โครงการ
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในส่วนต่าง ๆของดอกไม้ทะเล (Cnidaria: Anthozoa)
Comparison of microplastic in different body parts of sea anemone (Cnidaria: Anthozoa)

ชื่อนิสิต นาย สุประดิษฐ์ พึ่งผล **เลขประจำตัว** 6032061223

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในส่วนต่างๆของดอกไม้ทะเล (Cnidaria: Anthozoa)

Comparison of microplastic in different body parts of sea anemone (Cnidaria: Anthozoa)

นาย สุประดิษฐ์ พึ่งผล

อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.ดร. นนทิวิชญ ตัณฑวณิช
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ศาสตราจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์

โครงงานวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563

โครงงานวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจาก
โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อโครงการ	: การเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในส่วนต่างๆของดอกไม้ทะเล (Cnidaria: Anthozoa)
นิสิตผู้ดำเนินโครงการ	: นายสุประดิษฐ์ พึ่งผล
อาจารย์ที่ปรึกษา	: อาจารย์ ดร. นนทิวิชญ ตัณฑวณิช
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	: ศาสตราจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์
ภาควิชา	: ชีววิทยา

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทางทะเลเป็นปัญหาใหญ่ที่ส่งผลกระทบกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ทั่วโลก โดยทั่วไปไมโครพลาสติกจะมีขนาดระหว่าง 1 ไมโครเมตร ถึง 5 มิลลิเมตร และมีความหลากหลายของรูปร่างสามารถปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตและส่งผลเสีย ในด้านต่าง ๆ เช่น การสะสมในเนื้อเยื่อ ส่งผลกระทบต่อระบบหายใจ การย่อยอาหาร การสืบพันธุ์และทำให้เกิดการเจริญที่ผิดปกติในตัวอ่อนซึ่งสิ่งมีชีวิตในไฟลัมไนดาเรียเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการปนเปื้อนไมโครพลาสติกโดยในงานทดลองที่ผ่านมานิยมศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในโพลิปปะการังซึ่งมีขนาดเล็กทำให้มีความเป็นไปได้ที่การประเมินปริมาณไมโครพลาสติกมีค่าที่สูงเกินจริงเนื่องจากไม่สามารถวิเคราะห์แยกส่วนได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงใช้ดอกไม้ทะเลชนิด *Aiptasia* sp.เป็นตัวแทนของสิ่งมีชีวิตในไฟลัมไนดาเรียที่มีโพลิปขนาดใหญ่เพื่อตรวจหาปริมาณไมโครพลาสติกในแต่ละส่วนของโพลิป โดยทำการเก็บตัวอย่างดอกไม้ทะเลชนิด *Aiptasia* sp. จากบริเวณระบบเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เกาะสีชัง (n = 20) และบริเวณเกาะแสมสาร (n = 7) จังหวัดชลบุรี โดยนำดอกไม้ทะเลมาแยกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนหนวด (tentacle) ส่วนปาก (oral disc) และส่วนเนื้อเยื่อบริเวณระบบทางเดินอาหาร (gastrodermis) ชั่งน้ำหนักเปียก (mg) และวัดความยาว (mm) จากนั้นย่อยเนื้อเยื่อด้วยการอุ่นสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% นำไปกรองผ่านแผ่นกรองขนาด 1.2 µm และแช่แผ่นกรองในสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ นำไปเข้าเครื่อง sonicator และ centrifuge เมื่อเสร็จสิ้นกรองด้วยแผ่นกรองอีกครั้งและทิ้งให้แห้ง จากนั้นนำมาตรวจสอบไมโครพลาสติกด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอและ โปรแกรม cell^D เพื่อวิเคราะห์ปริมาณและขนาดของไมโครพลาสติก ผลการศึกษาพบว่ามีไมโครพลาสติก 2 ประเภทคือ เส้นใย (fiber) และ ชิ้นส่วน (particle) โดยค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติกที่พบในเนื้อเยื่อดอกไม้ทะเล ส่วนหนวด ส่วนปาก และส่วน gastrodermis จากบริเวณเกาะสีชัง คือ 0.16 ± 0.11 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก 2.39 ± 1.58 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก และ 0.20 ± 0.13 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ ในขณะเดียวกันบนเกาะแสมสารค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติกที่พบในเนื้อเยื่อดอกไม้ทะเล ส่วนหนวด

ส่วนปาก และส่วน gastrodermis คือ 0.28 ± 0.04 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก 4.43 ± 1.80 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก และ 0.35 ± 0.21 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ โดยทั้งสองเกาะมีปริมาณไมโครพลาสติกสะสมในเนื้อเยื่อส่วนปากสูงที่สุด นอกจากนั้นค่าเฉลี่ยขนาดของไมโครพลาสติกบริเวณเกาะสีชังที่พบในเนื้อเยื่อ ส่วนหนวด ส่วนปาก และส่วน gastrodermis คือ 0.89 ± 0.35 มิลลิเมตร 0.96 ± 0.34 มิลลิเมตร และ 0.76 ± 0.35 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยไมโครพลาสติกที่พบบริเวณส่วนปากมีขนาดใหญ่ที่สุด และส่วน gastrodermis กับส่วนหนวดมีขนาดใกล้เคียงกัน ค่าเฉลี่ยขนาดของไมโครพลาสติกบริเวณบนเกาะแสมสารที่พบในเนื้อเยื่อ ส่วนหนวด ส่วนปาก และส่วน gastrodermis คือ 0.78 ± 0.14 มิลลิเมตร 1.12 ± 0.29 มิลลิเมตร และ 0.97 ± 0.29 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยไมโครพลาสติกที่พบบริเวณส่วนปากมีขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาคือ ส่วนหนวด และส่วน gastrodermis ตามลำดับ นอกเหนือจากนั้นทั้งปริมาณและขนาดของไมโครพลาสติกจากตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณเกาะแสมสารมีค่าสูงกว่าบริเวณเกาะสีชัง จึงอาจกล่าวได้ว่าบริเวณเกาะแสมสารมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกมากกว่าบริเวณเกาะสีชัง และอาจมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น กิจกรรมของมนุษย์บริเวณที่ตั้งของเกาะที่ห่างจากแผ่นดินใหญ่ในระยะทางที่ไม่เท่ากัน หรือกระแสน้ำที่มีการไหลพัดรอบเกาะที่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: ไมโครพลาสติก ดอกไม้ทะเล *Aiptasia* sp.

Research Title	: Comparison of microplastic in different body parts of sea anemone (Cnidaria: Anthozoa)
Student name	: Mr. Supradit Phengpon
Advisor	: Nontivich Tandavanitj, Ph.D.
Co-advisor	: Professor Suchana Chavanich, Ph.D.
Department of	: Biology

Abstract

Microplastic contamination in the marine environment is currently a major problem affecting organisms around the world. Microplastics are typically smaller than 5 mm and occur in a variety of shapes. Microplastic contamination induces several negative effects such as accumulation in tissues, problems related to respiratory system, digestion, reproduction, and embryonic development. Most importantly, microplastic can be transferred along the food chain. In the past, several studies were conducted in coral polyps, which are relatively small, making it difficult to separate body parts. In which case, the amounts of microplastics were possibly overestimated, particularly those, which could potentially be transferred to higher trophies level. Therefore, the main objective of this study was to compare the amounts of microplastics from different parts of sea anemone *Aiptasia* sp. Samples were collected from the aquaculture system on Si Chang Island (n = 20) and along the coast of Samae San Island (n = 7) Chon Buri Province. Whole polyps were separated into 3 parts: tentacle, oral disc (or mouth), and gastrodermis. Weights and lengths of polyps were recorded. Tissue samples were digested with 10% potassium hydroxide solution, filtered through 1.2 μm filter membranes, and transferred to potassium iodide solution for sonication, and centrifuged. Microplastic remaining on filter membranes were examined under stereomicroscope, using program cell^D to determine the type, amount, and size of microplastic. The results revealed that 2 types of microplastics: fiber and particle. At Sichang Island, the average amouts of microplastic obtained from tentacle, mouth, and gastrodermis were 0.16 ± 0.11 pieces/mg wet weight, 2.39 ± 1.58 pieces/mg wet weight, 0.20 ± 0.13 pieces/mg wet weight, respectively. At Samae San Island, the average amouts of microplastic obtained from tentacle, mouth, and gastrodermis is were 0.28 ± 0.04 pieces/mg wet weight, 4.43 ± 1.80 pieces/mg wet weight, and 0.35 ± 0.21 pieces/mg wet weight. At both locations, microplastics

accumulated at the mouth were the highest, followed by the gastrodermis and tentacle. In addition, the average size of microplastics observed at Sichang Island from tentacle, mouth, and gastrodermis were 0.89 ± 0.35 mm., 0.96 ± 0.34 mm., and 0.76 ± 0.35 mm., respectively. At Samae San Island from tentacle, mouth, and gastrodermis were 0.78 ± 0.14 mm, 1.12 ± 0.29 mm., and 0.97 ± 0.29 mm., respectively. The largest size of microplastics was observed from tissued obtained from mouth, followed by tentacle and gastrodermis. The results revealed that both the amount and size of microplastics obtained from Samae San Island were higher and larger compared to Sichang Island. Therefore, it is possible that Samae San Island is more contaminated due to several factors including human activities, the distance from mainland, and patterns of water current around the Islands.

Keywords: *Aiptasia* sp., microplastic, sea anemone

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.นนทิวิชญ ตัณฑวนิช อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ให้ความกรุณาในการให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือ ตั้งแต่เริ่มคิดโครงการ วางแผนการทดลอง อนุเคราะห์ห้องทดลองและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย ตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขรายงานให้มีความสมบูรณ์ ทำให้โครงการนี้สามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่นและสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ศาสตราจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงการที่ให้ความกรุณาในการอนุเคราะห์ห้องทดลองและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษาทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ รองศาสตราจารย์ ดร. จิรศักดิ์ สุจริต ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ stereomicroscope และโปรแกรม cell^D ซึ่งเป็นโปรแกรมหลักในโครงการครั้งนี้

ขอขอบคุณ Mr. Niranjan Divakaran และ Dr. Gad Salem สมาชิกห้องปฏิบัติการของศาสตราจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์ ที่สอนการใช้อุปกรณ์ การแยกไมโครพลาสติกจากตัวอย่าง การตรวจสอบลักษณะไมโครพลาสติก และให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีทำการทดลองในขั้นตอนต่าง ๆ รวมถึงการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำการทดลอง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิตเกาะสีชัง ภายใต้สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และฐานทัพเรือสัตหีบ เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี ที่ให้การอนุเคราะห์ในการเก็บตัวอย่าง

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ จันทร์เจ้า, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา, อาจารย์ ดร.มารุต เฟื่องอาวรณ์ และอาจารย์ ดร.เกรียง กาญจนวตี อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2563 ที่ให้คำแนะนำในองค์ประกอบของเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

ขอขอบคุณโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ภาควิชาชีววิทยา และคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนเงินทุนสำหรับการทำโครงการในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัว นางสาวพรรณวสา สรรพประเสริฐ และเพื่อน ๆ ในภาควิชาชีววิทยาที่น่ารักทุกคน ที่คอยสนับสนุน และให้กำลังใจจนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก
ABSTRACT ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญภาพ ..... ซ
สารบัญตาราง ..... ฌ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1. ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ 1
1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ 3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 4
2.1. ชนิดของไมโครพลาสติก 4
2.2. การปนเปื้อนและผลกรทบของไมโครพลาสติก 4
2.3. ดอกไม้ทะเลแก้ว (*Aiptasia* sp.) 5
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 8
3.1. พื้นที่ศึกษา 8
3.2. การสุ่มเก็บตัวอย่างและวิธีการรักษา 10
3.3. การเตรียมตัวอย่าง แยกไมโครพลาสติก และระบุปริมาณและขนาดของไมโรพลาสติกด้วย stereomicroscope 11
3.4. การวิเคราะห์ข้อมูล 13
บทที่ 4 ผลการศึกษา 14
4.1. ผลการตรวจสอบปริมาณของไมโครพลาสติก 14
4.2. ผลการตรวจสอบขนาดของไมโครพลาสติก 20
บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา 25
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 27
6.1. สรุปผลการศึกษา 27
6.2. ข้อเสนอแนะ 27
6.3. ข้อเสนอสำหรับการศึกษาในอนาคต 28
เอกสารอ้างอิง 29
ภาษาไทย 29

ภาษาอังกฤษ 29
ภาคผนวก 32

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1. โพลิปของดอกไม้ทะเลสกุล *Aiptasia*..... 7

รูปที่ 3.1. พื้นที่เก็บตัวอย่างดอกไม้ทะเลบริเวณเกาะสีชังและเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี..... 8

