta Bay, Indonesia. *AACL Bioflux*, *10*(5), 1164–1173.
- Mistri, M., Infantini, V., Scoponi, M., Granata, T., Moruzzi, L., Massara, F., De Donati, M., & Munari, C. (2017). Small plastic debris in sediments from the Central Adriatic Sea: Types, occurrence and distribution. *Marine Pollution Bulletin*, *124*(1), 435–440. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.063>
- Munari, C., Infantini, V., Scoponi, M., Rastelli, E., Corinaldesi, C., & Mistri, M. (2017). Microplastics in the sediments of Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica). *Marine Pollution Bulletin*, *122*(1–2), 161–165. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.06.039>
- Patchaiyappan, A., ZakiAhmed, S., Dowarah, K., Khadanga, S. S., Singh, T., Jayakumar, S., Thirunavukkarasu, C., & Devipriya, S. P. (2021). Prevalence of microplastics in the sediments of Odisha beaches, southeastern coast of India. *Marine Pollution Bulletin*, *167*(March), 112265. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112265>
- Petrović, E. K., & Hamer, L. K. (2018). Improving the healthiness of sustainable construction: Example of polyvinyl chloride (PVC). *Buildings*, *8*(2). <https://doi.org/10.3390/buildings8020028>
- Pradhan, S., Pandey, P., Mohanty, S., & Nayak, S. K. (2016). Insight on the Chemistry of Epoxy and Its Curing for Coating Applications: A Detailed Investigation and Future Perspectives. *Polymer - Plastics Technology and Engineering*, *55*(8), 862–877.

<https://doi.org/10.1080/03602559.2015.1103269>

- Salm, R. V, & Clark, J. R. (2006). *Marine and Coastal*. 4–5.
- Schwab, P., Liebmann, B., Köppel, S., & Reiberger, T. (2018). Assessment of microplastic concentrations in human stool - Preliminary results of a prospective study. *United European Gastroenterology (UEG) Week*, 1–16. http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/presse/news_2018/UEG_Week_2018__Philipp_Schwabl_Microplastics_Web.pdf
- Soldner, D., Greiner, S., Drummer, D., Steinmann, P., & Mergheim, J. (2020). u l P re of. *Additive Manufacturing*, 101676. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.117656>
- Thushari, G. G. N., Senevirathna, J. D. M., Yakupitiyage, A., & Chavanich, S. (2017). Effects of microplastics on sessile invertebrates in the eastern coast of Thailand: An approach to coastal zone conservation. *Marine Pollution Bulletin*, 124(1), 349–355. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.06.010>
- Tran Nguyen, Q. A., Nguyen, H. N. Y., Strady, E., Nguyen, Q. T., Trinh-Dang, M., & Vo, V. M. (2020). Characteristics of microplastics in shoreline sediments from a tropical and urbanized beach (Da Nang, Vietnam). *Marine Pollution Bulletin*, 161(July), 111768. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111768>
- Wang, Y., Zou, X., Peng, C., Qiao, S., Wang, T., Yu, W., Khokiattiwong, S., & Kornkanitnan, N. (2020). Occurrence and distribution of microplastics in surface sediments from the Gulf of Thailand. *Marine Pollution Bulletin*, 152(September 2019), 110916. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110916>
- Welle, F. (2015). *The Facts about PET The Facts about PET What is PET ? November*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3043.2726>
- Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)*, 178, 483–492. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>
- Zheng, Y., Li, J., Cao, W., Jiang, F., Zhao, C., Ding, H., Wang, M., Gao, F., & Sun, C. (2020). Vertical distribution of microplastics in bay sediment reflecting effects of sedimentation dynamics and anthropogenic activities. *Marine Pollution Bulletin*, 152(December 2019), 110885. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110885>
- Zhou, Q., Zhang, H., Fu, C., Zhou, Y., Dai, Z., Li, Y., Tu, C., & Luo, Y. (2018). The

distribution and morphology of microplastics in coastal soils adjacent to the Bohai Sea and the Yellow Sea. *Geoderma*, 322(February), 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.02.015>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก สีของขยะที่คาดการณ์ว่าเป็นไมโครพลาสติกขนาด >300 ไมโครเมตร และขนาด 20-300 ไมโครเมตร