รูปที่ 3.2. ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี..... 9

รูปที่ 3.3. ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี..... 10

รูปที่ 3.4. ตู้อบอุ่นสารละลายและตัวอย่างดอกไม้ทะเล..... 11

รูปที่ 3.5. เครื่อง sonication ที่ใช้ทำให้ไมโครพลาสติกหลุดออกจากแผ่นกรอง..... 12

รูปที่ 3.6. โปรแกรม cell^D และกล้อง stereomicroscope..... 12

รูปที่ 4.1. ร้อยละของปริมาณไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในแต่ละส่วนของดอกไม้ทะเล *Aiptasia* sp. บริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี..... 17

รูปที่ 4.2. ร้อยละของปริมาณไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในแต่ละส่วนของดอกไม้ทะเล *Aiptasia* sp. บริเวณเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี..... 17

รูปที่ 4.3. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/มิลลิกรัมน้ำหนักเปียก) ที่พบจากเนื้อเยื่อบริเวณต่างๆของดอกไม้ทะเล *Aiptasia* sp. จากเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี..... 18

รูปที่ 4.4. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/มิลลิกรัมน้ำหนักเปียก) ที่พบจากเนื้อเยื่อบริเวณต่าง ๆของดอกไม้ทะเล Aiptasia sp. จากเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี..... 18

รูปที่ 4.5. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/มิลลิกรัมน้ำหนักเปียก) จากเนื้อเยื่อบริเวณต่าง ๆของดอกไม้ทะเล Aiptasia sp. ระหว่างเกาะสีชังและเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี..... 19

รูปที่ 4.6. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนาดไมโครพลาสติก (มิลลิเมตร) ที่พบในเนื้อเยื่อบริเวณต่างๆของดอกไม้ทะเล *Aiptasia* sp. จากเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี..... 23

รูปที่ 4.7. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนาดไมโครพลาสติก (มิลลิเมตร) ที่พบในเนื้อเยื่อบริเวณต่างๆของดอกไม้ทะเล *Aiptasia* sp. จากเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี..... 23

รูปที่ 4.8. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนาดไมโครพลาสติก (มิลลิเมตร) จากเนื้อเยื่อบริเวณต่างๆของดอกไม้ทะเล *Aiptasia* sp. ระหว่างเกาะสีชัง และเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี..... 24

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของปริมาณไมโครพลาสติก.....16
ต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียกที่พบใน *Aiptasia* sp. บริเวณเกาะสีชัง
และเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี
ตารางที่ 4.2 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของขนาดไมโครพลาสติก.....22
ที่พบใน *Aiptasia* sp. บริเวณเกาะสีชัง และเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี

บทที่ 1
บทนำ

1.1. ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ

ในปัจจุบัน ไมโครพลาสติกมีการแพร่กระจายและปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นปัญหาที่ทั่วโลกให้ความสนใจและหาแนวทางแก้ไข โดยนิยามของไมโครพลาสติกคือ ชิ้นส่วนของพลาสติกที่มีขนาดระหว่าง 1 ไมโครเมตร ถึง 5 มิลลิเมตร มีรูปร่างหลากหลายสามารถจำแนกเป็น 2 ประเภทตามแหล่งกำเนิด คือ Primary microplastic หรือพลาสติกที่มีการผลิตเป็นขนาดไมโครพลาสติกตั้งแต่ต้น จึงถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมโฟมล้างหน้าและเครื่องสำอาง มักถูกเรียกว่า ไมโครบีดส์ (micro-bead) หรือเม็ดสครับ (scrub bead) และ secondary microplastic หรือ พลาสติกขนาดเล็กที่มีการสลายตัวมาจากพลาสติกขนาดใหญ่ ซึ่งเกิดจากการสะสมตัวของพลาสติกในสิ่งแวดล้อมเป็นระยะเวลานานเมื่อพลาสติกเหล่านั้นได้รับแสงแดด การออกซิไดซ์ และความเครียดทางกายภาพ ทำให้เกิดการเสื่อมสลายเป็นพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตรที่เรียกว่า ไมโครพลาสติก (Wright et al., 2013) ซึ่งเมื่อเกิดการแตกหักของพลาสติกมากขึ้น อาจทำให้ไมโครพลาสติกแปรสภาพเป็นนาโนพลาสติก (Cole et al., 2011)

การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในทะเลสามารถพบการปนเปื้อนได้ทุกแหล่งที่อยู่อาศัยและระบบนิเวศ เนื่องจากไมโครพลาสติกเป็นโพลิเมอร์ที่มีสารเติมแต่งและมีคุณสมบัติที่ไม่ละลายในน้ำ (hydrophobic) จึงมักดูดซับโลหะหนักและสารอินทรีย์ที่มีการตกค้างในธรรมชาติอย่างยาวนาน หรือ persistent organic pollutants (POPs) เช่น polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), polychlorinated biphenyls (PCBs) และ dichlorodiphenyltrichloroethane (DDTs) บนพื้นผิว (Frias et al., 2010) ซึ่งความสามารถในการดูดซับนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของพลาสติก เช่น พลาสติกที่มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูงหรือมีขนาดเล็กจะสะสมโลหะหนัก และ POPs ได้มากกว่าพลาสติกที่มีขนาดใหญ่ และเนื่องด้วยคุณสมบัติที่ไม่ละลายในน้ำ (hydrophobic) จึงสามารถละลายในไขมันและสะสมในเนื้อเยื่อของสัตว์ต่างๆ โดยเฉพาะสัตว์ที่มีปริมาณไขมันในเนื้อเยื่อสูง อีกทั้งไมโครพลาสติกยังไม่สามารถย่อยได้เนื่องจากสิ่งมีชีวิตไม่มีเอนไซม์ย่อยโครงสร้างของโพลิเมอร์ จากการศึกษาจากทั้งห้องปฏิบัติการและภาคสนามพบว่าไมโครพลาสติกมีผลกระทบต่อร่างกายตั้งแต่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กจนถึงสัตว์มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ โดยจะปนเปื้อนเข้าไปในสิ่งมีชีวิตหลายชนิด ทั้งในสัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลา ซึ่งพบว่าไมโครพลาสติกส่งผลกระทบทั้งในเชิงสรีระ (Oliveira et al., 2013) และพฤติกรรม (Ferreira et al. 2016) และในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น หอยนางรมชนิด *Ostrea edulis* (Green, 2016) หนอนทะเล *Arenicola marina* (Wright et al., 2013) และหอยแมลงภู่ชนิด *Mytilus edulis* และ *Mytilus galloprovincialis* ที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัด

สำหรับคุณภาพของน้ำและมลพิษทางทะเล (Sureda et al., 2011; Torre et al., 2013; Faggio et al., 2016) เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิตที่กรองกินอาหารจากมวลน้ำจึงมีการนำเข้าและสะสมสิ่งปนเปื้อนในทะเลจำนวนมาก รวมถึงไมโครพลาสติก จากการวิจัยพบว่าไมโครพลาสติกสามารถถูกดูดซึมจากทางเดินอาหารเข้าสู่ระบบเลือดและการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสามารถส่งต่อไปในห่วงโซ่อาหารได้ (Nelms et al., 2018)

สิ่งมีชีวิตในไฟลัมไนดาเรีย (Phylum Cnidaria) จัดเป็นหนึ่งในกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีความสำคัญในระบบนิเวศ ส่วนใหญ่มีการดำรงชีวิตในทะเล มีเนื้อเยื่อ 2 ชั้น (diploblastic) ชั้นนอกคือ epidermis และชั้นในคือ gastrodermis โดยระหว่างเนื่อเยื่อเป็นชั้นวุ้นและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เรียกว่า mesoglea มีโครงสร้างที่เป็นช่องภายในลำตัวสำหรับการย่อยอาหารที่เรียกว่า gastrovascular cavity มีรูปแบบการกินอาหารหลายแบบ หนึ่งในนั้นคือการกินแบบ suspension feeder หรือการกินอาหารโดยการกรองสารแขวนลอยจากน้ำ ซึ่งเปิดโอกาสให้สิ่งมีชีวิตประเภทนี้มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกได้ง่าย โดยกลุ่มที่ระยะโตเต็มวัยมีรูปแบบการดำรงชีวิตอยู่กับที่ (sessile) จะมีลักษณะสัณฐานเป็นทรงกระบอกยาว เรียกว่า โพลิป (polyp) เช่น กลุ่มแอนโทซัว (Class Anthozoa) ที่ประกอบด้วย ดอกไม้ทะเลและปะการัง (Bawab, 2020)

แอนโทซัวมีบทบาทในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศชายฝั่งทะเล เนื่องจากแนวปะการังเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของ ปลา ปู กุ้ง และสัตว์ทะเลอื่น ซึ่งสัตว์เหล่านี้เป็นอาหารที่สำคัญของมนุษย์ อีกทั้งยังเป็นแหล่งดึงดูดนักท่องเที่ยวเพราะความสวยงาม โดยจากการศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในกลุ่มแอนโทซัวพบว่า เมื่อมีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในกลุ่มปะการังเขากวางและปะการังโขดจะทำให้เกิดการฟอกขาว และในกลุ่มปะการังดอกกะหล่ำจะเกิดการตายของเซลล์เนื้อเยื่อหรือ tissue necrosis (Reichert et al., 2018) กลุ่มแอนโทซัวเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์นาๆ ชนิด เช่น ปะการังเป็นอาหารของดาวมงกุฎหนามและหอยทะเลบางชนิด เมื่อเกิดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสามารถส่งต่อไปในห่วงโซ่อาหารและส่งผลกระทบต่อสัตว์ที่บริโภคแอนโทซัวที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดระดับการปนเปื้อนของปริมาณไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารที่แตกต่างกัน โดยจากการศึกษาส่วนใหญ่ที่ผ่านมา มีการวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติกที่อยู่ในตัวของสิ่งมีชีวิตในกลุ่มแอนโทซัวแบบทั้งตัว (whole body) ซึ่งอาจทำให้การวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนมีความคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากไมโครพลาสติกที่ติดอยู่บริเวณต่างๆอาจไม่ใช่ไมโครพลาสติกที่ตกค้างในตัวแล้วส่งต่อไปยังห่วงโซ่อาหารแต่เป็นเพียงไมโครพลาสติกที่ติดบนพื้นผิวและสามารถหลุดออกได้โดยเฉพาะในปะการังและดอกไม้ทะเลที่มีการขับเมือกเพื่อจับตะกอนและสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ให้หลุดออกจากพื้นผิวได้

งานวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตกลุ่มแอนโทซัวที่มีรูปแบบในการดำรงชีวิตในรูปแบบโพลิปคือ ดอกไม้ทะเลชนิด *Aiptasia* sp. ที่เป็นตัวแทนของกลุ่ม

แอนโทซัวที่มีโพลิปขนาดใหญ่ จากบริเวณเกาะแสมสารและเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี และทำการวิเคราะห์หาปริมาณไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนโดยวิธีวิเคราะห์แบบแยกส่วนเพื่อให้ทราบถึงปริมาณไมโครพลาสติกที่ถูกดูดซึมและส่งต่อไปในห่วงโซ่อาหาร

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาความแตกต่างของปริมาณไมโครพลาสติกในแต่ละส่วนของร่างกายของดอกไม้ทะเลชนิด *Aiptasia* sp. บริเวณเกาะแสมสารและเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

2.1. ชนิดของไมโครพลาสติก

ไมโครพลาสติกคือ ชิ้นส่วนของพลาสติกที่มีขนาดระหว่าง 1 ไมโครเมตร ถึง 5 มิลลิเมตร มีรูปร่างหลากหลาย โดยสามารถพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในทะเลได้ตามแหล่งที่อยู่อาศัยและระบบนิเวศที่สำคัญ ซึ่งสามารถแบ่งไมโครพลาสติกได้ตามแหล่งที่มา 2 ประเภท คือ

2.1.1. ไมโครพลาสติกแบบปฐมภูมิ (primary microplastic) คือ พลาสติกที่มีการผลิตเป็นขนาดไมโครพลาสติกตั้งแต่ต้น นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมโฟมล้างหน้าและเครื่องสำอาง เช่น ครีมขัดผิว ยาสีฟัน และครีมล้างหน้า โดยมักถูกเรียกว่า ไมโครบีดส์ (micro-bead) หรือเม็ดสครับ (scrub bead) (UNEP, 2015) ไมโครพลาสติกชนิดนี้สามารถแพร่ลงสู่แหล่งน้ำผ่านทางกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ เช่น การใช้เม็ดสครับใน โฟมล้างหน้า หรือ ผลิตภัณฑ์ขัดผิว

2.1.2. ไมโครพลาสติกแบบทุติยภูมิ (secondary microplastic) คือ พลาสติกขนาดเล็กที่มีการสลายตัวมาจากพลาสติกขนาดใหญ่ ซึ่งเกิดจากการสะสมตัวของพลาสติกในสิ่งแวดล้อมเป็นระยะเวลานานและมีการย่อยสลาย เช่น หลอดพลาสติก ถุงพลาสติก และบรรจุภัณฑ์พลาสติกต่างๆ เมื่อพลาสติกเหล่านั้นได้รับแสงแดด การออกซิไดซ์ และความเครียดทางกายภาพ ทำให้เกิดการเสื่อมสลายเป็นพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตรที่เรียกว่า ไมโครพลาสติก (Wright et al., 2013) เมื่อเกิดการแตกหักของพลาสติกมากขึ้น อาจทำให้ไมโครพลาสติกกลายเป็นนาโนพลาสติก ซึ่งอาจเข้าไปสะสมในสิ่งมีชีวิตและส่งต่อไปในห่วงโซ่อาหาร (Cole et al., 2011)

2.2. การปนเปื้อนและผลกระทบของไมโครพลาสติก

การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น กิจกรรมของมนุษย์ การตั้งถิ่นฐาน หรือการขยายตัวของประชากร ทุกปัจจัยล้วนส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะพลาสติก ทำให้เมื่อพลาสติกเหล่านี้ได้รับแสงแดด การออกซิไดซ์ และความเครียดทางกายภาพ ทำให้เกิดการเสื่อมสลายเป็นไมโครพลาสติก (Wright et al., 2013) ที่สามารถแพร่กระจายและปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมต่างๆ ตามธรรมชาติได้

ไมโครพลาสติกมีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) จึงมักดูดซับโลหะหนักและสารอินทรีย์ที่มีการตกค้างในธรรมชาติอย่างยาวนาน หรือ persistent organic pollutants (POPs) เช่น polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), polychlorinated biphenyls (PCBs) และ dichlorodiphenyltrichloroethane (DDTs) บนพื้นผิว (Frias et al., 2010) ดังนั้น ไมโครพลาสติกที่เกิดจากการเสื่อมสลายจากพลาสติกขนาดใหญ่จึงมีแนวโน้มที่จะปนเปื้อนสารพิษเหล่านี้และเข้าสู่

ร่างกายของสิ่งมีชีวิตได้ และเนื่องจากคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) นี้เอง จึงสามารถละลายในไขมันและสะสมในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตต่างๆ โดยเฉพาะสัตว์ที่มีปริมาณไขมันในเนื้อเยื่อ อีกทั้งไมโครพลาสติกยังไม่สามารถย่อยได้เนื่องจากสิ่งมีชีวิตไม่มีเอนไซม์ย่อยโครงสร้างของโพลิเมอร์ในไมโครพลาสติก

จากการศึกษาจากทั้งห้องปฏิบัติการและภาคสนามพบว่า ไมโครพลาสติกส่งผลกระทบต่อร่างกายตั้งแต่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กจนถึงสัตว์มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ โดยจะปนเปื้อนเข้าไปในสิ่งมีชีวิตหลายชนิดรวมถึงมนุษย์ จากหลายงานวิจัยที่ศึกษาผลกระทบจากการได้รับไมโครพลาสติกในสัตว์มีกระดูกสันหลังมีรายงานว่า การสะสมของไมโครพลาสติกในปลาทำให้เกิดการลดลงของการทำงานของเอนไซม์ acetylcholinesterase (AChE) ซึ่งมีผลกระทบต่อการพัฒนาร่างกายในช่วงระยะวัยรุ่น (Oliveira et al., 2013) นอกเหนือจากนั้นการสะสมไมโครพลาสติกอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการล่าเหยื่อและการหลบหนีจากผู้ล่า ซึ่งจะไปส่งผลต่อการอยู่รอดและถ่ายทอดยีนในรุ่นถัดไปในประชากร (Ferreira et al. 2016) ในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง การทดลองให้ high density polyethylene (HDPE) และ polylactic acid (PLA) กับหอยนางรมชนิด *Ostrea edulis* ในความเข้มข้นที่แตกต่างกันพบว่าหอยมีอัตราการหายใจที่สูงขึ้นในความเข้มข้นของไมโครพลาสติกที่สูง (Green, 2016) โดยได้ผลคล้ายกันเมื่อทดลองใน *Arenicola marina* อีกทั้งยังพบว่ามีผลกระทบต่อการตอบสนองในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายที่ลดลง รวมถึงลดความอยากอาหารเนื่องจากการสะสมไมโครพลาสติกในทางเดินอาหาร (Wright et al., 2013) การทดลองในหอยแมลงภู่ชนิด *Mytilus edulis* และ *Mytilus galloprovincialis* ที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำและมลพิษทางทะเล (Sureda et al., 2011; Torre et al., 2013; Faggio et al., 2016) เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิตที่กรองกินอาหารจากมวลน้ำทำให้มีการนำเข้าและสะสมสิ่งปนเปื้อนในทะเลรวมถึงไมโครพลาสติกเป็นจำนวนมาก มีการพบ polystyrene ในแอ่งเลือดแสดงให้เห็นว่าไมโครพลาสติกสามารถถูกดูดซึมจากทางเดินอาหารเข้าสู่ระบบเลือด และมีงานวิจัยที่สนับสนุนว่าการปนเปื้อนพลาสติกสามารถส่งต่อไปในห่วงโซ่อาหารได้ (Nelms et al., 2018) ซึ่งมนุษย์เป็นผู้บริโภค (consumer) ลำดับสุดท้าย และมีโอกาสที่จะได้รับสารพิษที่ส่งต่อผ่านในห่วงโซ่อาหารหรือสายใยอาหารมากที่สุด โดยสารพิษบางชนิดที่สะสมในไมโครพลาสติกอาจก่อให้เกิดโรค และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ (กนกวรรณ เนตรสิงแสง, 2563) เนื่องจากมีความสามารถในการละลายในไขมันสูง (high fat solubility) จึงทำให้ง่ายต่อการเข้าไปสะสมในเนื่อเยื่อ (วรงค์ศิริเข็มสวัสดิ์, 2559)

2.3. ดอกไม้ทะเลแก้ว (*Aiptasia* sp.)

ดอกไม้ทะเลชนิด *Aiptasia* sp. หรือดอกไม้ทะเลแก้ว จัดเป็นสิ่งมีชีวิตใน ไฟลัม Cnidaria ชั้น Antrozoa อันดับ Actiniaria วงศ์ Aiptasiidae และสกุล *Aiptasia*

ดอกไม้ทะเลสกุล *Aiptasia* เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่สามารถพบได้ทั่วไปในทะเลเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน มีการดำรงชีวิตแบบเดี่ยว (solitary) และแบบกลุ่ม (colonial) มีเนื้อเยื่อลำตัว 2 ชั้น ชั้นนอกคือ epidermis และชั้นในคือ gastrodermis โดยระหว่างเนื่อเยื่อเป็นชั้นวุ้นและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (mesoglea) มีโครงสร้างที่เป็นช่องว่างภายในลำตัวสำหรับการย่อย ที่เรียกว่า gastrovascular cavity มีรูปแบบการกินอาหารแบบ suspension feeder หรือการกินอาหารโดยการกรองสารแขวนลอยจากน้ำ ซึ่งเปิดโอกาสให้มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกได้ง่าย โดยกลุ่มที่ระยะโตเต็มวัยมีรูปแบบการดำรงชีวิตอยู่กับที่ (sessile) จะมีลักษณะเป็นทรงกระบอกยาว เรียกว่า โพลิป (polyp) (Bawab, 2020) ซึ่งประกอบด้วย

- ส่วนหนวด (tentacle) มีขนาดเล็ก ยาว เรียงอยู่รอบปาก แต่ละหนวดมีเซลล์เข็มพิษ (nematocyst) ที่ใช้สำหรับล่าเหยื่อและป้องกันตัวอยู่ในชั้น epidermis
- ส่วนปาก (oral disc) มีลักษณะเป็นวงกลม ใช้สำหรับเป็นทางเดินเข้าออกของอาหารหรือของเหลวต่าง ๆ
- ลำตัว (body) มีช่องว่างภายในลำตัวที่เรียกว่า gastrovascular cavity ใช้สำหรับย่อยอาหาร
- ฐาน (pedal disc) มีฐานที่ใช้สำหรับยึดเกาะกับพื้นผิวต่าง ๆ

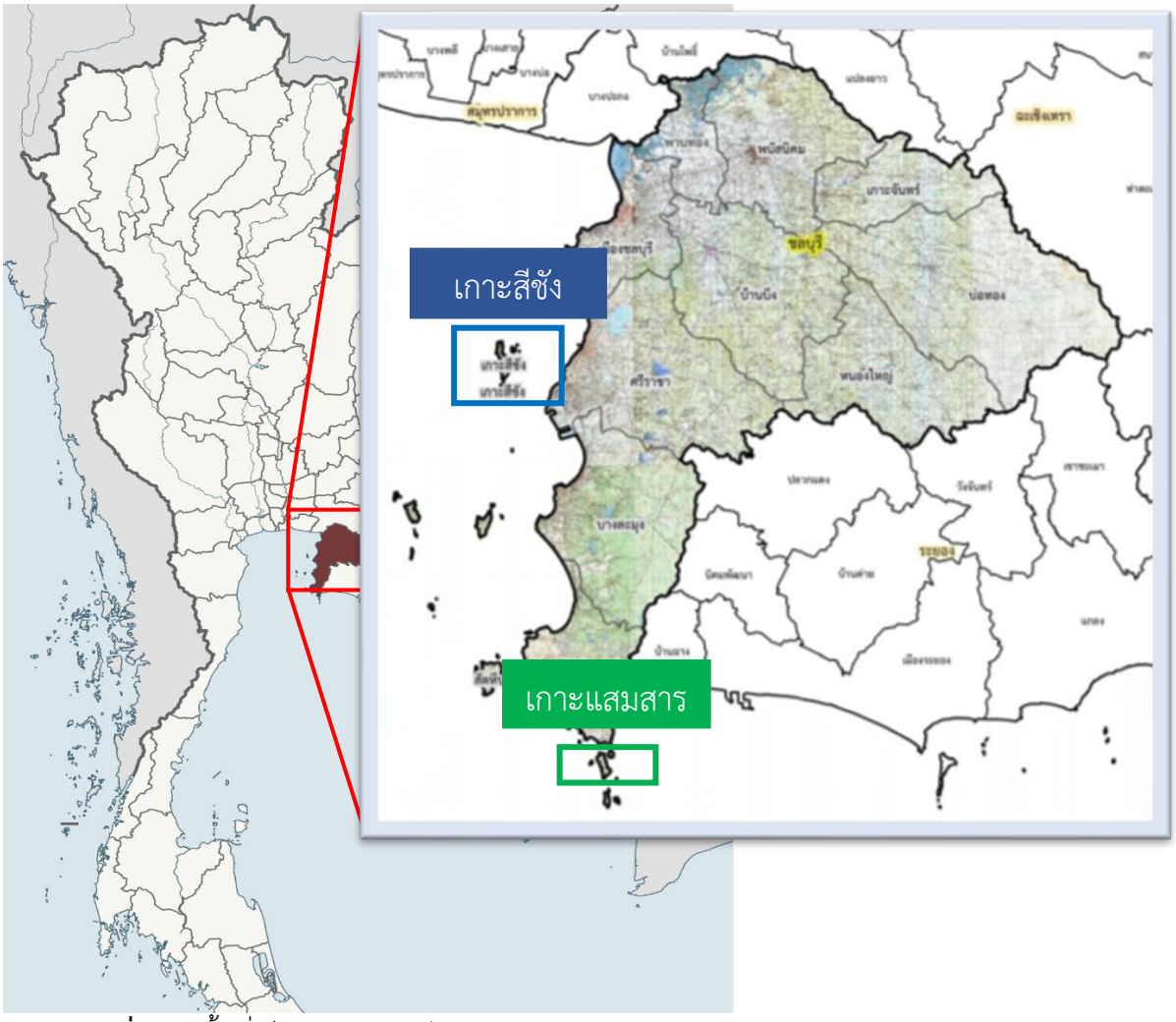
รูปที่ 2.1. โพลิปของดอกไม้ทะเลสกุล *Aiptasia*

(ที่มา: Defending against pathogens – immunological priming and its molecular basis in a sea anemone, cnidarian (Brown et al., 2015))

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ในการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนปริมาณไมโครพลาสติกในดอกไม้ทะเลชนิด *Aiptasia* sp. แบ่งเป็น 2 พื้นที่ ได้แก่



ภาพที่ 3.1. พื้นที่เก็บตัวอย่างดอกไม้ทะเลบริเวณเกาะสีชังและเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี (ที่มา: สารานุกรมประเทศไทยและกรมการปกครอง)

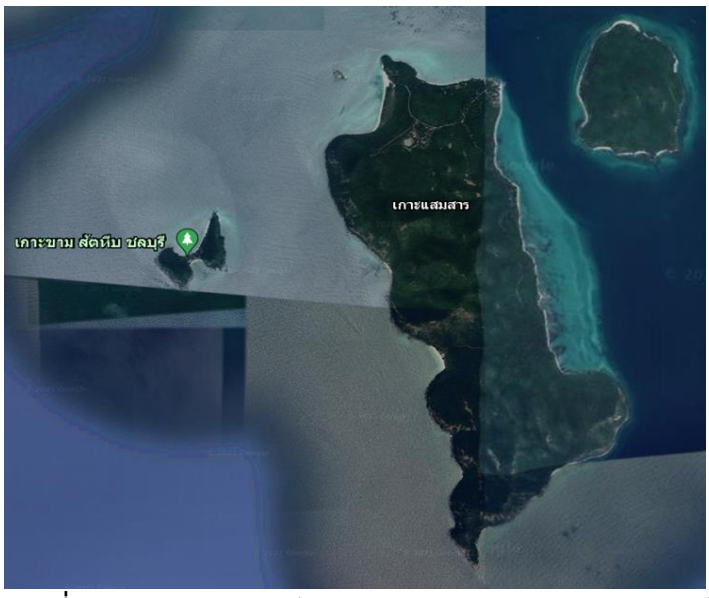
3.1.1. เกาะสีชัง อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