ตารางที่ 1 สีของไมโครพลาสติกขนาด >300 ไมโครเมตร

ชายหาด	สี (ชิ้น)					
	ดำ	น้ำเงิน	ขาว	แดง	เหลือง	เขียว
K	73	16	19	24	1	0
P	77	9	20	15	3	1
T	134	4	68	11	0	0
R	193	17	4	18	0	0
C	251	6	10	19	0	0
M	111	0	14	15	1	0

ตารางที่ 2 สีของไมโครพลาสติกขนาด 20-300 ไมโครเมตร

ชายหาด	สี (ชิ้น)					
	ดำ	น้ำเงิน	ขาว	แดง	เหลือง	เขียว
K	82	28	26	26	1	0
P	44	35	45	52	1	1
T	51	34	17	52	0	1
R	41	47	19	82	0	0
C	26	35	22	76	0	6
M	52	27	11	76	0	0

ภาคผนวก ข รูปร่างของไมโครพลาสติกแต่ละชายหาด

ตารางที่ 1 รูปร่างของไมโครพลาสติกขนาด >300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดกะหลิม

ครั้งที่	เส้นใย (ชิ้น)	ชิ้นส่วนไร้ รูปแบบ (ชิ้น)	แผ่นฟิล์ม (ชิ้น)	เม็ด (ชิ้น)	รวม (ชิ้น)
1	4.3±2.1	1.3±1.5	0	0	22
2	8.3±4.0	1.3±1.5	0	0	34
3	24.7±2.1	0.7±0.6	0	0	67
4	8.3±2.5	0	0	0	8
รวม	125	6	0	0	131
%	95.4	4.6	0	0	100

ตารางที่ 2 รูปร่างของไมโครพลาสติกขนาด 20- >300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดกะหลิม

ครั้งที่	เส้นใย (ชิ้น)	ชิ้นส่วนไร้ รูปแบบ (ชิ้น)	แผ่นฟิล์ม (ชิ้น)	เม็ด (ชิ้น)	รวม (ชิ้น)
1	9.0±3.6	0	0	0	27
2	13.7±8.4	6.3±5.9	0	0.7±0.6	68
3	4.7±1.2	0	0	0	14
4	19.0±8.7	1.0±1.7	0	0	88
รวม	165	29	0	3	197
%	83.8	14.7	0	1.5	100

ตารางที่ 3 รูปร่างของไมโครพลาสติกขนาด >300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดป่าตอง

ครั้งที่	เส้นใย (ชิ้น)	ชิ้นส่วนไร้ รูปแบบ (ชิ้น)	แผ่นฟิล์ม (ชิ้น)	เม็ด (ชิ้น)	รวม (ชิ้น)
1	13.3±8.3	0	0	0	13.3
2	6.3±3.1	0	0	0	6.3
3	8.3±3.1	2.0±2.7	0	0	10.3
4	11.3±16.3	0.3±0.6	0	0	11.7
รวม	39.3	2.3	0	0	41.7
%	94.4	5.6	0	0	100

ตารางที่ 4 รูปร่างของไมโครพลาสติกขนาด 20-≥300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดป่าตอง

ครั้งที่	เส้นใย (ชิ้น)	ชิ้นส่วนไร้ รูปแบบ (ชิ้น)	แผ่นฟิล์ม (ชิ้น)	เม็ด (ชิ้น)	รวม (ชิ้น)
1	7.7±6.8	1±1.7	0	0	8.7
2	2.3±2.5	2.0±3.5	0	0	4.3
3	6.0±1.0	4.3±1.2	0	0	10.3
4	37.0±13.1	1.33±0.6	0	0	38.3
รวม	53	8.7	0	0	61.7
%	86	14.0	0	0	100