เกาะสีชังตั้งอยู่บริเวณตอนในของอ่าวไทย ขนาดพื้นที่โดยรวมประมาณ 7.65 ตารางกิโลเมตร เป็นเกาะที่มีประชาชนอาศัยและมีนักท่องเที่ยวเข้า-ออกเกาะทุกวัน ทำให้มีเรือเทียบท่าทุกชั่วโมง จึงเป็นเกาะที่มีกิจกรรมของมนุษย์มาก โดยมีการเก็บตัวอย่างดอกไม้ทะเลที่บริเวณบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในบริเวณสถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิต เกาะสีชัง ภายใต้การควบคุมของสถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3.2. ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี (ที่มา: google earth)

3.1.2. เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

ตั้งอยู่บริเวณทิศใต้ของแหลมแสมสาร ขนาดพื้นที่โดยรวมประมาณ 5 ตารางกิโลเมตร เป็นหนึ่งในเกาะของโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) เนื่องจากมีธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ มีที่ตั้งทางภูมิศาสตร์อยู่ไม่ไกลจากฝั่งมากนักและไม่มีประชาชนอยู่บนเกาะ มีการเดินทางสะดวก ประกอบกับการมีเกาะน้อยใหญ่เรียงรายอยู่รอบข้าง ทำให้มีร่องน้ำแต่ละทิศของเกาะแตกต่างกัน ส่งผลให้ความเร็วของกระแสน้ำแตกต่างกัน จึงเกิดความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่รอบเกาะแสมสาร โดยมีแนวปะการังอยู่หลายแห่งรอบเกาะซึ่งมีความสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิต เช่น ดอกไม้ทะเลและปะการัง ซึ่งในปัจจุบันเกาะแสมสารเป็นแหล่งเรียนรู้และวิจัยที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ธรรมชาติโดยมีการเก็บตัวอย่างที่บริเวณโดยรอบของเกาะ โดยมีการเก็บตัวอย่างภายในบริเวณทะเลรอบเกาะ



ภาพที่ 3.3. ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี
(ที่มา: google earth)

3.2. การสุ่มเก็บตัวอย่าง และวิธีการรักษาตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างดอกไม้ทะเลชนิด *Aiptasia* sp. จากบริเวณบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในบริเวณสถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิตเกาะสีชัง ภายใต้การควบคุมของสถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เกาะสีชัง อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี จำนวน 20 ตัวอย่าง (n = 20) และ จากบริเวณรอบเกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี จำนวน 7 ตัวอย่าง (n = 7) ระหว่างเดือน มีนาคม พ.ศ.2564 ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างโดยการใช้ช้อนตักที่บริเวณเกาะสีชัง และดำน้ำแบบ snorkel ที่บริเวณเกาะแสมสาร ล้างลำตัวภายนอกของตัวอย่างด้วยน้ำเกลือ นำตัวอย่างมาทำการบันทึกข้อมูล เช่น น้ำหนักเปียก ความยาวลำตัว ก่อนใส่ถุงพลาสติก แยกแต่ละตัวอย่างแช่ลงในกระติกน้ำแข็งก่อนนำกลับมาศึกษาที่ห้องปฏิบัติการ

3.3. การเตรียมตัวอย่าง แยกไมโครพลาสติก และการระบุปริมาณและขนาดของไมโครพลาสติกด้วย stereomicroscope

ใช้มีดผ่าตัดแบ่งดอกไม้ทะเลชนิด *Aiptasia* sp. เป็นส่วนต่างๆ คือ หนวด (tentacle) บริเวณรอบปาก (mouth) และบริเวณ gastrovascular cavity เนื่องจากทั้งสามบริเวณเป็นบริเวณที่พบการตกค้างของไมโครพลาสติก จากนั้นชั่งน้ำหนักเปียกของตัวอย่างแต่ละชิ้นจากนั้นทำการแยกไมโครพลาสติกตามวิธีของ Karami et al. (2017) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 10% ปริมาตร 30 มิลลิลิตรใส่ตัวอย่างลงสารละลาย

2. อุ่นสารละลายที่ใส่ตัวอย่างที่อุณหภูมิ 45°C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

ภาพที่ 3.4. ตู้อบอุ่นสารละลายและตัวอย่างดอกไม้ทะเล

3. เมื่อเสร็จจึงนำไปกรองผ่านเครื่องกรองสุญญากาศโดยใช้กระดาษกรอง Whatman 1.2 ไมโครมิเตอร์

4. แผ่นกรองที่ได้ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ปริมาตร 15 มิลลิลิตร

5. ทำการ sonication เป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้ไมโครพลาสติกหลุดออกจากแผ่นกรองและแขวนลอยอยู่ในสารละลายโซเดียมไอโอไดด์

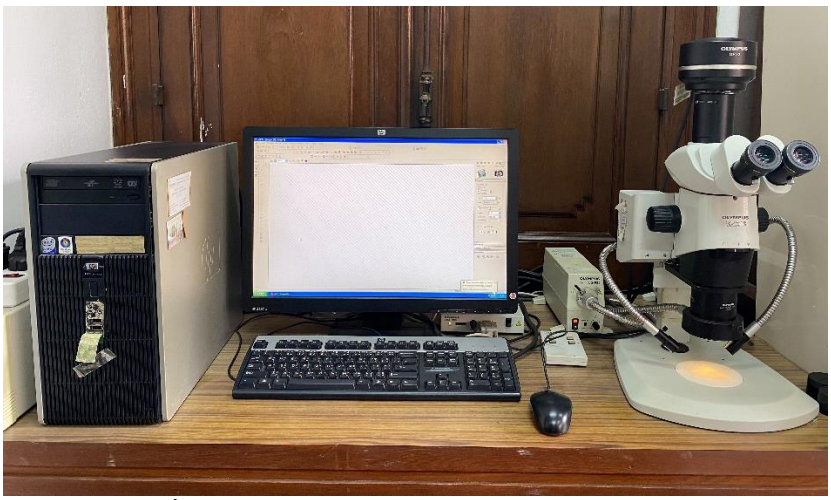
ภาพที่ 3.5. เครื่อง sonication ที่ใช้ทำให้ไมโครพลาสติกหลุดออกจากแผ่นกรอง

6. นำสารละลายไป centrifuge ที่ความเร็ว 3000x g เป็นเวลา 30 นาที

7. นำสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ ที่ centrifuge แล้ว ไปกรองผ่านเครื่องกรองสุญญากาศโดยใช้กระดาษกรอง Whatman 1.2 ไมโครมิเตอร์

8. นำกระดาษกรองไปตากแห้ง เมื่อแห้งสนิท นำมาตรวจสอบไมโครพลาสติกผ่านกล้องจุลทรรศน์ stereomicroscope

9. จดบันทึก รูปร่าง (fiber, particle) และขนาด (มิลลิเมตร) โดยใช้โปรแกรม cell^D ในการตรวจสอบลักษณะต่างๆของไมโครพลาสติก



ภาพที่ 3.6. โปรแกรม cell^D และกล้อง stereomicroscope

10. บันทึกจำนวนไมโครพลาสติกที่ได้เป็นจำนวนไมโครพลาสติกต่อน้ำหนักรวมของตัวอย่าง

3.4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณไมโครพลาสติกต่อน้ำหนักเปียก (ชิ้น/มิลลิกรัม) และขนาดไมโครพลาสติก (มิลลิเมตร) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ IBM SPSS version 22 เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความต่างของปริมาณและขนาดไมโครพลาสติกต่อน้ำหนักเปียกตัวอย่างระหว่างชิ้นส่วนต่างๆ คือ หนวด บริเวณรอบปาก และบริเวณ gastrovascular cavity โดยหากข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) จะใช้สถิติแบบ parametric คือ สถิติ One-way ANOVA ที่ความเชื่อมั่น 95% (p = 0.05) แต่ถ้าหากข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ (nonnormal distribution) จะใช้สถิติแบบ nonparametric คือ สถิติ Kruskal-Wallis test ที่ความเชื่อมั่น 95% (p = 0.05) และระหว่างเกาะ 2 เกาะ คือ เกาะแสมสาร และเกาะสีชัง โดยหากข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) จะใช้สถิติแบบ parametric คือ สถิติ Independent t-test ที่ความเชื่อมั่น 95% (p = 0.05) แต่ถ้าหากข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ (nonnormal distribution) จะใช้สถิติแบบ nonparametric คือ สถิติ Mann-Whitney U test ที่ความเชื่อมั่น 95% (p = 0.05)

บทที่ 4
ผลการศึกษาและอภิปรายผลการทดลอง

4.1. ผลการตรวจสอบปริมาณของไมโครพลาสติก

จากการตรวจสอบปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างดอกไม้ทะเลชนิด *Aiptasia* sp. ที่แยกเนื้อเยื่อออกเป็น 3 ส่วน คือ หนวด (tentacle) ปาก (mouth) และรอบ gastrovascular cavity จากบริเวณเกาะสีชัง (n = 20) และเกาะแสมสาร (n = 7) พบไมโครพลาสติก 2 ประเภท คือ แบบเส้นใย (fiber) และ แบบชิ้นส่วน (particle) ซึ่งบริเวณเกาะสีชังพบไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อทั้ง 3 บริเวณ ซึ่งพบปริมาณไมโครพลาสติกบิเวณส่วนปากมากที่สุด คือ 87% รองลงมา คือ ส่วน gastrovascular cavity 7% และส่วนหนวด 6% ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1) โดยพบว่าปริมาณไมโครพลาสติกที่ส่วนหนวดอยู่ในช่วง 0.013 – 0.667 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.16 ± 0.11 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก ปริมาณไมโครพลาสติกส่วนปากอยู่ในช่วง 0.125 – 8 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.39 ± 1.58 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก และปริมาณไมโครพลาสติกส่วน gastrovascular cavity อยู่ในช่วง 0.031 – 0.6 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.20 ± 0.13 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก

บริเวณเกาะแสมสารพบไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อทั้ง 3 บริเวณเช่นกัน โดยมีปริมาณไมโครพลาสติกอยู่ที่ส่วนปากมากที่สุด คือ 88% รองลงมา คือ ส่วน gastrovascular cavity 7% และส่วนหนวด 5% ตามลำดับ (ภาพที่ 4.2) โดยพบว่ามีปริมาณไมโครพลาสติกส่วนหนวดอยู่ในช่วง 0.217 - 0.353 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.28 ± 0.04 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก ปริมาณไมโครพลาสติกส่วนปากอยู่ในช่วง 3 – 7 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 ± 1.80 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก และปริมาณไมโครพลาสติกส่วน gastrovascular cavity อยู่ในช่วง 0.100 – 0.875 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.35 ± 0.21 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก (ตารางที่ 4.1)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติกต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียกจากแต่ละส่วน พบว่าบริเวณเกาะสีชังค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติกจากส่วนหนวดและส่วน gastrovascular cavity ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kruskal-Wallis test, p = 0.51) ยกเว้นบริเวณส่วนปากที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างจากส่วนหนวดและส่วน gastrovascular cavity อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kruskal-Wallis test, p = 0.00) โดยค่าเฉลี่ยส่วนปากมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยส่วนหนวดและส่วน gastrovascular cavity (ภาพที่ 4.3)

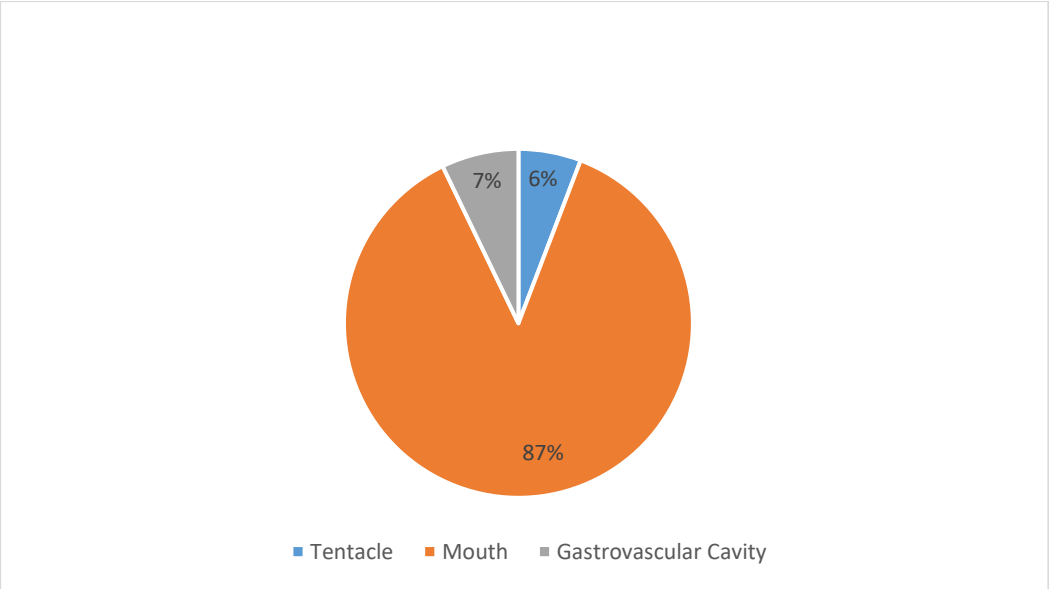
บริเวณเกาะแสมสารค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติกจากส่วนหนวดและส่วน gastrovascular cavity ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kruskal-Wallis test, p = 0.70) ยกเว้นส่วน

ปากที่ค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติกมีความแตกต่างจากส่วนหนวดและส่วน gastrovascular cavity อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kruskal-Wallis test, $p = 0.01$) โดยค่าเฉลี่ยส่วนปากมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยส่วนหนวดและส่วน gastrovascular cavity เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 4.4) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติกต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียกจากแต่ละส่วนโดยเปรียบเทียบระหว่างเกาะสีชังและเกาะแสมสาร พบว่าค่าเฉลี่ยส่วนหนวดระหว่างทั้งสองเกาะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Mann-Whitney U test, $p = 0.01$) โดยค่าเฉลี่ยส่วนหนวดบริเวณเกาะแสมสารมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยส่วนหนวดบริเวณเกาะสีชัง แต่ค่าเฉลี่ยส่วนปากและส่วน gastrovascular cavity ระหว่างทั้งสองเกาะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Mann-Whitney U test, $p = 0.09$) (ภาพที่ 4.5)

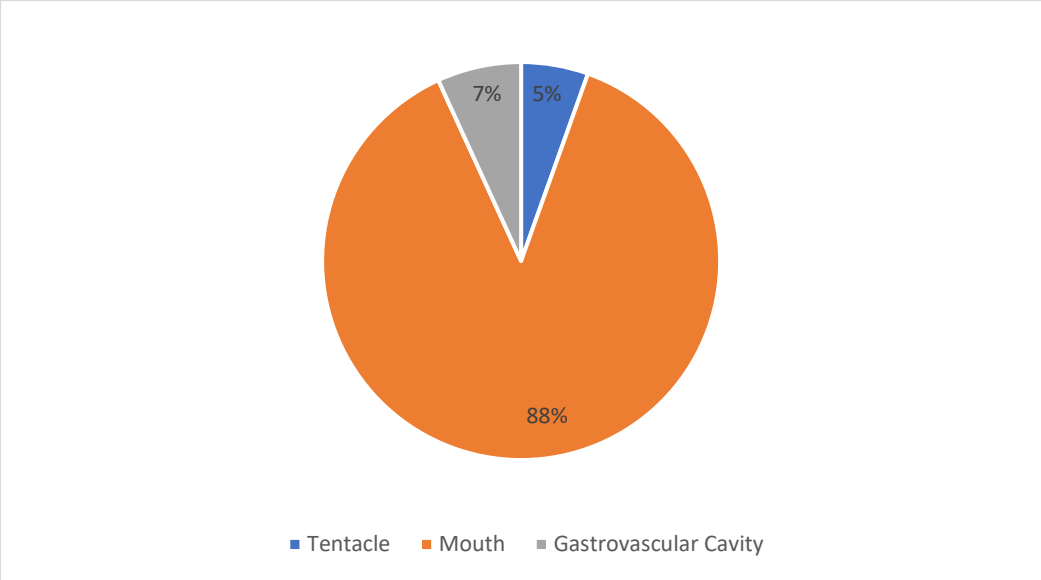
ตารางที่ 4.1 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของปริมาณไมโครพลาสติกต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียกที่พบใน Aiptasia sp. บริเวณเกาะสีชัง และเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี

Location		All			Fiber			Particle		
		Tentacle	Mouth	Gastrovascular Cavity	Tentacle	Mouth	Gastrovascular Cavity	Tentacle	Mouth	Gastrovascular Cavity
Sichang Island (n = 20)	Minimum	0.013	0.125	0.031	0.013	0.083	0.031	N/A	N/A	N/A
	Maximum	0.667	8.000	0.600	0.667	8.000	0.600	N/A	N/A	N/A
	Average	0.16 ± 0.11	2.39 ± 1.58	0.20 ± 0.13	0.16 ± 0.11	2.31 ± 1.54	0.19 ± 0.12	0.03 ± 0.002	0.51 ± 0.32	0.08 ± 0.00
Samae San Island (n = 7)	Minimum	0.217	3.000	0.100	0.217	3.000	0.100	N/A	N/A	N/A
	Maximum	0.353	7.000	0.875	0.353	7.000	0.750	N/A	N/A	N/A
	Average	0.28 ± 0.04	4.43 ± 1.80	0.35 ± 0.21	0.28 ± 0.04	4.43 ± 1.80	0.32 ± 0.19	N/A	N/A	0.09 ± 0.04

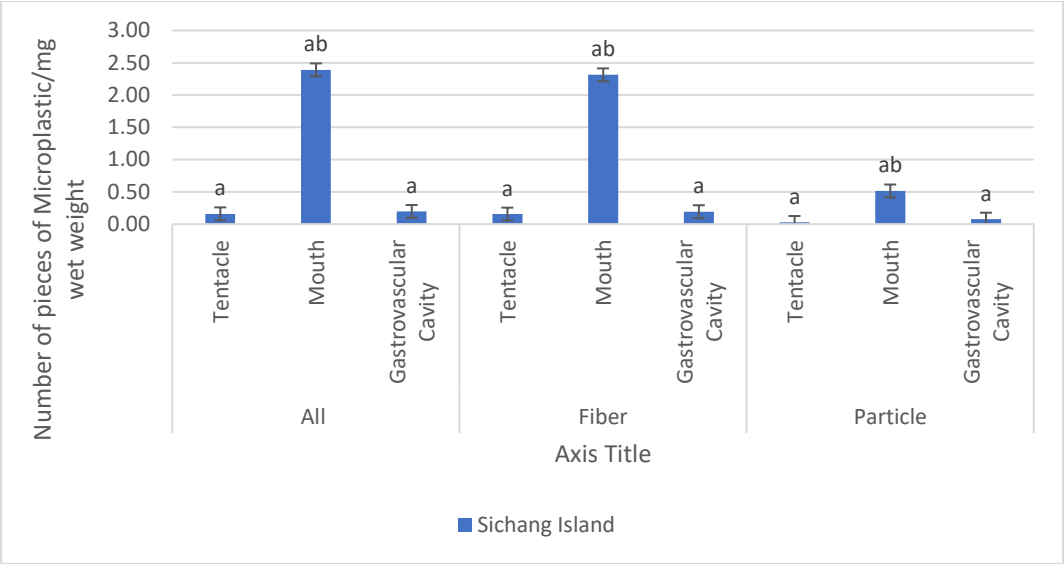
N/A = not available



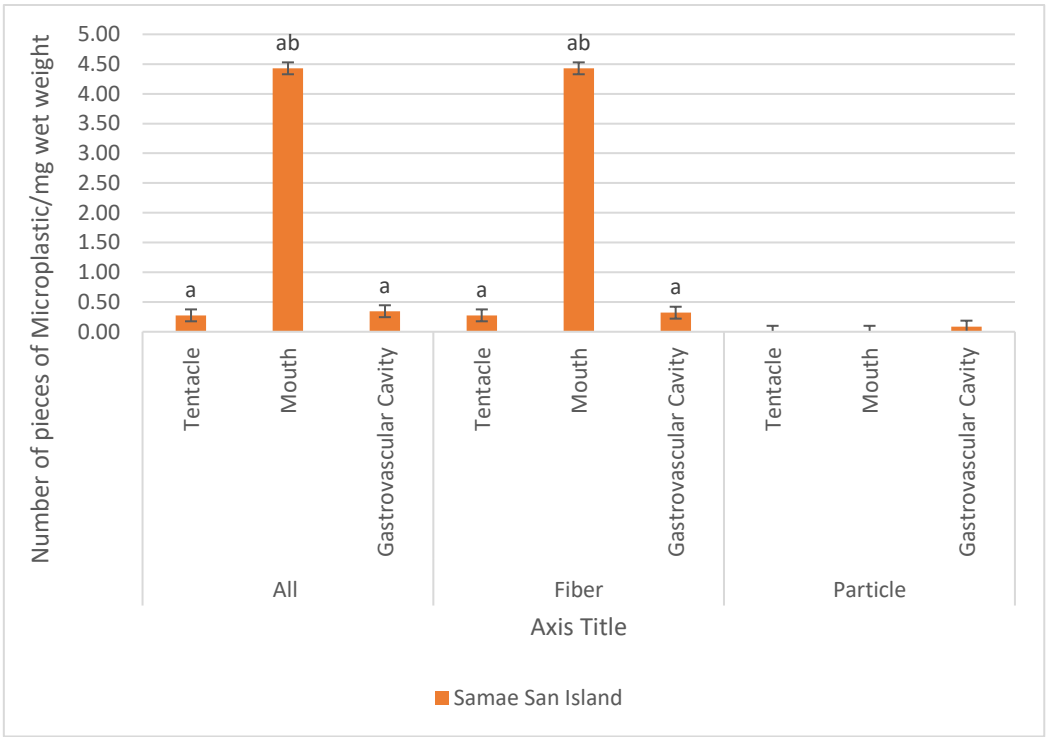
ภาพที่ 4.1. ร้อยละของปริมาณไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในแต่ละส่วนของดอกไม้ทะเล *Aiptasia* sp. บริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี



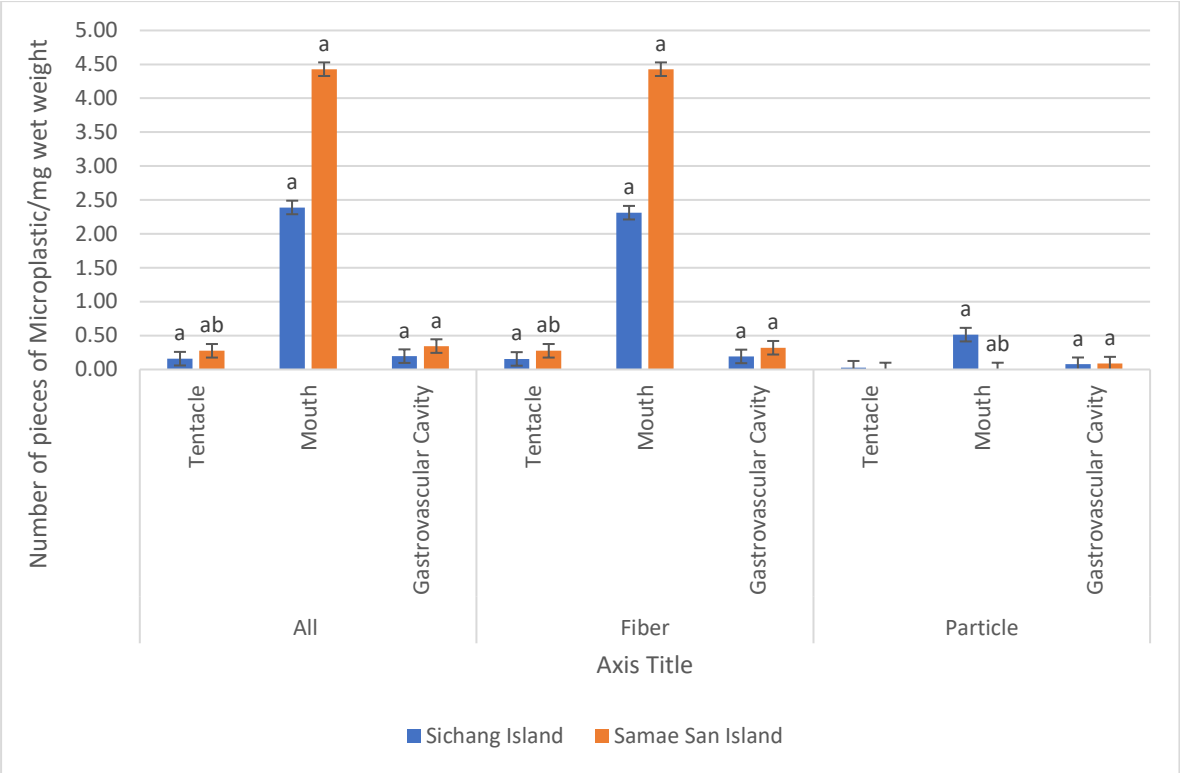
ภาพที่ 4.2. ร้อยละของปริมาณไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในแต่ละส่วนของดอกไม้ทะเล Aiptasia sp. บริเวณเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี



ภาพที่ 4.3. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/มิลลิกรัมน้ำหนักเปียก) ที่พบจากเนื้อเยื่อบริเวณต่างๆของดอกไม้ทะเล *Aiptasia* sp. จากเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี
หมายเหตุ ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ระหว่างกลุ่ม แสดงด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/มิลลิกรัมน้ำหนักเปียก) ที่พบจากเนื้อเยื่อบริเวณต่างๆของดอกไม้ทะเล Aiptasia sp. จากเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี
หมายเหตุ ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ระหว่างกลุ่ม แสดงด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติก (จำนวนชิ้น/มิลลิกรัมน้ำหนักเปียก) จากเนื้อเยื่อบริเวณต่างๆของดอกไม้ทะเล Aiptasia sp. ระหว่างเกาะสีชัง และเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี
หมายเหตุ ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ระหว่างกลุ่ม แสดงด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน

4.2. ผลการตรวจสอบขนาดของไมโครพลาสติก

จากการตรวจสอบขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างเนื้อเยื่อดอกไม้ทะเลชนิด *Aiptasia* sp. ที่แยกเนื้อเยื่อออกเป็น 3 ส่วน คือ หนวด (tentacle) ปาก (mouth) และ gastrovascular cavity จากบริเวณเกาะสีชัง (n = 20) และเกาะแสมสาร (n = 7) พบไมโครพลาสติก 2 ประเภท คือ แบบเส้นใย (fiber) และ แบบชิ้นส่วน (particle) ซึ่งบริเวณเกาะสีชังพบไมโครพลาสติกอยู่ทั้ง 3 ส่วน โดยพบไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ที่สุดในเนื้อเยื่อบริเวณส่วนปาก และขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในเนื้อเยื่อบริเวณ gastrovascular cavity และส่วนหนวดมีขนาดใกล้เคียงกัน โดยพบว่าขนาดไมโครพลาสติกจากส่วนหนวดมีขนาดอยู่ในช่วง 0.150 – 4.270 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.99 ± 0.35 มิลลิเมตร ขนาดไมโครพลาสติกที่พบบริเวณปากอยู่ในช่วง 0.180 – 2.830 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.96 ± 0.34 มิลลิเมตร และขนาดของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณ gastrovascular cavity อยู่ในช่วง 0.140 – 2.730 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.76 ± 0.30 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.2)

บริเวณเกาะแสมสารพบไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อจากทั้ง 3 บริเวณ โดยขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในเนื้อเยื่อส่วนปากใหญ่ที่สุด รองลงมา คือ ส่วนหนวด และส่วน gastrovascular cavity โดยพบว่าขนาดของไมโครพลาสติกจากเนื้อเยื่อบริเวณหนวดอยู่ในช่วง 0.009 – 5.12 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.73 ± 0.14 มิลลิเมตร ขนาดไมโครพลาสติกจากเนื้อเยื่อบริเวณปากอยู่ในช่วง 0.013 – 4.33 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.12 ± 0.29 มิลลิเมตร และขนาดของไมโครพลาสติกจากเนื้อเยื่อบริเวณ gastrovascular cavity อยู่ในช่วง 0.017 – 0.19 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.97 ± 0.29 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.2)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยขนาดไมโครพลาสติกที่พบในเนื้อเยื่อจากแต่ละบริเวณ พบว่าบริเวณเกาะสีชังค่าเฉลี่ยขนาดไมโครพลาสติกจากส่วนหนวดและส่วน gastrovascular cavity ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kruskal-Wallis test, $p > 0.05$) ยกเว้นขนาดของไมโครพลาสติกจากส่วนปากที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างจากส่วนหนวดและส่วน gastrovascular cavity อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kruskal-Wallis test, $p < 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยขนาดไมโครพลาสติกจากเนื้อเยื่อบริเวณปากมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยส่วนหนวดและส่วน gastrovascular cavity (ภาพที่ 4.6)

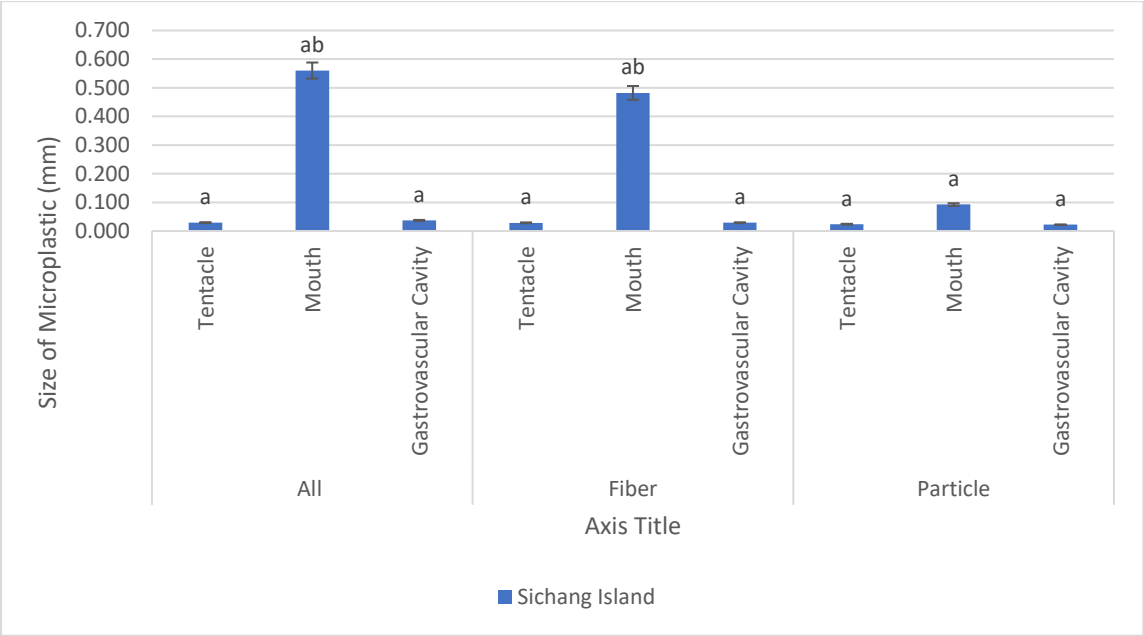
บริเวณเกาะแสมสาร ค่าเฉลี่ยขนาดของไมโครพลาสติกจากเนื้อเยื่อบริเวณหนวดและ gastrovascular cavity ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kruskal-Wallis test, $p > 0.05$) ยกเว้นขนาดของไมโครพลาสติกปากที่ค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติกมีความแตกต่างจากส่วนหนวดและส่วน gastrovascular cavity อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kruskal-Wallis test, $p < 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยขนาดไมโครพลาสติกส่วนปากมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยส่วนหนวดและส่วน gastrovascular cavity เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 4.7) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดไมโครพลาสติกต่อมิลลิกรัมน้ำหนัก

เปียกจากแต่ละส่วนโดยเปรียบเทียบระหว่างเกาะสีชังและเกาะแสมสาร พบว่าค่าเฉลี่ยส่วนหนวดและส่วน gastrovascular cavity ระหว่างทั้งสองเกาะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Mann-Whitney U test, $p < 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยส่วนหนวดและส่วน gastrovascular cavity บริเวณเกาะแสมสารมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยบริเวณเกาะสีชัง แต่ค่าเฉลี่ยส่วนปากระหว่างทั้งสองเกาะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Mann-Whitney U test, $p > 0.05$) (ภาพที่ 4.8)

ตารางที่ 4.2. ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของขนาดไมโครพลาสติกที่พบใน *Aiptasia* sp. บริเวณเกาะสีชัง และเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี

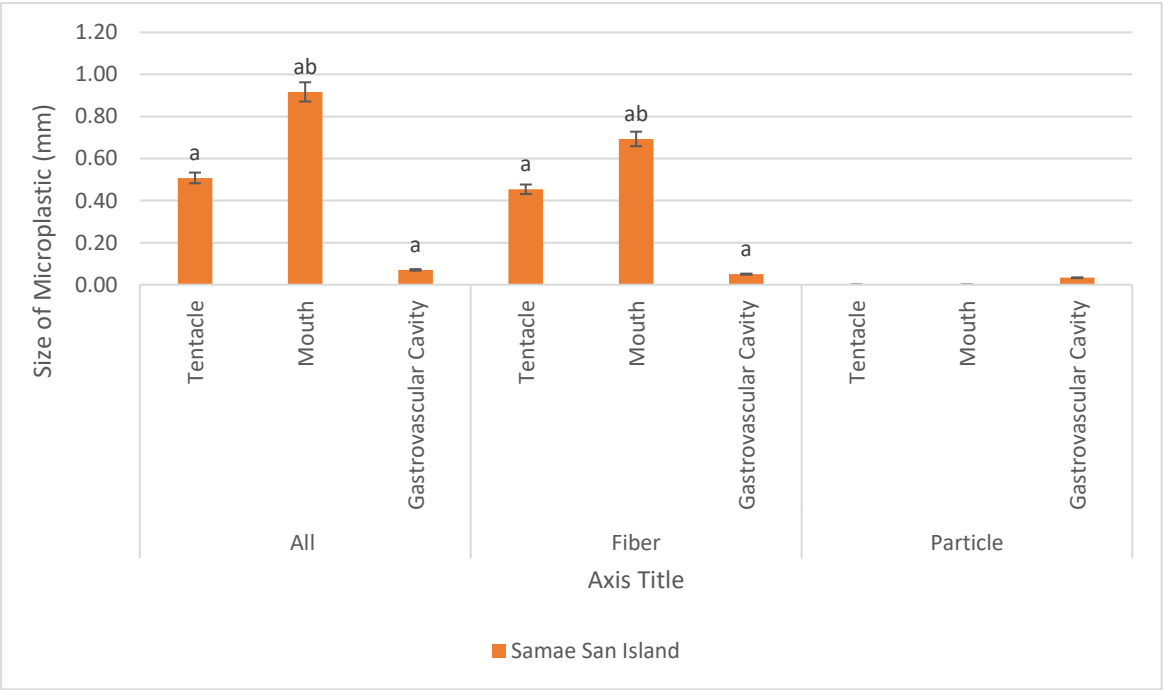
Location		All			Fiber			Particle		
		Tentacle	Mouth	Gastrovascular Cavity	Tentacle	Mouth	Gastrovascular Cavity	Tentacle	Mouth	Gastrovascular Cavity
Sichang Island (n = 20)	Minimum	0.150	0.180	0.140	0.220	0.180	0.140	0.150	0.440	N/A
	Maximum	4.270	2.830	2.730	4.270	2.830	2.730	0.990	0.530	N/A
	Average	0.89 ± 0.35	0.96 ± 0.34	0.76 ± 0.35	0.89 ± 0.35	1.00 ± 0.36	0.75 ± 0.30	0.79 ± 0.28	0.29 ± 0.16	0.91 ± 0.00
Samae San Island (n = 7)	Minimum	0.009	0.013	0.017	0.009	0.013	0.017	N/A	N/A	0.025
	Maximum	5.12	4.33	0.19	5.12	4.33	0.19	N/A	N/A	0.041
	Average	0.78 ± 0.14	1.12 ± 0.29	0.97 ± 0.29	0.78 ± 0.14	1.12 ± 0.29	0.98 ± 0.28	N/A	N/A	0.43 ± 0.10

N/A = not available



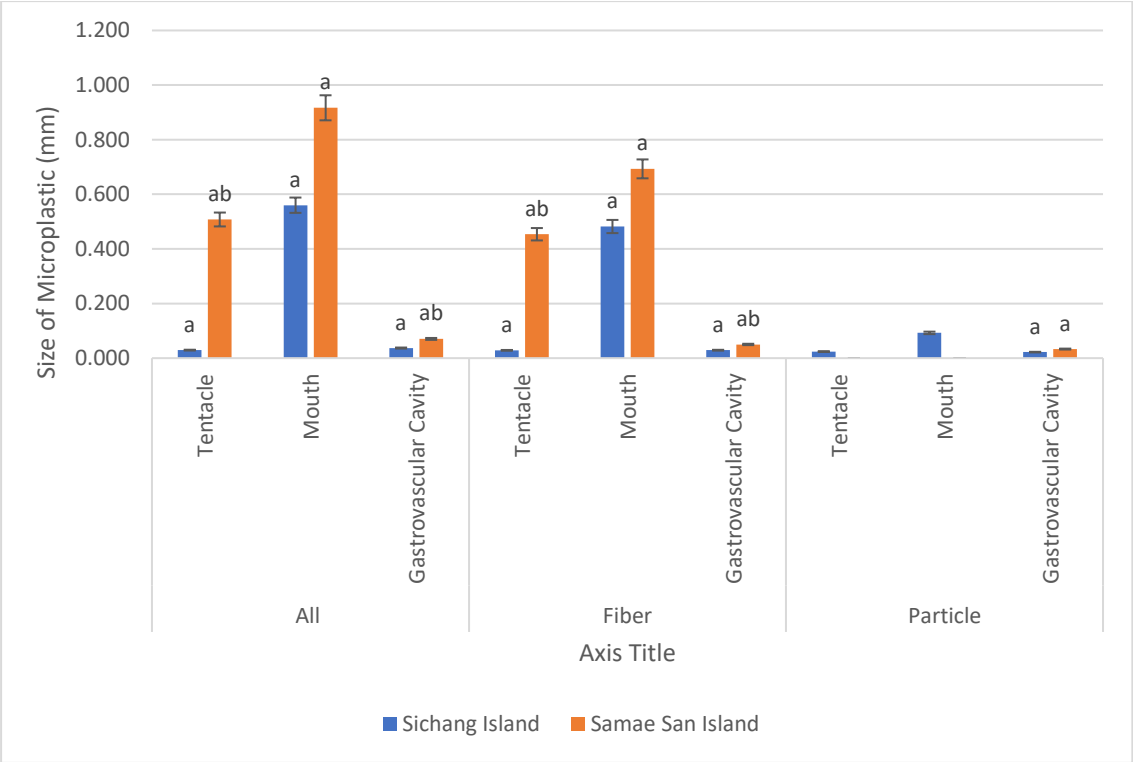
ภาพที่ 4.6. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนาดไมโครพลาสติก (มิลลิเมตร) ที่พบในเนื้อเยื่อบริเวณต่างๆของดอกไม้ทะเล Aiptasia sp. จากเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