ตารางที่ 5 รูปร่างของไมโครพลาสติกขนาด >300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดตรัง

ครั้งที่	เส้นใย (ชิ้น)	ชิ้นส่วนไร้ รูปแบบ (ชิ้น)	แผ่นฟิล์ม (ชิ้น)	เม็ด (ชิ้น)	รวม (ชิ้น)
1	20.3±15.8	0	0	0	20.3
2	7.0±3.5	0.3±0.6	0	0.3±0.6	7.7
3	26.0±6.2	1.7±2.08	0	0	27.7
4	15.7±10.5	0	0	0	15.7
รวม	69	2	0	0.3	71.3
%	96.7	2.8	0.00	0.5	100

ตารางที่ 6 รูปร่างของไมโครพลาสติกขนาด 20- >300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดตรัง

ครั้งที่	เส้นใย (ชิ้น)	ชิ้นส่วนไร้ รูปแบบ (ชิ้น)	แผ่นฟิล์ม (ชิ้น)	เม็ด (ชิ้น)	รวม (ชิ้น)
1	9.3±5.5	2.0±1.7	0	0	11.3
2	5.0±1.0	1.3±1.2	0	0.3±0.6	6.7
3	7.0±2.0	0.3±0.6	0	0	7.3
4	24.7±14.6	0	0	0	24.7
รวม	46	3.7	0	0.3	50
%	92.02	7.32	0	0.7	100

ตารางที่ 7 รูปร่างของไมโครพลาสติกขนาด >300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดราไวย์

ครั้งที่	เส้นใย (ชิ้น)	ชิ้นส่วนไร้ รูปแบบ (ชิ้น)	แผ่นฟิล์ม (ชิ้น)	เม็ด (ชิ้น)	รวม (ชิ้น)
1	8.7±3.2	1.0±1.7	0	0.7±1.2	10.3
2	7.0±1.7	1.3±1.2	0	0.7±1.2	9
3	28.0±4.4	1.3±1.2	0	0.7±1.2	30
4	30.7±29.4	0.67±1.2	0	0	31.3
รวม	74.3	4.3	0	2.0	80.7
%	92.14	5.37	0	2.49	100

ตาราง 8 รูปร่างของไมโครพลาสติกขนาด 20- >300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดราไวย์

ครั้งที่	เส้นใย (ชิ้น)	ชิ้นส่วนไร้ รูปแบบ (ชิ้น)	แผ่นฟิล์ม (ชิ้น)	เม็ด (ชิ้น)	รวม (ชิ้น)
1	99.7±2.1	1.0±1.7	0	0	100.67
2	5.0±1.7	0	0	0	5
3	23.3±18.6	3.7±3.1	0	0	27
4	25.0±29.5	0	0	0	25
รวม	153	4.7	0	0	157.67
%	97	3	0	0	100

ตารางที่ 9 รูปร่างของไมโครพลาสติกขนาด >300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดคลอง

ครั้งที่	เส้นใย (ชิ้น)	ชิ้นส่วนไร้ รูปแบบ (ชิ้น)	แผ่นฟิล์ม (ชิ้น)	เม็ด (ชิ้น)	รวม (ชิ้น)
1	11.3±6.8	0	0	0.3±0.6	11.7
2	9.3±0.6	0	0	0	9.3
3	33.3±29.0	0	0	0	33.3
4	41.0±37.0	0	0	0	41
รวม	95.0	0	0	0.3	95.3
%	99.6	0	0	0.4	100

ตารางที่ 10 รูปร่างของไมโครพลาสติกขนาด 20- ≥300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดคลอง

ครั้งที่	เส้นใย (ชิ้น)	ชิ้นส่วนไร้ รูปแบบ (ชิ้น)	แผ่นฟิล์ม (ชิ้น)	เม็ด (ชิ้น)	รวม (ชิ้น)
1	4.3±2.1	4.7±3.1	0	1.0±1.0	10
2	3.3±0.6	0.7±1.2	0	0	4
3	19.0±22.3	0.3±0.6	0	0	19.3
4	21.3±11.0	0	0	0	21.3
รวม	48.0	5.7	0	1	54.7
%	87.8	10.4	0	1.8	100

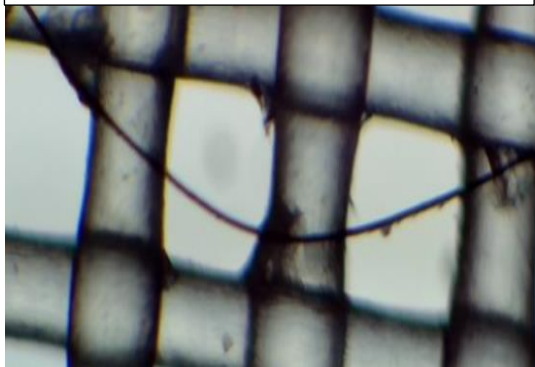

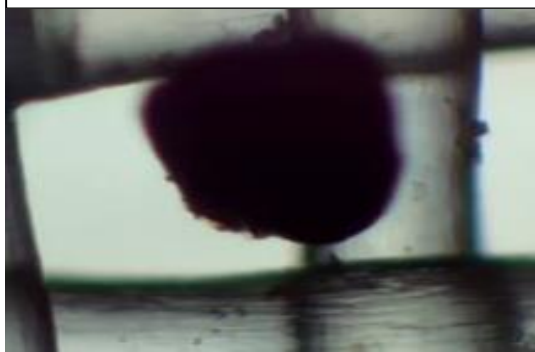

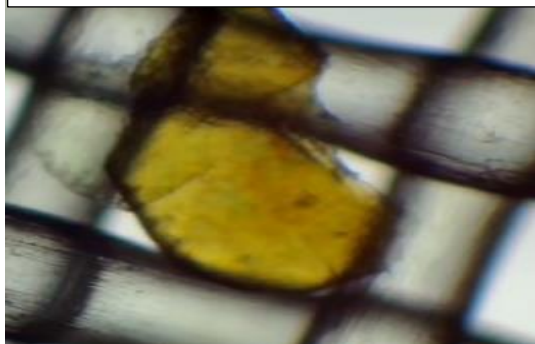

ตารางที่ 11 รูปร่างของไมโครพลาสติกขนาด >300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดอำวมะขาม

ครั้งที่	เส้นใย (ชิ้น)	ชิ้นส่วนไร้ รูปแบบ (ชิ้น)	แผ่นฟิล์ม (ชิ้น)	เม็ด (ชิ้น)	รวม (ชิ้น)
1	2.3±2.5	0	0	0	2.33
2	4.0±1.7	0	0	0	4
3	28.3±16.3	0	0	0	28.33
4	12.3±3.2	0	0	0	12.33
รวม	47	0	0	0	47
%	100	0	0	0	100

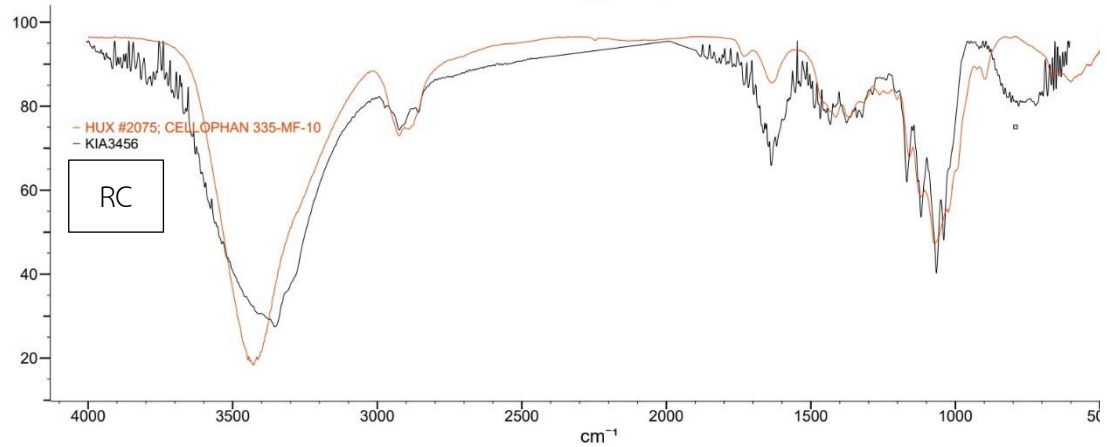
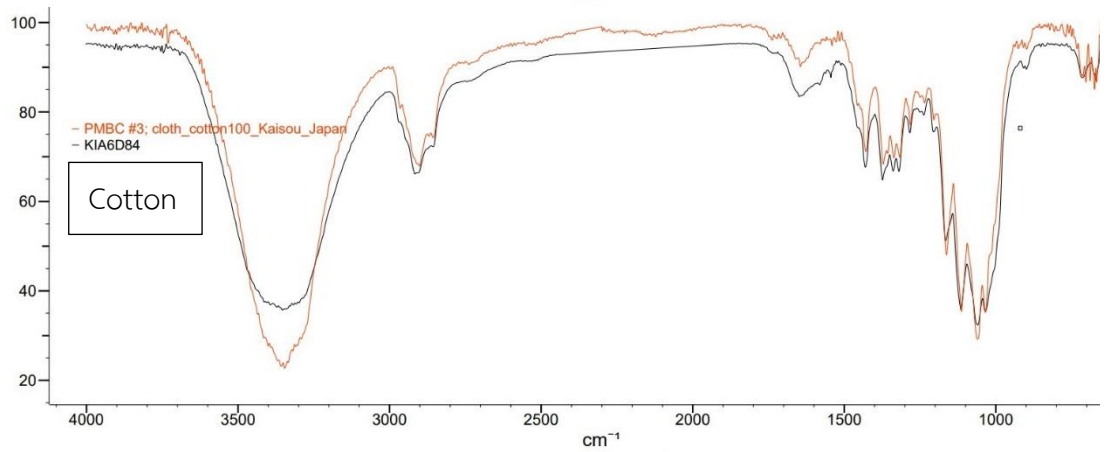
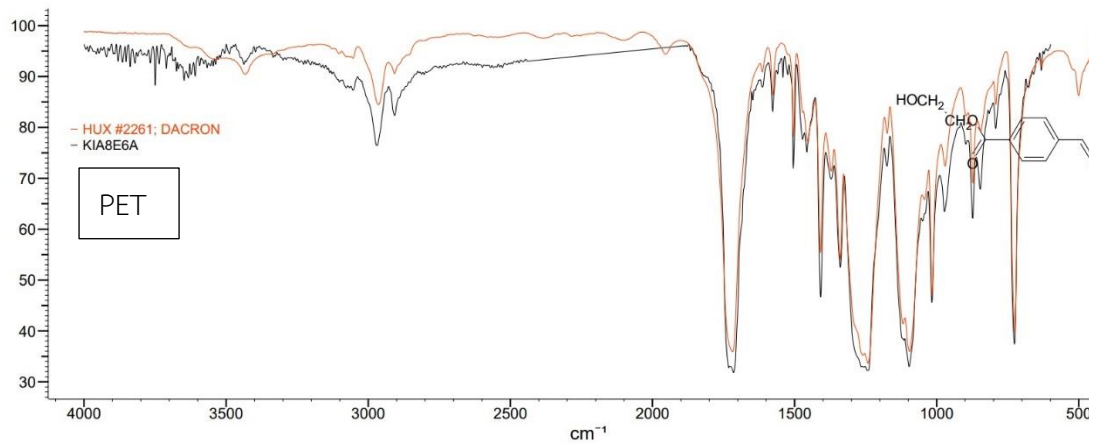
ตารางที่ 12 รูปร่างของไมโครพลาสติกขนาด 20- >300 ไมโครเมตร ที่พบบริเวณชายหาดอำวมะขาม

ครั้งที่	เส้นใย (ชิ้น)	ชิ้นส่วนไร้ รูปแบบ (ชิ้น)	แผ่นฟิล์ม (ชิ้น)	เม็ด (ชิ้น)	รวม (ชิ้น)
1	6.7±5.0	0	0	0	6.7
2	4.0±2.7	0	0	0	4
3	17.7±9.3	0	0	0	17.7
4	27.0±17.4	0	0	0	27
รวม	55.3	0	0	0	55.3
%	100	0	0	0	100

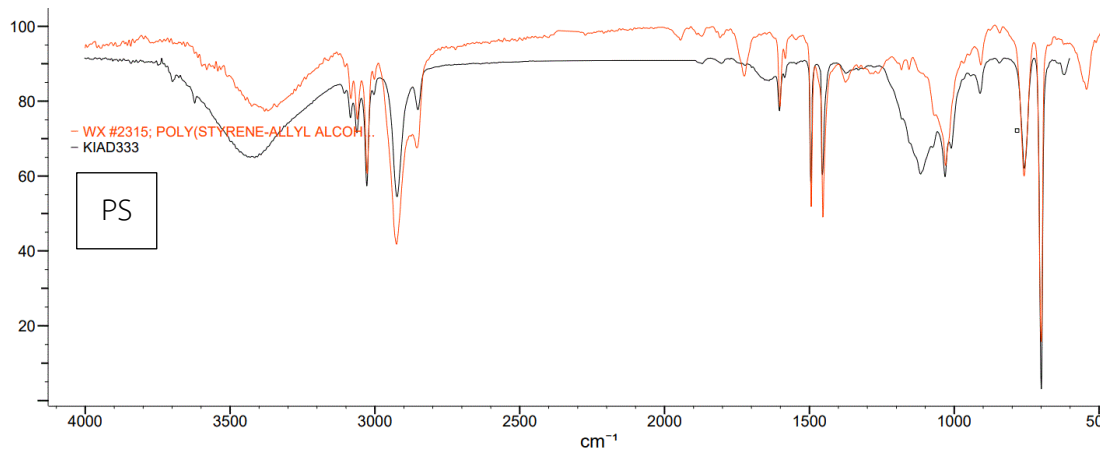
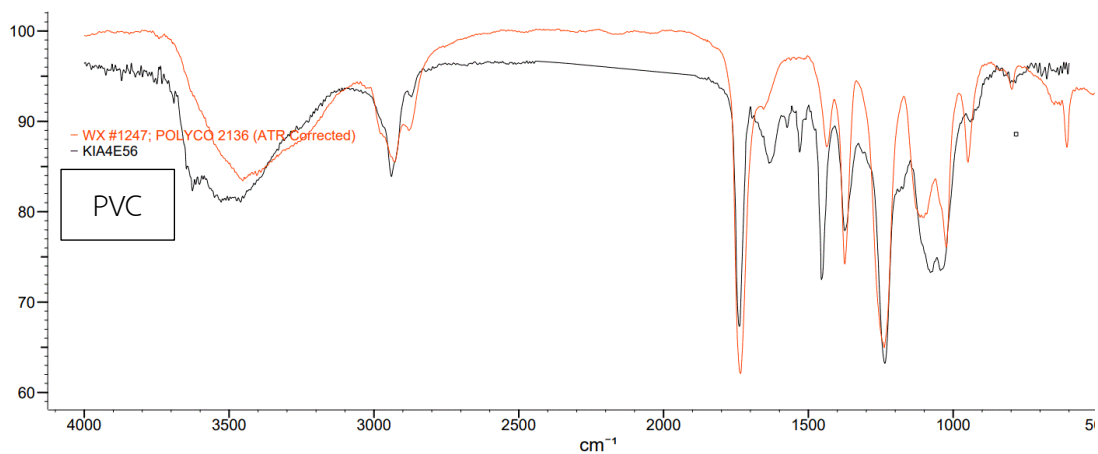
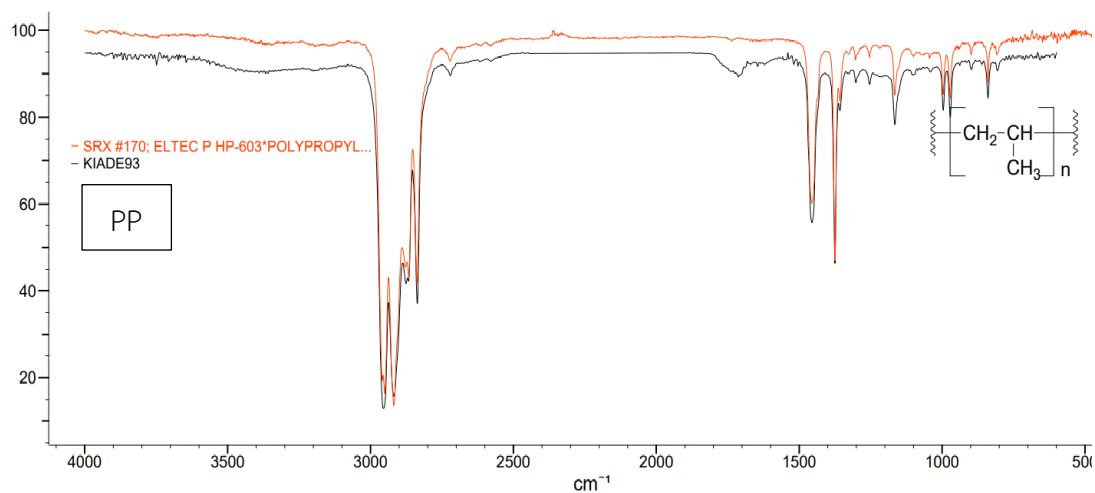
ภาคผนวก ค ตัวอย่างลักษณะรูปร่างของไมโครพลาสติกจากการส่อง μ FTIR

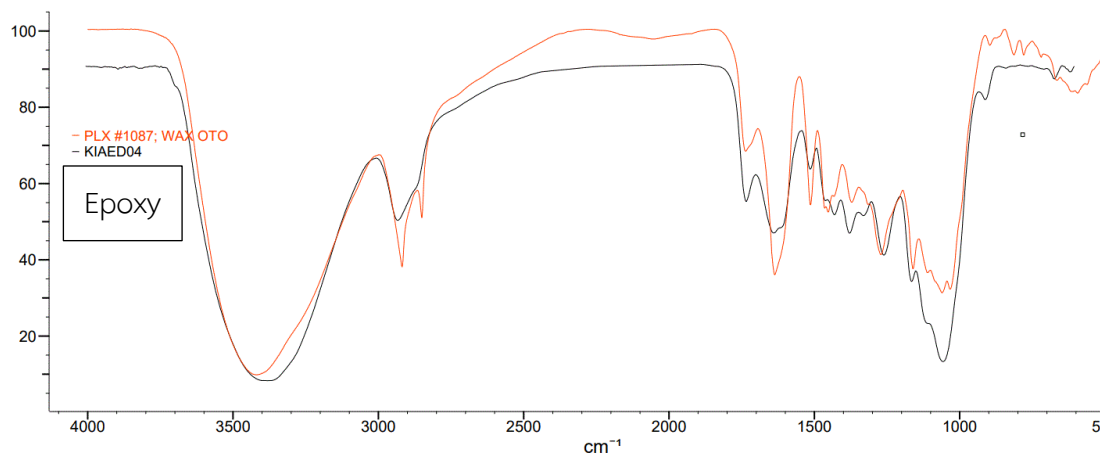
<p>ก. เส้นใย 300 μm. สีดำ</p> 	<p>ข. เส้นใย 20 μm. สีแดง</p> 
<p>ค. เม็ด 300 μm. สีดำ</p> 	<p>ง. เม็ด 20 μm. สีน้ำเงิน</p> 
<p>จ. แผ่นฟิล์ม 300 μm. สีเหลือง</p> 	<p>ฉ. ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ 20 μm. สีดำ</p> 

ภาคผนวก ง สเปกตรัม μ FT-IR ของโพลิเมอร์ชนิด PET, Cotton และ RC



ภาคผนวกที่ ง สเปกตรัม μ FT-IR ของโพลิเมอร์ชนิด PP, PVC และ PS (ต่อ)



ภาคผนวก ง สเปกตรัม μ FT-IR ของโพลิเมอร์ชนิด Epoxy (ต่อ)

ภาคผนวก จ ประเภทของพลาสติกที่พบโดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง μ FT-IR

ตารางที่ 1 ลักษณะสี ลักษณะรูปร่าง และประเภทของพลาสติกที่พบโดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง μ FT-IR

เส้นใย	ดำ	น้ำเงิน	ขาว	แดง	เหลือง	เขียว	รวม
PET	77	22	41	23	5	-	163
PS	6	1	4	5	1	-	17
PP	1	4	3	1	1	-	10
PVC	3	-	-	4	-	-	7
Epoxy	-	1	-	-	-	-	1
PUR	3	1	-	4	-	-	8
Mixed Plastic	1	-	1	1	-	-	3
RC	55	23	24	7	9	1	119
Cotton	53	24	37	12	7	-	133
Non-plastic	6	1	7	2	6	-	22
ชิ้นส่วน							
PET	-	-	-	-	-	-	-
PP	1	-	-	-	1	-	2
PVC	-	1	-	-	-	-	1
แผ่น							
PS	1	-	-	-	-	-	1
PUR	1	-	-	-	1	-	2
เม็ด							
PS	-	-	1	2	-	-	3

ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์สถิติโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle Component Analysis: PCA)

ตารางที่ 1 Rotated Component Matrix

	Component		
	1	2	3
PET	-.937	-.113	.250
PS	-.183	.701	.630
PP	.922	-.060	.180
PVC	-.110	.965	.186
Epoxy	-.087	-.134	.940
PUR	.855	-.458	.165
Mixed plastic	.842	.455	.213

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวสุดารัตน์ ทองหนองหิน

รหัสประจำตัวนักศึกษา 6130221001

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีและการจัดการ สิ่งแวดล้อม)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2560

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Akkajit, P., Tipmanee, D., Cherdsukjai, P., Suteerasak, T., Thongnonghin, S. (2021). Occurrence and distribution of microplastics in beach sediments along Phuket coastline, Marine Pollution Bulletin. 169: 112496. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112496>.

Akkajit, P., Thongnonghin, S., Sriraksa, S., & Pumsri, S. (2019). Preliminary Study of Distribution and Quantity of Plastic-debris on Beaches Along the Coast at Phuket Province. Applied Environmental Research, 41(2), 54-62.

Tongnonghin, S., Akkajit, P., and Tipmanee, D. (2020). "Evaluating the Distribution of Microplastics in Patong beach, Phuket, Thailand.", Proceeding of The 9th international conference on environmental engineering, Science and Management, The Heritage Chiang Rai, Chiang Rai, Thailand: 7-9 October 2020.