หมายเหตุ ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ระหว่างกลุ่ม แสดงด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.7. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนาดไมโครพลาสติก (มิลลิเมตร) ที่พบในเนื้อเยื่อบริเวณต่างๆของดอกไม้ทะเล *Aiptasia* sp. จากเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี

หมายเหตุ ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ระหว่างกลุ่ม แสดงด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.8. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนาดไมโครพลาสติก (มิลลิเมตร) จากเนื้อเยื่อบริเวณต่างๆ ของดอกไม้ทะเล *Aiptasia* sp. ระหว่างเกาะสีชัง และเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี

หมายเหตุ ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ระหว่างกลุ่ม แสดงด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน

บทที่ 5
อภิปรายผลการศึกษา

จากการทดลองแยกเนื้อเยื่อดอกไม้ทะเลชนิด *Aiptasia* sp. ออกเป็น 3 ส่วน คือ หนวด (tentacle) ปาก (mouth) และ gastrovascular cavity ที่เก็บจากบริเวณเกาะสีชัง (n = 20) และเกาะแสมสาร (n = 7) จังหวัดชลบุรี เพื่อวิเคราะห์ปริมาณและขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในเนื้อเยื่อจากบริเวณส่วนต่างๆ พบว่าสามารถแบ่งไมโครพลาสติกออกเป็น 2 ประเภท คือ ไมโครพลาสติกแบบเส้น (fiber) และ แบบชิ้นส่วน (particle) ซึ่งทั้งสองประเภทสามารถพบการปนเปื้อนได้ทั่วไปในสิ่งมีชีวิต (Morais et al., 2020) โดยพบปริมาณพลาสติกสะสมในเนื้อเยื่อจากส่วนปากมากที่สุด รองลงมาคือส่วน gastrovascular cavity และส่วนหนวดตามลำดับ นอกจากนั้น บริเวณเกาะสีชังพบค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติกต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียกของเนื้อเยื่อส่วนหนวดเท่ากับ 0.16 ± 0.11 ชิ้นต่อมิลลิกรัม ส่วนปากเท่ากับ 2.39 ± 1.58 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก และส่วน gastrovascular cavity เท่ากับ 0.20 ± 0.13 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก และบริเวณเกาะแสมสารพบค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติกต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียกของเนื้อเยื่อส่วนหนวดเท่ากับ 0.28 ± 0.04 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก ส่วนปากเท่ากับ 4.43 ± 1.80 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก และส่วน gastrovascular cavity เท่ากับ 0.35 ± 0.21 ชิ้นต่อมิลลิกรัมน้ำหนักเปียก ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติกที่พบในเพรียงและหอยนางรมบริเวณอ่างศิลาและเกาะแสมสาร (Thushari et al., 2017) ทั้งนี้คาดว่าสาเหตุที่พบปริมาณไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อบริเวณปากมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อบริเวณหนวด และ gastrovascular cavity อาจเป็นผลจากพฤติกรรมการกินอาหารของดอกไม้ทะเลที่มีการกินอาหารแบบ suspension feeder (Bawab., 2020) โดยการกรองน้ำผ่านทางปาก จึงมีความเป็นไปได้ว่าไมโครพลาสติกที่อยู่ในมวลน้ำจะมีการสะสมอยู่บริเวณปากมากที่สุด ในทางตรงกันข้าม ที่เกาะสีชังพบปริมาณไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อบริเวณ gastrovascular cavity น้อยที่สุด อาจเนื่องมาจากดอกไม้ทะเลมีกลไกในการขับเมือกเพื่อขจัดสิ่งแปลกปลอมที่อยู่บริเวณลำตัว ทำให้ปริมาณไมโครพลาสติกที่สะสมภายในลำตัวน้อยกว่าบริเวณผิวนอกลำตัว แต่ผลจากการศึกษาตัวอย่างจากเกาะแสมสารกลับไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยพบปริมาณไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อบริเวณหนวดน้อยที่สุด อาจเป็นผลมาจากจำนวนตัวอย่างที่น้อย จึงควรเพิ่มปริมาณตัวอย่างเพื่อยืนยันความแตกต่างของการสะสมปริมาณไมโครพลาสติกที่สะสมภายนอกและภายในลำตัวต่อไป

จากการศึกษาขนาดของไมโครพลาสติกโดยภาพรวม พบว่าตัวอย่างจากทั้งบริเวณเกาะแสมสารและเกาะสีชังมีค่าเฉลี่ยขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในเนื้อเยื่อบริเวณปาก (เกาะสีชัง = 0.96 ±

0.34 และเกาะแสมสาร = 1.12 ± 0.29) สูงกว่าขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในเนื้อเยื่อบริเวณหนวด (เกาะสีชัง = 0.89 ± 0.35 และเกาะแสมสาร = 0.78 ± 0.14) และ gastrovascular cavity (เกาะสีชัง = 0.76 ± 0.35 และเกาะแสมสาร = 0.97 ± 0.29) อาจมีผลเนื่องมาพฤติกรรมการกินอาหารของดอกไม้ทะเลเช่นเดียวกับผลของการศึกษาปริมาณของไมโคร พลาสติก นอกเหนือจากนั้นที่เกาะสีชังพบค่าเฉลี่ยของขนาดไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อบริเวณ gastrovascular cavity เล็กที่สุด อาจเนื่องมาจากดอกไม้ทะเลมีกลไกในการขับเมือก ทำให้ขนาดของไมโครพลาสติกที่สะสมภายในลำตัวเล็กกว่าบริเวณผิวนอกลำตัว แต่ผลจากการศึกษาตัวอย่างจากเกาะแสมสารกลับไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยพบขนาดไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อบริเวณหนวดเล็กที่สุด อาจเป็นผลมาจากจำนวนตัวอย่างที่น้อย จึงควรเพิ่มปริมาณตัวอย่างเพื่อยืนยันความแตกต่างของขนาดไมโครพลาสติกที่อยู่ภายนอกและภายในลำตัวต่อไป

ในการศึกษาครั้งนี้พบไมโครพลาสติกแบบเส้นใยและแบบชิ้นส่วน โดยไมโครพลาสติกที่เป็นแบบเส้นใยเป็นชนิดที่พบมากที่สุด อาจเนื่องมาจากทั้งสองพื้นที่ที่ศึกษามีการทำการประมงและเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่มีกิจกรรมของมนุษย์อยู่ตลอดเวลา ซึ่งอุปกรณ์จำพวกตาข่าย เชือก และเสื้อผ้าอาจเป็นแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกเหล่านี้ (Brown et al., 2011) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณและขนาดที่พบมีความสอดคล้องกับการศึกษาดอกไม้ทะเลชนิด *Bunodosoma cangicum* ที่บริเวณชายฝั่งป่าอะเมซอน ประเทศบราซิล โดยพบว่าไมโครพลาสติกที่มากที่สุดคือแบบเส้นใย และรองลงมาคือแบบชิ้นส่วน (Morais et al., 2020)

และจากการเปรียบเทียบปริมาณและขนาดไมโครพลาสติกจากทั้งสองเกาะ พบว่าบริเวณเกาะแสมสารมีค่าเฉลี่ยปริมาณและขนาดของไมโครพลาสติกมากกว่าที่เกาะสีชัง ซึ่งอาจเป็นผลจากการที่เกาะแสมสารเป็นเกาะที่มีนักท่องเที่ยวเข้า – ออกเกาะเป็นประจำและมีที่ตั้งที่ไม่ห่างจากแผ่นดินใหญ่มากนัก ซึ่งอาจทำให้การปนเปื้อนไมโครพลาสติกมากกว่าที่เกาะสีชัง

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

6.1. สรุปผลการศึกษา

การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกเป็นปัญหาที่ทั่วโลกตระหนักและหาทางแก้ปัญหา เนื่องจากไมโครพลาสติกส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆรวมถึงมนุษย์ โดยสัตว์ที่อาศัยอยู่กับที่ (sessile) มีโอกาสที่จะปนเปื้อนไมโครพลาสติกได้ง่ายกว่า และเมื่อเกิดการปนเปื้อนอาจส่งผลกระทบส่งต่อไปยังสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในห่วงโซ่อาหารได้ ซึ่งงานวิจัยในครังนี้ทำการตรวจสอบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในดอกไม้ทะเลชนิด *Aiptasia* sp. โดยทำการแยกเนื้อเยื่อดอกไม้ทะเลเป็น 3 ส่วน คือ หนวด (tentacle) ปาก (mouth) และ gastrovascular cavity และทำการเก็บตัวอย่างจากในบริเวณเกาะสีชัง (n = 20) และเกาะแสมสาร (n = 7) จังหวัดชลบุรี

ผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปริมาณไมโครพลาสติกจากทั้งเกาะสีชังและเกาะแสมสารมีการสะสมในเนื้อเยื่อบริเวณปากมากที่สุด และมีการสะสมในเนื้อเยื่อหนวดและ gastrovascular cavity ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ อาจมีความเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการกินอาหารแบบ suspension feeder ของดอกไม้ทะเล นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกระหว่างเกาะสีชังและเกาะแสมสาร พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติกจากตัวอย่างที่เก็บจากเกาะแสมสารมีค่าโดยรวมมากกว่าปริมาณที่ได้จากตัวอย่างที่เก็บจากเกาะสีชัง เนื่องจากเมื่อวิเคราะห์แยกส่วนพบว่า ต่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อบริเวณหนวดจากเกาะแสมสารมีค่ามากกว่าเกาะสีชัง ในขณะที่ค่าเฉลี่ยปริมาณไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อบริเวณปากและ gastrovascular cavity ของทั้งสองเกาะมีปริมาณใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาขนาดของไมโครพลาสติกพบว่า ขนาดของไมโครพลาสติกจากเนื้อเยื่อบริเวณปากมีขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาคือบริเวณหนวด และส่วน gastrovascular cavity โดยภาพรวมปริมาณและขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในเนื้อเยื่อที่เก็บจากเกาะแสมสารมีปริมาณมากกว่าและมีขนาดใหญ่กว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเกาะสีชัง ทำให้อาจกล่าวได้ว่าบริเวณเกาะแสมสารมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกมากกว่าบริเวณเกาะสีชัง ซึ่งมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น กิจกรรมของมนุษย์ที่เข้า – ออกทั้ง 2 เกาะ บริเวณที่ตั้งของเกาะที่ห่างจากแผ่นดินใหญ่ในระยะทางที่ไม่เท่ากัน หรือกระแสน้ำที่มีการไหลพัดรอบเกาะที่แตกต่างกัน

6.2. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

ผลของการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำมาใช้ประเมินรูปแบบการสะสมปริมาณไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตไฟลัม Cnidaria ได้ในเบื้องต้น อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาตัวอย่าง การแยกเนื้อเยื่อ รวมจนถึงการทดลองทั้งหมดควรทำโดยระมัดระวัง เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกซึ่ง

อาจส่งผลต่อการวิเคราะห์ไมโครพลาสติก ควรใช้บรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ไม่ได้ทำมาจากพลาสติก นอกเหนือจากนั้นในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่สามารถแยกชนิดของไมโครพลาสติกได้ จึงควรมีการทดสอบด้วยวิธี FTIR-spectroscopy ที่สามารถแยกแยะชนิดของไมครพลาสติกได้ร่วมด้วย

6.3. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต

การศึกษาในอนาคตควรมีการศึกษาในเรื่องของไมโครพลาสติกที่ตกค้างและผลกระทบต่อพฤติกรรมและการทำงานของระบบต่าง ๆ ในดอกไม้ทะเล รวมถึงการส่งผลของไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กนกวรรณ เนตรสิงแสง. (2563). การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำผิวดิน และปลา ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์. วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วรงค์ศิริ เข็มสวัสดิ์. (2559). ไมโครพลาสติก : จากเครื่องสำอางสู่สารปนเปื้อนในอาหาร. วารสารพิษวิทยาไทย. 3: 50-61.

ปิติพงศ์ ธาระมนต์, สุหทัย ไพรสานต์กุล และ นภาพร เลียดประถม. (2559). การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยสองฝาบริเวณชายหาดเจ้าหลาวและชาดหาดคุ้งวิมาน จังหวัดจันทบุรี. แก่นเกษตร 44. คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.

ภาษาอังกฤษ

Bawab, F.E., 2020. Phylum Cnidaria. In: Bawab, F.E. (Ed.), Invertebrate Embryology and Reproduction, pp. 172-306. Academic Press, United States.

Browne, M.A., Dissanayake, A., Galloway, T.S., Lowe, D.M. and Thompson, R.C. 2008. Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus edulis* (L.). Environmental Science & Technology. 42: 5026-5031

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C. and Galloway, T.S. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. Marine Pollution Bulletin. 62: 2588–2597.

Faggio, C., Pagano, M., Alampi, R., Vazzana, I. and Felice, R. 2016. Cytotoxicity, haemolymphatic parameters, and oxidative stress following exposure to sub-lethal concentrations of quaternium-15 in *Mytilus galloprovincialis.* Aquatic Toxicology. 180: 258-265.

Ferreira, P., Fonte, E., Soares, M.E., Carvalho, F. and Guilhermino, L. 2016. Effects of multi-stressors on juveniles of the marine fish *Pomatoschistus microps:* Gold nanoparticles, microplastics and temperature. Aquatic Toxicology. 170: 89-103.

Frias, J., Sobral, P. and Ferreira, A.M. 2010. Organic pololutants in microplastics from two beaches of the Portuguese coast. Marine Pollution Bulletin. 60: 1988-1992.

Green, D.S. 2016. Effects of microplastics on European flat oysters, *Ostrea edulis* and their associated benthic communities. Environmental Pollution. 216: 95-103.

Kappler, A., Fischer, D., Oberbeckmann, S., Schernewski, G., Labrenz, M., Eichhorn, K.J. and Voit, B. 2016. Analysis of environmental microplastics by vibrational microspectroscopy: FTIR, Raman or both. Analytical and Bioanalytical Chemistry. 408: 8377-8391.

Karami, A., Choo, C.K., Golieskardi, A., Ho, Y.B., Romano, N. and Salamatinia, B. 2017. A high-performance protocol for extraction of microplastics in fish. Science of the Total Environment. 578: 485-494.

Lu, Y., Zang, Y., Deng, Y., Jiang, W., Zhao, Y., Geng, J., Ding, L. and Ren, H. 2016. Uptake and Accumulation of Polystyrene Microplastics in Zebrafish (Danio rerio) and Toxic Effects in Liver. Environmental Science & Technology. 7: 4054-4060.

Morais, F. Sarti, D. Chelazzi, A. Cincinelli, T. Giarrizzo, J.E. Martinelli Filho. 2020. The sea anemone Bunodosoma cangicum as a potential biomonitor for microplastics contamination on the Brazilian Amazon coast. Environ. Pollut. 265

Macali, A., Semenov, A., Venuti, V., Crupi, V., D'Amico, F., Rossi, B., Corsi, I., and Bergami, E. 2018. Episodic records of jellyfish ingestion of plastic items reveal a novel pathway for trophic transference of marine litter. Marine pollution. 6105.

Nelms, S.E., Galloway, T.S., Godley, B.J., Jarvis, D.S. and Lindeque, P.K. 2018. Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. Environmental Pollution. 238: 999-1007

Oliveira, M., Ribeiro, A. and Guilhermino, L. 2013. Single and combined effects of microplastics and pyrene on juveniles of the common goby *Pomatoschistus microps* (Teleostei, Gobiidae). Ecological Indicators. 34: 641-647.

Reichert, J., Schellenberg, J., Schubert, P. and Wilke, T. 2018. Responses of reef building corals to microplastic exposure. Environmental Pollution. 237: 955-960.

Sureda, A., Box, A., Tejada, S., Blanco, A., Caixach, A. and Deudero, S. 2011. Biochemical responses of *Mytilus galloprovincialis* as biomarkers of acute environmental pollution caused by the *Don Pedro* oil spill (Eivissa Island, Spain). Aquatic Toxicology. 101: 540-549.

Torre, A., Trischitta, F., Corsaro, C., Mallamace, D. and Faggio, C. 2012. Digestive cells from *Mytilus galloprovincialis* show a partial regulatory volume decrease following acute hypotonic stress through mechanisms involving inorganic ions. Cell Biochemistry and Function.

Wright, S.L., Rowe, D., Thompson, R.C. and Galloway, T.S. 2013. Microplastic ingestion decreases energy reserves in marine worms, Current Biology. 23: 1031-1033

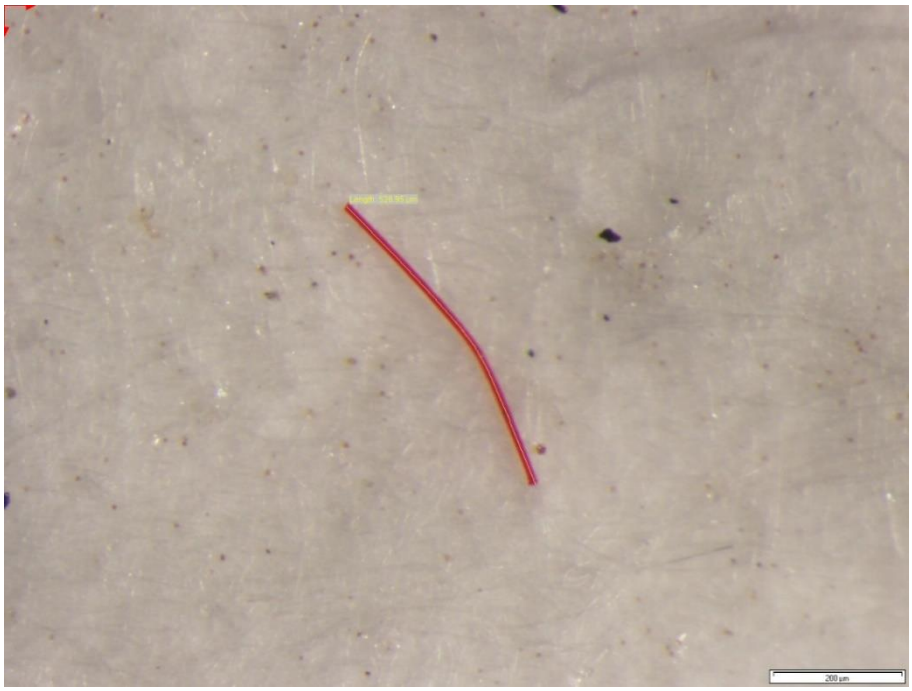
Wright, S.L., Thompson, R.C. and Galloway, T.S. 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. Environmental Pollution. 178: 483-492.

ภาคผนวก

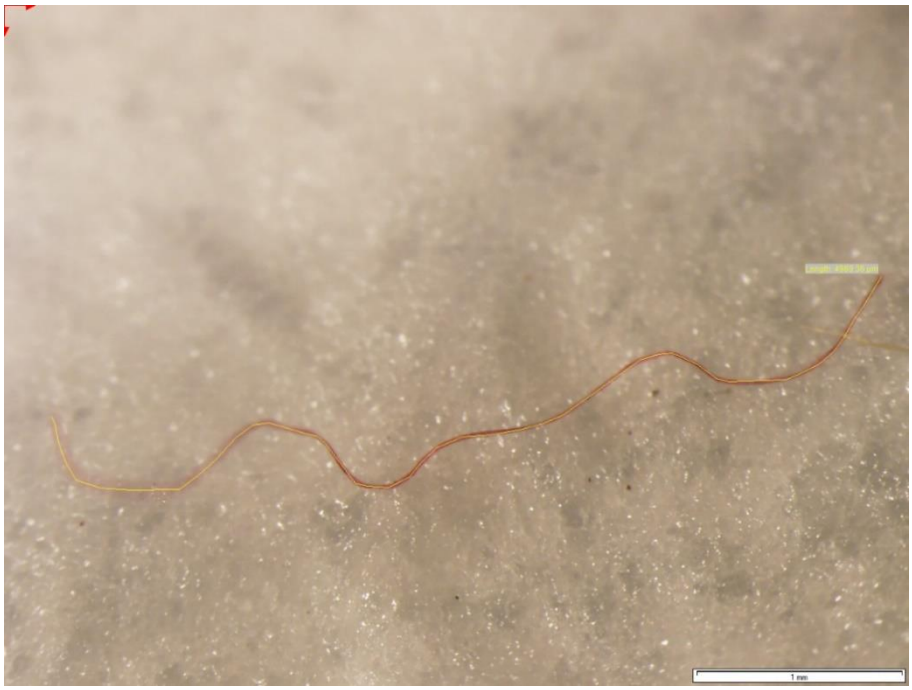
ภาพที่ 1 ไมโครพลาสติกแบบเส้นใย ที่พบบริเวณเนื้อเยื่อหนวด บริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

ภาพที่ 2 ไมโครพลาสติกแบบเส้นใย ที่พบบริเวณเนื้อเยื่อปาก บริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

ภาพที่ 3 ไมโครพลาสติกแบบเส้นใย ที่พบบริเวณเนื้อเยื่อ gastrovascular cavity บริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

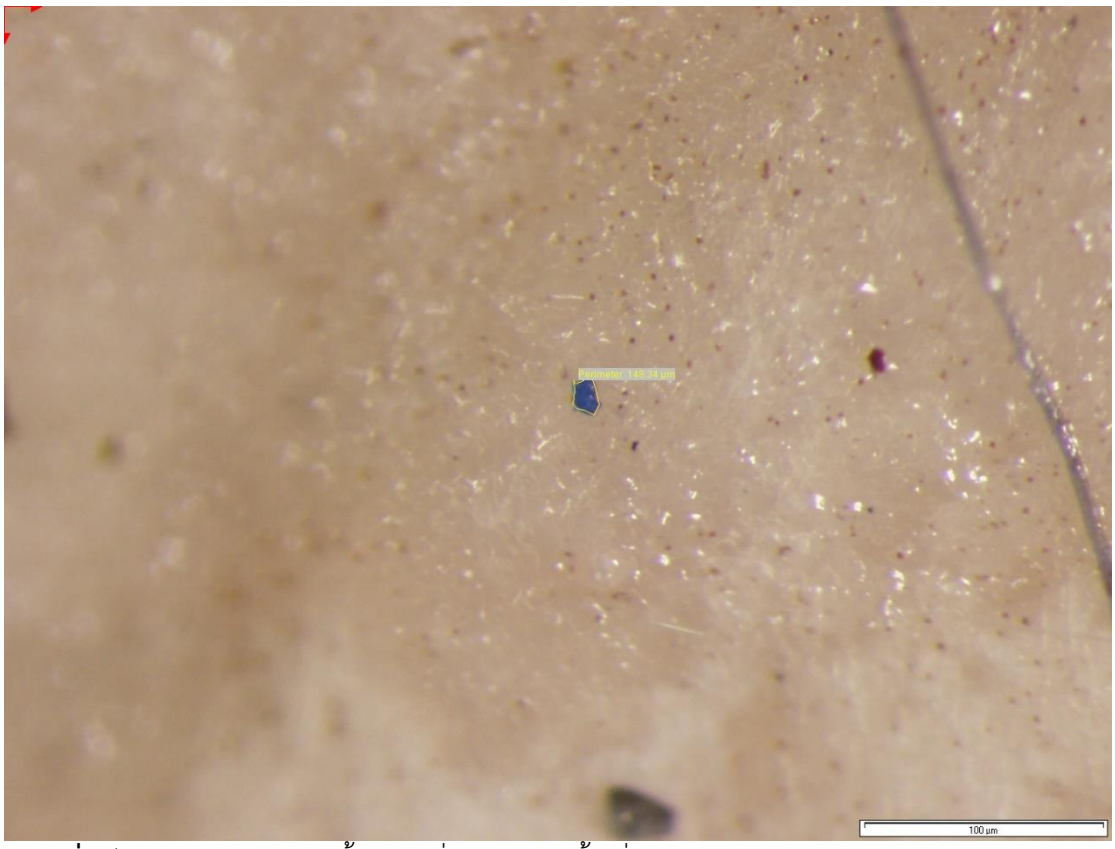


ภาพที่ 4 ไมโครพลาสติกแบบเส้นใย ที่พบบริเวณเนื้อเยื่อหนวด บริเวณเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี



ภาพที่ 5 ไมโครพลาสติกแบบเส้นใย ที่พบบริเวณเนื้อเยื่อปาก บริเวณเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี

ภาพที่ 6 ไมโครพลาสติกแบบเส้นใย ที่พบบริเวณเนื้อเยื่อ gastrovascular cavity บริเวณเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี



ภาพที่ 7 ไมโครพลาสติกแบบชิ้นส่วน ที่พบบริเวณเนื้อเยื่อ gastrovascular cavity บริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี