



การจำแนกไมโครพลาสติกในตะกอนดินและสัตว์หน้าดินกลุ่มหอยในพื้นที่ชุ่มน้ำบึง
บอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์



พลอยวงศ์ เสาวลักษณ์

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การจำแนกไมโครพลาสติกในตะกอนดินและสัตว์หน้าดินกลุ่มหอยในพื้นที่ชุ่มน้ำบึง
บอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจำแนกไมโครพลาสติกในตะกอนดินและสัตว์หน้าดินกลุ่มหอยในพื้นที่ชุ่มน้ำบึง
บอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ "
ของ พลอยวงค์ เสาวลักษณ์
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัททิรา เกษมศิริ)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรุญ สารินทร์)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธ์ทิพย์ กล่อมแจ็ก)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ อัมพรสถิร)

อนุมัติ

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล มุณีสว่าง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การจำแนกไมโครพลาสติกในตะกอนดินและสัตว์หน้าดินกลุ่มหอยในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์
ผู้วิจัย	พลอยวงค์ เสาวลักษณ์
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จรุง สารินทร์
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธทิพย์ กล่อมแจ็ก
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563
คำสำคัญ	บึงบอระเพ็ด, ไมโครพาร์ทิเคิล, ไมโครพลาสติก, ตะกอนดิน, สัตว์หน้าดิน

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและจำแนกไมโครพลาสติกในตะกอนดินและสัตว์หน้าดินกลุ่มหอย ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ โดยทำการเก็บตัวอย่างตะกอนดินพื้นท้องน้ำและหอยขมในฤดูแล้งระหว่างเดือนมีนาคม ถึง พฤษภาคม 2562 และฤดูฝนในระหว่างเดือนกันยายน ถึง พฤศจิกายน 2562 ฤดูกาลละ 3 ครั้ง โดยแบ่งพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างออกเป็น 3 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติ ตัวอย่างตะกอนดินและหอยขมจะถูกนำไปย่อยโดยกระบวนการ Wet Peroxide Oxidation จากนั้นไมโครพลาสติกจะถูกแยกออกจากตัวอย่างตะกอนดินและหอยขมตามความหนาแน่น นำมานับจำนวนและศึกษาสัมพันธ์ทางกายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์สแตโรไมโครสโคป และวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์โดยใช้ฟูเรียร์ ทรานสฟอร์ม อินฟราเรทสเปกโตรสโคปี (Fourier - Transform Infrared Spectroscopy; FT-IR) ผลการศึกษาพบปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในตะกอนดินคิดเป็น 3.00 ± 2.67 และ 2.80 ± 3.08 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้งในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ และในหอยขมคิดเป็น 0.45 ± 0.58 และ 0.23 ± 0.19 ชิ้นต่อกรัม และ 0.44 ± 0.54 และ 0.30 ± 0.36 ชิ้นต่อตัว ในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ ผลการศึกษาสัมพันธ์ทางกายภาพพบว่า ในตะกอนดินไมโครพลาสติกส่วนใหญ่มีรูปร่างเป็นแผ่น โดยพบจำนวน 51.23 และ 60.87 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ สำหรับหอยขมไมโครพลาสติกส่วนใหญ่มีรูปร่างเป็นเส้นใย โดยพบจำนวน 80 และ 71.88 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ สำหรับสีของไมโครพลาสติกที่พบส่วนใหญ่ในตะกอนดินจากฤดูแล้งคือสีใสจำนวน 39.34 เปอร์เซ็นต์ และจากฤดูฝนคือสีดำจำนวน 25.86 เปอร์เซ็นต์ และในหอยขมสีที่พบปริมาณสูงสุดคือสีดำโดยพบจำนวน 53.66 และ 57.14 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000

ไมโครเมตร ปริมาณสูงสุดในตะกอนดินจำนวน 50.77 และ 58.82 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ และในหอยขมจำนวน 40 และ 77.39 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ ในส่วนของการทดสอบชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกด้วย FT-IR พบว่า ทั้งตะกอนดินและหอยขมจากทั้งฤดูแล้งและฤดูฝนพบพอลิเมอร์ชนิดพอลิโพรไพเรลีน (Polypropylene) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่นิยมใช้เป็นวัสดุตั้งต้นในการผลิตกล่องพลาสติก, บรรจุภัณฑ์อาหาร และอุปกรณ์ประมงจึงสามารถบ่งชี้ได้ว่าแหล่งที่มาหลักของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกภายในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดมาจากไมโครพลาสติกชนิดทุติยภูมิ



Title	CLASSIFICATION OF MICROPLASTICS IN SEDIMENT AND BENTHIC FAUNA (CLAMS) IN BUENG BORAPHET WETLAND, NAKHON SAWAN
Author	PLOYWONG SAOWALAK
Advisor	Assistant Professor Charoon Sarin, Ph.D.
Co-Advisor	Assistant Professor Pantip Klomjek, Ph.D.
Academic Paper	Thesis M.S. in Environmental Science, Naresuan University, 2020
Keywords	Bueng Boraphet, Microparticle, Microplastic, Sediment, Benthic Fauna

ABSTRACT

The objective of this research was to classify microplastics in sediment and benthic fauna (clams) at Bueng Boraphet wetland, Nakhon Sawan Province, Thailand. Sediment and *Filopaludina martensi martensi* samples were collected 3 times per season, in dry season during March - May 2019 and in wet season during September - November 2019. Samples collection area were divided into 3 areas which are community, agricultural and natural area. Sediment and *Filopaludina martensi martensi* samples were digested using Wet Peroxide Oxidation process and then microplastics were extracted from sediment and *Filopaludina martensi martensi* by density separation. After that, microplastics were counted and observed morphology (shape, color, size) under a stereo microscope and classification the type of polymer microplastics was performed by using Fourier - Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR). The results from this study founded that the mean concentration of microplastics in sediment were 3.00 ± 2.67 and 2.80 ± 3.08 items per kg of dry weight in dry and wet season, respectively and in *Filopaludina martensi martensi* the mean concentration of microplastics were 0.45 ± 0.58 and 0.23 ± 0.19 items per grams, 0.44 ± 0.54 and 0.30 ± 0.36 items per individual in dry and wet season, respectively. For the result of morphology classification, the most common shape of microplastics in sediment was sheet with the value of 51.23 and 60.87 percent in dry and wet

season, respectively and the most common shape of microplastics in *Filopaludina martensi martensi* was fiber with the value of 80 and 71.88 percent in dry and wet season, respectively. For the mainly color of microplastics in sediment, 39.34 percent of transparent microplastics were mostly founded in dry season while 25.86 percent of black microplastics were mostly founded in wet season. For *Filopaludina martensi martensi*, the mainly color was black counted for 53.66 and 57.14 percent in dry and wet season, respectively. In addition, Medium microplastics particles; MMP with length of 501 - 1,000 micrometers was mostly founded in sediment with quantity of 50.77 and 58.82 percent in dry and wet season, respectively. For *Filopaludina martensi martensi*, microplastics with this size founded with 40 and 77.39 percent in dry and wet season, respectively. The results for identification of polymer microplastics with FT-IR illustrated that polypropylene was the main polymer in both sediment and *Filopaludina martensi martensi* from both dry and wet seasons. Polypropylene was commonly used as a starting material in the production of plastic boxes, food packaging and fishing gear. Therefore, this can be indicated that the main source of microplastics contamination in Bueng Boraphet wetland was from secondary microplastics.

ประกาศคุณูปการ

การที่วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จ สมบูรณ์ได้ด้วยดีนั้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.จรูญ สารินทร์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้ความกรุณาชี้แนะ และช่วยเหลืออย่างดียิ่งมาโดยตลอด พร้อมทั้งขอขอบพระคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ อันได้แก่ ผศ.ดร.ภัททิรา เกษมศิริ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ ผศ.ดร.ชรินทร์ อัมพรสศิริ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความกรุณา คำชี้แนะ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์มาอย่างดีโดยตลอด จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงลงไปได้ด้วยดี

กราบขอบพระคุณคุณจิระเดช บุญมาก หัวหน้าเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด รวมทั้งเจ้าหน้าที่ของหน่วยงาน ที่อำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีในการเข้าไปเก็บตัวอย่าง และให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าพื้นที่และใช้เรือในการเก็บตัวอย่าง รวมทั้งขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทะเลอันดามัน จังหวัดภูเก็ต และภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ฝึกสอน และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับวิธีวิเคราะห์ ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่ๆ น้องๆ และเพื่อนทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ตลอดมา ขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร สถาบันอันเป็นที่รักและภาคภูมิใจยิ่ง ขอขอบพระคุณอย่างสูง

พลอยวงค์ เสาวลักษณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุณูปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ถ
สารบัญรูปภาพ.....	ผ
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	3
ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1. ขอบเขตด้านพื้นที่การศึกษา.....	3
2. ขอบเขตด้านเนื้อหาสาระ.....	3
3. ขอบเขตด้านระยะเวลาการศึกษา.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
กรอบการวิจัย.....	6
บทที่ 2.....	7
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7

บึงบอระเพ็ด.....	7
ขยะพลาสติก.....	9
1. ข้อมูลพื้นฐานพลาสติก.....	9
2. ประเภทของพลาสติก.....	10
2.1 เทอร์โมเซตติ้ง (thermosetting).....	10
2.2 เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic).....	10
3. พลาสติกที่นิยมใช้ในปัจจุบัน.....	11
3.1 พอลิเอทิลีน (Polyethylene : PE).....	11
3.2 พอลิโพรไพลีน (Polypropylene : PP).....	11
3.3 พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride : PVC).....	11
3.4 พอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate : PET).....	11
3.5 พอลิสไตรีน (Polystyrene: PS).....	12
3.6 พอลิคาร์บอเนต (Polycarbonate).....	12
3.7 ไนลอน (Nylon).....	12
3.8 เมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์ (MelamineFormaldehyde).....	12
4. สารประกอบในพลาสติกที่เป็นอันตราย.....	12
4.1 สารพทาเลท.....	12
4.2 สารไวนิล คลอไรด์.....	12
4.3 สารสไตรีน.....	13
4.4 สารบิสฟีนอล เอ.....	13
4.5 สารฟอร์มัลดีไฮด์.....	13
ไมโครพลาสติก (Microplastic).....	14

1. ประเภทของไมโครพลาสติก	15
1.1 แบ่งตามแหล่งที่มาหลัก.....	15
1.1.1 ไมโครพลาสติกชนิดปฐมภูมิ.....	15
1.1.2 ไมโครพลาสติกชนิดทุติยภูมิ	15
1.2 แบ่งตามรูปร่าง สี และขนาด.....	16
2. แหล่งที่มาหลักของไมโครพลาสติก	16
2.1 แบ่งตามกิจกรรม.....	16
2.1.1 แหล่งที่มาของไมโครพลาสติกชนิดปฐมภูมิ	17
2.1.2 แหล่งที่มาของไมโครพลาสติกชนิดทุติยภูมิ.....	17
2.1.3 แหล่งที่มาของไมโครพลาสติกทั้งชนิดปฐมภูมิและทุติยภูมิ	18
2.2 แบ่งตามรูปแบบ	18
3. ความคงทนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม.....	21
4. ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการปนเปื้อนไมโครพลาสติก	22
4.1 ระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด.....	22
4.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	22
5. ผลกระทบของไมโครพลาสติกต่อสิ่งแวดล้อม	23
5.1 ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต.....	23
5.2 ผลกระทบต่อระบบนิเวศ.....	23
5.2.1 การเป็นสิ่งที่ขัดขวางในแหล่งน้ำ.....	23
5.2.2 การบริโภคร.....	24
5.2.3 การทำลายที่อยู่อาศัย	24
5.3 ลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต	24

5.3.1	ขนาดของไมโครพลาสติก.....	24
5.3.2	ความหนาแน่นของไมโครพลาสติก.....	24
5.3.3	สีของไมโครพลาสติก.....	25
	ตะกอนดินและความสำคัญทางนิเวศวิทยา.....	25
1.	การจำแนกตะกอนดิน.....	25
1.1	ตะกอนที่พัดพามาจากแผ่นดิน.....	26
1.2	ตะกอนที่เกิดจากทะเล.....	26
2.	คุณค่าและความสำคัญของตะกอนดินทางนิเวศวิทยา.....	26
	สัตว์หน้าดิน และสัตว์หน้าดินกลุ่มหอยและหมีก (Mollusca).....	26
1.	ความหมายและความสำคัญของสัตว์หน้าดิน.....	26
2.	สัตว์หน้าดินกลุ่มหอยและหมีก (Mollusca).....	27
2.1	ชั้นอะพลาโคพอรา (Class Aplacophora).....	27
2.2	ชั้นโพลีพลาโคพอรา (Class Polyplacophora).....	27
2.3	ชั้นมอโนพลาโคพอรา (Class Monoplacophora).....	27
2.4	ชั้นไบวาลเวีย (Bivalvia).....	27
2.5	ชั้นสแคโฟโปดา (Class Scaphopoda).....	28
2.6	ชั้นเซฟาโลโปดา (Class Cephalopoda).....	28
2.7	ชั้นแกสโตรโปดา (Class Gastropoda).....	28
3.	วงศ์หอยขม.....	28
	หลักการและทฤษฎีในการศึกษาไมโครพลาสติก.....	30
1.	การเก็บตัวอย่าง.....	31
1.1	การเก็บตัวอย่างน้ำ.....	31

1.2 การเก็บตัวอย่างตะกอนดิน.....	31
1.2.1 ตะกอนทรายชายหาด.....	32
1.2.2 ตะกอนในแนวน้ำขึ้นน้ำลง.....	32
1.3 การเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิต.....	32
2. การเตรียมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ.....	32
2.1 กระบวนการแยก.....	32
2.2 กระบวนการคัดแยกขนาด.....	33
2.3 กระบวนการทำให้บริสุทธิ์.....	33
3. การระบุชนิดของไมโครพลาสติก.....	33
3.1 การสังเกต.....	33
3.2 การระบุโดยองค์ประกอบทางเคมี.....	34
3.2.1 การแยกตามความหนาแน่น.....	34
3.2.2 ไพโรไลซิส แก๊สโครมาโทกราฟี / แมสสเปกโตรเมทรี (Pyrolysis-GC/MS).....	34
3.2.3 เทคนิครามาน สเปกโทรสโคปี และฟลูออเรสเซนซ์ สเปกโทรสโคปี ฟลูออเรสเซนซ์ สเปกโทรสโคปี.....	34
4. ประสิทธิภาพของวิธีการ.....	39
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	39
บทที่ 3.....	43
วิธีดำเนินงานวิจัย.....	43
การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง.....	43
เครื่องมือและสารเคมี.....	44

1. เครื่องมือ	44
1.1 เครื่องมือในการเก็บตัวอย่าง.....	44
1.2 เครื่องมือในการวิเคราะห์ตัวอย่าง	45
2. สารเคมี.....	46
การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพน้ำเบื้องต้น	46
1. การวิเคราะห์ภาคสนาม	46
2. การวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการ.....	47
การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนดิน.....	47
1. การเก็บตัวอย่างตะกอนดิน	47
2. การวิเคราะห์คุณสมบัติตะกอนดิน	48
3. การสกัดแยกไมโครพลาสติกจากตะกอนดิน.....	51
3.1 การเตรียมตัวอย่างไมโครพลาสติกจากตะกอนดิน.....	51
3.2 การทำ Wet Peroxide Oxidation; WPO.....	53
3.3 การแยกตะกอน.....	55
การเก็บและวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในหอยขม	56
1. การเก็บตัวอย่างหอยขม.....	56
2. การสกัดแยกไมโครพลาสติกจากหอยขม	57
การศึกษาสัณฐานวิทยา ปริมาณ และชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในตะกอนดิน และหอยขม.....	58
1. การวิเคราะห์สัณฐานวิทยา.....	58
2. การวิเคราะห์ปริมาณ.....	59
3. การวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์.....	59

การวิเคราะห์และแปลผลข้อมูล	60
บทที่ 4.....	61
ผลการวิจัย	61
คุณภาพน้ำเบื้องต้น.....	61
1. ความเป็นกรด - ด่าง (pH).....	61
2. ออกซิเจนละลาย (Dissolve Oxygen; DO).....	62
3. อุณหภูมิ (Temperature).....	63
4. การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity; EC)	63
5. ของแข็งละลายทั้งหมด (Total Dissolve Solid; TDS)	64
6. ความขุ่น (Turbidity).....	65
7. ความโปร่งแสง (Transparency).....	65
8. ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids; TSS).....	66
คุณสมบัติตะกอนดินเบื้องต้น	67
1. เนื้อดิน (Soil Texture).....	67
2. อินทรีย์วัตถุในดิน (Organic Matter; OM).....	68
3. น้ำในตะกอนดิน (Water Content; WC).....	68
ไมโครพลาสติกในตะกอนดิน.....	69
1. ปริมาณไมโครพลาสติก	69
1.1 ปริมาณไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	69
1.2 ปริมาณไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	70
1.3 ปริมาณไมโครพลาสติกในฤดูแล้ง	71
1.4 ปริมาณไมโครพลาสติกในฤดูฝน	73

2. สัณฐานวิทยาของไมโครพลาสติก.....	75
2.1 รูปร่างของไมโครพลาสติก	75
2.1.1 รูปร่างของไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	75
2.1.2 รูปร่างของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	77
2.1.3 รูปร่างของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้ง	78
2.1.4 รูปร่างของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูฝน	79
2.2 สีของไมโครพลาสติก	81
2.2.1 สีของไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	81
2.2.2 สีของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	84
2.2.3 สีของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้ง	85
2.2.4 สีของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูฝน	85
2.3 ขนาดของไมโครพลาสติก.....	88
2.3.1 ขนาดของไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน	88
2.3.2 ขนาดไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน	91
2.3.3 ขนาดของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้ง.....	91
2.3.4 ขนาดของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูฝน	92
3. ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติก	94
3.1 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในฤดูแล้ง	94
3.2 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในฤดูฝน.....	98
ไมโครพลาสติกในหอยขม.....	103
1. ปริมาณไมโครพลาสติก.....	103
1.1 ปริมาณไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	103

1.2 ปริมาณไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	104
1.3 ปริมาณไมโครพลาสติกในฤดูแล้ง	105
1.4 ปริมาณไมโครพลาสติกในฤดูฝน	109
2. สันฐานวิทยาของไมโครพลาสติก.....	112
2.1 รูปร่างของไมโครพลาสติก	112
2.1.1 รูปร่างของไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	112
2.1.2 รูปร่างของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	114
2.1.3 รูปร่างของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้ง	115
2.1.4 รูปร่างของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูฝน	115
2.2 สีของไมโครพลาสติก	117
2.2.1 สีของไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	117
2.2.2 สีของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	119
2.2.3 สีของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้ง	120
2.2.4 สีของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูฝน	121
2.3 ขนาดของไมโครพลาสติก.....	123
2.3.1 ขนาดของไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน	123
2.3.2 ขนาดไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน	126
2.3.3 ขนาดของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้ง.....	126
2.3.4 ขนาดของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูฝน	127
3. ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติก	129
3.1 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในฤดูแล้ง	129
3.2 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในฤดูฝน.....	133

บทที่ 5.....	138
บทสรุป	138
สรุปผลการวิจัย.....	138
อภิปรายผลการวิจัย.....	140
1. คุณสมบัติน้ำเบื้องต้น	140
2. คุณสมบัติตะกอนดินเบื้องต้น.....	142
3. ไมโครพลาสติกในตะกอนดิน	143
3.1 ปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดิน	143
3.2 รูปร่างไมโครพลาสติกในตะกอนดิน	145
3.3 สีไมโครพลาสติกในตะกอนดิน	148
3.4 ขนาดไมโครพลาสติกในตะกอนดิน	149
3.5 ชนิดพอลิเมอร์ไมโครพลาสติก.....	151
4. ไมโครพลาสติกในหอยขม.....	155
4.1 ปริมาณไมโครพลาสติกในหอยขม	155
4.2 รูปร่างไมโครพลาสติกในหอยขม.....	160
4.3 สีไมโครพลาสติกในหอยขม.....	160
4.4 ขนาดไมโครพลาสติกในหอยขม.....	161
4.5 ชนิดพอลิเมอร์ไมโครพลาสติกในหอยขม.....	166
ข้อเสนอแนะ	170
บรรณานุกรม.....	171
ภาคผนวก.....	184
ประวัติผู้วิจัย	240

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 แสดงตัวอย่างสารประกอบในพลาสติกที่เป็นอันตราย.....	14
ตาราง 2 แสดงพิกัดจุดเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดิน	43
ตาราง 3 แสดงลักษณะเนื้อดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด	67
ตาราง 4 แสดงปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดใน ฤดูแล้ง.....	72
ตาราง 5 แสดงปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดใน ฤดูฝน.....	74
ตาราง 6 แสดงจำนวนไมโครพลาสติกเชิงรูปร่างจากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ใน ตะกอนดิน.....	76
ตาราง 7 แสดงรูปร่างไมโครพลาสติกในตะกอนดินในฤดูแล้งและฤดูฝน	77
ตาราง 8 แสดงรูปร่างไมโครพลาสติกในตะกอนดินเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	80
ตาราง 9 แสดงจำนวนไมโครพลาสติกเชิงสีจากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ในตะกอนดิน	83
ตาราง 10 แสดงสีไมโครพลาสติกในตะกอนดินในฤดูแล้งและฤดูฝน	83
ตาราง 11 แสดงสีไมโครพลาสติกในตะกอนดินเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน	87
ตาราง 12 แสดงจำนวนไมโครพลาสติกเชิงขนาดจากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ใน ตะกอนดิน.....	89
ตาราง 13 แสดงขนาดไมโครพลาสติกในตะกอนดินในฤดูแล้งและฤดูฝน	90
ตาราง 14 แสดงขนาดไมโครพลาสติกในตะกอนดินเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน	93

ตาราง 15 แสดงสัญญาณวิทยาและจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลในตะกอนดินของฤดูแล้งที่สู่มไปวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ด้วย FT-IR.....	95
ตาราง 16 แสดงชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง	96
ตาราง 17 แสดงสัญญาณวิทยาและจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลในตะกอนดินของฤดูฝนที่สู่มไปวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ด้วย FT-IR.....	100
ตาราง 18 แสดงชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน.....	101
ตาราง 19 แสดงปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง.....	107
ตาราง 20 แสดงปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน	110
ตาราง 21 แสดงจำนวนไมโครพลาสติกเชิงรูปร่างจากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ในหอยขม.....	113
ตาราง 22 แสดงรูปร่างไมโครพลาสติกในหอยขมในฤดูแล้งและฤดูฝน	114
ตาราง 23 แสดงรูปร่างไมโครพลาสติกในหอยขมเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน	116
ตาราง 24 แสดงจำนวนไมโครพลาสติกเชิงสีจากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ในหอยขม.....	118
ตาราง 25 แสดงสีไมโครพลาสติกในหอยขมในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	119
ตาราง 26 แสดงสีไมโครพลาสติกในหอยขมเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน	122
ตาราง 27 แสดงจำนวนไมโครพลาสติกเชิงขนาดจากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ในหอยขม.....	124
ตาราง 28 แสดงขนาดไมโครพลาสติกในหอยขมในฤดูแล้งและฤดูฝน	125
ตาราง 29 แสดงขนาดไมโครพลาสติกในหอยขมเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน.....	128

ตาราง 30 แสดงสัญญาณวิทยาและจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลในหอยขมของฤดูแล้งที่สุ่มไปวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ด้วย FT-IR.....	130
ตาราง 31 แสดงชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง	131
ตาราง 32 แสดงสัญญาณวิทยาและจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลในหอยขมของฤดูฝนที่สุ่มไปวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ด้วย FT-IR.....	134
ตาราง 33 แสดงชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน.....	135
ตาราง 34 แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเบื้องต้นของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3.....	142
ตาราง 35 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดกับการศึกษาอื่น.....	145
ตาราง 36 แสดงคำจำกัดความและแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกรูปร่างต่างๆ	148
ตาราง 37 แสดงการเปรียบเทียบขนาดไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดกับการศึกษาอื่น.....	151
ตาราง 38 แสดงแหล่งที่มาของพอลิเมอร์ไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด	154
ตาราง 39 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดกับการศึกษาอื่น.....	158
ตาราง 40 แสดงการเปรียบเทียบขนาดไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดกับการศึกษาอื่น.....	163
ตาราง 41 แสดงแหล่งที่มาของพอลิเมอร์ไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด	168

ตาราง 42 แสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทั้งหมดจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดู แล้ง.....	188
ตาราง 43 แสดงค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ อุณหภูมิ และน้ำหนักของตะกอนดินในฤดู แล้ง.....	190
ตาราง 44 แสดงปริมาณสารอินทรีย์รวมในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดู แล้ง.....	192
ตาราง 45 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่าง วันที่ 29 มี.ค. 62 ในฤดูแล้ง	194
ตาราง 46 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่าง วันที่ 7 พ.ค. 62 ในฤดูแล้ง	196
ตาราง 47 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บ ตัวอย่างวันที่ 28 พ.ค. 62 ในฤดูแล้ง	198
ตาราง 48 แสดงจำนวนไมโครพาร์ติเคิลที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 29 มี.ค. 62 ในฤดูแล้ง	200
ตาราง 49 แสดงจำนวนไมโครพาร์ติเคิลที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 7 พ.ค. 62 ในฤดูแล้ง	202
ตาราง 50 แสดงจำนวนไมโครพาร์ติเคิลที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 28 พ.ค. 62 ในฤดูแล้ง.....	204
ตาราง 51 แสดงปริมาตรตะกอนดินที่ใช้ในการศึกษาไมโครพลาสติกจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึง บอระเพ็ดในฤดูแล้ง	205
ตาราง 52 แสดงจำนวนไมโครพาร์ติเคิลที่พบในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจาก การเก็บตัวอย่างวันที่ 29 มี.ค. 62 ในฤดูแล้ง.....	207
ตาราง 53 แสดงจำนวนไมโครพาร์ติเคิลที่พบในหอยขม จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 7 พ.ค. 62 ในฤดูแล้ง	209

ตาราง 54 แสดงจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจากการเก็บตัวอย่างวันที่ 28 พ.ค. 62 ในฤดูแล้ง.....	210
ตาราง 55 แสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทั้งหมดจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน.....	211
ตาราง 56 แสดงค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ อุณหภูมิ และน้ำหนักของตะกอนดินในฤดูฝน.....	213
ตาราง 57 แสดงปริมาณสารอินทรีย์รวมในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน.....	215
ตาราง 58 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 ก.ย. 62 ในฤดูฝน.....	217
ตาราง 59 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 ต.ค. 62 ในฤดูฝน.....	219
ตาราง 60 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 พ.ย. 62 ในฤดูฝน.....	221
ตาราง 61 แสดงจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 ก.ย. 62 ในฤดูฝน.....	223
ตาราง 62 แสดงจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 ต.ค. 62 ในฤดูฝน.....	225
ตาราง 63 แสดงจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 พ.ย. 62 ในฤดูฝน.....	226
ตาราง 64 แสดงปริมาตรตะกอนดินที่ใช้ในการศึกษาไมโครพลาสติกจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน.....	227
ตาราง 65 แสดงจำนวนไมโครพลาสติกที่พบในหอยขม จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 ก.ย. 62 ในฤดูฝน.....	229

ตาราง 66 แสดงจำนวนไมโครพาร์ติเคิลที่พบในหอยขม จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 ต.ค. 62 ในฤดูฝน.....	230
ตาราง 67 แสดงจำนวนไมโครพาร์ติเคิลที่พบในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 พ.ย. 62 ในฤดูฝน.....	231



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพ 1 แผนที่บึงบอระเพ็ด.....	9
ภาพ 2 ตัวอย่างไมโครพลาสติกในรูปแบบชิ้นส่วน.....	19
ภาพ 3 ตัวอย่างไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นหรือเส้นใย.....	19
ภาพ 4 ตัวอย่างไมโครพลาสติกในรูปแบบทรงกลม.....	20
ภาพ 5 ตัวอย่างไมโครพลาสติกในรูปแบบฟิล์ม.....	20
ภาพ 6 ตัวอย่างไมโครพลาสติกในรูปแบบโฟม.....	21
ภาพ 7 ตัวอย่างสเปกตรากการจำแนกองค์ประกอบพอลิเมอร์พลาสติกชนิดพอลิเอธิลีน (PE) โดย FTIR.....	36
ภาพ 8 ตัวอย่างสเปกตรากการจำแนกองค์ประกอบพอลิเมอร์พลาสติกชนิดพอลิโพรไพเรลีน (PP) โดย FTIR.....	36
ภาพ 9 ตัวอย่างสเปกตรากการจำแนกองค์ประกอบพอลิเมอร์พลาสติกชนิดเซลลูโลส (Cellulose) โดย FTIR.....	37
ภาพ 10 ตัวอย่างสเปกตรากการจำแนกองค์ประกอบพอลิเมอร์พลาสติกชนิดพอลิสไตรีน (PS) โดย FTIR.....	37
ภาพ 11 ตัวอย่างสเปกตรากการจำแนกองค์ประกอบพอลิเมอร์พลาสติกชนิดใยฝ้าย (Cotton) โดย FTIR.....	38
ภาพ 12 ตัวอย่างสเปกตรากการจำแนกองค์ประกอบพอลิเมอร์พลาสติกชนิดพอลิอะครีลิค (Polyacrylic) โดย FTIR.....	38
ภาพ 13 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดิน.....	44
ภาพ 14 ความเป็นกรด - ด่างเฉลี่ยของน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด.....	62

ภาพ 15	ออกซิเจนละลายเฉลี่ยในน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด.....	62
ภาพ 16	อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด.....	63
ภาพ 17	การนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด	64
ภาพ 18	ของแข็งละลายเฉลี่ยในน้ำทั้งหมดจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด	64
ภาพ 19	ความขุ่นเฉลี่ยของน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด	65
ภาพ 20	ความโปร่งแสงเฉลี่ยของน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด.....	66
ภาพ 21	ของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยในน้ำทั้งหมดจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด	66
ภาพ 22	อินทรีย์วัตถุเฉลี่ยในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด.....	68
ภาพ 23	น้ำในตะกอนดินเฉลี่ยจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด	69
ภาพ 24	ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด.....	70
ภาพ 25	ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยเชิงพื้นที่ในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ในฤดูแล้งและฤดูฝน	71
ภาพ 26	ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในตะกอนดินเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ในฤดูแล้ง.....	73
ภาพ 27	ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในตะกอนดินเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ในฤดูฝน.....	75
ภาพ 28	รูปร่างไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดู ฝน	77
ภาพ 29	รูปร่างไมโครพลาสติกในตะกอนดินเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ในฤดูแล้งและฤดูฝน	81
ภาพ 30	สีไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน	84

ภาพ 31 สีไมโครพลาสติกในตะกอนดินเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน	88
ภาพ 32 ขนาดไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน	90
ภาพ 33 ขนาดไมโครพลาสติกในตะกอนดินเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน	94
ภาพ 34 สเปกตราจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง	97
ภาพ 35 สเปกตราจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างที่ไม่ใช่ไมโครพลาสติกในตะกอนดิน จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง	98
ภาพ 36 สเปกตราจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน	102
ภาพ 37 สเปกตราจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างที่ไม่ใช่ไมโครพลาสติกในตะกอนดิน จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน	103
ภาพ 38 ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน	104
ภาพ 39 ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน	105
ภาพ 40 ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง	109
ภาพ 41 ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน	112
ภาพ 42 รูปร่างไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน	114

ภาพ 43 รูปร่างไมโครพลาสติกในหอยขมเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน	117
ภาพ 44 สีไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน .	119
ภาพ 45 สีไมโครพลาสติกในหอยขมเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน	123
ภาพ 46 ขนาดไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน	125
ภาพ 47 ขนาดไมโครพลาสติกในหอยขมเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน	129
ภาพ 48 สเปกตร้าจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง	132
ภาพ 49 สเปกตร้าจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างที่ไม่ใช่ไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดของฤดูแล้ง.....	133
ภาพ 50 สเปกตร้าจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน	136
ภาพ 51 สเปกตร้าจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างที่ไม่ใช่พลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน	137
ภาพ 52 ไมโครพลาสติกกรุปรางเส้นใย.....	232
ภาพ 53 ไมโครพลาสติกกรุปรางเส้น.....	233
ภาพ 54 ไมโครพลาสติกกรุปรางแผ่น.....	234
ภาพ 55 ไมโครพลาสติกกรุปรางเศษชิ้นส่วน	235
ภาพ 56 บริเวณพื้นที่ศึกษา.....	236
ภาพ 57 การเก็บตัวอย่างตะกอนดินโดยใช้ Grab Sampler	237

ภาพ 58 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำในดิน	237
ภาพ 59 การวิเคราะห์เนื้อดินโดย Hydrometer method	238
ภาพ 60 การทำ Wet Peroxide Oxidation; WPO	238
ภาพ 61 การกรองตัวอย่าง.....	239
ภาพ 62 การจำแนกตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์.....	239



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาขยะเป็นปัญหาที่มีความสำคัญและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน โดยมีสาเหตุอันเนื่องมาจากหลากหลายประการด้วยกันเช่น การเพิ่มจำนวนของประชากร การขยายตัวของชุมชนเมืองและภาคอุตสาหกรรม รวมถึงการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ สังคมและเทคโนโลยี นอกจากนี้การจัดการขยะที่ไม่ได้มาตรฐานยังเป็นส่วนสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดการเพิ่มปริมาณของขยะซึ่งในปัจจุบันพบว่ายังมีการกำจัดขยะอย่างไม่ถูกวิธีอยู่มาก โดยขยะที่ไม่ได้รับการกำจัดอย่างถูกวิธีเหล่านี้ถือเป็นแหล่งกำเนิดของปัญหาด้านสภาพแวดล้อมและสุขภาพมนุษย์เช่น เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงและพาหะของโรค เป็นบ่อเกิดของโรค ก่อให้เกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญ ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพเป็นต้น โดยหนึ่งในประเภทขยะที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นและกำลังได้รับความสนใจในปัจจุบันคือขยะพลาสติก

ขยะพลาสติกคือวัสดุต่างๆ ที่มีองค์ประกอบเป็นพลาสติกที่ใช้แล้วถูกทิ้ง โดยพลาสติกเป็นวัสดุสังเคราะห์ที่ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางและมีแนวโน้มในการนำมาใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากมีต้นทุนในการผลิตต่ำ แต่เมื่อไม่ได้ใช้งานหรือไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้แล้วจะกลายเป็นขยะพลาสติก ซึ่งปริมาณขยะพลาสติกที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบันนั้นทำให้สังคมมนุษย์เกิดความตื่นตระหนก เนื่องด้วยในปัจจุบันนั้นพบหลักฐานทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับผลกระทบที่เป็นอันตรายอันเกิดจากผลิตภัณฑ์พลาสติกต่อสิ่งมีชีวิต โดยมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของการผลิตพลาสติกในศตวรรษที่ 21 จาก 200 ล้านตันในปี 2002 เป็น 311 ล้านตันในปี 2014 (Plastics Europe, 2015) สำหรับประเทศไทยติดอันดับ 1 ใน 10 ของประเทศที่มีขยะพลาสติกมากที่สุด ในทะเล (สุตา อธิธิสุภรณ์รัตน์, 2559) นอกจากนี้การแพร่กระจายของขยะพลาสติกในบางพื้นที่ยังมีปริมาณถึง 100,000 ชิ้นต่อลูกบาศก์เมตร (วงศ์ศิริ เข้มสวัสดิ์, 2559) ส่งผลให้ปัญหาการเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั่วโลกมีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากขึ้น ซึ่งปัญหาขยะพลาสติกจำนวนมากนั้นได้กลายเป็นต้นกำเนิดของพลาสติกขนาดเล็กหรือไมโครพลาสติก (microplastics)

ไมโครพลาสติกคืออนุภาคพลาสติกที่มีขนาดตั้งแต่ 1 นาโนเมตรถึง 5 มิลลิเมตร (Barnes, Galgani, Thompson, & Barlaz, 2009) ที่พบการแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมทางแหล่งน้ำ ทะเล

และชายฝั่งทั่วโลก ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ ระบบเศรษฐกิจ และสังคม เป็นตัวกลางในการนำสารพิษเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร ส่งผลกระทบต่อคาร์บอนของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตที่มีรูปแบบการกรอกกิน (Lusher, McHugh, & Thompson, 2013) ในไข่ปลาที่ได้รับสารพิษจากไมโครพลาสติกจะมีอัตราการฟักตัวที่ต่ำกว่าปกติ ตัวอ่อนจะมีขนาดเล็กลงหรือตอบสนองต่อสัญญาณเตือนทางเคมีในการระวังภัยลดลง (Lönstedt & Peter Eklöv, 2016) นอกจากนี้ไมโครพลาสติกยังมีคุณสมบัติในการดูดซับสารต่างๆ ได้ดี เมื่อสิ่งมีชีวิตบริโภคเข้าไปจะส่งผลให้เกิดการสะสมสารพิษในร่างกาย (bioaccumulation) เช่นสารเคมีในกลุ่มของ Persistent Organic Pollutants (POPs) ซึ่งเป็นสารเคมีที่ย่อยสลายได้ยากและมีความเป็นพิษสูง สารนี้สามารถถ่ายทอดเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้ายรวมถึงมนุษย์ได้รับสารพิษในปริมาณมาก (Cole et al., 2013) ในส่วนของผลกระทบต่อเศรษฐกิจพบว่าไมโครพลาสติกส่งผลกระทบต่อด้านการประมงและการท่องเที่ยว เนื่องจากพบว่าสัตว์น้ำมีการปนเปื้อนของสารพิษทำให้จำนวนและปริมาณการส่งออกของสัตว์เศรษฐกิจลดลง รวมถึงทำให้ภูมิทัศน์เสื่อมโทรม ส่งผลให้จำนวนนักท่องเที่ยวลดลง สำหรับด้านสังคมการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกก่อให้เกิดทัศนคติด้านลบต่อแหล่งน้ำ (วรงค์ศิริ เข็มสวัสดิ์, 2559) โดยในปัจจุบันการศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก ทั้งยังมุ่งเน้นการศึกษาในระบบนิเวศทางทะเลเป็นส่วนมาก (Rillig, 2012) ทำให้ยังขาดข้อมูลการปนเปื้อนในระบบนิเวศน้ำจืด (Wagner et al., 2014) ซึ่งระบบนิเวศน้ำจืดนั้นจัดเป็นแหล่งทรัพยากรที่มีความสำคัญทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นเส้นทางหลักของการแพร่กระจายการปนเปื้อนไมโครพลาสติกจากกิจกรรมบนบกลงสู่ทะเลและมหาสมุทร

โดยการวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในตะกอนดินและสัตว์หน้าดินกลุ่มหอยของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด โดยพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดนั้นจัดเป็นระบบนิเวศน้ำจืดที่มีความสำคัญ อุดมด้วยพืชและสัตว์นานาชนิด เป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำวัยอ่อนให้กับแม่เจ้าพระยา ภายในพื้นที่มีการประกอบกิจกรรมที่หลากหลายทั้งกิจกรรมจากชุมชน กิจกรรมนันทนาการ รวมถึงการทำประมง โดยการศึกษาในแหล่งน้ำผิวดินก่อนหน้านี้นพบว่าการปนเปื้อนของมนุษย์มีผลต่อปริมาณของไมโครพลาสติก (Wang, Ndungu, Li, & Wang, 2017) อีกทั้งยังเป็นเส้นทางหลักที่ทำให้ไมโครพลาสติกเกิดการปนเปื้อนเข้าสู่ระบบนิเวศน้ำจืด (วรงค์ศิริ เข็มสวัสดิ์, 2559) ด้านตะกอนดินถือเป็นแหล่งที่พบการสะสมของไมโครพลาสติกในทั่วโลก (Browne, Dissanayake, Galloway, Lowe, & Thompson, 2008) จึงสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การกักเก็บและสะสมของไมโครพลาสติกในระบบนิเวศแหล่งน้ำได้รวมถึงหอยซึ่งเป็นสัตว์หน้าดินชนิดหนึ่งที่อยู่อาศัยประจำถิ่นหรือยึดเกาะอยู่กับที่และมีการเคลื่อนย้ายในบริเวณจำกัด (ณัฐธิดา คลังกลาง และ

เรวดี โรจนกนันท์, 2554) มีลักษณะการดำรงชีวิตแบบกรงกินและครูดกิน จึงสามารถสะท้อนให้เห็นถึงการสะสมของไมโครพลาสติกในสภาพแวดล้อมที่ถูกสะสมหรือมีการปนเปื้อนเป็นเวลานานได้

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดินและหอยของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
2. เพื่อศึกษาสัดส่วนวิทยาของไมโครพลาสติกในตะกอนดินและหอยของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
3. เพื่อศึกษาชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในตะกอนดินและหอยของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

ขอบเขตของงานวิจัย

การศึกษาเรื่องการจำแนกไมโครพลาสติกในตะกอนดินและสัตว์หน้าดินกลุ่มหอยในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ มีขอบเขตการศึกษาดังนี้

1. ขอบเขตด้านพื้นที่การศึกษา
พื้นที่การศึกษาคือพื้นที่ชุมชน พื้นที่การเกษตร และพื้นที่ธรรมชาติของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์
2. ขอบเขตด้านเนื้อหาสาระ
 - 2.1 ศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในหน่วยขึ้นผ่านการนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอไมโครสโคป
 - 2.2 ศึกษาสัดส่วนวิทยาของไมโครพลาสติกผ่านการสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอไมโครสโคป
 - 2.3 ศึกษาชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกด้วยฟูเรียร์ ทรานฟอร์ม อินฟราเรท สเปกโตรมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared Spectrometer ; FT-IR)
3. ขอบเขตด้านระยะเวลาการศึกษา
ทำการศึกษาใน 2 ฤดูได้แก่ ฤดูแล้งและฤดูฝน ฤดูกาลละ 3 ครั้งแบ่งเป็น
 - 3.1 ฤดูแล้ง
 - ครั้งที่ 1 วันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2562
 - ครั้งที่ 2 วันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2562

- ครั้งที่ 3 วันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ. 2562

3.2 ฤดูฝน

- ครั้งที่ 1 วันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2562
- ครั้งที่ 2 วันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2562
- ครั้งที่ 3 วันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บึงบอระเพ็ด (Bueng Boraphet) เป็นบึงน้ำจืดที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ 3 อำเภอของจังหวัดนครสวรรค์ได้แก่ อำเภอเมืองนครสวรรค์ อำเภอท่าตะโก และอำเภอชุมแสง เดิมเป็นพื้นที่ราบลุ่ม มีคลองหลายสายไหลผ่าน สลับกับพื้นที่ที่เป็นหนองน้ำ และบึงขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่เช่น คลองบอระเพ็ด คลองตะโก คลองสายลำโพง คลองบอน เป็นต้น

2. ไมโครพาร์ติเคิล (Microparticle) ในการศึกษาครั้งนี้คือชิ้นส่วนที่มีขนาดตั้งแต่ 1 นาโนเมตรถึง 5 มิลลิเมตร ที่ปนเปื้อนอยู่ในตัวอย่างที่ทำการศึกษา โดยมียังประกอบทั้งที่เป็นพลาสติกและไม่ใช่พลาสติก

3. ไมโครพลาสติก (Microplastic) คือชิ้นส่วนพลาสติกที่มีขนาด 1 นาโนเมตรถึง 5 มิลลิเมตร ซึ่งในปัจจุบันเป็นสิ่งที่เริ่มก่อให้เกิดความกังวลต่อสิ่งแวดล้อมจากไมโครพลาสติกเหล่านี้ที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ ทั้งในกรณีเป็นตัวนำสารพิษเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร การเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ และการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต

4. ตะกอนดิน (Sediment) คืออินทรีย์วัตถุหรืออนินทรีย์วัตถุที่มีขนาดเล็กเช่น กรวด หิน ดิน ทราย ที่เกิดจากกระบวนการสลายตามธรรมชาติ ถูกพัดพาปะปนกับกระแสน้ำ และทับถมกันบริเวณด้านล่างที่กระแสน้ำไหลผ่าน ตะกอนมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับสิ่งปะปนในกระแสน้ำนั้น ๆ เช่น ดิน หิน ทราย หรือตะกอนที่เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลาย ลักษณะเป็นสีคล้ำ มีความหยุ่นเรียกว่าโคลน อีกความหมายหนึ่งคืออนุภาคที่แยกตัวออกมาจากสารละลายเมื่อทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง

5. สัตว์หน้าดิน (Benthic Fauna) คือสิ่งมีชีวิตประเภทสัตว์ที่อาศัยอยู่บนหรือฝังตัวตามพื้นท้องน้ำหรือพื้นทะเล ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสัตว์จำพวกที่ไม่มีกระดูกสันหลังมีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำหลายประการด้วยกันเช่น การเป็นอาหารของสัตว์น้ำเช่น Copepods และ Tanaidacea ความซุกซุ่มและมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินจึงเป็นดัชนีบอกความอุดมสมบูรณ์ของ

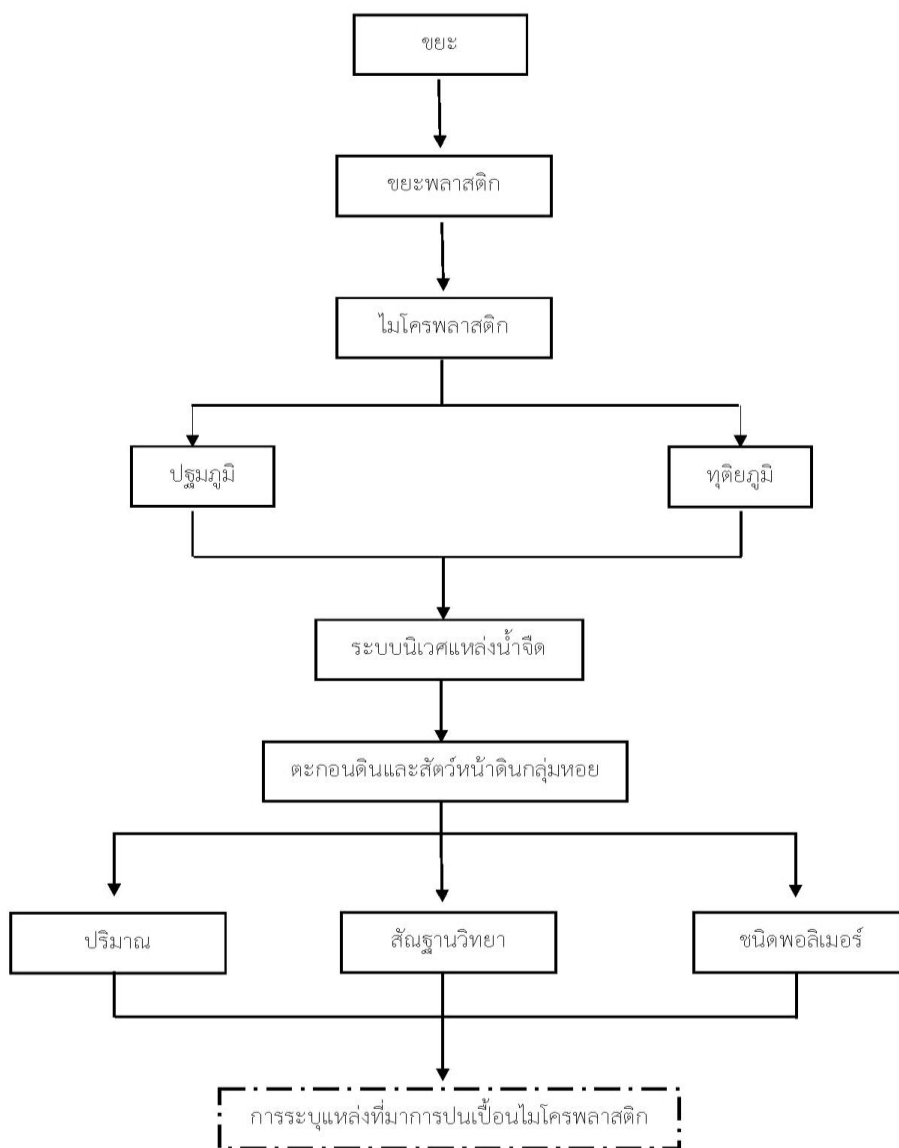
แหล่งน้ำได้ โดยมีบทบาทสำคัญต่อการหมุนเวียนของสารอาหารที่สะสมอยู่ในตะกอนดินกลับสู่มวลน้ำ สัตว์หน้าดินที่ดำรงชีพด้วยการฝังตัวอยู่ในตะกอนดิน จะกวาดตะกอนดินช่วยให้ออกซิเจนสามารถแพร่ลงสู่ตะกอนดินได้ลึก ลดการเน่าเสียของตะกอนดินได้และที่สำคัญในปัจจุบันนิยมใช้สัตว์หน้าดินซึ่งถึงมลภาวะในแหล่งน้ำกันอย่างแพร่หลาย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงระดับการปนเปื้อน สัมฐานวิทยา และชนิดพอลิเมอร์ของโครงสร้างไมโครพลาสติกในตัวอย่างตะกอนดินและหอย
2. ทราบถึงแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกในตะกอนดินและหอย
3. ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจัดการพื้นที่ เพื่อให้เกิดการรณรงค์และป้องกันการเกิดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำได้



กรอบการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การจำแนกไมโครพลาสติกในตะกอนดินและสัตว์หน้าดินกลุ่มหอย ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. บึงบอระเพ็ด
2. ขยะพลาสติก
3. ไมโครพลาสติก
4. ตะกอนดินและความสำคัญทางนิเวศวิทยา
5. สัตว์หน้าดินและสัตว์หน้าดินกลุ่มหอยและหมึก (Mollusca)
6. หลักการและทฤษฎีในการศึกษาไมโครพลาสติก
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บึงบอระเพ็ด

บึงบอระเพ็ดเป็นระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำที่ใหญ่ที่สุดของภาคเหนือตอนล่าง ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง อำเภอชุมแสง และอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 20 เมตร บนเส้นรุ้งที่ 15 องศา 40 ลิปดาถึง 15 องศา 45 ลิปดาเหนือและเส้นแวงที่ 100 องศา 10 ลิปดาถึง 100 องศา 23 ลิปดาตะวันออก (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2546) (ดังภาพ 1) มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 132,737 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่รับน้ำประมาณ 2.75 ล้านไร่ หรือ 4,400 ตารางกิโลเมตร ระดับความลึกเฉลี่ยของน้ำในบึงประมาณ 1.6 เมตร โดยระดับน้ำจะต่ำสุดในเดือนสิงหาคมและสูงสุดในเดือนตุลาคม บึงและบริเวณโดยรอบประกอบด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำ 5 ประเภทได้แก่

1. บึง อยู่ตอนกลางของพื้นที่มีลักษณะเป็นหนองน้ำขนาดใหญ่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 20 เมตร
2. ที่ลุ่มชื้นแฉะ อยู่รอบๆ บึงบอระเพ็ดเป็นพื้นที่ที่มีน้ำขัง มีพืชน้ำขึ้นและเป็นแหล่งสะสมของตะกอน

3. บริเวณเกาะ เป็นพื้นดินที่อยู่ภายในบึงมีพืชพรรณลักษณะคล้ายคลึงกับบนบก ในฤดูแล้งบริเวณนี้จะแห้งส่วนในฤดูฝนจะถูกน้ำท่วมทั้งหมดหรือบางส่วน

4. บริเวณป่าพรุและป่าละเมาะ อยู่ริมขอบบึง มีน้ำท่วมในฤดูฝน มีชนิดพืชพรรณที่สำคัญๆ อยู่หลายชนิด

5. บริเวณทุ่งนารอบๆ บึง ในฤดูฝนจะนิยมปลูกข้าว ส่วนในฤดูแล้งอาจปลูกพืชไร่ โดยบริเวณนี้น้ำจะท่วมหรือแล้งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่กักเก็บ ซึ่งโดยปกติในฤดูฝนจะถูกน้ำท่วม ส่วนในฤดูแล้งจะค่อนข้างแห้งแล้ง

ด้านความหลากหลายทางชีวภาพของบึงบอระเพ็ดพบว่า มีความสมบูรณ์และมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง โดยพบว่าในบึงบอระเพ็ดมีพรรณพืชต่างๆ 120 ชนิด พบปลา 20 ครอบครัว 54 ชนิด พบนกซึ่งเป็นนกประจำถิ่นและนกอพยพมากกว่า 290 ชนิด นอกจากนี้ยังพบแมลงศัตรูพืช 44 ชนิด แมลงศัตรูสัตว์ 22 ชนิด (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2546) แต่เนื่องจากในปัจจุบันสภาพแวดล้อมในบึงเสื่อมสภาพลงเช่น มีวัชพืชมากมาย บางส่วนของวัชพืชเน่าตายและจมลงทำให้บึงบอระเพ็ดตื้นเขิน ทำให้เสียสภาพเหมาะสมแก่สัตว์น้ำ จึงทำให้พันธุ์ปลาน้ำจืดมีจำนวนลดลงทั้งชนิดและปริมาณ (ทศวลี ผึ้งศรีใส, 2553)

ด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่า มีสภาพการใช้ที่ดินในพื้นที่อย่างหลากหลาย โดยใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุดประมาณ 76,662 ไร่ของพื้นที่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 76,273 ไร่ รองลงมาคือพื้นที่บ่อเลี้ยงปลาประมาณ 194 ไร่ และพื้นที่พืชไร่ประมาณ 193 ไร่ ตามลำดับ ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจกรรมประเภทอื่นๆ นอกเหนือจากการเกษตรกรรมได้แก่ เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำและพื้นที่น้ำประมาณ 33,612 ไร่, พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างประมาณ 7,481 ไร่ และพื้นที่ป่าไม้ประมาณ 735 ไร่ โดยพื้นที่ลุ่มน้ำและพื้นที่น้ำแบ่งออกเป็นพื้นที่ผิวน้ำของบึงประมาณ 21,272 ไร่, พื้นที่เบ็ดเตล็ดประมาณ 13,974 ไร่, พื้นที่นาบัวหรือวัชพืชประมาณ 8,815 ไร่, พื้นที่เกาะประมาณ 1,742 ไร่, แม่น้ำ ลำคลองประมาณ 1,257 ไร่, ป่าไม้ประมาณ 735 ไร่ และแหล่งน้ำอื่นๆ ประมาณ 70 ไร่ตามลำดับ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2546)

ด้านสภาพปัญหาภายในบึงบอระเพ็ดนั้นพบว่า ส่วนใหญ่แล้วเป็นปัญหาที่เกิดจากมนุษย์ นั่นก็คือพฤติกรรมกรบกรุก ครอบครองพื้นที่ของราษฎรเป็นหลัก ซึ่งก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติขึ้น โดยทำให้เกิดการทำลายทรัพยากรเป็นผลให้บึงเกิดความเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว และยังเป็นการทำลายทัศนียภาพอันงดงามอีกด้วย หรือแม้กระทั่งการลักลอบเข้าไปจับสัตว์น้ำและนกน้ำในเขตพื้นที่หวงห้าม ทำให้ทั้งจำนวนและชนิดสายพันธุ์ลดลง บางชนิดถึงขั้นสูญพันธุ์ นอกจากนี้อีกหนึ่งสาเหตุของปัญหาในบึงบอระเพ็ดนั้นมาจากธรรมชาติ โดยก่อปัญหาใน

หลายๆ รูปแบบคือ ปัญหาการตื่นเงินโดยบึงบอระเพ็ดประกอบด้วยลำน้ำสาขามากมาย ซึ่งลำน้ำเหล่านี้ถือเป็นตัวการหลักที่ทำให้เกิดการพัดพาของตะกอนจากแม่น้ำเหล่านั้นลงสู่บึง ทำให้บึงเกิดความตื่นเงิน อายุของแหล่งน้ำเพิ่มมากขึ้น กักเก็บน้ำได้ลดลง นอกจากนี้อีกหนึ่งรูปแบบของปัญหาที่มีสาเหตุจากธรรมชาตินั้นก็คือ ปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่รอบบึงซึ่งมีสาเหตุจากปริมาณฝนที่มากเกินไป มีการระบายน้ำลงสู่แม่น้ำไม่ทัน ทำให้น้ำในลำน้ำสาขาของบึงเกิดการเอ่อล้นท่วมพื้นที่เพาะปลูกรอบบึง (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2546)



ภาพ 1 แผนที่บึงบอระเพ็ด

ที่มา: ดัดแปลงจาก Netpae (2009)

ขยะพลาสติก

ขยะพลาสติกคือ วัสดุต่างๆ ที่เป็นพลาสติกที่ใช้แล้วถูกทิ้งเป็นขยะพลาสติก บางส่วนจะมีการนำกลับมาใช้ซ้ำในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป อีกส่วนหนึ่งที่ไม่ถูกนำกลับมาใช้ซ้ำจะถูกนำไปกำจัดโดยวิธีการต่างๆ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะประกอบด้วยของใช้ในชีวิตรประจำวันเช่น ถุง ขวด ภาชนะใส่อาหาร และวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อรวมทั้งผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเช่น สายรัด, แผ่นพลาสติก, หมวกนิรภัย และเครื่องมือประมงเช่น แห อวน ลอบ

1. ข้อมูลพื้นฐานพลาสติก

พลาสติกคือ วัสดุที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นจัดเป็นสารประกอบพอลิไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยโมเลกุลซ้ำๆ กันต่อกันเป็นโมเลกุลสายยาวๆ ประกอบด้วยธาตุสำคัญคือ

คาร์บอน, ไฮโดรเจน และออกซิเจน นอกจากนี้ยังมีธาตุอื่นๆ เป็นส่วนประกอบย่อยซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน, ฟลูออรีน, คลอรีน และกำมะถัน เป็นต้น ซึ่งเมื่อเติมสารบางอย่างลงไปจะทำให้พลาสติกมีคุณสมบัติพิเศษเช่น แข็งแกร่งทนความร้อน ลื่น และยืดหยุ่น (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557)

2. ประเภทของพลาสติก

พลาสติกสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ เทอร์โมเซตติง (thermosetting) และ เทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557) โดยรายละเอียดของพลาสติกแต่ละชนิดมีดังต่อไปนี้

2.1 เทอร์โมเซตติง (thermosetting)

พลาสติกประเภทนี้จะมีรูปร่างที่ถาวรเมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิต พอลิเมอร์ประเภทนี้จะมีโครงสร้างโมเลกุลของสายโซ่พอลิเมอร์เป็นแบบเส้นตรงหรือแบบกิ่งสั้นๆ สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายบางชนิด เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว และหลอมเหลวเป็นของเหลวหนืด เนื่องจากโมเลกุลของพอลิเมอร์ที่พันกันอยู่สามารถเคลื่อนที่ผ่านกันไปได้ง่ายขึ้นเมื่อได้รับความร้อนและเมื่อเย็นตัวลงก็จะแข็งตัว ซึ่งการหลอมเหลวและเย็นตัวนี้สามารถเกิดกลับไปกลับมาได้โดยไม่ทำให้สมบัติทางเคมีและทางกายภาพ หรือโครงสร้างของพอลิเมอร์เปลี่ยนแปลงมากนักเช่น เมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์ (melamineformaldehyde), ฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ (phenolformaldehyde), อีพ็อกซี (Epoxy) และพอลิเอสเธอร์ (polyester) เป็นต้น

2.2 เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic)

พลาสติกประเภทนี้เมื่อได้รับความร้อนหรือความดันระหว่างกระบวนการขึ้นรูปจะเปลี่ยนแปลงสถานะทางกายภาพ โดยเมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนนุ่มและเมื่อเย็นลงจะแข็งตัวโดยที่โครงสร้างทางเคมีจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ยังเป็นพอลิเมอร์ตัวเดิม อีกประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์จะเกิดการเปลี่ยนรูป โดยส่วนที่มีการเปลี่ยนรูปนั้นจะมีรายละเอียดแตกต่างกันออกไป โดยที่บางส่วนจะมีการเปลี่ยนรูปของมวลโมเลกุลและการกระจายตัวของมวลโมเลกุลเอง บางส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของสายพอลิเมอร์อื่นและบางส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบออกซิเจน (Oxygenated Compounds) หรือเกิดการไม่อิมมิดในตัวโซ่พอลิเมอร์ โดยการเปลี่ยนแปลงนี้จะทำให้ผลึกของพอลิเมอร์ (Crystallinity) เปลี่ยนแปลงไป หากมีการนำมารีไซเคิลจะทำให้พอลิเมอร์เกิดการลดคุณค่า (Downcycling)

3. พลาสติกที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

สามารถแบ่งประเภทของพลาสติกที่นิยมใช้ในปัจจุบัน (ศุภพร แสงกระจ่าง, ปีพมา พลอยสว่าง และ ปริณดา พรหมหิตาธร, 2556) ได้ดังนี้

3.1 พอลิเอธิลีน (Polyethylene : PE)

มีลักษณะขุ่นและทนความร้อนได้พอสมควร โปร่งแสง น้ำซึมผ่านได้เล็กน้อย แต่อากาศผ่านเข้าออกได้ ยืดตัวได้ มีความเหนียว ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้าเป็นพลาสติกที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเช่นท่อน้ำ ถัง ถู ขวด แผ่นรองรับสินค้า ทั้งยังนิยมนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ชิ้นส่วนแบตเตอรี่ ขวดใส่สารเคมี และขวดใส่น้ำ เป็นต้น

3.2 พอลิโพรไพลีน (Polypropylene : PP)

เป็นพลาสติกที่ใส่น้ำซึมผ่านได้เล็กน้อย แข็ง และทึบแสงกว่าพอลิเอธิลีน ทนต่อสารไขมันและความร้อนสูง มีลักษณะขาวขุ่น สามารถลอยน้ำได้ ลักษณะอื่นๆ คล้ายกับพอลิเอธิลีน ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพอลิโพรไพลีนได้แก่ แผ่นพลาสติก, ถังพลาสติกบรรจุอาหารที่ทนร้อน, หลอดดูดพลาสติก, ปกแฟ้มเอกสาร, กล่องและตลับเครื่องสำอาง, อุปกรณ์ทางการแพทย์, กระสอบข้าว และถุงบรรจุปุ๋ย เป็นต้น

3.3 พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride : PVC)

เป็นพลาสติกที่ใส่น้ำและอากาศซึมผ่านได้พอควร และป้องกันไขมันได้ดี มีลักษณะใส มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่ติดไฟ เป็นได้ทั้งของแข็งคงรูปและอ่อนนุ่ม สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายเช่น ใช้ทำขวดบรรจุน้ำมันและไขมันปรุงอาหาร ขวดบรรจุเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ใช้ทำแผ่นพลาสติก หนึ่งเทียมสำหรับหุ้มเบาะเก้าอี้ ท่อน้ำ อ่างน้ำ ประตู และหน้าต่าง เป็นต้น

3.4 พอลิเอธิลีน เทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate : PET)

เป็นพลาสติกชนิดเทอร์โมพลาสติกที่ผลิตขึ้นได้จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างเอธิลีนไกลคอลกับไดเมทิลเทเรฟทาเลต หรือระหว่างเอธิลีนไกลคอลกับกรดเทเรฟทาลิก มีลักษณะเหนียวมาก โปร่งใส ราคาแพง ส่วนมากใช้ในกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มบางสำหรับบรรจุอาหาร

3.5 พอลิสไตรีน (Polystyrene: PS)

เป็นพลาสติกที่มีลักษณะโปร่งใส เปราะแตกง่าย ทนต่อกรดและด่าง ใช้น้ำและอากาศซึมผ่านได้พอควร ใช้ทำชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องใช้สำนักงาน เป็นต้น

3.6 พอลิคาร์บอเนต (Polycarbonate)

เป็นพลาสติกที่มีลักษณะโปร่งใส แข็งมาก ทนแรงยึดและแรงกระแทกได้ดี ทนความร้อนสูง ทนกรดแต่ไม่ทนด่าง นิยมใช้ทำถ้วย จาน ชาม ขวดนมเด็ก และขวดบรรจุอาหารเด็ก อีกทั้งยังทนต่อการขีดข่วนได้ดีจึงมักใช้ทำผลิตภัณฑ์แทนแก้วหรือกระจก

3.7 ไนลอน (Nylon)

เป็นพลาสติกที่มีความเหนียวมาก ทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดี มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า มีสีขาวขุ่นโปร่งแสง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไนลอนเช่น แผ่นแลมินเนตสำหรับทำถุงพลาสติกบรรจุอาหารแบบสุญญากาศ ใช้ทำเสื้อผ้า เชือก เฟืองเกียร์

3.8 เมลามีนฟอรัมาลดีไฮด์ (Melamine Formaldehyde)

เป็นพลาสติกที่มีสมบัติทางเคมีคือทนแรงดัน แรงกระแทก ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยทนความร้อนได้ถึง 140 องศาเซลเซียส และทนปฏิกิริยาเคมีได้ดี เมลามีนนั้นนิยมนำมาใช้ผลิตภาชนะบรรจุอาหารหลายชนิดได้แก่ จาน ชาม ถ้วยกาแฟ เครื่องใช้ภายในครัวมีทั้งที่เป็นสีเรียบและลวดลายสวยงาม

4. สารประกอบในพลาสติกที่เป็นอันตราย

4.1 สารพทาเลท

เป็นพลาสติกไซเซออร์ที่เติมลงไปเพื่อทำให้พลาสติกมีความอ่อนนุ่มและสามารถยืดหยุ่น เป็นสารที่มีลักษณะหน้าที่คล้ายฮอร์โมน จึงมีผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรง โดยจะไปรบกวนการทำงานของฮอร์โมนตามธรรมชาติ (Endocrine disruption) โดย IARC ได้จัดให้สารพทาเลทเป็นสารก่อมะเร็งกลุ่ม 2B (Possible carcinogen) คือสารที่อาจทำให้เกิดมะเร็งในคนได้

4.2 สารไวนิล คลอไรด์

นิยมใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตเม็ดพลาสติก มีสถานะแก๊ส ไม่มีสี ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแก๊สที่อัดอยู่ในรูปของเหลว (compressed liquefied gas) นิยมใช้ทำท่อน้ำ สายไฟฟ้า ของเด็กเล่นชนิดเป่าลมและเฟอร์นิเจอร์ โดย IARC ได้จัดให้สารไวนิล คลอไรด์เป็นสารก่อมะเร็งในกลุ่ม 1 เนื่องจากเป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็งตับชนิด angiosarcoma

4.3 สารสไตรีน

เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน โดยเป็นสารที่ส่งผลอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลางและระบบเม็ดเลือด เนื่องจากสารสไตรีนเป็นสารที่ละลายในน้ำมันและแอลกอฮอล์ อีกทั้งยังทำปฏิกิริยากับความร้อน IARC จึงได้จัดให้สารสไตรีนเป็นสารก่อมะเร็งในกลุ่ม 2B

4.4 สารบิสฟีนอล เอ

เป็นสารที่ทำหน้าที่คล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน สามารถรบกวนการทำงานของฮอร์โมนธรรมชาติ (Endocrine disruption) โดยการทดลองในระดับเซลล์และสัตว์ทดลองพบว่าทำให้เกิดมะเร็งเต้านมและมะเร็งต่อมลูกหมาก แต่ยังไม่สรุปว่าเป็นสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งในคน IARC จึงจัดให้สารบิสฟีนอล เอ เป็นสารก่อมะเร็งในกลุ่ม 2B

4.5 สารฟอร์มัลดีไฮด์

นิยมใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตพลาสติกเมลามีน ซึ่งสารนี้สามารถหลอมละลายและถูกปลดปล่อยออกมาได้ภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวได้ (Zhang, Steinmaus, Eastmond, Xin, & Smith, 2009) IARC จึงทำการระบุว่าสารฟอร์มัลดีไฮด์ จัดเป็นสารก่อมะเร็งในกลุ่ม 1

ตาราง 1 แสดงตัวอย่างสารประกอบในพลาสติกที่เป็นอันตราย

ชนิดของพลาสติก	สารที่เป็นอันตราย	ความเป็นพิษ
พีวีซี	พทาเลท	เป็นสารที่เมื่อมีการสะสมในร่างกายจะก่อให้เกิดอาการพิษชนิดเรื้อรัง อาจเป็นผลให้ปอดเกิดการตกเลือด ตับโต
	ไวนิล คลอไรด์	1. อาการพิษชนิดเฉียบพลัน ในลักษณะต่างๆ มีผลต่อระบบประสาทเช่น วิงเวียน ปวดศีรษะ ส่งผลต่อการได้ยินและการมองเห็น 2. อาการพิษชนิดเรื้อรัง ทำให้เกิดความผิดปกติทางระบบประสาท การทำงานของตับ
พอลิสไตรีน	สไตรีน	1. อาการพิษชนิดเฉียบพลัน เช่น ระคายเคืองผิวหนังและระบบทางเดินหายใจ 2. อาการพิษชนิดเรื้อรัง ส่งผลต่อระบบประสาท การเคลื่อนไหวและการทรงตัวไม่ดี ความจำเสื่อม สมารถสั้น ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง
เมลามีน	ฟอร์มัลดีไฮด์	1. อาการพิษชนิดเฉียบพลัน เช่น ก่อให้เกิดการระคายเคืองของระบบทางเดินหายใจส่วนต้น และก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง 2. อาการพิษชนิดเรื้อรัง โดยอาจเป็นสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง

ที่มา: ศุภิพร แสงกระจ่าง และคณะ, 2556

ไมโครพลาสติก (Microplastic)

ไมโครพลาสติกโดยทั่วไปแล้วถูกจำแนกเป็นขยะพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร (Arthur, Baker, & Bamford, 2009) โดยสามารถอธิบายและจำแนกประเภทได้จากหลากหลายปัจจัยและตัวแปร (Wagner et al., 2014) เช่นการจำแนกตามแหล่งที่มาหลัก, ตามพื้นที่ที่พบการสะสม, ตามการใช้ประโยชน์, ขนาด, รูปร่าง (เช่น เศษชิ้นส่วน หรือเส้นใย) และลักษณะองค์ประกอบของพอลิเมอร์ เป็นต้น

1. ประเภทของไมโครพลาสติก

1.1 แบ่งตามแหล่งที่มาหลัก

สามารถแบ่งประเภทไมโครพลาสติกตามแหล่งที่มาหลักได้เป็น 2 ประเภท (Cole, Lindeque, Halsband, & Galloway, 2011) ดังต่อไปนี้

1.1.1 ไมโครพลาสติกชนิดปฐมภูมิ

ไมโครพลาสติกชนิดปฐมภูมิคือ ไมโครพลาสติกที่ถูกผลิตให้มีขนาดเล็กลงมาตั้งแต่ต้นเช่น เม็ดพลาสติกที่เป็นวัสดุตั้งต้นในการผลิตพลาสติก (plastic pellet) หรือเม็ดพลาสติกที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด (plastic scrub) เป็นต้น โดยในส่วนของเม็ดพลาสติกที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดนั้นพบว่า ในสมัยก่อนเป็นส่วนผสมจากธรรมชาติ แต่ในภายหลังได้มีการเปลี่ยนมาเป็นพลาสติกแทน โดยเม็ดพลาสติกเหล่านี้จะมีรูปร่าง ขนาด และองค์ประกอบแตกต่างกันออกไป โดยส่วนมากแล้วขนาดของพลาสติกที่เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดนั้นจะมีขนาดเล็กกว่า 0.5 มิลลิเมตรลงไป โดยในบางชนิดอาจเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร (Cole et al., 2011) ไมโครพลาสติกประเภทนี้สามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมทางแหล่งน้ำได้โดยตรง จากการทิ้งของเสียจากบ้านเรือนสู่อ่างน้ำในกรณีของเม็ดพลาสติกที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด หรือไมโครพลาสติกรูปแบบเส้นใยจากเสื้อผ้าใยสังเคราะห์ที่หลุดออกมาระหว่างกระบวนการซักล้างทำความสะอาดเสื้อผ้า และปนเปื้อนออกมากับทิ้งน้ำ

1.1.2 ไมโครพลาสติกชนิดทุติยภูมิ

ไมโครพลาสติกชนิดทุติยภูมิคือ ไมโครพลาสติกที่เกิดจากการแตกหักของพลาสติกชนิดต่างๆ ที่มีขนาดใหญ่ ด้วยกระบวนการต่างๆ ทั้งจากกระบวนการทางกายภาพ เคมี และชีวภาพเกิดการสะสมของพลาสติกเหล่านั้นในสิ่งแวดล้อม และด้วยระยะเวลาที่นานขึ้นพลาสติกเหล่านั้นอาจได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ทำให้เกิดการแตกหักย่อยสลายที่เพิ่มมากขึ้นจากพลาสติกขนาดใหญ่กลายเป็นพลาสติกที่มีขนาดเล็กลงเรื่อยๆ และหากมีการสะสมในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน จะเป็นการเพิ่มโอกาสการเข้าไปสะสมยังห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิต (Cole et al., 2011) ได้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากขนาดที่เล็กมากๆ จนไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งในระหว่างกระบวนการแตกหักย่อยสลายของพลาสติกนั้น จะทำให้สารแต่งเติมในพลาสติกหลุดออกจากพลาสติก ส่งผลให้โครงสร้างของพลาสติกเกิดการแตกตัวจนมีขนาดที่เล็กมาก อีกทั้งยังอาจมีการปลดปล่อยสารประกอบที่เป็นพิษในตัวพลาสติกเองออกมาอีกด้วย นอกจากพลังงานจากแสงอาทิตย์ยังมีกระบวนการหลักอื่นๆ ที่ทำให้เกิดไมโครพลาสติกเช่น พลังงานจากคลื่น การฉีกหรือบดพลาสติกของสิ่งมีชีวิต (Andrady, 2011; Barnes et al., 2009; Moore, 2008)

1.2 แบ่งตามรูปร่าง สี และขนาด

สามารถแบ่งประเภทไมโครพลาสติกตามรูปร่าง สี และขนาด (Peng et al., 2017) ได้ดังนี้

1.2.1 รูปร่าง การจัดแบ่งกลุ่มของไมโครพลาสติกตามรูปร่าง สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มได้แก่เส้นใย เศษชิ้นส่วน และเม็ดกลม

1.2.2 สี การจัดแบ่งกลุ่มของไมโครพลาสติกตามสี สามารถแบ่งได้เป็น 6 กลุ่มได้แก่

- 1) กลุ่มสีฟ้า ประกอบด้วยสีฟ้าเข้ม สีฟ้าอ่อน สีเขียวเข้ม และสีเขียวอ่อน
- 2) กลุ่มสีดำ ประกอบด้วยสีดำ สีใส สีเทา และดำปนขาว
- 3) กลุ่มสีเหลือง ประกอบด้วยสีส้ม และสีน้ำตาล
- 4) กลุ่มสีโปร่งใส ได้แก่อนุภาคที่ไม่มีสี
- 5) กลุ่มสีขาว ได้แก่อนุภาคสีขาว โดยไม่รวมอนุภาคสีโปร่งใส
- 6) กลุ่มสีแดง ประกอบด้วยสีชมพู และสีม่วง

1.2.3 ขนาด การจัดแบ่งกลุ่มของไมโครพลาสติกตามขนาด สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่

- 1) ไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large Microplastics, LMP) ขนาดตั้งแต่ 1 ถึง 5 มิลลิเมตร
- 2) ไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small Microplastics, SMP) ขนาดตั้งแต่ 1 มิลลิเมตรถึง 1 ไมโครเมตร

2. แหล่งที่มาหลักของไมโครพลาสติก

แหล่งที่มาของไมโครพลาสติกที่ถูกปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม (Kershaw & Rochman, 2015) สามารถจำแนกได้ดังนี้

2.1 แบ่งตามกิจกรรม

สามารถจำแนกถึงแหล่งที่มาหลักของไมโครพลาสติกทั้งชนิดปฐมภูมิและทุติยภูมิจากการประกอบกิจกรรมประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

2.1.1 แหล่งที่มาของไมโครพลาสติกชนิดปฐมภูมิ

- 1) อุตสาหกรรมผลิตพลาสติกได้แก่ เม็ดเรซินพลาสติก ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมทางน้ำเสีย แม่น้ำ และบริเวณชายฝั่ง
- 2) ครัวเรือนได้แก่ ผลิตภัณฑ์ดูแลส่วนบุคคล (Personal care and cosmetic products, PCCPs) , เวชสำอางค์ และเส้นใยสิ่งทอจากเสื้อผ้า จะถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยการปนเปื้อนออกมากับน้ำเสีย
- 3) การทำความสะอาดเรือ ตัวถัง และอาคารได้แก่ ผงขัด ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมทางน้ำเสีย และแม่น้ำ
- 4) การบรรจุหีบห่อได้แก่ ผงสำหรับฉีดแม่พิมพ์ และผงสำหรับการพิมพ์แบบสามมิติ ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมทางน้ำเสีย และแม่น้ำ

2.1.2 แหล่งที่มาของไมโครพลาสติกชนิดทุติยภูมิ

- 1) อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวได้แก่ การแตกหักของบรรจุภัณฑ์, สินค้าในครัวเรือนและเครื่องอุปโภคบริโภค ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมทางน้ำเสีย แม่น้ำ ชายฝั่ง และบรรยากาศ
- 2) อาหารและเครื่องดื่มได้แก่ การแตกหักของบรรจุภัณฑ์ประเภทใช้ครั้งเดียว ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมทางน้ำเสีย แม่น้ำ ชายฝั่ง และบรรยากาศ
- 3) ธุรกิจค้าปลีกและครัวเรือนได้แก่ การแตกหักของบรรจุภัณฑ์, สินค้าในครัวเรือน และเครื่องอุปโภคบริโภค ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมทางน้ำเสีย แม่น้ำ และชายฝั่ง
- 4) การคมนาคมทางบกได้แก่ ฝุ่นผงจากยางรถยนต์ ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมทางน้ำเสียและแม่น้ำ
- 5) การรีไซเคิลพลาสติกได้แก่ การเตรียมวัสดุก่อนการนำมารีไซเคิล, การแตกหักของบรรจุภัณฑ์ในครัวเรือน และเครื่องอุปโภคบริโภค ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมทางน้ำเสียและแม่น้ำ
- 6) การก่อสร้างได้แก่ การแตกหักของพลาสติกชนิดเทอร์โมเซตและบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมทางน้ำเสีย แม่น้ำ และชายฝั่ง
- 7) เกษตรกรรมได้แก่ การแตกหักของแผ่นฟิล์ม กระจ่าง และท่อ ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมทางแม่น้ำ ชายฝั่ง และบรรยากาศ

2.1.3 แหล่งที่มาของไมโครพลาสติกทั้งชนิดปฐมภูมิและทุติยภูมิ

การซ่อมบำรุงและรีออลนเรือ ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมผ่านกระบวนการขัดเพื่อทำความสะอาดตัวเรือก่อนการทาสีใหม่ โดยใช้วิธีการเป่าด้วยอากาศโดยใช้เม็ดทราย หรือในบางกรณีจะใช้เป็นเม็ดพลาสติก (Browne, Galloway, & Thompson, 2007) ซึ่งทำให้มีโอกาสที่จะเกิดการปลดปล่อยไมโครพลาสติกทั้ง 2 ชนิดออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ โดยผงขัดคือไมโครพลาสติกชนิดปฐมภูมิ และการหลุดร่อนของสีคือไมโครพลาสติกชนิดทุติยภูมิ

2.2 แบ่งตามรูปแบบ

โดยทั่วไปแล้วสามารถจำแนกแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกตามลักษณะรูปแบบต่างๆ ที่พบได้ (Free et al., 2014) โดยมีรายละเอียดดังนี้

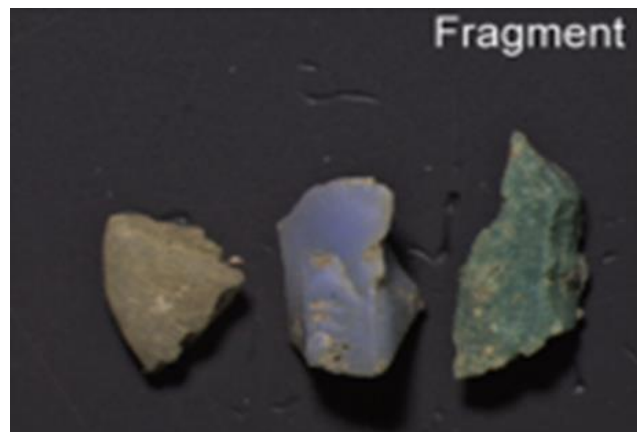
2.2.1 รูปแบบเศษชิ้นส่วน เป็นพลาสติกที่มีความแข็ง พื้นผิวมีลักษณะขรุขระ ส่วนใหญ่มีแหล่งที่มาจากขวดที่มีความแข็งและเหนียว

2.2.2 รูปแบบเส้นหรือเส้นใย เป็นพลาสติกที่มีลักษณะบางหรือเป็นเส้นเหยียดตรง ส่วนใหญ่มีแหล่งที่มาจากสายเบ็ดหรืออวนในการทำประมง รวมถึงจากเสื้อผ้าและสิ่งทอ

2.2.3 รูปแบบทรงกลม เป็นพลาสติกที่มีลักษณะแข็งและกลม ส่วนใหญ่มีแหล่งที่มาจากเม็ดเรซินบริสุทธิ์ รวมถึงผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิวหน้า

2.2.4 รูปแบบฟิล์ม เป็นพลาสติกที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางราบ ส่วนใหญ่มีแหล่งที่มาจากถุงพลาสติก พลาสติกที่ใช้ในการห่อหุ้มหรือคลุมอาหาร

2.2.5 รูปแบบโฟม เป็นพลาสติกที่มีลักษณะน้ำหนักเบา เป็นฟองน้ำ ส่วนใหญ่มีแหล่งที่มาจากโฟมลอยหรือโฟมกันกระแทก



ภาพ 2 ตัวอย่างไมโครพลาสติกในรูปแบบชิ้นส่วน

ที่มา: Silva et al., 2018



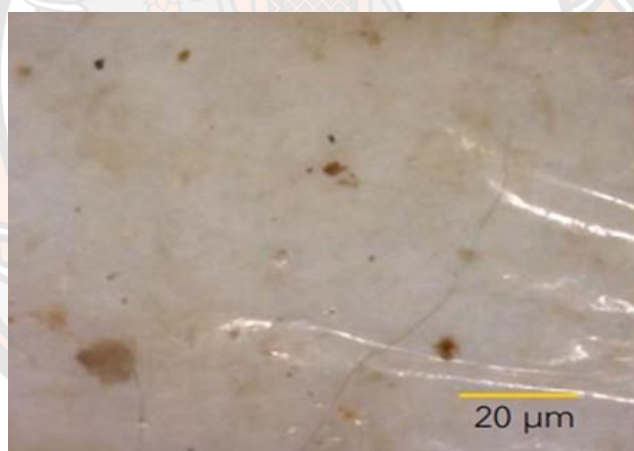
ภาพ 3 ตัวอย่างไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นหรือเส้นใย

ที่มา: Silva et al., 2018



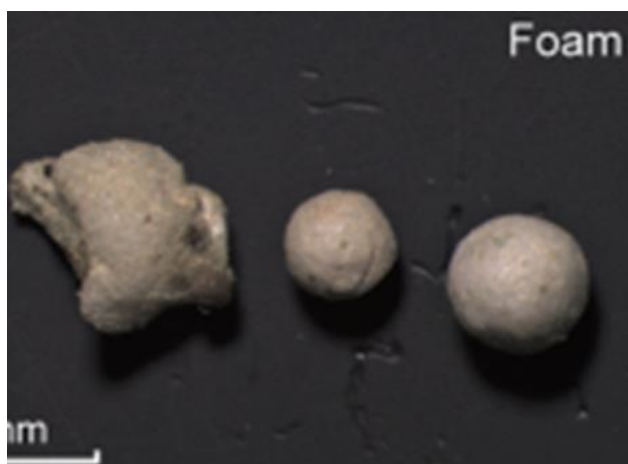
ภาพ 4 ตัวอย่างไมโครพลาสติกในรูปแบบทรงกลม

ที่มา: Silva et al., 2018



ภาพ 5 ตัวอย่างไมโครพลาสติกในรูปแบบฟิล์ม

ที่มา: สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557



ภาพ 6 ตัวอย่างไมโครพลาสติกในรูปแบบโฟม

ที่มา: Silva et al., 2018

3. ความคงทนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม

ความคงทนของพลาสติกในสิ่งแวดล้อมนั้นถือว่าเป็นสิ่งที่คาดการณ์ได้ยาก โดยคุณสมบัติต่างๆของพลาสติกเช่น ความต้านทานแรงดึงผิวและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุล ตลอดจนปฏิกิริยาทางจุลชีววิทยา ล้วนมีผลต่อความคงทนในสิ่งแวดล้อมของพลาสติก โดยมีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อการแตกหักย่อยสลายของพลาสติกเช่น อุณหภูมิ แสง กลไกปฏิกิริยา การสร้างฟิล์มชีวภาพ อิทธิพลของสารเติมแต่ง (สารต่อต้านทางจุลชีววิทยา) ตลอดจนความชื้น (Wagner & Lambert, 2018) ซึ่งการตรวจวัดและติดตามตรวจสอบนี้ยังถือว่าเป็นไปได้ยาก ทั้งการเคลื่อนที่แบบพา, การตกสะสมจากในอากาศ, การแขวนลอย, การตกตะกอน, การเผา, การกินและการขับถ่าย การแพร่กระจาย โดยปฏิสัมพันธ์จะมีความแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติของพลาสติกเช่น ความหนาแน่น ขนาด รูปร่าง ประจุ และความพรุน (Bagaev, Mizyuk, Khatmullina, Isachenko, & Chubarenko, 2017; Wagner & Lambert, 2018) นอกเหนือไปจากนี้ยังมีตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อม เช่นความหนาแน่นของน้ำ, อุณหภูมิ, ปริมาณออกซิเจน, อัตราการไหล, ความปั่นป่วน, ความลึกของน้ำ, ความเค็ม, อนุภาคของแข็งแขวนลอย, การไหลเบี่ยงเบนของน้ำ, เชื้อและสารกักเก็บรูปแบบของตะกอน และอื่นๆ สิ่งเหล่านี้ล้วนมีผลต่อพฤติกรรมทางสิ่งแวดล้อม ในแอฟริกาใต้แม่น้ำที่มีลักษณะแห้งขอดและในช่วงฤดูแล้ง อาจจะมีการกระจายของอนุภาคพลาสติกเข้าสู่สิ่งแวดล้อมบนบกได้จากหลุมฝังกลบขยะ (Barnes et al., 2009)

4. ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการปนเปื้อนไมโครพลาสติก

4.1 ระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด

แม่น้ำในลักษณะต่างๆ ทั้งที่เป็นแม่น้ำสาขาและแม่น้ำสายหลัก และพื้นที่ที่แม่น้ำไหลผ่านล้วนมีผลต่อคุณภาพของแหล่งน้ำ แหล่งน้ำในชุมชนเมืองนั้นมีแนวโน้มที่จะพบการปนเปื้อนมากกว่าแหล่งน้ำชนบท โดยแม่น้ำในชุมชนเมืองจะพบพลาสติกในรูปแบบที่เป็นฟิล์มมากที่สุด ในแม่น้ำชนบทจะเป็นรูปแบบเส้นใย ทั้งนี้แหล่งน้ำที่อยู่ในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรมาก หรือในเขตพัฒนาอุตสาหกรรมจะพบปริมาณไมโครพลาสติกอยู่อย่างหนาแน่น (Phillips & Bonner, 2015) นอกจากนี้แม่น้ำสายหลักจะมีการสะสมของไมโครพลาสติกมากกว่าในแม่น้ำสาขา รวมทั้งยังพบอีกว่าปริมาณฝนและสภาพอากาศมีผลต่อความเข้มข้นของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

4.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย

ในประเทศแถบแอฟริกาใต้มีการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดมาใช้ซ้ำ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าน้ำหลังจากผ่านการบำบัดอาจจะเป็นตัวพาให้ไมโครพลาสติกเกิดการปนเปื้อนที่บริเวณท้ายน้ำได้ อย่างไรก็ตามในขณะนี้ประเทศที่พัฒนาแล้วจะมีสัดส่วนการปลดปล่อยไมโครพลาสติกลงสู่แหล่งรับน้ำในปริมาณน้อย (Peng et al., 2017; Talvitie et al., 2015) โดยระบบบำบัดน้ำเสียสามารถกำจัดไมโครพลาสติกได้ 95 ถึง 99 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็ยังพบว่าไมโครพลาสติกเป็นจำนวนมากที่ถูกปล่อยออกมา (4.9 ถึง 8.6 ชิ้นต่อลิตร, 1,770 ชิ้นต่อชั่วโมงหรือ 65 ล้านชิ้นต่อวัน) จากหลายๆ โรงบำบัดในยุโรปและอเมริกา และโดยมากแล้วมีรูปแบบเป็นเส้นใยซึ่งอาจถูกพัดพามาจากพื้นที่ฝังกลบ (Peng et al., 2017) ซึ่งสามารถเกิดการตกสะสมในน้ำได้ การศึกษาในน้ำเสียที่ออกจากระบบบำบัดของสหรัฐอเมริกาและแคนาดาบ่งชี้ว่า ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนไม่มีประสิทธิภาพในการกำจัดไมโครพลาสติก (Leslie, van Velzen, & Vethaak, 2013) โดยไมโครพลาสติกที่พบหลักๆ คือชนิดไมโครพีดส์ นอกจากนี้ยังมีการนำน้ำเสียของเมืองปารีส ประเทศฝรั่งเศสมาทำการทดสอบโดยพบว่า ภายหลังจากกระบวนการทำน้ำให้มีความบริสุทธิ์ ไมโครพลาสติกมีปริมาณลดลงแต่อย่างไรก็ตามระดับการปนเปื้อนที่พบยังคงอยู่ในระดับสูงภายหลังการบำบัด (Gasprei, Dris, Rocher, & Tassin, 2015) เนื่องจากพลาสติกมีความทนทานมาก (Barnes et al., 2009) จึงมีการคาดการณ์ว่าพลาสติกสามารถเกิดการสะสมอย่างต่อเนื่องในแหล่งน้ำธรรมชาติได้ ซึ่งหมายความว่าโรงงานผลิตน้ำดื่มอาจมีปริมาณไมโครพลาสติกเข้าสู่ระบบผลิตที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งในขณะนี้ยังไม่มีงานวิจัยที่กล่าวถึงประสิทธิภาพในการกำจัดไมโครพลาสติกจากน้ำดิบที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตน้ำดื่มได้

5. ผลกระทบของไมโครพลาสติกต่อสิ่งแวดล้อม

ในปัจจุบันมีประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในภาวะวิกฤตหลายปัญหา โดยหนึ่งในประเด็นที่ทั่วโลกให้ความสนใจอยู่ในขณะนี้ก็คือขยะพลาสติก โดยเป็นปัญหาที่มีสาเหตุมาจากกิจกรรมมนุษย์ โดยเฉพาะไมโครพลาสติกซึ่งมีต้นตอมาจากการจัดการขยะพลาสติกที่ไม่ถูกวิธีโดยก่อให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในภาพรวม ดังนี้

5.1 ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า ไมโครพลาสติกมีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมทั้งทางน้ำจืดและทางทะเล โดยพบการสะสมทั้งในมวลน้ำ และตะกอนดิน ทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแหล่งน้ำสามารถได้รับการปนเปื้อนไมโครพลาสติกผ่านตัวกลางเหล่านั้นได้ ยกตัวอย่างในสัตว์กลุ่มหอยเช่นหอยแมลงภู่, หอยกาบ, หอยนางรม รวมไปถึงหอยแครง โดยหอยนั้นเป็นสัตว์หน้าดินที่นิยมนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดทางชีวภาพ เนื่องจากมีวงจรชีวิตอยู่ในแหล่งน้ำ อีกทั้งยังมีพฤติกรรมการบริโภคแบบกรองกิน อาศัยอยู่แถบน้ำตื้นใกล้ฝั่ง จึงมีโอกาสในการสะสมไมโครพลาสติกสูงกว่าสิ่งมีชีวิตแบบเคลื่อนที่ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในสัตว์จำพวกหอยคือ 5 ไมโครเมตรถึง 5 มิลลิเมตร ในรูปแบบของชิ้นส่วน เม็ด และเส้นใย สำหรับในส่วนของผลกระทบพบว่ามีความสัมพันธ์กันในด้านของหน้าที่และชนิดของพลาสติกที่ได้รับสัมผัส โดยผลกระทบจะมีตั้งแต่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน ผลต่อระบบประสาท และผลทางพันธุกรรม ยกตัวอย่างเช่นการทดลองในห้องปฏิบัติการของหอยสายพันธ์ *Perna perna* โดยให้มีการสะสมของอนุภาคพีวีซีในกระเพาะและกระแสดูดเป็นเวลา 12 วัน (Santana, Ascer, Custodio, Moreira, & Turra, 2016) พบว่าหอยมีสัญญาณของความเครียดเกิดขึ้นเนื่องจากการกินอนุภาคพลาสติกเข้าไป ส่วนในหอยนางรมแปซิฟิก (*Crassostrea gigas*) บ่งชี้ว่าพลาสติกมีผลต่อระบบสืบพันธุ์ (Sussarellu et al., 2016)

5.2 ผลกระทบต่อระบบนิเวศ

5.2.1 การเป็นสิ่งกีดขวางในแหล่งน้ำ

ซึ่งในขณะนี้ถือเป็นปัญหาในทั่วโลก โดยมีรายงานอุบัติเหตุจากสิ่งกีดขวางออกมาอย่างหลากหลายทั้งใน นก ปลา สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเล รวมถึงสัตว์เลื้อยคลาน โดยในหลายๆ กรณีนำไปสู่การบาดเจ็บทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง หรือถึงขั้นเสียชีวิต (Moore, 2008) โดยปลาวาฬหลังค่อมในน่านน้ำของสหรัฐอเมริกาจำนวน 50 เปอร์เซ็นต์มีรอยแผลเป็น ซึ่งเกิดจากการถูกพลาสติกพัน (Robbin, 2007) ซึ่งการบาดเจ็บนั้นเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตที่เพิ่มขึ้นและอาจนำไปสู่การสูญพันธุ์ของสัตว์น้ำบางชนิด

5.2.2 การบริโภค

เนื่องจากไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กมากจนถึงมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ทำให้สัตว์น้ำสามารถบริโภคพวกไมโครพลาสติกเหล่านี้เข้าไปได้ เนื่องจากมองไม่เห็นและไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นอาหารหรือไมโครพลาสติก ทำให้เกิดการสะสมเข้าสู่ระบบห่วงโซ่อาหาร โดยผลกระทบที่เกิดจากการบริโภคไมโครพลาสติกเข้าไปมีหลายประการด้วยกันเช่น เข้าไปขัดขวางระบบทางเดินอาหาร ทำให้การบริโภคอาหารลดน้อยลง ปริมาณสารอาหารเข้าสู่ร่างกายลดลง ส่งผลต่อการพัฒนาการและระบบสืบพันธุ์ และเกิดอาการบาดเจ็บของอวัยวะภายในเนื่องจากการทิ่มแทงของเศษพลาสติก นอกจากนี้พื้นผิวของพลาสติกบางประเภทยังมีคุณสมบัติในการดูดซับสารพิษได้ ทำให้สารพิษเหล่านั้นสามารถแพร่กระจายเข้าสู่ร่างกายผ่านการบริโภคพลาสติกเหล่านั้น

5.2.3 การทำลายที่อยู่อาศัย

การทำลายที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำเช่นแนวปะการัง โดยแนวปะการังมีความอ่อนไหวต่อความเสียหายจากการทิ้งอุปกรณ์ทางการประมงลงสู่แหล่งน้ำ โดยเฉพาะในเขตร้อนชื้น นอกจากนี้การเคลื่อนที่ของอวนและเชือกที่ได้รับอิทธิพลจากลมหรือกระแสน้ำขึ้นน้ำลงยังเป็นอีกสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อแนวปะการัง นอกจากนี้ยังพบอีกว่าไมโครพลาสติกและขยะทะเลมีแนวโน้มที่จะถูกสะสมในระบบนิเวศป่าชายเลน เช่นนี้แล้วอาจจะทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยกลายเป็นแหล่งกักเก็บพลาสติกบางส่วนเอาไว้ได้ (Ivar do Sul & Costa, 2014)

5.3 ลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติกที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต

5.3.1 ขนาดของไมโครพลาสติก

ถือว่ามีส่วนสำคัญต่อการสะสมของไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิต โดยไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กยิ่งมีแนวโน้มที่จะปนเปื้อนในสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในลำดับต้นของห่วงโซ่อาหาร โดยพฤติกรรมการบริโภคถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งพบว่าสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะการดำรงชีวิตแบบกรองกินมีความเสี่ยงที่จะบริโภคไมโครพลาสติกเข้าสู่ร่างกายและอวัยวะมากกว่าสิ่งมีชีวิตที่มีรูปแบบการกินอาหารแบบอื่น (Wright, Thompson, & Galloway, 2013; สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557)

5.3.2 ความหนาแน่นของไมโครพลาสติก

มีผลต่อปริมาณของพลาสติกในมวลน้ำและตะกอนดิน รวมถึงแนวโน้มที่จะได้รับพลาสติกของสัตว์ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ต่างกันเช่น สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในมวลน้ำระดับต่างกันจะได้รับพลาสติกต่างชนิดกัน โดยสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณผิวของมวลน้ำมีแนวโน้มที่จะปนเปื้อนพลาสติกที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ ในขณะที่สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดินก็มีแนวโน้มที่จะปนเปื้อนพลาสติกที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ (Wright et al., 2013; สถาบันวิจัยและพัฒนา

ทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557)

5.3.3 สีของไมโครพลาสติก

สีเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกกินของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะในสิ่งมีชีวิตที่มีประสาทการรับรู้ภาพและสี โดยสัตว์จะเลือกกินไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็ก และสีที่ใกล้เคียงหรือคล้ายกับเหยื่อของสัตว์ชนิดนั้น (Wright et al., 2013)

ตะกอนดินและความสำคัญทางนิเวศวิทยา

ตะกอนดิน (sediment) เป็นส่วนที่อยู่ระหว่างดิน (soil) หรือลักษณะทางธรณีวิทยาอื่นกับน้ำผิวดิน (surface water) ตะกอนดินประกอบด้วยสารที่ถูกน้ำกัดกร่อน เช่น ทราย ดินเหนียว นอกจากนี้ตะกอนดินยังประกอบด้วยสารอินทรีย์แร่ธาตุต่างๆ ที่ถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำและอนุภาคต่างๆ ที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำเองเช่น ซากแพลงก์ตอนรวมถึงสิ่งมีชีวิตอื่นๆ (อังศุณีย์ ชุณหะปราณ, นิคม ละอองศิริวงศ์ และชัชวาล อินทรมนตรี, 2542)

โดยตะกอนดินเป็นทรัพยากรที่สำคัญอย่างหนึ่งในน้ำ หากพิจารณาในรายละเอียดแล้วจัดเป็นระบบนิเวศ (ecosystem) ที่มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในตัวของมันเอง เนื่องจากภายในตะกอนดินมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มากมาย องค์ประกอบในทุกๆ ด้านของตะกอนดินไม่ว่าจะเป็นองค์ประกอบทางด้านกายภาพ ด้านเคมี หรือด้านชีวภาพล้วนแล้วแต่มีบทบาทและความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ไม่มากนัก้อย นอกจากนี้ตะกอนดินยังมีอิทธิพลต่อคุณภาพของแหล่งน้ำและกำลังผลิตของแหล่งน้ำในภาพรวม (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2545) อีกทั้งคุณลักษณะของตะกอนดินยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการปนเปื้อนของสารต่างๆ ได้ดีกว่าการใช้คุณลักษณะของน้ำ (อังศุณีย์ ชุณหะปราณ และคณะ, 2542) เพราะนอกจากจะเป็นแหล่งกักเก็บสารต่างๆ ในลำดับสุดท้ายแล้ว คุณลักษณะของตะกอนดินยังผันแปรตามเวลาช้ากว่าน้ำ บทบาทอีกอย่างหนึ่งของตะกอนดินที่นับว่ามีความสำคัญคือ บทบาทด้านการเป็นแหล่งสะสม กักเก็บ และสร้างใหม่ของธาตุอาหาร ตลอดจนเป็นแหล่งธาตุอาหารแก่มวลน้ำเบื้องบนอย่างมากมาย และผู้ย่อยสลายเหล่านี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ที่มีการตกทับถมลงมาในบริเวณพื้นที่ท้องน้ำให้กลับมาอยู่ในรูปสารอนินทรีย์ ซึ่งแพลงก์ตอนและพรรณไม้น้ำต่างๆ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำได้อีกครั้ง ซึ่งกระบวนการเหล่านี้มีความสำคัญต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

1. การจำแนกตะกอนดิน

ตะกอนดินสามารถจำแนกตามแหล่งที่มาออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้ดังนี้ (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2545)

1.1 ตะกอนที่พัดพามาจากแผ่นดิน

พบในบริเวณใกล้แผ่นดิน ปกคลุมไหล่ทวีป และส่วนบนของลาดทวีป ตะกอนดินเหล่านี้ส่วนมากมาจากการผุกร่อนบนพื้นดิน เนื่องจากสภาพทางภูมิอากาศ และจากการแตกแยกออกจากริมชายฝั่งทะเลโดยการกระทำของคลื่น หรือถูกพัดพาลงสู่ทะเลโดยแม่น้ำ

1.2 ตะกอนที่เกิดจากทะเล

เกิดขึ้นในระดับน้ำทะเลลึกกว่าขอบไหล่ทวีปลงไปจนถึงพื้นมหาสมุทรในระดับลึกตั้งแต่ประมาณ 200 ถึง 4,000 เมตร อนุภาคที่ทับถมเป็นดินเหนียว ถ้าภูเขาไฟ และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ตายลง ในระดับลึกประมาณ 4,000 ถึง 6,000 เมตร การทับถมของตะกอนเป็นไปอย่างช้ามาก ส่วนประกอบที่สำคัญในชั้นนี้เป็นพวกสารอินทรีย์ของซากแพลงก์ตอน ถ้าภูเขาไฟที่มีขนาดเล็กละเอียด

โดยทั่วไปในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลเอื่อยๆ ไม่รุนแรง ตะกอนดินที่ตกทับถมในบริเวณนั้นจะเป็นตะกอนที่มีขนาดละเอียด ในขณะที่บริเวณที่มีกระแสน้ำที่มีความเร็วเพิ่มขึ้น ตะกอนที่ตกทับถมจะเป็นตะกอนที่มีขนาดใหญ่หรือหยาบมากขึ้น ซึ่งขนาดของตะกอนจะเพิ่มมากขึ้นตามความเร็วของกระแสน้ำ และถ้ากระแสน้ำยิ่งไหลเร็วขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งดินตะกอนไม่สามารถตกทับถมได้แล้ว ก็จะมีเพียงก้อนหินเท่านั้น ทำให้บริเวณนั้นเป็นพื้นหินแข็ง

2. คุณค่าและความสำคัญของตะกอนดินทางนิเวศวิทยา

ในทางนิเวศวิทยา ตะกอนดินมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ ทั้งในด้านเป็นแหล่งอาหาร, แหล่งที่อยู่อาศัย, แหล่งสืบพันธุ์, วางไข่ และเป็นแหล่งหลบภัยของสัตว์หน้าดิน และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กชนิดอื่น อีกทั้งยังเป็นแหล่งยึดเกาะและเป็นแหล่งธาตุอาหารของพืชน้ำ ซึ่งรวมถึงพืชในป่าชายเลนชนิดต่างๆ ด้วย (จารูมาศ เมฆสัมพันธ์, 2545)

บทบาทที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของตะกอนดินคือ การเป็นแหล่งสะสมและกักเก็บธาตุอาหาร ตลอดจนเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารแก่มวลน้ำเบื้องต้น (sink and source of nutrients) เนื่องจากในตะกอนดินเป็นแหล่งที่อยู่ของผู้ย่อยสลาย (decomposer) จำนวนมาก และผู้ย่อยสลายเหล่านี้จะทำหน้าที่ย่อยสลายเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ที่ตกทับถมสู่พื้นท้องน้ำให้อยู่ในรูปสารอนินทรีย์ ซึ่งแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำต่างๆ สามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตขั้นต้น (primary production) ในแหล่งน้ำได้อีกครั้ง

สัตว์หน้าดิน และสัตว์หน้าดินกลุ่มหอยและหมีก (Mollusca)

1. ความหมายและความสำคัญของสัตว์หน้าดิน

สัตว์หน้าดินหมายถึง สิ่งมีชีวิตประเภทสัตว์ที่อาศัยอยู่บนหรือฝังตัวตามพื้นท้องน้ำหรือพื้นทะเล และเมื่อร่อนผ่านตะแกรงจะติดค้างอยู่ในตะแกรงขนาดตา 0.5 ถึง 1.0 มิลลิเมตร

ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสัตว์จำพวกที่ไม่มีกระดูกสันหลัง และยักรวมถึงปลาต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ตามหน้าดินด้วย สัตว์หน้าดินมีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำหลายประการด้วยกันเช่น การเป็นอาหารของสัตว์น้ำ ความซุกซุมและมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินจึงเป็นดัชนีบอกความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ สัตว์หน้าดินมีบทบาทสำคัญต่อการหมุนเวียนของสารอาหารที่สะสมอยู่ในตะกอนดินกลับสู่มวลน้ำ สัตว์หน้าดินที่ดำรงชีพด้วยการฝังตัวอยู่ในตะกอนดิน จะกวาดตะกอนดินช่วยให้ออกซิเจนสามารถแพร่ลงสู่ตะกอนดินได้ลึก ลดการเน่าเสียของตะกอนดินได้และที่สำคัญในปัจจุบันนิยมใช้สัตว์หน้าดินชี้ถึงมลภาวะในแหล่งน้ำกันอย่างแพร่หลาย

นอกจากนี้สัตว์หน้าดินยังมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของทรัพยากรสัตว์น้ำบางชนิดเช่นปลา เนื่องจากสัตว์หน้าดินมีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศ โดยทำหน้าที่กินผู้ผลิตหรือผู้บริโภคชั้นแรกเป็นอาหาร และต่อมาก็จะถูกสัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่กว่ากินเป็นอาหารอีกทอดหนึ่ง นอกจากนี้ชนิดและจำนวนของสัตว์หน้าดิน มักถูกนำมาใช้เป็นเครื่องชี้บอกความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ และใช้ในการติดตามตรวจสอบสภาวะแวดล้อมทางน้ำ

2. สัตว์หน้าดินกลุ่มหอยและหมีก (Mollusca)

สัตว์กลุ่มนี้จัดอยู่ในไฟลัมมอลลัสกา (Phylum Mollusca) แบ่งเป็นชั้นต่างๆ ดังนี้

2.1 ชั้นอะพลาโคพอร่า (Class Aplacophora)

เป็นชั้นของหอยที่มีลักษณะคล้ายหนอนไม่มีเปลือกและไม่มีเท้าหรือถ้ามีก็ลดขนาดลงไปเป็นสันด้านท้อง ลำตัวค่อนข้างแข็งเนื่องจากมีสารประกอบหินปูนเรียกชื่อสามัญว่า อะพลาโคพอร่า (aplacophoran) หรือ worm chiton ตัวอย่างได้แก่ ลิ่นทะเลไม่มีเปลือก

2.2 ชั้นโพลีพลาโคพอร่า (Class Polyplacophora)

เป็นชั้นของพวกลิ่นทะเล หรือหอยแปดเกล็ด ลำตัวแบนเป็นรูปไข่ มีเปลือกลักษณะเป็นแผ่น 8 แผ่น คลุมด้านหลังของลำตัว ผิวด้านท้องมีเท้าแผ่กว้างช่วยในการยึดเกาะ อาศัยในเขตน้ำตื้นชายฝั่ง ตามโขดหิน หาดหิน

2.3 ชั้นมอโนพลาโคพอร่า (Class Monoplacophora)

เป็นชั้นของหอยฝาชีโบราณที่มีลำตัวคลุมด้วยเปลือกลักษณะคล้ายโล่ สมาชิกในชั้นนี้ส่วนใหญ่สูญพันธุ์ไปแล้ว

2.4 ชั้นไบวาลเวีย (Bivalvia)

เป็นชั้นของหอยสองฝาหรือหอยกาบคู่ ซึ่งมีเปลือก 2 ฝา ประกบคลุมลำตัว เชื่อมติดด้วยบานพับ ทางด้านหลังมีเท้า ลักษณะเป็นแผ่นแข็งแรงในพวกที่ฝังตัว และลดขนาดในพวกที่ดำรงชีวิตแบบยึดเกาะ หัวไม่มีเจริญ ไม่มีแผงฟันที่ใช้เป็นอวัยวะในการกินอย่างเช่นที่พบในหอยฝาเดียว

2.5 ชั้นสแคโฟโปดา (Class Scaphopoda)

เป็นพวกหอยงาช้าง มีเปลือกลักษณะคล้ายงาช้าง มีช่องเปิดที่ปลายทั้งสองด้าน ฝังตัวในพื้นทั้งที่ตื้นชายฝั่งและบริเวณน้ำลึก น้ำจะถูกสูบเข้าและออกผ่านทางช่องเปิดด้านที่เล็กกว่า ซึ่งจะโผล่เหนือพื้นผิว ไม่มีเหงือก หลายชนิดมีขนาดเล็กเช่น หอยงาช้าง เป็นต้น

2.6 ชั้นเซฟาโลโปดา (Class Cephalopoda)

เป็นพวกหมึก หอยวงช้าง มีส่วนเท้าเปลี่ยนรูปร่าง แบ่งส่วนออกเป็นแขนและหนวดรอบปาก ไม่มีเปลือกหรืออาจลดขนาดลง เกือบทุกชนิดลำตัวคลุมด้วยแมนเทิล ส่วนที่มีเปลือกหุ้มตัวเช่น หอยวงช้าง มีเปลือกสมบูรณ์ ช่องว่างภายในจะแบ่งออกเป็นห้องเพื่อบรรจุอากาศจำนวนมากแต่ละห้องมีท่อเชื่อมต่อกันเพื่อช่วยในการลอยและจมตัวของหอย ตัวหอยที่มีชีวิตจะอยู่ในห้องสุดท้ายที่มีช่องเปลือกปิด

2.7 ชั้นแกสโตรโปดา (Class Gastropoda)

เป็นชั้นของหอยกาบเดี่ยวหรือหอยฝาเดียวมีสมาชิกมากที่สุด พบทั้งในน้ำจืดและน้ำทะเล มีทั้งหอยที่มีเปลือกเดี่ยวและพวกที่เปลือกลดขนาดลงหรือไม่มีเลย สัตว์ในชั้นนี้มีการสืบทอดเผ่าพันธุ์มาจนถึงปัจจุบันมีอยู่ระหว่าง 60,000 ถึง 80,000 ชนิด จัดเป็นมอลลัสคาที่มีวิวัฒนาการสูงสุดรองจากมอลลัสคาในชั้นเซฟาโลพอดหรือหมึกและหอยวงช้าง มีการพัฒนารูปร่างและวิถีการดำรงชีวิตให้อาศัยอยู่ได้ทั้งในน้ำจืดและทะเลรวมถึงบนบก บนต้นไม้ หรือแม้กระทั่งในทะเลทรายอีกด้วย มีกล้ามเนื้อบริเวณเท้าแข็งแรงและหนาแน่น พบกระจายพันธุ์อยู่ทั่วโลก มีลักษณะเปลือกตอนท้ายวนเป็นเกลียว ซึ่งประกอบไปด้วยหินปูนเป็นสำคัญ โดยมากจะวนตามเข็มนาฬิกาคือ จากซ้ายไปขวา แต่ก็พบเป็นบางชนิดที่วนจากขวาไปซ้ายเช่นกัน มีเปลือกบางๆ ชั้นหนึ่งปิดตอนต้นของฝาเรียกว่าโอเพอร์คิวลัม (Operculum) มีส่วนหัวเจริญดี มีหนวด 1 ถึง 2 คู่ มีตา ภายในปากมีแรดูลาใช้สำหรับบดอาหาร หายใจด้วยเหงือกหรือปอดหรือแมนเทิล มีไตเป็นอวัยวะขับถ่าย

โดยในการศึกษาคั้งนี้ ได้เลือกทำการศึกษาในหอยขมชนิด *Filopaludina martensi martensi* ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถพบการแพร่กระจายในระบบนิเวศน้ำจืดอย่างหลากหลาย เป็นหอยฝาเดียวที่พบเฉพาะในแหล่งน้ำจืดเท่านั้น ส่วนมากจะพบจากแหล่งธรรมชาติ โดยเฉพาะหอยขมเป็นสัตว์ที่มีความอดทนต่อสภาพแวดล้อม เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว และขยายพันธุ์เร็ว

3. วงศ์หอยขม

หอยขมเป็นหอยในกลุ่มหอยฝาเดียว มีเปลือกเป็นรูปกรวยรูปไข่ ลักษณะเป็นเกลียวเวียนขวาเร็วขึ้นไปถึงยอดปลายแหลม หอยขมแต่ละชนิดจะมีความหนาของเปลือก ความสูง ความโค้ง และร่องลึกที่ผิวเปลือกที่แตกต่างกันไป เกลียววงยอดสุดมีขนาดเล็กเรียกว่า apex เป็นวงที่เกิดก่อนวงอื่น ถัดลงมา 2 วง เรียกว่า spire วงล่างสุดเรียกว่า body whorl บริเวณนี้มีช่องเปิดขนาดใหญ่ให้

ส่วนหัวและส่วนท้ายยื่นออกมาได้เรียกว่า aperture ขอบในของช่องเปิดเรียกว่า inner lip ขอบนอกของช่องเปิดเรียกว่า outer lip แกนกลางของเปลือกเป็นท่อกลางบิดโค้งเป็นเกลียวเรียกว่า columella มีช่องเปิด umbellitic ส่วนของฝาปิดเปลือกเป็นแผ่นบางๆ เรียกว่า operculum มีลายรูปร่างหรืออยู่ตรงกลางฝาปิดเป็นวงแสดงการเจริญเติบโต สีของเปลือกขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย เปลือกหอยขมแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ ชั้น Periostracum เป็นชั้นนอกสุดประกอบด้วยสารอินทรีย์พวกโปรตีน cochiolin ชั้น Prismatic อยู่ชั้นกลางของเปลือก มีความหนาและแข็ง ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินปูน และชั้นในสุดคือ Nacreous ประกอบด้วยสารอินทรีย์จำพวกโปรตีน ลักษณะเป็นสีมุกมันวาว ซึ่งเป็นสารประกอบ calcite ในรูปผลึกหินปูน (ปศุสัตว์ดอทคอม, 2562)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Filopaludina martensi martensi* (Frauenfeldt)

ชื่อสามัญ : pond snail

ชื่อไทย : หอยขม หอยจู้บ หอยจูบ หอยดุด

อนุกรมวิธาน

ไฟลัม : มอลลัสกา (Mollusca)

ชั้น : แกสโตรโพดา (Gastropoda)

ชั้นย่อย : สเตรปโทนิวลา (โพรโซแบรังกีเยร์) Streptoneura
(Prosobranchia)

อันดับ : เมโซแกสโตรโพดา (Mesogastropoda)

เหนือวงศ์ : วิวิพาราเซีย (Viviparacea)

วงศ์ : วิวิพาริเด (Viviparidae)

สกุล : ฟิโลพอลูดีนา (*Filopaludina*)

ชนิด : ฟิโลพอลูดีนา มาร์เทนสิ (*Filopaludina martensi*)

ชนิดย่อย : ฟิโลพอลูดีนา มาร์เทนสิ มาร์เทนสิ (*Filopaludina martensi martensi*)

ระบบการย่อยอาหารหรือทางเดินอาหารของหอยขมแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ หลอดอาหาร ส่วนต้น ส่วนกลาง และส่วนท้าย ทางเดินอาหารมีลักษณะบิดขดเป็นเกลียว หลอดอาหารส่วนต้นจะเริ่มตั้งแต่จะงอยปาก ช่องปาก และหลอดกระเพาะอาหาร ถัดมาก่อนถึงหลอดกระเพาะอาหารจะมีแผ่นเนื้อคล้ายลิ้นที่ทำหน้าที่กิน และกวาดอาหารให้ออกหรือเข้าภายในกระเพาะอาหาร หลอดอาหารจะมีลักษณะเป็นกระเปาะสำหรับเป็นที่พักอาหารและย่อยอาหาร ถัดมาจากหลอดกระเพาะอาหารจะเป็นลำไส้ที่บิดเป็นเกลียวขนาดเล็ก ถัดจากลำไส้จะเป็นทวารหนักซึ่งจะมีขนาดใหญ่กว่าส่วนอื่นๆ

หัวใจหอยขมจะอยู่บริเวณข้างถุงปอด และไต โดยหัวใจจะมีเส้นเลือดใหญ่ และเส้นเลือดฝอยที่คอยส่งเลือดไปเลี้ยงตามส่วนต่างๆ

ระบบหายใจของหอยขมจะมี 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะเป็นแผงเหงือกที่มีลักษณะคล้ายใบไม้ขนาดเล็กอยู่บริเวณช่องรอบหัวใจ ส่วนอวัยวะอีกอันที่ใช้หายใจคือ เยื่อบางๆ บริเวณแมนเดิลที่มีเส้นเลือดมาเลี้ยงมากมาย และมีถุงเล็กๆที่ทำหน้าที่แทนปอดได้

ระบบประสาทของหอยขมจะประกอบด้วยเส้นประสาททั้งหมด 6 คู่ ที่แตกแขนงไปทั่วส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยมีอวัยวะที่มีเส้นประสาทรับความรู้สึกอยู่ได้แก่ แผ่นเท้า หนวด จะงอยปาก และลูกตา

แหล่งอาศัยและการแพร่กระจาย พบมากในแหล่งน้ำนิ่งในทั่วทุกภาค พบมากในบ่อน้ำ สระน้ำ ลำคลอง และบึงต่างๆ และจะพบชุกชุมมากในแหล่งน้ำนิ่งที่มีดินโคลนมาก และมีซากใบไม้ทับถมกัน บริเวณริมตลิ่งที่มีโคลนหรือมีกิ่งไม้จับ

การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต หอยขมเป็นหอยที่มีทั้งเพศเมียและเพศผู้อยู่ในตัวเดียวกัน จึงมีการผสมพันธุ์ได้ภายในตัวเอง หรืออาจใช้วิธีผสมพันธุ์ข้ามตัวก็ได้ ออกลูกเป็นตัวหรือเป็นตัวหอย

อาหารของหอยขมได้แก่ แพลงก์ตอนพืช และสัตว์ขนาดเล็ก ตะไคร่น้ำ พืชน้ำ ชากเน่าเปื่อยของใบไม้ และอินทรีย์สารต่างๆ ที่เป็นตะกอนในดินโคลน

หลักการและทฤษฎีในการศึกษาไมโครพลาสติก

การวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อมนั้น เป็นกระบวนการที่มีหลายขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การเตรียมตัวอย่าง (เช่นการทำตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน), การแยกไมโครพลาสติก, การทำให้บริสุทธิ์โดยการแยกเพื่อกำจัดตัวกลางอื่นที่ไม่ใช่ไมโครพลาสติกออกไป และสุดท้ายคือขั้นตอนการตรวจวัดเพื่อหาปริมาณอนุภาคและระบุชนิดของพอลิเมอร์

องค์ประกอบเฉพาะของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมนั้นถือว่ามีหลากหลายเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงนวัตกรรมทางวัสดุศาสตร์ในศตวรรษที่ผ่านมา เช่น การมีองค์ประกอบของพอลิเมอร์ที่หลากหลาย รวมถึงการใช้สารเติมแต่งหลายๆ ชนิดในกระบวนการผลิตพลาสติก เพื่อให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ขึ้นใหม่ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างกันออกไป นวัตกรรมและความหลากหลายทางองค์ประกอบของพลาสติกเหล่านี้ นำมาซึ่งการสร้างเทคนิคต่างๆ ในห้องปฏิบัติการสำหรับวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติกในตัวกลางทางสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้การวิเคราะห์ขนาดอนุภาคไมโครพลาสติกก็ยังถือเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อที่จะให้เข้าใจถึงรูปแบบการกระจาย การแพร่ และการเปลี่ยนแปลงในสิ่งแวดล้อม ไม่เพียงเท่านั้นขนาดของไมโครพลาสติกยังมีความสัมพันธ์กับผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตด้วย นอกจากนี้ในการระบุชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกก็มีความแตกต่างกันไปตามขนาดอนุภาค การศึกษาจำนวนมากในปัจจุบันมุ่งเน้นที่

ไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (1 ถึง 5 มิลลิเมตร) เช่น เม็ดพลาสติกเรซินซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า และถูกดักจับได้โดยใช้ตาข่ายในทรายชายหาด หรือตัวอย่างสิ่งมีชีวิตสามารถแยกได้ด้วยคีมคีบ แต่ในกรณีการวิเคราะห์อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตรลงไปจะไม่สามารถใช้วิธีการนี้ได้

1. การเก็บตัวอย่าง

ในปัจจุบันพอลิเมอร์สังเคราะห์สามารถพบได้ทั่วไปทุกหนทุกแห่ง และแทบจะเป็นไปไม่ได้เลยที่ในชีวิตประจำวันจะไม่มีการใช้วัสดุที่เป็นพลาสติก เป็นผลให้การเก็บตัวอย่างไมโครพลาสติก การเตรียม รวมถึงการวิเคราะห์ ได้รับผลกระทบจากความแพร่หลายของพอลิเมอร์สังเคราะห์ในสิ่งแวดล้อม ดังนั้นแหล่งที่มาของการปนเปื้อนจากอุปกรณ์เก็บตัวอย่างผ่านทางเสื้อผ้า หรืออนุภาคที่แพร่กระจายในบรรยากาศล้วนเป็นสิ่งที่รบกวนการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมได้ สิ่งเหล่านี้จะทำให้ค่าการประเมินปริมาณของไมโครพลาสติกในตัวอย่างสูงกว่าในความเป็นจริง เนื่องจากความสามารถในการล่องลอยอยู่ในอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยจะมีโอกาสปนเปื้อนสูง และอาจทำให้เกิดปัญหาหว่านข้ามขั้นตอนการวิเคราะห์ได้ (Hidalgo-Ruz, Gutow, Thompson, & Thiel, 2012; Sweden, 2007; Nuelle, Dekiff, Remy, & Fries, 2014) ดังนั้นแหล่งที่มาที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนจึงควรมีการหลีกเลี่ยงเช่น การเปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์อื่นแทนอุปกรณ์ที่เป็นพลาสติกสำหรับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

1.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

เนื่องจากไมโครพลาสติกในตัวอย่างน้ำมีปริมาณค่อนข้างต่ำ เพราะฉะนั้นในการสุ่มตัวอย่างของอนุภาคไมโครพลาสติกโดยทั่วไปจึงต้องทำการเก็บตัวอย่างในปริมาณจำนวนมาก ดังนั้นการเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำเปิด จึงมักใช้ตาข่ายแพลงก์ตอน (plankton nets) ที่มีขนาดตาแตกต่างกันไป โดยในน้ำทะเลนิยมใช้ตาข่ายแมนต้า (manta trawl) หรือตาข่ายนิวสตัน (neuston nets) ในการเก็บตัวอย่างที่ลอยตัวอยู่บนผิวน้ำ ส่วนในสภาพแวดล้อมที่มีคลื่นสูงจะใช้ นิวสตันคาตามารัน (neuston catamarans) ในขณะที่การใช้ตาข่ายแมนต้าลากไปบนผิวน้ำนั้นจะเหมาะกับในน้ำที่สงบ ปราศจากคลื่นลม เพื่อป้องกันการกระโดดของตาข่ายจากอิทธิพลของคลื่นลมและความเสียหายต่ออุปกรณ์

1.2 การเก็บตัวอย่างตะกอนดิน

ในปัจจุบันนั้นพบว่า การวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในตะกอนดินหรือทรายชายหาดเป็นที่นิยมมากกว่าการวิเคราะห์ในตัวอย่างน้ำ (Hidalgo-Ruz et al., 2012) โดยวิธีการเก็บตัวอย่างจะขึ้นอยู่กับสถานที่เช่น การเก็บโดยตรงในตะกอนทรายชายหาด หรือการเก็บทางเรือในตะกอนบริเวณน้ำขึ้นน้ำลง

1.2.1 ตะกอนทรายชายหาด

มีวิธีการที่ค่อนข้างง่าย โดยเพียงแค่อุปกรณ์ที่ไม่ใช่พลาสติกในขั้นตอนของการเก็บตัวอย่าง (ซีลอน เกรียงตักหรือพลั่วเล็กๆ) กรอบหรือแกนเจาะดินในการระบุพื้นที่ สุ่มตัวอย่าง และอุปกรณ์ในการบรรจุตัวอย่าง (เป็นไปได้อย่างดีควรใช้อุปกรณ์ที่ไม่เป็นพลาสติก) ปริมาณของ ตัวอย่างจะแตกต่างกันไปตั้งแต่อย่างน้อยกว่า 500 กรัมไปจนถึงมากกว่า 10 กิโลกรัม และนิยมเก็บที่ระดับ ความลึก 5 เซนติเมตรจากผิวน้ำตะกอน หน่วยที่ใช้ในการรายงานผลขึ้นอยู่กับวิธีการสุ่มตัวอย่าง

1.2.2 ตะกอนในแนวน้ำขึ้นน้ำลง

ให้ดำเนินการเก็บจากเรือโดยใช้อุปกรณ์เก็บตะกอน (grabs) เช่น แวนเวิน (Van Veen), เอ็กแมน แกรบ (Ekman grab) หรือแกนเจาะดิน (corer) รูปแบบต่างๆ โดยอุปกรณ์เก็บตะกอนจะเหมาะกับตัวอย่างผิวน้ำ (ประมาณ 5 เซนติเมตรจากผิวน้ำ) ในขณะที่แกนเจาะดินจะได้ปริมาณตัวอย่างที่น้อยกว่าการเก็บด้วยอุปกรณ์เก็บตะกอน โดยทั่วไปแล้วตัวอย่าง ตะกอนที่เก็บได้จะถูกนำไปแช่แข็ง ทำให้แห้ง หรือเก็บในที่มืดจนกว่าจะนำไปวิเคราะห์

1.3 การเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิต

การสำรวจการกินไมโครพลาสติกของสัตว์มีกระดูกสันหลังในภาคสนาม ต้องใช้ ความพยายามอย่างมาก ดังนั้นการศึกษาในสาขาการวิจัยนี้จึงมีน้อย (Wright et al., 2013) โดยเป้าหมายสำหรับการเก็บตัวอย่างคือ ระบบการย่อยอาหารหรือการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต โดยใน สิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ซึ่งหลักๆ คือสัตว์จำพวกปลานั้น จะสามารถเก็บตัวอย่างไมโครพลาสติกได้โดยตรง ซึ่งโดยปกติจะใช้ตาข่ายหรืออวน

2. การเตรียมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

2.1 กระบวนการแยก

ในขั้นตอนการวิเคราะห์นั้นจำเป็นที่จะต้องแยกอนุภาคไมโครพลาสติกออกจาก สารอินทรีย์และอนินทรีย์ในตัวอย่างก่อนการนับจำนวน ซึ่งน้ำหนักและระบุชนิดของพอลิเมอร์ ในเบื้องต้นการแยกสามารถทำได้โดยการแยกด้วยความหนาแน่นโดยใช้สารละลายที่มีความเข้มข้น ที่แตกต่างกัน (เช่น ซิงค์คลอไรด์, โซเดียมคลอไรด์ และพอลิแท่งสแตน) อนุภาคสารอินทรีย์ขนาดเล็ก อาจส่งผลกระทบต่อขั้นตอนการวิเคราะห์ โดยจะไปรบกวนในขั้นตอนของการส่องกล้องจุลทรรศน์ เพื่อการศึกษาทางสัณฐานวิทยา จึงจำเป็นที่จะต้องมีการกำจัดสารอินทรีย์พวกนี้ออก โดยใช้ สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และกรดซัลฟิวริก การใช้กล้องจุลทรรศน์ในการแยกความแตกต่าง ของพลาสติก กับอนุภาคที่ไม่ใช่พลาสติกที่มีขนาดเล็กถือว่าค่อนข้างลำบากและยากมาก จึงมีการนำ เทคนิคสเปกโทรสโกปี (spectroscopy) มาใช้เพื่อช่วยยืนยันและระบุองค์ประกอบพอลิเมอร์ ร่วมด้วย นอกจากนี้ในขั้นตอนของการแยกไมโครพลาสติกออกจากสารอินทรีย์ในธรรมชาติยังมีข้อดี

ยกตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในตัวอย่างน้ำผิวดินพบว่าประสบความสำเร็จ เมื่อใช้ เอนไซม์ในการย่อยเพื่อกำจัดสิ่งมีชีวิต และแพลงก์ตอนออกจากตัวอย่างก่อน (Cole et al., 2014)

2.2 กระบวนการคัดแยกขนาด

ขนาดของไมโครพลาสติกในตัวอย่าง (น้ำ, ตะกอนดิน และสิ่งมีชีวิต) จะถูกคัดแยก ออกเป็นอย่างน้อย 2 ขนาดคือ ใหญ่กว่า 500 ไมโครเมตรและเล็กกว่า 500 ไมโครเมตร (Hidalgo-Ruz et al., 2012) สำหรับตัวอย่างน้ำสามารถแบ่งขนาดได้โดยง่ายผ่านกระบวนการร่อน รวมทั้ง อนุภาคของสิ่งมีชีวิตต่างๆ เช่น ส่วนประกอบของกระเพาะ เนื้อเยื่อ และแพลงก์ตอนขนาดใหญ่ จะสามารถถูกคัดแยกออกภายใต้การดำเนินการนี้ด้วย โดยขนาดของไมโครพลาสติกในตัวอย่าง ตะกอนดินจะถูกคัดแยกภายหลังจากกระบวนการคัดแยก โดยในตัวอย่างที่อนุภาคของเม็ดดินมี ขนาดเล็ก (น้อยกว่า 500 ไมโครเมตร) จะสามารถผ่านรูตะแกรงร่อนลงมาได้ ส่วนอนุภาคขนาดใหญ่ (มากกว่า 500 ไมโครเมตร) นั้นสามารถคัดแยกได้ด้วยตาเปล่าภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอโดยใช้ คีมคีบ

2.3 กระบวนการทำให้บริสุทธิ์

การทำให้ตัวอย่างไมโครพลาสติกบริสุทธิ์นั้น มีความจำเป็นโดยเฉพาะอย่างยิ่ง สำหรับการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ด้วยเครื่องมือฟูเรียร์ ทรานสฟอร์ม อินฟราเรด (Fourier transform infrared ; FTIR), รามาน สเปกโทรสโกปี (Raman spectroscopy), ไพโรไลซิส แก๊สโครมาโทกราฟี / แมสสเปกโตรเมทรี (Pyrolysis-Gas Chromatograph / Mass spectrometry) ฟิล์มชีวภาพ (Biofilm) รวมทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์อื่นๆ สารพวกนี้จะต้องถูกกำจัดออกจาก อนุภาคไมโครพลาสติกเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อการยืนยันชนิดพอลิเมอร์ไมโคร พลาสติก ยิ่งไปกว่านั้นขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ยังเป็นการลดจำนวนของวัสดุที่ไม่ใช่พลาสติกออกจาก ตัวอย่างอีกด้วย โดยกระบวนการทำให้บริสุทธิ์นั้นมีหลายวิธีด้วยกันเช่นการกวนและการชะด้วยน้ำ บริสุทธิ์ (McDermid & McMullen, 2004), การใช้อัลตราโซนิค (Cooper & Corcoran, 2010), การย่อยด้วย 30% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในตัวอย่างดินแห้ง (Liebezeit & Dubaish, 2012) และ การกรองตัวอย่าง (Imhof, Schmid, Niessner, Ivleva, & Laforsch, 2012; Nuelle et al., 2014)

3. การระบุชนิดของไมโครพลาสติก

3.1 การสังเกต

การระบุชนิดของไมโครพลาสติกจากสารอินทรีย์และอนินทรีย์อื่นๆ ในตัวอย่างด้วย ตาเปล่า นั้น ถือเป็นขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับการระบุไมโครพลาสติก ซึ่งการระบุโดยการสังเกตด้วย ตาเปล่านี้ สามารถทำได้ในกรณีที่ไมโครพลาสติกมีขนาดใหญ่ (Moret-Ferguson et al., 2010) ในขณะที่อนุภาคขนาดเล็กควรนำไปคัดแยกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (Doyle, Watson, Bowlin, & Sheavly, 2011) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการระบุด้วยการสังเกตไม่ควรใช้กับตัวอย่างที่มีขนาดเล็กกว่า

500 ไมโครเมตร ในส่วนประสิทธิภาพของวิธีการนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ การนับของแต่ละบุคคล, คุณภาพและความแม่นยำของกล้องจุลทรรศน์ และลักษณะทางกายภาพตัวอย่าง

3.2 การระบุโดยองค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบโมเลกุลของพอลิเมอร์พลาสติกนั้นเปรียบเสมือนกับลายนิ้วมือของพลาสติก โดยเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการระบุอัตลักษณ์ เพื่อให้ทราบถึงแหล่งกำเนิดพอลิเมอร์ที่แน่นอน โดยในหัวข้อนี้จะแสดงให้เห็นภาพรวมสั้นๆ ของวิธีการที่ใช้สำหรับการระบุพอลิเมอร์ โดยจะมุ่งเน้นการใช้ ฟลูออเรสเซนซ์ สเปกโทรสโกปี อินฟราเรด และรามาน สเปกโทรสโกปี ในการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

3.2.1 การแยกตามความหนาแน่น

โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบสัดส่วนคาร์บอนต่อไฮโดรเจนต่อออกซิเจน เป็นการให้ความหนาแน่นจำเพาะของอนุภาคเพื่อระบุพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติก ดำเนินการโดยนำตัวอย่างไปใส่ในน้ำกลั่น จากนั้นทำการเติมสารละลายเอธานอลหรือสารละลายแคลเซียมหรือสตรอนเทียมเข้มข้นลงไป จนกระทั่งตัวอย่างลอยตัวอย่างเป็นกลาง ความหนาแน่นของอนุภาคจะถูกประเมินทางอ้อมโดยการชั่งน้ำหนักสารละลายที่แน่นอน กลุ่มพอลิเมอร์ที่แตกต่างกันจะมีองค์ประกอบที่เป็นลักษณะเฉพาะจะถูกนำมาใช้ในการระบุแหล่งที่มาของพลาสติก โดยการวิเคราะห์สัดส่วนคาร์บอนต่อไฮโดรเจนต่อออกซิเจน

3.2.2 ไพโรไลซิส แก๊สโครมาโทกราฟี / แมสสเปกโทรเมตรี (Pyrolysis-GC/MS)

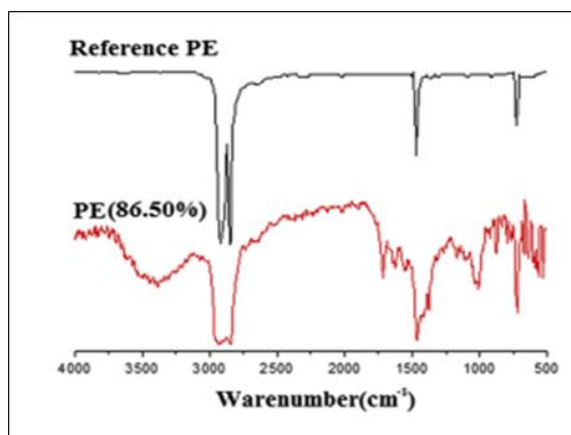
ทั้งสองเทคนิคนี้สามารถนำไปใช้ในการประเมินองค์ประกอบทางเคมีของไมโครพลาสติกผ่านการวิเคราะห์การย่อยสลายด้วยความร้อนของผลิตภัณฑ์ (Fries et al., 2011) ซึ่งกระบวนการไพโรไลซิสของพอลิเมอร์พลาสติกนั้น สามารถระบุถึงสัดส่วนของพอลิเมอร์แต่ละประเภทได้ กระบวนการนี้จะดำเนินการภายหลังจากขั้นตอนของการแยกและการระบุโดยการสังเกตในตะกอนดิน พอลิเมอร์ของอนุภาคจะถูกระบุโดยการเปรียบเทียบลักษณะการเผาไหม้ของผลิตภัณฑ์กับไพโรแกรมอ้างอิงของตัวอย่างที่ทราบองค์ประกอบ (Fries et al., 2013; Nuelle et al., 2014)

3.2.3 เทคนิครามาน สเปกโทรสโกปี และฟลูออเรสเซนซ์ สเปกโทรสโกปี

เป็นเทคนิคที่ถูกนำมาใช้เพื่อยืนยันการจำแนกไมโครพลาสติกและพอลิเมอร์สังเคราะห์สำหรับพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตรลงไป โดยฟลูออเรสเซนซ์ สเปกโทรสโกปี อินฟราเรด สเปกโทรสโกปี และรามาน สเปกโทรสโกปี เป็นวิธีการที่มีแนวโน้มมากที่สุดในเรื่องนี้ โดยเป็นเทคนิคสำหรับวิเคราะห์ไมโครพลาสติกภาคสนามที่สามารถระบุชนิดพอลิเมอร์ของอนุภาคพลาสติกที่มีขนาดเล็กประมาณ 10 ไมโครเมตรได้ อนุภาคเหล่านี้สามารถสังเกตเห็นได้ภายใต้

กล้องจุลทรรศน์และยังมีขนาดใหญ่พอที่จำแนกได้ว่าเป็นพลาสติกโดยใช้เทคนิคฟูเรียร์ ทรานสฟอร์ม อินฟราเรท สเปกโทรสโคปี หรือรามาน สเปกโทรสโคปีได้ ทั้งสองเทคนิคนี้ใช้หลักการการส่งผ่านแสง และความยาวคลื่นของแสง โดยจะสามารถจำแนกอนุภาคพลาสติกที่มีขนาดตั้งแต่ 20 นาโนเมตรไปจนถึง 10 ไมโครเมตร (10,000 นาโนเมตร) ได้ อนุภาคพลาสติกทั้งขนาดนาโนเมตรและไมโครเมตรที่เรืองแสง สามารถทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบพฤติกรรมของไมโครพลาสติกได้ ผ่านการตรวจจับการเรืองแสง ซึ่งวิธีการนี้จะเหมาะกับการศึกษาในห้องปฏิบัติการ การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ใหม่ๆ นั้นจะต้องมีขั้นตอนของการสกัด การคัดแยก และการระบุชนิดของไมโครพลาสติกทั้งขนาดไมโครเมตรและนาโนเมตร แต่จนถึงปัจจุบันก็ยังไม่มียุทธวิธีตรวจสอบความถูกต้องสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างภาคสนาม

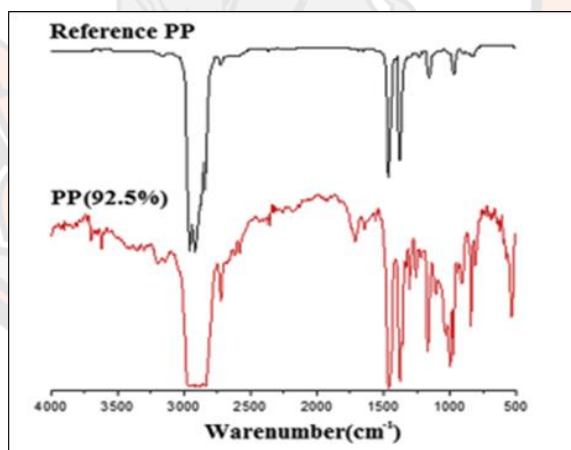
สำหรับการจำแนกองค์ประกอบทางเคมีของไมโครพลาสติกโดยใช้ ฟูเรียร์ ทรานสฟอร์ม อินฟราเรท สเปกโทรสโคปีนั้น ได้มีการพัฒนาและถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์ด้านคุณภาพของไมโครพลาสติกที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร โดยชนิดของพอลิเมอร์จะสามารถถูกจำแนกได้โดยตรงอย่างรวดเร็วโดยการเปรียบเทียบสเปกตรัมของพลาสติกตัวอย่างกับสเปกตรัมของพลาสติกอ้างอิง (Qiu et al., 2016) สามารถจำแนกหมู่ฟังก์ชันที่ปรากฏอยู่ในไมโครพลาสติก โดยตัวตรวจวัด FPA reflectance และ FTIR spectroscopy จะทำหน้าที่ในการจำแนก และระบุชนิดของพลาสติกประเภทต่างๆ เช่นพอลิเอธิลีน, พอลิโพรไพลีน, ไนลอน, พีวีซี และ พอลิสไตรีน ยกตัวอย่างในกรณีศึกษาไมโครพลาสติกในน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียที่มีขนาดระหว่าง 150 ถึง 250 ไมโครเมตร ซึ่งถูกนำมาบำบัดขั้นต้นก่อนโดยการนำมากำจัดสารอินทรีย์โดยใช้ 30 เปอร์เซ็นต์ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Tagg, Sapp, Harrison, & Ojeda, 2015) จากนั้นตัวอย่างพลาสติกจะถูกจำแนกโดย (ATR)-FTIR โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 240 ตัวอย่าง ซึ่งถูกคัดเลือกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยในตัวอย่างทั้งจากน้ำผิวดินและตะกอนดินพบว่า ไมโครพลาสติกที่พบเป็นชนิดพอลิโพรไพลีนมากที่สุดคือ 50.9 เปอร์เซ็นต์, พอลิเอธิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ 18.2 เปอร์เซ็นต์, พอลิเอธิลีนชนิดความหนาแน่นสูง 26.4 เปอร์เซ็นต์, พอลิโพรไพลีน และเอธิลีนโพรไพลีน 3.6 เปอร์เซ็นต์ และสไตรีน อะครีโลไนไตรล์ 0.9 เปอร์เซ็นต์ (Tsang et al., 2017) และในการศึกษาการสะสมของไมโครพลาสติกในชั้นบรรยากาศพบว่า ตัวอย่างไมโครพลาสติกมีรูปร่างที่หลากหลายเช่น เส้นใย, เม็ด, เศษชิ้นส่วน และโฟม จากการสังเกตด้วยตาเปล่าและภายใต้กล้องจุลทรรศน์และจากการจำแนกด้วยไมโคร ฟูเรียร์ ทรานสฟอร์ม อินฟราเรท สเปกโทรมิเตอร์พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของไมโครพลาสติกที่พบคือพอลิเอธิลีน 14 เปอร์เซ็นต์, พอลิโพรไพลีน 9 เปอร์เซ็นต์, พอลิสไตรีน 4 เปอร์เซ็นต์ และเซลลูลอส 13 เปอร์เซ็นต์ (Cai et al., 2017)



ภาพ 7 ตัวอย่างสเปกตรากการจำแนกองค์ประกอบพอลิเมอร์พลาสติกชนิดพอลิเอธิลีน (PE) โดย

FTIR

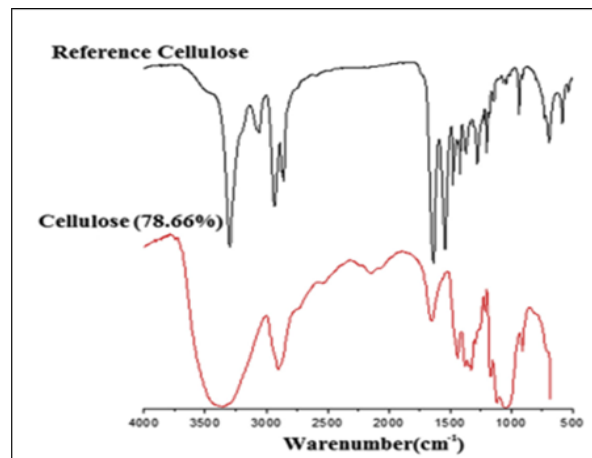
ที่มา : Silva et al., 2018



ภาพ 8 ตัวอย่างสเปกตรากการจำแนกองค์ประกอบพอลิเมอร์พลาสติกชนิดพอลิโพรไพเรลีน (PP)

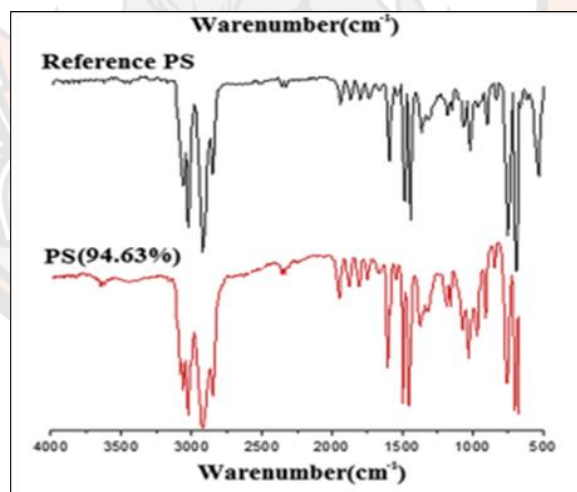
โดย FTIR

ที่มา : Silva et al., 2018



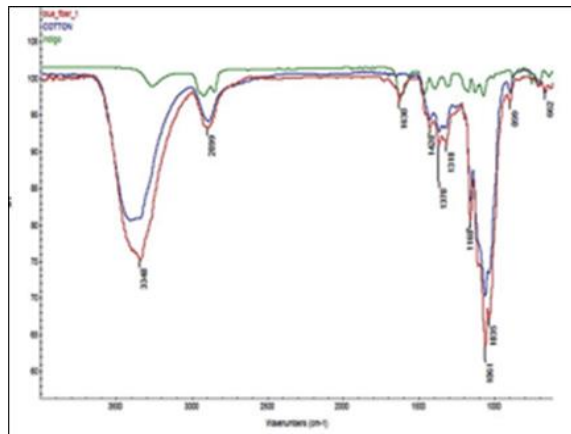
ภาพ 9 ตัวอย่างสเปกตรากการจำแนกองค์ประกอบพอลิเมอร์พลาสติกชนิดเซลลูโลส (Cellulose)
โดย FTIR

ที่มา : Silva et al., 2018



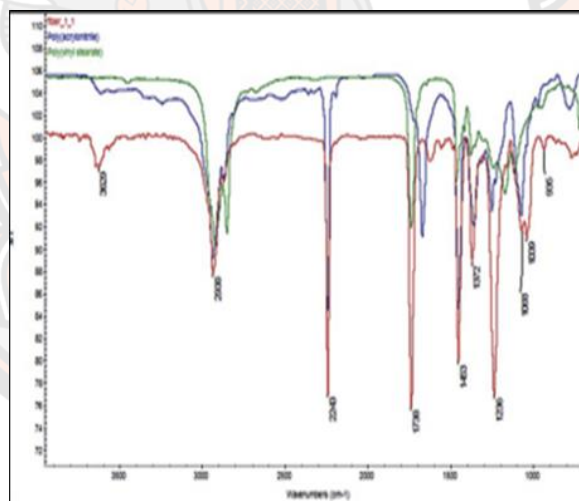
ภาพ 10 ตัวอย่างสเปกตรากการจำแนกองค์ประกอบพอลิเมอร์พลาสติกชนิดพอลิสไตรีน (PS)
โดย FTIR

ที่มา : Silva et al., 2018



ภาพ 11 ตัวอย่างสเปกตรากการจำแนกองค์ประกอบพอลิเมอร์พลาสติกชนิดใยฝ้าย (Cotton)
โดย FTIR

ที่มา : Silva et al., 2018



ภาพ 12 ตัวอย่างสเปกตรากการจำแนกองค์ประกอบพอลิเมอร์พลาสติกชนิดพอลิอะครีลิก
(Polyacrylic) โดย FTIR

ที่มา : Silva et al., 2018

4. ประสิทธิภาพของวิธีการ

การสำรวจภาคสนามของไมโครพลาสติกในปัจจุบันมีขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการวิจัยและพัฒนา (research and development ; R&D) เมื่อเริ่มมีการปนเปื้อนสารเคมีใหม่ๆ เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะต้องใช้ความพยายามอย่างมากในการประเมิน ปรับปรุงวิธีการที่มีอยู่ รวมทั้งพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่อย่างสร้างสรรค์เช่น การสอบเทียบเพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีปฏิบัติที่เป็นมาตรฐาน (standard operating protocols; SOPs) ซึ่งจะช่วยให้มั่นใจได้ว่าคุณภาพของข้อมูลที่ได้ตรงตามเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ และอาจนำไปสู่วิธีการที่ได้รับการรับรองมาตรฐานในอนาคต ด้านความแตกต่างของไมโครพลาสติกในภาคสนามทั้งในส่วนขององค์ประกอบและการแพร่กระจาย ล้วนเป็นปัจจัยที่ทำให้กระบวนการหรือวิธีการวิเคราะห์ยังไม่มีมาตรฐานอยู่ แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลเบื้องต้นที่ได้ สามารถนำไปใช้ในการระบุความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในสภาพแวดล้อมนั้นๆ ได้ รวมทั้งสามารถนำไปใช้เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการด้านการตรวจวัดได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา (2557) ทำการศึกษาการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกบนชายหาดในตะกอนดิน และในหอยสองฝาจากชายหาดเจ้าหลาวและชายหาดคู้งวิมาน โดยจากการศึกษาพบว่าไมโครพลาสติกบนชายหาดคู้งวิมานมีปริมาณมากกว่าชายหาดเจ้าหลาว ซึ่งมีปริมาณไมโครพลาสติกบนชายหาดคู้งวิมาน 174 ± 31 ชิ้น / กก. และ 272 ± 253 ชิ้น / กก. ในฤดูฝนและฤดูแล้งตามลำดับ ในขณะที่บริเวณชายหาดเจ้าหลาวพบปริมาณไมโครพลาสติกบนชายหาด 103 ± 27 ชิ้น / กก. และ 153 ± 46 ชิ้น / กก. ในฤดูฝนและฤดูแล้งตามลำดับ ส่วนในตะกอนดินพบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดินชายหาดคู้งวิมาน 43 ± 17 ชิ้น / กก. และ 40 ± 24 ชิ้น / กก. ในฤดูฝนและฤดูแล้งตามลำดับ ในขณะที่ในตะกอนดินชายหาดเจ้าหลาวพบปริมาณไมโครพลาสติก 54 ± 20 ชิ้น / กก. และ 42 ± 17 ชิ้น / กก. ในฤดูฝนและฤดูแล้งตามลำดับ ส่วนในหอยสองฝापพบปริมาณไมโครพลาสติก 3.6 ชิ้น / ตัว และ 2.1 ชิ้น / ตัว ในบริเวณชายหาดคู้งวิมานและเจ้าหลาวตามลำดับ รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดในการศึกษารั้งนี้ทั้งบนชายหาดในตะกอนดินและในหอยสองฝาคือ ไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างแบบเส้นใย (Fiber) และสี่ของไมโครพลาสติกที่พบส่วนมากจะเป็นสีขาวขุ่นและสีขาวใส

Horton, Svendsen, Williams, Spurgeon, & Lahive (2017) ทำการศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในบริเวณ 4 พื้นที่รอบแม่น้ำแฮม ประเทศอังกฤษ ผ่านกระบวนการย่อย การทำให้ลอยตัว และการจำแนกพอลิเมอร์โดยใช้เทคนิค รามานสเปกโตรสโกปี โดยพบว่าบริเวณตอนใต้ของ

พื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกเฉลี่ยสูงสุดคือ 66 ชิ้นต่อน้ำหนัก 100 กรัม โดยเป็นรูปร่างแบบชิ้นส่วน 91 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของอีก 3 พื้นที่พบว่า ไมโครพลาสติกที่พบมีรูปร่างแบบเส้นใยมากที่สุด โดยเป็นประเภทพอลิโพรไพลีน, พอลิเอสเตอร์ และพอลิเอทิลีน ซึ่งจากผลการศึกษาสรุปได้ว่าแหล่งที่มาหลักของไมโครพลาสติกที่พบในแม่น้ำของประเทศอังกฤษ มาจากการหลุดร่อนของสีที่ใช้ทาถนน

Li, Yang, Li, Jabeen, & Shi (2015) ทำการสำรวจไมโครพลาสติกในหอยเศรษฐกิจประเภทหอยสองฝาจำนวน 9 สายพันธุ์จากตลาดประมงในประเทศจีน พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 3 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย, ชิ้นส่วน และเม็ด ในเนื้อเยื่อของหอยทั้งหมดที่ทำการสำรวจ จำนวนไมโครพลาสติกทั้งหมดมีค่าตั้งแต่ 2.1 ถึง 10.5 ตัวต่อกรัม และ 4.3 ถึง 57.2 ชิ้นต่อตัว โดยหอยสายพันธุ์ *Scapharca subcrenata* มีค่าเฉลี่ยไมโครพลาสติก 10.5 ชิ้นต่อกรัม ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุดโดยน้ำหนัก เส้นใยเป็นรูปร่างที่พบมากที่สุดและมีมากกว่าครึ่งหนึ่งของไมโครพลาสติกทั้งหมดใน 8 สายพันธุ์ โดยในสายพันธุ์ *Alectryonella plicatula* ไมโครพลาสติกแบบเม็ดคิดเป็น 60 เปอร์เซ็นต์ของไมโครพลาสติกทั้งหมด ขนาดที่พบมากที่สุดคือขนาดเล็กกว่า 250 ไมโครเมตร คิดเป็น 33 ถึง 84 เปอร์เซ็นต์ของไมโครพลาสติกทั้งหมด ซึ่งคำนวณจากทุกสายพันธุ์ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ามลพิษทางไมโครพลาสติกนั้นแพร่หลายและมีระดับที่ค่อนข้างสูงในหอยเศรษฐกิจจากประเทศจีน จึงควรมีการตรวจสอบอย่างละเอียดมากขึ้นเกี่ยวกับไมโครพลาสติกในอาหารทะเล

Li et al. (2016) ทำการสำรวจไมโครพลาสติกในหอยแมลงภู่น้ำจืดสายพันธุ์ *Mytilus edulis* จาก 22 พื้นที่ ตามแนวชายฝั่งเป็นระยะทาง 12,400 ไมล์ของจีนในปี 2015 โดยไมโครพลาสติกมีค่าตั้งแต่ 0.9 ถึง 4.6 ชิ้นต่อกรัม และ 1.5 ถึง 7.6 ชิ้นต่อตัว หอยแมลงภู่น้ำจืดมีปริมาณไมโครพลาสติกเท่ากับ 2.7 ชิ้นต่อกรัมซึ่งมากกว่าหอยแมลงภู่น้ำเค็มคือ 1.6 ชิ้นต่อกรัม ปริมาณไมโครพลาสติกในหอยแมลงภู่น้ำจืดจากบริเวณที่มีกิจกรรมมนุษย์อย่างหนาแน่น อยู่ที่ 3.3 ชิ้นต่อกรัม ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในบริเวณที่มีกิจกรรมมนุษย์เบาบางคือ 1.6 ชิ้นต่อกรัม รูปร่างไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือแบบเส้นใย รองลงมาคือแบบชิ้นส่วน สัดส่วนของไมโครพลาสติกที่มีขนาดน้อยกว่า 250 มิลลิเมตร คือ 17 เปอร์เซ็นต์ถึง 79 เปอร์เซ็นต์ของไมโครพลาสติกทั้งหมด ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าจำนวนของไมโครพลาสติกที่พบในหอยแมลงภู่น้ำจืดมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

Peng et al. (2017) ทำการศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดินบริเวณปากแม่น้ำฉางเจียง ประเทศจีน ซึ่งพบว่าการปนเปื้อนจำนวน 20 ถึง 340 ชิ้นต่อกิโลกรัม โดยมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกทั้งในตะกอนและน้ำบริเวณพื้นผิว (Zhao, Zhu, Wang, & Li, 2014) ในส่วนของการวิเคราะห์โดยเทคนิคไมโคร ฟลูออเรสเซนซ์ สเปกโตรสโกปี พบว่า ไมโครพลาสติกที่พบ

มีองค์ประกอบเป็นเรยอน, พอลิเอสเตอร์, อะคริลิก และอื่นๆ ซึ่งบ่งชี้ว่าแหล่งสำคัญของไมโครพลาสติกในตะกอนอาจมาจากกระบวนการซักล้างทำความสะอาดเสื้อผ้าและเครื่องนุ่งห่ม

Peng, Xu, Zhu, Bai, & Li (2018) ทำการศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดินแม่น้ำเมืองเซียงไฮ้ ประเทศจีนพบว่า ในแม่น้ำ 6 สายที่ทำการศึกษาพบว่ามีปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างตะกอนดินจำนวน 802 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ไมโครพลาสติกที่พบส่วนใหญ่มีสีขาว โดยมีองค์ประกอบเป็นพอลิโพรไพลีนมากที่สุด และจากการประเมินความเสี่ยงของไมโครพลาสติกในตะกอนดินต่อระบบนิเวศพบว่าข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อการพัฒนา นโยบายด้านสิ่งแวดล้อมในการแก้ไขปัญหามลพิษทางจุลชีววิทยา

Santana et al. (2016) ทำการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในหอยแมลงภู่สายพันธุ์ *Perna perna* ที่มีพฤติกรรมดำรงชีวิตแบบกรอกิน บริเวณปากอ่าวซานโตส (บราซิลตะวันออกเฉียงใต้) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีชุมชนเมืองตั้งอยู่มากที่สุดของชายฝั่งรัฐเซาเปาโล ประเทศบราซิล โดยจากการประเมินเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่า 75 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างหอยแมลงภู่มีการบริโภคไมโครพลาสติกเข้าไป ซึ่งถือเป็นประเด็นข้อห่วงกังวลของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม จุดสุ่มเก็บตัวอย่างทั้งหมดพบว่า หอยแมลงภู่มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกและไม่มีรูปแบบการปนเปื้อนที่ชัดเจนตามบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งถือเป็นการประเมินครั้งแรกที่พบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกทั้งในธรรมชาติและหอยแมลงภู่สายพันธุ์ *P. perna* สำหรับประเทศซีกโลกใต้

Su et al. (2016) ได้ทำการสำรวจระดับการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในทะเลสาบไท่หู ประเทศจีนในปี 2015 โดยพบว่ามีปริมาณ 0.01×10^6 ชิ้นต่อตารางกิโลเมตรในตัวอย่างจากแพลงก์ตอนเนต, 3.4 ถึง 25.8 ชิ้นต่อลิตรในตัวอย่างจากผิวน้ำ, 11.0 ถึง 234.6 ชิ้นต่อกิโลกรัมในตัวอย่างตะกอนดินแห้ง และ 0.2 ถึง 12.5 ชิ้นต่อกรัมในตัวอย่างหอยสองฝา โดยพบว่ามีปริมาณไมโครพลาสติกสูงที่สุดในตัวอย่างแพลงก์ตอนเนต ที่บริเวณตะวันออกเฉียงใต้ และในตัวอย่างตะกอนดินที่บริเวณตะวันตกเฉียงเหนือ ไมโครพลาสติกที่พบถูกจำแนกเป็นเส้นใยขนาด 100 ถึง 1,000 ไมโครเมตร โดยมีเซลโลเฟนเป็นองค์ประกอบ และยังพบว่าปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างแพลงก์ตอนเนตจากทะเลสาบไท่หู่มีปริมาณสูงสุดที่เคยพบในทะเลสาบน้ำจืดทั่วโลก โดยสัดส่วนไมโครพลาสติกในหอยสองฝาของแต่ละตัวอย่างตะกอนดินนั้นมีค่าอยู่ในช่วง 38 ถึง 3,810 ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดิน ซึ่งสรุปได้ว่าปริมาณไมโครพลาสติกนั้นไม่เพียงแต่จะพบในน้ำและยังพบในสิ่งมีชีวิตที่ทะเลสาบไท่หู่ด้วย

Sruthy & Ramasamy (2017) ได้ทำการศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดิน บริเวณทะเลสาบเวมบานาต เมืองเคราลา ประเทศอินเดีย โดยพบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกจากทั้ง 10 จุดเก็บตัวอย่างที่ทำการศึกษาวัด คิดเป็นจำนวน 96 ถึง 496 ชิ้นต่อตารางเซนติเมตร คิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 252.80 ± 25.76 ชิ้นต่อตารางเซนติเมตร การวิเคราะห์โดยเทคนิครามาน

สเปกโทร สโคปพบว่า พลาสติกที่พบส่วนใหญ่มีพอลิเอธิลีนเป็นองค์ประกอบ ส่งผลกระทบต่อหอย และปลาที่อาศัยภายในพื้นที่ซึ่งถือเป็นแหล่งโปรตีนหลักสำหรับประชากรท้องถิ่น โดยการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในตะกอนดินที่พบถือเป็นภัยคุกคามร้ายแรงต่อ 7 สายใยอาหารของทะเลสาบแห่งนี้

Thushari, Senevirathna, Yakupitiyage, & Chavanich (2017) ทำการศึกษาผลกระทบจากไมโครพลาสติกต่อสัตว์ทะเลที่มีเปลือกแข็งได้แก่ หอยนางรม หอยกาบคู่ หอยเพอร์ริงเคล และเพรียง บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออก 3 พื้นที่ของประเทศไทย คือ อ่างศิลา บางแสน และเกาะเสม็ด ผลสำรวจพบว่าอ่างศิลาคือพื้นที่ที่พบการปนเปื้อนในสัตว์ทะเลตระกูลนี้มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่วิจัยอื่น และค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนของสัตว์ทะเลที่มีเปลือกแข็งเหล่านี้อยู่ที่ 0.2 ถึง 0.6 อนุภาคต่อกรัม ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่สูง โดยสัตว์ทะเลเหล่านี้จะดูดซับหรือกินกลืนไมโครพลาสติกเหล่านี้เข้าไปสะสมอยู่ในร่างกาย เกิดการถ่ายทอดส่งผ่านของสารเคมีที่ปนเปื้อนมากับเม็ดพลาสติกเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ ผ่านการบริโภคสัตว์ทะเลเหล่านี้

จากรายงานการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ในปัจจุบันสามารถพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมมากมาย ทั้งในระบบนิเวศน้ำจืดและทะเล สะสมในตัวกลางชนิดต่างๆ ทั้งในมวลน้ำ ตะกอนดิน รวมถึงสิ่งมีชีวิต ซึ่งหากมีการปนเปื้อนจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศผ่านตัวกลางเหล่านี้ได้ โดยอาจมีการลอยตัวในมวลน้ำ หรือตกสะสมในตะกอนดิน และเข้าสู่สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำผ่านการบริโภคทำให้เกิดการสะสมในห่วงโซ่อาหาร ในส่วนของชนิด ปริมาณ และรูปแบบของไมโครพลาสติกที่พบบนนั้นจะมีความแตกต่างกันไป อันเนื่องมาจากอิทธิพลต่างๆ เช่น ฤดูกาล ลักษณะที่ตั้งของพื้นที่ รวมถึงกิจกรรมของมนุษย์ เป็นต้น โดยในปัจจุบันได้มีการศึกษาทั้งในแง่ของปริมาณและองค์ประกอบ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สุดท้ายแล้วสามารถนำไปสู่การบ่งชี้ถึงแหล่งที่มา และเส้นทางของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเข้าสู่สิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศ ผ่านการสะสมในตะกอนดินในฐานะที่เป็นแหล่งสะสม กักเก็บ และดูดซับมลสารต่างๆ เอาไว้กับอนุภาคได้ และสัตว์หน้าดินกลุ่มหอย ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยและหากินตามพื้นผิวหน้าดินในฐานะที่เป็นดัชนีตัวชี้วัดทางชีวภาพ

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

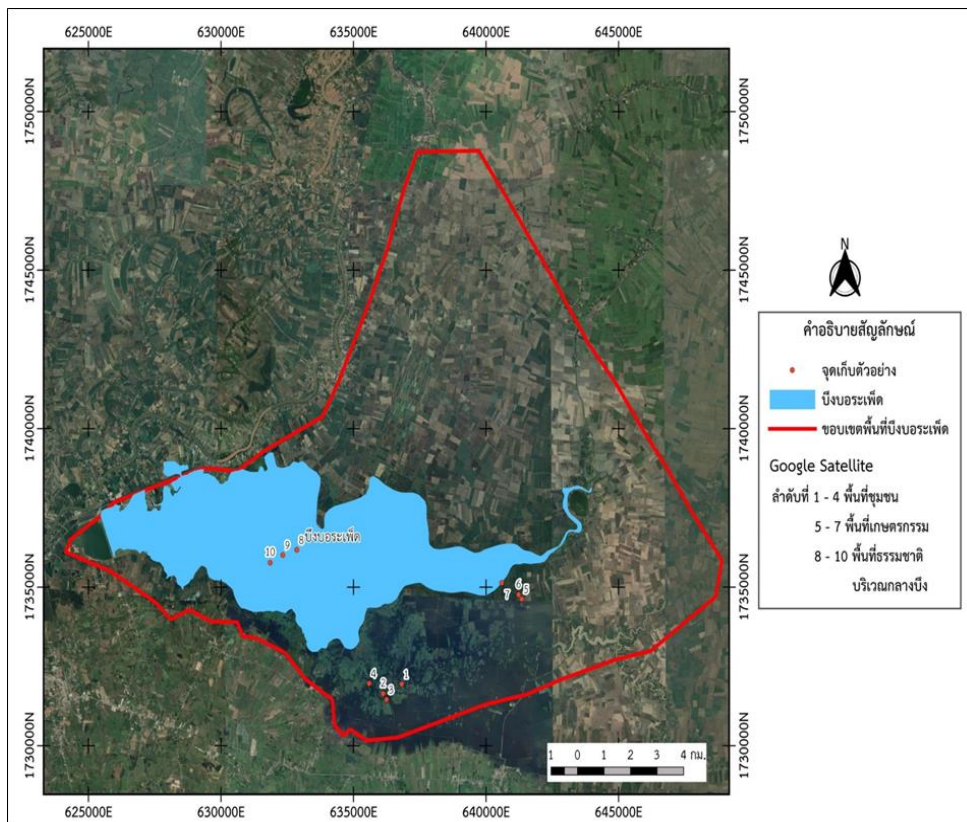
การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างเพื่อให้เป็นตัวแทนของการใช้ประโยชน์ที่ดินรอบพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจำนวนทั้งสิ้น 10 จุดเก็บ (ดังตาราง 2) โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มพื้นที่ (ดังภาพ 13) ได้แก่

1. พื้นที่ชุมชนได้แก่ สถานีที่ 1, 2, 3 และ 4
2. พื้นที่การเกษตรได้แก่ สถานีที่ 5, 6 และ 7
3. พื้นที่ธรรมชาติได้แก่ สถานีที่ 8, 9 และ 10

ตาราง 2 แสดงพิกัดจุดเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดิน

จุดที่	สถานี
1	เหนือบ้านห้วยหิน
2	ท้ายบ้านห้วยหิน
3	กลางบ้านห้วยหิน
4	ก่อนเข้าบ้านห้วยหิน
5	ต้นน้ำคลองรางบัว
6	กลางน้ำคลองรางบัว
7	ท้ายน้ำคลองรางบัว
8	พื้นที่ธรรมชาติบริเวณกลางบึง จุดที่ 1
9	พื้นที่ธรรมชาติบริเวณกลางบึง จุดที่ 2
10	พื้นที่ธรรมชาติบริเวณกลางบึง จุดที่ 3



ภาพ 13 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดิน

เครื่องมือและสารเคมี

1. เครื่องมือ

1.1 เครื่องมือในการเก็บตัวอย่าง

1.1.1 เครื่องหาฟิแกดจีพีเอส

1.1.2 อุปกรณ์เก็บตะกอน (Grab Sampler)

1.1.3 อุปกรณ์เก็บน้ำ (Water Sampler)

1.1.4 กระบะใส่ดิน

1.1.5 ซ้อนตักดิน

1.1.6 ถุงพลาสติก

1.1.7 ขวดพลาสติก PE ขนาด 1,000 มิลลิลิตร

1.2 เครื่องมือในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

1.2.1 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำภาคสนามได้แก่ Multiple probe, Secchi disk และ Turbidity meter

1.2.2 ไฮโดรมิเตอร์

1.2.3 ตู้อบ

1.2.4 ตู้ดูดควัน

1.2.5 ชุดเครื่องกรอง

1.2.6 เครื่องดูดสุญญากาศ

1.2.7 ขวดชนิดน้ำกลั่น

1.2.8 โถดูดความชื้น

1.2.9 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

1.2.10 ปีกเกอร์ขนาด 1,000 และ 600 มิลลิลิตร

1.2.11 กระจกตวงสาร

1.2.12 ถังสแตนเลสทรงกระบอกขนาด 10 ลิตร

1.2.13 ขวดชมฟู (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.2.14 แท่งแก้วคนสาร

1.2.15 ซ้อนตักสาร

1.2.16 ฝ้ายกรองขนาด 300 และ 20 ไมโครเมตร

1.2.17 กระจาดกรองใยแก้ว (GF/C) รูกรอง 1.2 ไมโครเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง

47 มิลลิเมตร

1.2.18 เครื่องกวน (Magnetic stirrer)

1.2.19 Hot plate

1.2.20 Cylinder density separator

- 1.2.21 กระจาดขยล์
- 1.2.22 กระจบอทดทตะกอน (Sedimentation Cylinder)
- 1.2.23 plunger
- 1.2.24 นาฬิกาลบเวลา
- 1.2.25 กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอไมโครสโคป
- 1.2.26 ฟุรียร์ ทรานสฟอร์ม อินฟารท สเปกโตรมิเตอร์

2. สารเคมี

- 2.1 สารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต Fe (II) 0.05 N
- 2.2 สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (30% H₂O₂)
- 2.3 สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (2% KOH)
- 2.4 สารละลายแคลกอน (5% Calgon)
- 2.5 สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต (K₂Cr₂O₇) 1.0 N
- 2.6 กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc. H₂SO₄)
- 2.7 สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (Ferrous Ammonium Sulfate) 0.5 N
- 2.8 สารละลายออร์โทฟอสเฟตอินทรีย์ อินดิเคเตอร์
- 2.9 น้ำเกลือ
- 2.10 แผ่นมินิโพแทสเซียมโบรไมด์
- 2.11 ไนโตรเจนเหลว

การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพน้ำเบื้องต้น

1. การวิเคราะห์ภาคสนาม

ดำเนินการตามวิธีมาตรฐานโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดภาคสนามดังนี้

- 1.1 ความเป็นกรด - ด่าง (pH), อุณหภูมิ (Temperature), ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO), ค่าของแข็งละลายในน้ำทั้งหมด (TDS) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ตรวจวัดโดย Multiple probe

1.2 ความขุ่น (Turbidity) ตรวจวัดโดย Turbidity meter

1.3 ความโปร่งแสง (Transparency) ตรวจวัดโดย Secchi Disk

2. การวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึก 1 เมตรจากผิวน้ำโดยใช้อุปกรณ์เก็บน้ำ (Water Sampler) เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids; TSS) ณ ห้องปฏิบัติการ ดำเนินการด้วยวิธี Glass Fiber Filter Disc โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 อบกระดาษกรองให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 ถึง 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดสิคเคเตอร์แล้วชั่งน้ำหนัก (B) เก็บกระดาษกรองไว้ในเดสิคเคเตอร์จนกว่าจะใช้ทดลอง

2.2 วางกระดาษกรองลงในกรวยบุคเนอร์ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องดูดสุญญากาศ

2.3 ใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาษกรองให้เปียกแล้วเปิดเครื่องดูดอากาศ เพื่อให้กระดาษกรองแนบติดกับกรวยบุคเนอร์

2.4 ตวงปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ผสมเข้ากันดีแล้ว 50 ถึง 100 มิลลิลิตร แล้วเทน้ำตัวอย่างลงในกรวยบุคเนอร์และเปิดเครื่องดูดสุญญากาศจนน้ำแห้ง แล้วล้างเครื่องกรองด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เปิดเครื่องทิ้งไว้ 3 นาที

2.5 เมื่อแห้งแล้วนำกระดาษกรองออกวางในภาชนะเดิม (อาจใช้ถ้วยระเหยหรือกระดาษอลูมิเนียมก็ได้) แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 ถึง 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 1 นาทีทิ้งไว้ให้เย็นในเดสิคเคเตอร์ และชั่งน้ำหนัก (A)

การคำนวณ

$$\text{ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (มก./ล.)} = \frac{(A-B) \times 10^6}{\text{Volume (mL)}}$$

เมื่อ A = น้ำหนักของกระดาษกรองและของแข็งแขวนลอยในตัวอย่าง (กรัม)

B = น้ำหนักของกระดาษกรอง (กรัม)

การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนดิน

1. การเก็บตัวอย่างตะกอนดิน

ใช้ Grab Sampler ในการเก็บตัวอย่างทั้ง 10 จุดเก็บ จำนวนรวมทั้งสิ้น 10 ตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนของตัวอย่างตะกอนดินทั้ง 3 กลุ่มพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา

2. การวิเคราะห์คุณสมบัติตะกอนดิน

2.1 การวิเคราะห์เนื้อดินด้วยวิธี Hydrometer method มีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 การเตรียมดินและการกำจัดอินทรีย์วัตถุ

- 1) ชั่งตัวอย่างดินแห้งที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร จำนวน 50 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไป 50 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
- 2) เติม 50% H_2O_2 ครึ่งละ 5 มิลลิลิตร จนกระทั่งไม่เกิดฟองก๊าซ
- 3) นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อไล่ H_2O_2 ออกจากตัวอย่างดิน
- 4) นำตัวอย่างดินไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าดินจะแห้ง และนำมาชั่งน้ำหนัก

2.1.2 การวิเคราะห์เนื้อดิน (Soil texture)

- 1) นำตัวอย่างดินที่ชั่งน้ำหนักแล้วใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย 5% แคลคอนและน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน และนำไปกวนด้วยเครื่อง Magnetic Stirrer ประมาณ 15 นาที
- 2) เทตัวอย่างดินลงในกระบอกตกตะกอน (Sedimentation cylinder) ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1,000 มิลลิลิตร
- 3) ใช้ plunger คน 20 ครั้ง เพื่อให้อนุภาคดินกระจายอย่างสม่ำเสมอทุกส่วนของสารแขวนลอย
- 4) เริ่มจับเวลา ค่อยๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงในสารแขวนลอยในกระบอกตกตะกอน และอ่านค่าบนก้านของไฮโดรมิเตอร์ตรงระดับผิวของสารแขวนลอยเมื่อครบ 40 วินาที พร้อมกับวัดอุณหภูมิของสารแขวนลอยของดินตรงระดับกระเปาะของไฮโดรมิเตอร์
- 5) เมื่อได้เวลาอีก 1 นาทีจะครบ 2 ชั่วโมง อ่านค่าบนก้านของไฮโดรมิเตอร์ตรงระดับผิวของสารแขวนลอยเมื่อครบ 2 ชั่วโมง พร้อมกับวัดอุณหภูมิของสารแขวนลอยของดินตรงระดับกระเปาะของไฮโดรมิเตอร์

6) เติมสารละลาย 5% Calgon 100 มิลลิลิตร ลงใน Sedimentation cylinder อีกใบหนึ่ง แล้วปฏิบัติการเช่นเดียวกันกับในข้อ 5 , 6 ค่าที่อ่านได้นี้นำไปคำนวณหาค่า Blank

7) นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดิน และนำเข้าไดอะแกรมสามเหลี่ยมเพื่อหาประเภทเนื้อดิน

การคำนวณ

$$\text{ใช้สูตร} \quad (R_s - R_b) + 0.36 (T_s - T_b) \times 100$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของ (silt + clay)} = \text{ผลที่ได้ในครั้งแรก (40 วินาที)}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของ clay} = \text{ผลที่ได้ในครั้งที่สอง (2 ชั่วโมง)}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของ sand} = 100 - (\text{silt} + \text{clay})$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของ silt} = \text{เปอร์เซ็นต์ของ (silt + clay)} - \text{เปอร์เซ็นต์ของ clay}$$

$$\text{เมื่อ } R_s = \text{ค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ของ sample}$$

$$R_b = \text{ค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ของ blank}$$

$$T_s = \text{ค่าอุณหภูมิจาก sample}$$

$$T_b = \text{ค่าอุณหภูมิจาก blank}$$

2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total organic matter :TOM) ดำเนินการตามวิธีการของ Walkley & Black (1947) โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ชั่งดินที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร 1 กรัมใส่ขวดชมพู ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.2.2 เติมสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N 10 มิลลิลิตร แก้วขวดชมพูเบาๆ เพื่อให้ดินและสารละลายผสมกัน

2.2.3 เติม H_2SO_4 เข้มข้น 15 มิลลิลิตร พยายามให้กรดไหลลงข้าง ๆ ขวดให้ชะล้างตัวอย่างลงไปอยู่ในขวดให้หมด เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดดินเกาะติดอยู่ตามข้างขวด เขย่าค่อนข้างแรงให้ตัวอย่างเข้ากันดีเป็นเวลาประมาณ 1 นาที

2.2.4 ตั้งทิ้งไว้จนสารละลายเย็นเท่าอุณหภูมิห้องในตู้ดูดควัน เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

2.2.5 หยดอินดิเคเตอร์ออร์โทโทปีแวนโตรีน 3 หยด ไตเตรทด้วยสารละลาย FAS 0.5 N ที่จุด end point สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีน้ำตาลส้มเป็นสีม่วงปนแดง

2.2.6 ทำ Blank โดยเริ่มทำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึง ขั้นตอนี่ 6

การคำนวณ

$$\% \text{ อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter, O.M.)} = [(B-S) \times N] \times \frac{3}{1000} \times \frac{100}{58} \times \frac{100}{77} \times \frac{100}{W}$$

$$\text{หรือ } \% \text{ OM} = \% \text{ O.C.} \times 1.724$$

เมื่อ B = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรท Blank (มิลลิลิตร)

S = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักดินที่ใช้ (กรัม)

N = ความเข้มข้นของ FAS

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำในดิน (Water Content; WC) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.3.1 นำตัวอย่างตะกอนดินเปียกมาทำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนที่จะตักตัวอย่างลงในกระชงอลูมิเนียมฟอยล์ที่ผ่านการชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งแล้ว น้ำหนักที่ได้ควรใกล้เคียงกับ 0.1 มิลลิกรัม

2.3.2 ชั่งตะกอนดินเปียกประมาณ 1 ถึง 2 กรัม ใส่ลงในกระชงอลูมิเนียมฟอยล์ ทำซ้ำ 3 ครั้ง จดบันทึกน้ำหนักตะกอนดินเปียกที่ชั่งไว้ทุกครั้ง

2.3.3 นำตัวอย่างทั้งหมดไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อให้ น้ำที่มีอยู่ในตะกอนดินระเหยออกไปทั้งหมด

2.3.4 นำตัวอย่างตะกอนดินที่อบแล้วมาทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และนำมาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาค่าน้ำหนักดินแห้ง โดยแบ่งตัวอย่างตะกอนดินที่ผ่านการอบแล้วมาชั่งทีละน้อย เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากความชื้น จดบันทึกค่าที่ชั่งน้ำหนักได้ เพื่อนำไปคำนวณหาน้ำหนักน้ำที่หายไป

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณน้ำในตะกอนดิน; WC (\%)} = \frac{(W_1+W_2-W_3) \times 100}{W_2}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักอูมิเนียมพอยล์

W_2 = น้ำหนักตะกอนดินก่อนอบ

W_3 = น้ำหนักตะกอนดินรวมกระทงอูมิเนียมพอยล์หลังอบ

3. การสกัดแยกไมโครพลาสติกจากตะกอนดิน

3.1 การเตรียมตัวอย่างไมโครพลาสติกจากตะกอนดิน

ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Klein, Worch, & Knepper (2015) ; Masura, Baker, Foster, Herring, & Editor (2015)

3.1.1 ซั่งตัวอย่างตะกอนดินเปียกประมาณ 1 กิโลกรัม ใส่ในถังสแตนเลสทรงกระบอกขนาด 10 ลิตร

3.1.2 เติมน้ำเกลืออิ่มตัวลงในตัวอย่าง โดยใช้อัตราส่วนตัวอย่างตะกอนดินต่อน้ำเกลือเท่ากับ 1: 2 (V / V) คนให้เข้ากันเป็นเวลา 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 1 คืน

3.1.3 เทตะกอนที่ลอยบนผิวหน้าลงในผ้ากรองขนาดตา 300 ไมโครเมตร และใช้น้ำกลั่นฉีดตะกอนที่ติดอยู่บริเวณขอบของภาชนะลงไปในผ้ากรองให้หมด จากนั้นดำเนินการโดย

1) ถ่ายตัวอย่างจากผ้ากรองขนาด 300 ไมโครเมตรลงในบีกเกอร์แห่งอีกใบด้วยน้ำกลั่น (ตัวอย่างขนาด 300 ไมครอน)

2) ตัวอย่างและสารละลายที่ผ่านการกรองจากผ้ากรองขนาด 300 ไมโครเมตร นำมารองผ่านผ้ากรองขนาด 20 ไมโครเมตรโดยใช้เครื่องดูดสุญญากาศ และถ่ายตัวอย่างจากผ้ากรองลงในบีกเกอร์แห่งอีกใบด้วยน้ำกลั่น (ตัวอย่างขนาดน้อยกว่า 300 ไมโครเมตร)

3.1.4 นำตัวอย่างขนาด 300 และน้อยกว่า 300 ไมโครเมตร ไปย่อยสารอินทรีย์ที่ไม่ต้องการโดยใช้สารละลาย Wet Peroxide Oxidation; WPO ต่อไป

ซังตัวอย่างตะกอนดินเปียก 1 กิโลกรัม ใส่ในภาชนะขนาด 10 ลิตร



เติมน้ำเกลืออิ่มตัวในอัตราส่วน 1: 2 (V/ V)

คนให้เข้ากัน 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน



เทตะกอนที่ลอยบนผิวหน้าลงในผ้ากรองขนาดตา 300 ไมโครเมตร

พร้อมทั้งชะขอบของบีกเกอร์ด้วยน้ำกลั่น

ถ่ายภาพตัวอย่างบนผ้ากรองลงในบีกเกอร์
(ตัวอย่างขนาด 300 ไมโครเมตร)

สารละลายที่ผ่านการกรอง

กรองผ่านผ้ากรอง 20 ไมโครเมตร

ถ่ายภาพตัวอย่างบนผ้ากรองลงในบีกเกอร์
(ตัวอย่างขนาดน้อยกว่า 300 ไมโครเมตร)

นำไปย่อยสารอินทรีย์ที่ไม่ต้องการโดยใช้สารละลาย

Wet Peroxide Oxidation; WPO

3.2 การทำ Wet Peroxide Oxidation; WPO

ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Masura, Baker, Foster, Herring, & Editor (2015)

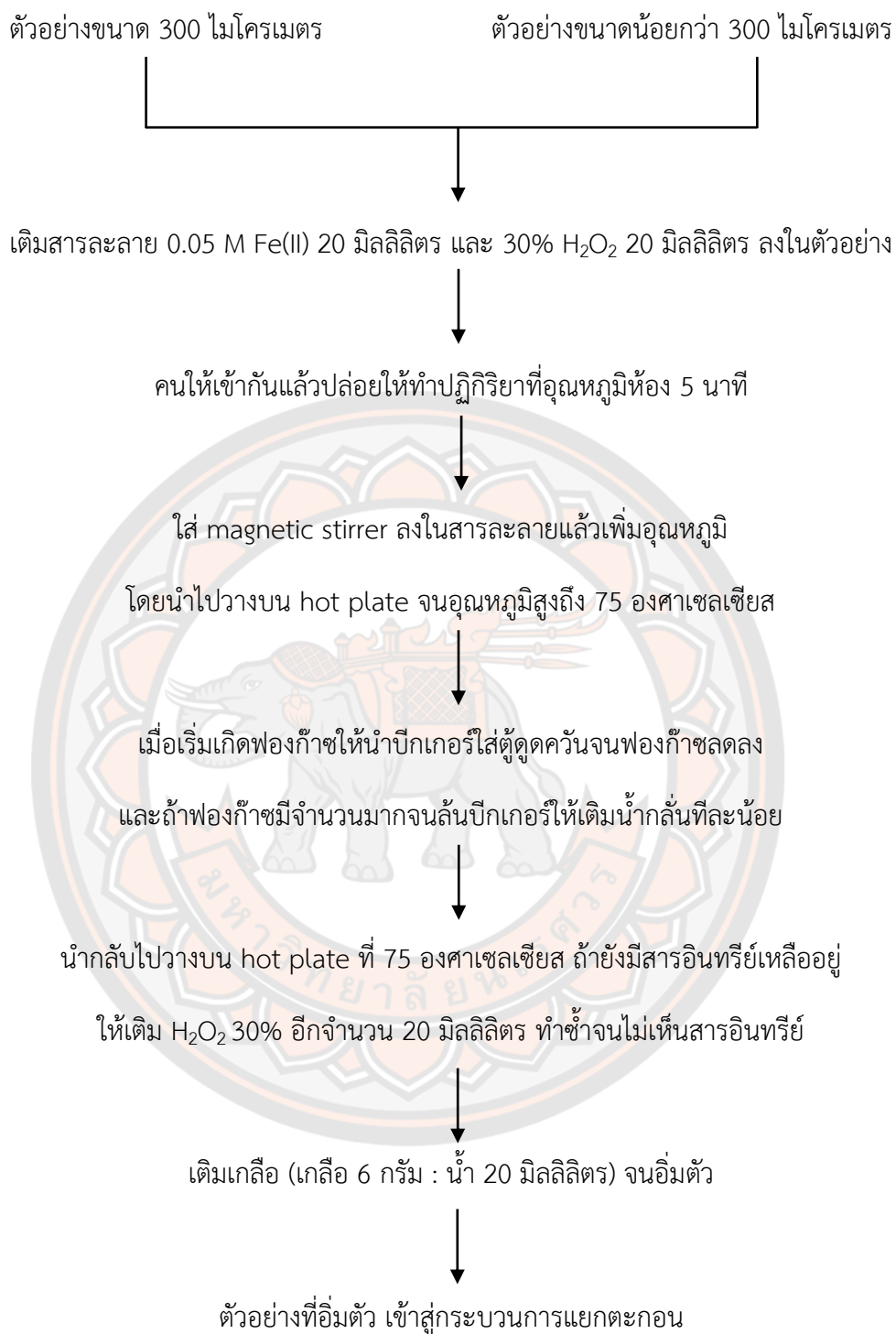
3.2.1 เติมสารละลายเฟอร์รัส Fe(II) ความเข้มข้น 0.05 M จำนวน 20 มิลลิลิตร และสารละลาย 30% H₂O₂ จำนวน 20 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างขนาด 300 และน้อยกว่า 300 ไมโครเมตรที่เตรียมได้ คนให้เข้ากันแล้วปล่อยให้ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที

3.2.2 ใส่ magnetic stirrer ลงในสารละลายแล้วเพิ่มอุณหภูมิโดยนำไปวางบน hot plate จนอุณหภูมิสูงถึง 75 องศาเซลเซียส แต่ให้สังเกตเมื่อเริ่มเกิดฟองก๊าซให้นำปีกเกอร์ ใส่ตู้ดูดควันจนฟองก๊าซลดลง และถ้าฟองก๊าซมีจำนวนมากจนล้นปีกเกอร์ให้เติมน้ำกลั่นทีละน้อย

3.2.3 นำกลับไปวางบน hot plate ที่ 75 องศาเซลเซียส รวมทั้งหมดจะใช้เวลา ประมาณ 30 นาที ถ้าสังเกตเห็นสารอินทรีย์เหลืออยู่ให้เติม 30% H₂O₂ อีกจำนวน 20 มิลลิลิตร ทำซ้ำจนไม่เห็นสารอินทรีย์

3.2.4 นำตัวอย่างที่ย่อยแล้วมาเติมเกลือ (เกลือ 6 กรัม : น้ำ 20 มิลลิลิตร) จนอิ่มตัว

3.2.5 ตัวอย่างที่ผ่านการเติมเกลือจนอิ่มตัวแล้ว จะเข้าสู่กระบวนการแยกตะกอนต่อไป



3.3 การแยกตะกอน

3.3.1 นำสารละลายของตัวอย่างขนาด 300 และน้อยกว่า 300 ไมโครเมตร ที่เติมเกลือจนอิ่มตัว มาเทใส่ภาชนะทรงกระบอกสำหรับแยกตะกอนตามความหนาแน่น Cylinder density separator โดยใช้ น้ำกลั่นฉีดล้างตัวอย่างจนตะกอนแยกออก

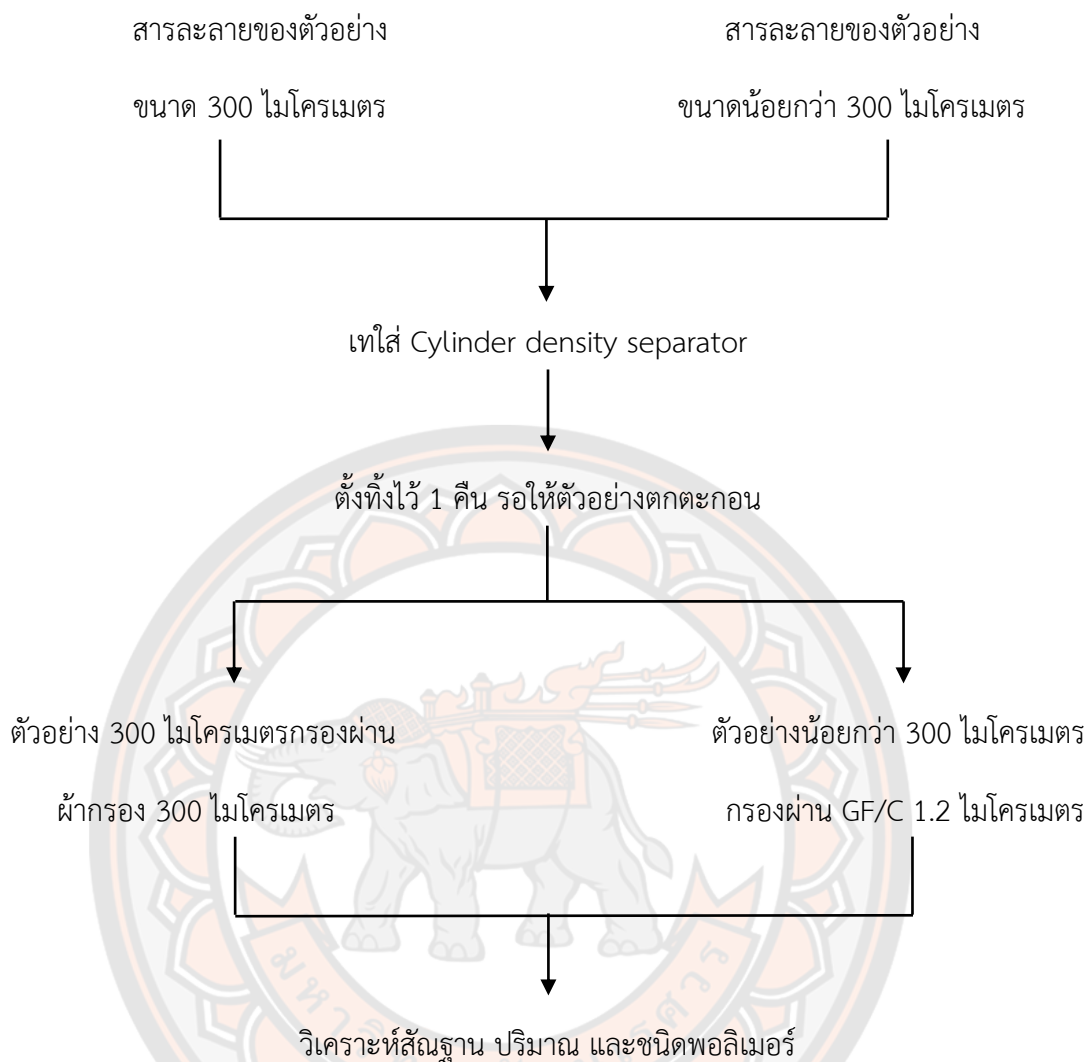
3.3.2 ปิดฝาภาชนะด้วยกระดาษฟอยล์ ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน รอให้ตัวอย่างตกตะกอน

3.3.3 ทำการกรองตัวอย่างโดย

1) ตัวอย่างขนาด 300 ไมโครเมตร นำมากรองผ่านผ้ากรองขนาดตา 300 ไมโครเมตร นำไปตั้งผึ่งให้แห้ง (ตัวอย่างขนาด 300 ไมโครเมตร)

2) ตัวอย่างขนาดน้อยกว่า 300 ไมโครเมตร นำมากรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (GF/C) ขนาดตา 1.2 ไมโครเมตรโดยใช้เครื่องดูดสุญญากาศ นำไปตั้งผึ่งให้แห้ง (ตัวอย่างขนาดน้อยกว่า 300 ไมโครเมตร)

3.3.4 นำตัวอย่างทั้งขนาด 300 และน้อยกว่า 300 ไมโครเมตรที่แยกได้ไปวิเคราะห์ สัณฐาน ปริมาณ และชนิดพอลิเมอร์ต่อไป



การเก็บและวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในหอยขม

1. การเก็บตัวอย่างหอยขม

เก็บตัวอย่างหอยที่มีอยู่ประจำถิ่นได้แก่หอยขม (*Filopaludina martensi mattensi*) โดยเก็บตัวอย่างหอยขมที่ยึดเกาะติดกับหินหรือวัสดุแบบผสมรวม (Composite Sampling) จากจุดที่เป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่มพื้นที่ศึกษา จำนวน 3 จุด โดยจุดที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ธรรมชาติ จะเก็บตัวอย่างหอยจากบริเวณแนวตะเข็บของพื้นที่ จากนั้นนำตัวอย่างที่เก็บได้มาผสมรวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง แล้วทำการสุ่มมาจำนวน 1 ใน 3 ของจำนวนทั้งหมด เพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละพื้นที่ศึกษา โดยในการศึกษานี้ได้ตัวอย่างหอยขมจากแต่ละกลุ่มพื้นที่จำนวน 5 ตัว นำตัวอย่างที่ได้ไปแช่เย็นที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาคุณภาพของตัวอย่างหอยขมก่อนการวิเคราะห์

2. การสกัดแยกไมโครพลาสติกจากหอยขม

การสกัดแยกไมโครพลาสติกจากตัวอย่างหอยขม ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Masura, Baker, Foster, Herring, & Editor (2015)

2.1 การเตรียมตัวอย่างหอยขมโดย แกะตัวอย่างหอยออกจากเปลือกโดยไม่ต้องทำการล้างตัวอย่างหอย จากนั้นชั่งน้ำหนักแล้วทำการตัดตัวอย่างหอยเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ลงในบีกเกอร์

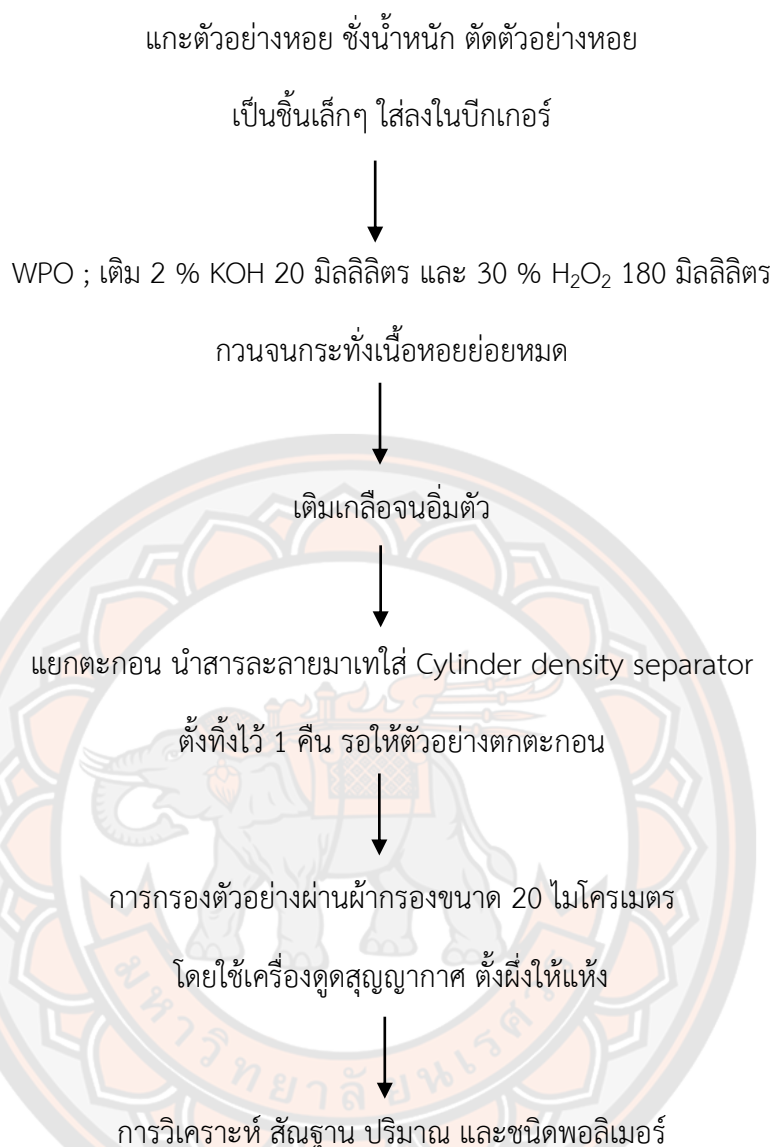
2.2 การทำ Wet Peroxide Oxidation; WPO โดยเติม 2 % KOH 20 มิลลิลิตร และ 30 % H₂O₂ 180 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1 ต่อ 9) ลงในบีกเกอร์ จากนั้นใส่ magnetic stirrer ลงในสารละลายจากนั้นนำบีกเกอร์ไปวางบนเครื่องกวน ทำการกวนจนกระทั่งเนื้อหอยย่อยหมด

2.3 นำตัวอย่างที่ผ่านการย่อยแล้วมาเติมเกลือให้อิ่มตัว โดยใช้เกลือจำนวน 6 กรัม ต่อปริมาณตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร

2.4 การแยกตะกอน โดยนำสารละลายของตัวอย่างที่เติมเกลือจนอิ่มตัวแล้ว มาเทใส่ภาชนะทรงกระบอกสำหรับแยกตะกอนตามความหนาแน่น Cylinder density separator โดยใช้น้ำกลั่นฉีดล้างตัวอย่างจนตะกอนแยกออก ปิดฝาภาชนะด้วยกระดาษฟอยล์ ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน รอให้ตัวอย่างตกตะกอน

2.5 การกรองตัวอย่าง โดยนำตัวอย่างที่ตกตะกอนอย่างสมบูรณ์แล้วมากรองผ่านผ้ากรองขนาด 20 ไมโครเมตร โดยใช้เครื่องดูดสุญญากาศ ตั้งทิ้งไว้แห้ง

2.6 นำตัวอย่างที่แยกได้ ไปวิเคราะห์ สันฐาน ปริมาณ และชนิดพอลิเมอร์ต่อไป



การศึกษาสัณฐานวิทยา ปริมาณ และชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในตะกอนดินและหอยขม

1. การวิเคราะห์สัณฐานวิทยา

นำตัวอย่างที่ได้จากการแยกตะกอน มาคัดแยกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ
ทำการสังเกตและจดบันทึกข้อมูลทางสัณฐานวิทยาของตัวอย่าง ดังนี้

1.1 รูปร่าง อนุภาคไมโครพลาสติกจะถูกจำแนกรูปร่างออกเป็น 4 รูปร่างได้แก่
เส้นใย เส้นหนา แผ่น และชิ้นส่วนไม่มีรูปแบบ

1.2 สี อนุภาคไมโครพลาสติกจะถูกจำแนกสีออกเป็น 6 กลุ่ม (Peng et al., 2017)

ได้แก่

1.2.1 กลุ่มสีฟ้าซึ่งประกอบไปด้วยสีฟ้า, ฟ้าเข้ม, ฟ้าอ่อน, เขียวเข้ม และเขียวอ่อน

1.2.2 กลุ่มสีดำซึ่งประกอบไปด้วยสีดำ, ดำใส, เทา และขาวปนดำ

1.2.3 กลุ่มสีเหลืองซึ่งประกอบไปด้วยสีเหลือง ส้มและน้ำตาล

1.2.4 กลุ่มสีใส

1.2.5 กลุ่มสีขาว

1.2.6 กลุ่มสีแดงได้แก่สีแดงและสีชมพู

1.3 ขนาด อนุภาคไมโครพลาสติกจะถูกจำแนกขนาดออกเป็น 3 ขนาด ได้แก่ ไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large Microplastics; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร, ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium Microplastics; MML) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร และไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small Microplastics; SML) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร

2. การวิเคราะห์ปริมาณ

นับจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอไมโครสโคป จากนั้นทำการคืบเก็บไมโครพาร์ทิเคิลใส่ในถ้วยกระดาษฟอยล์เพื่อนำไปทดสอบชนิดพอลิเมอร์และความเป็นไมโครพลาสติก จากนั้นนำสัดส่วนไมโครพลาสติกที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลไปวิเคราะห์ด้วย FT-IR มาคำนวณกับจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบ เพื่อหาจำนวนไมโครพลาสติกทั้งหมด

3. การวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์

ทำการสุ่มตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลจากที่พบทั้งหมดอย่างน้อย 10 เปอร์เซ็นต์ตามกลุ่มรูปร่าง สี และขนาดของไมโครพาร์ทิเคิลที่พบ โดยคืบตัวอย่างที่คัดเลือกออกจากกระดาษฟอยล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ นำมาจัดเรียงพร้อมอัดลงบนแผ่นมินิโพลีเอทิลีนไทรฟลูออไรด์ และทดสอบด้วยฟูเรียร์ ทรานสฟอร์ม อินฟราเรด สเปกโตรมิเตอร์โดยใช้ transmittance mode ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติก จะนำไปใช้ในการหาปริมาณและระบุถึงชนิดพอลิเมอร์ของตัวอย่างไมโครพลาสติกที่พบ

การวิเคราะห์และแปรผลข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแต่ละสถานี พื้นที่ และฤดูกาลจำแนก
สัณฐานวิทยาตามรูปร่าง สี และขนาดโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย (Descriptive statistic) และ
เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณการปนเปื้อนในเชิงสถานี พื้นที่ และฤดูกาล โดยใช้สถิติ
Kruskal-Wallis Test และ Mann-Whitney U test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



บทที่ 4

ผลการวิจัย

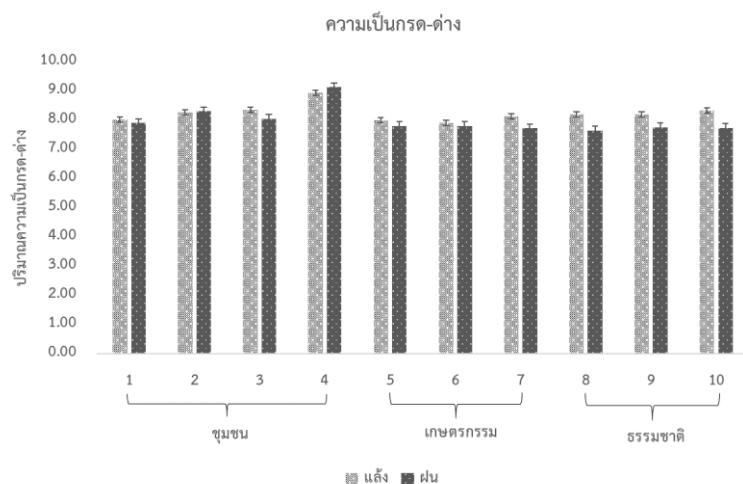
การศึกษาคุณภาพน้ำเบื้องต้น คุณสมบัติตะกอนดิน รวมทั้งการศึกษาไมโครพลาสติกในตัวอย่างตะกอนดินและในหอยขมในด้านปริมาณ สัมฐานวิทยา ชนิดพอลิเมอร์ ตลอดจนแหล่งที่มา โดยการเก็บตัวอย่างจากฤดูแล้งและฤดูฝน ภายในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ มีรายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

คุณภาพน้ำเบื้องต้น

คุณภาพน้ำภายในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด โดยการตรวจวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH), ค่าออกซิเจนละลาย (Dissolve Oxygen; DO), ค่าอุณหภูมิ (Temperature), ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity; EC), ค่าของแข็งละลายทั้งหมด (Total Dissolve Solid; TDS), ค่าความขุ่น (Turbidity), ค่าความโปร่งแสง (Transparency) และค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids; TSS) ผลการศึกษามีดังนี้

1. ความเป็นกรด - ด่าง (pH)

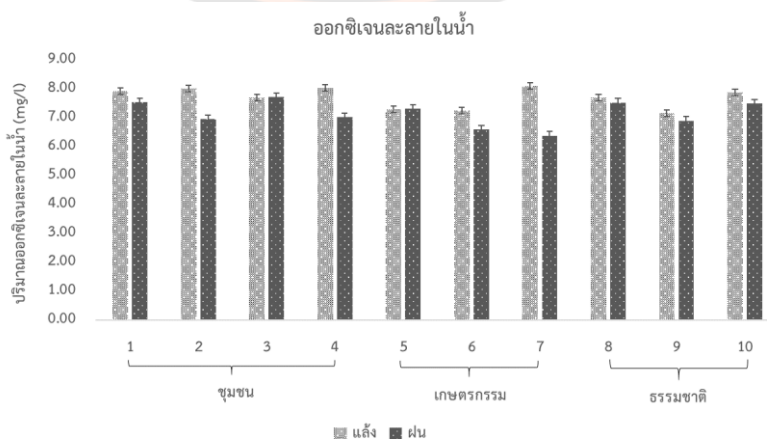
ผลการศึกษาความเป็นกรด - ด่างของตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 พื้นที่คือ พื้นที่ชุมชนได้แก่สถานีที่ 1 ถึง 4 พื้นที่เกษตรกรรมได้แก่สถานีที่ 5 ถึง 7 และพื้นที่ธรรมชาติได้แก่สถานีที่ 8 ถึง 10 รวมทั้งสิ้น 10 สถานีในฤดูแล้งและฤดูฝน ฤดูกาลละ 3 ครั้งพบว่า ตัวอย่างน้ำในฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยความเป็นกรด - ด่างสูงกว่าในฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งน้ำมีค่าเฉลี่ยความเป็นกรด - ด่างระหว่าง 7.90 ถึง 8.93 มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 8.23 และในฤดูฝนน้ำมีค่าเฉลี่ยความเป็นกรด - ด่างระหว่าง 7.64 ถึง 9.13 มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 7.98 ดังแสดงในภาพ 14



ภาพ 14 ความเป็นกรด - ด่างเฉลี่ยของน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

2. ออกซิเจนละลาย (Dissolve Oxygen; DO)

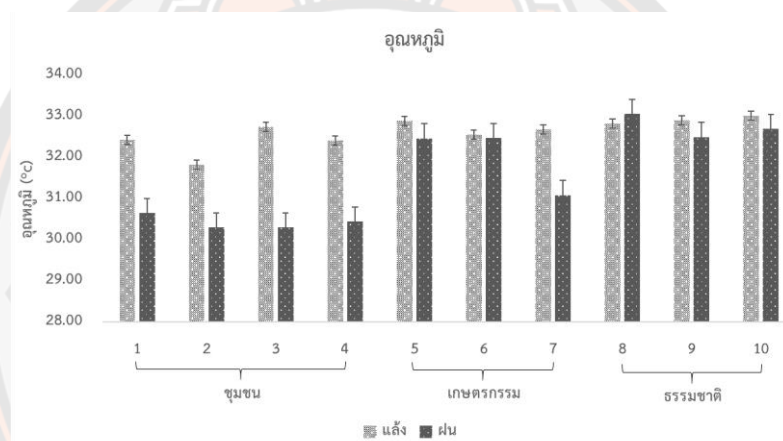
ผลการศึกษาออกซิเจนละลายของตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 พื้นที่คือ พื้นที่ชุมชนได้แก่สถานีที่ 1 ถึง 4 พื้นที่เกษตรกรรมได้แก่สถานีที่ 5 ถึง 7 และพื้นที่ธรรมชาติได้แก่สถานีที่ 8 ถึง 10 รวมทั้งสิ้น 10 สถานีในฤดูแล้งและฤดูฝน ฤดูกาลละ 3 ครั้งพบว่า ค่าออกซิเจนละลายในน้ำเฉลี่ยของฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายในน้ำระหว่าง 7.17 ถึง 8.10 มก./ล. มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 7.71 มก./ล. และในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายในน้ำระหว่าง 6.39 ถึง 7.73 มก./ล. มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 7.15 มก./ล. ดังแสดงในภาพ 15



ภาพ 15 ออกซิเจนละลายเฉลี่ยในน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

3. อุณหภูมิ (Temperature)

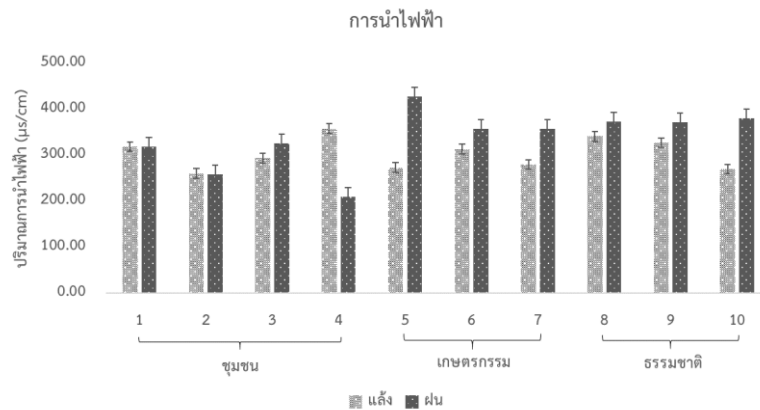
ผลการศึกษาอุณหภูมิของตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ในแต่ละพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 พื้นที่คือ พื้นที่ชุมชนได้แก่สถานีที่ 1 ถึง 4 พื้นที่เกษตรกรรมได้แก่สถานีที่ 5 ถึง 7 และพื้นที่ธรรมชาติได้แก่สถานีที่ 8 ถึง 10 รวมทั้งสิ้น 10 สถานีในฤดูแล้งและฤดูฝน ฤดูกาลละ 3 ครั้งพบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำในฤดูแล้งสูงกว่าในฤดูฝน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งน้ำมีอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 31.82 ถึง 33.02 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 32.63 องศาเซลเซียส และในฤดูฝนน้ำมีอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 30.30 ถึง 33.06 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 31.60 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพ 16



ภาพ 16 อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

4. การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity; EC)

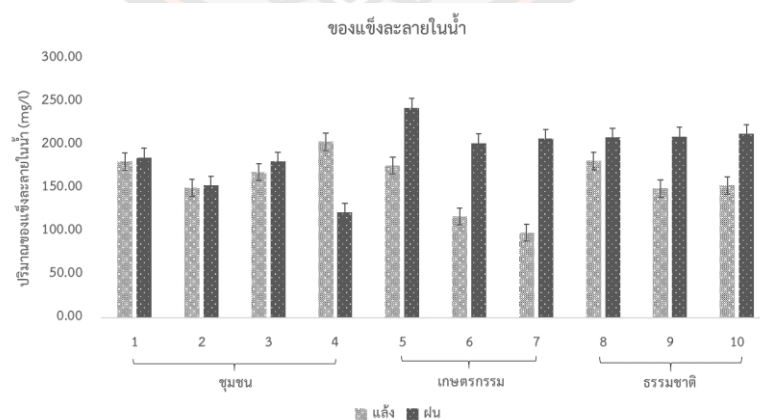
ผลการศึกษานำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ในแต่ละพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 พื้นที่คือ พื้นที่ชุมชนได้แก่สถานีที่ 1 ถึง 4 พื้นที่เกษตรกรรมได้แก่สถานีที่ 5 ถึง 7 และพื้นที่ธรรมชาติได้แก่สถานีที่ 8 ถึง 10 รวมทั้งสิ้น 10 สถานีในฤดูแล้งและฤดูฝน ฤดูกาลละ 3 ครั้งพบว่า ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำในฤดูแล้งและฤดูฝนมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งตัวอย่างน้ำมีค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าระหว่าง 260.33 ถึง 357.67 $\mu\text{s}/\text{cm}$ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 303.47 $\mu\text{s}/\text{cm}$ และในฤดูฝนน้ำมีค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าระหว่าง 209 ถึง 427 $\mu\text{s}/\text{cm}$ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 337.57 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ซึ่งสถานีที่ 5 ของฤดูฝนเป็นสถานีที่ตัวอย่างน้ำมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด ดังแสดงในภาพ 17



ภาพ 17 การนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

5. ของแข็งละลายทั้งหมด (Total Dissolve Solid; TDS)

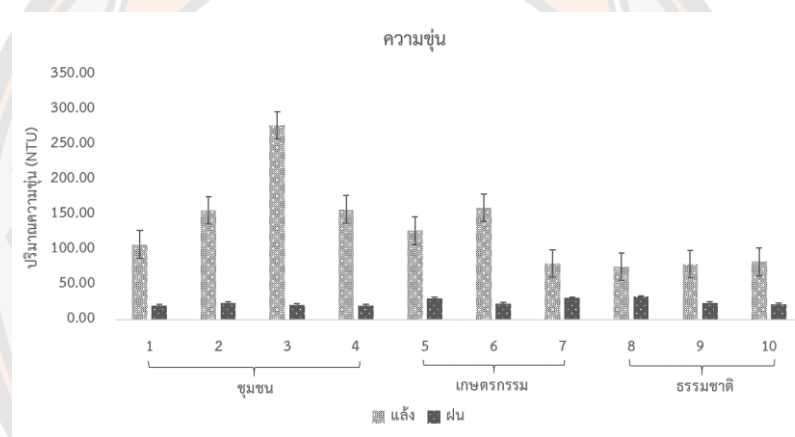
ผลการศึกษาของแข็งละลายในน้ำทั้งหมดของตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 พื้นที่คือ พื้นที่ชุมชนได้แก่สถานีที่ 1 ถึง 4 พื้นที่เกษตรกรรมได้แก่สถานีที่ 5 ถึง 7 และพื้นที่ธรรมชาติได้แก่สถานีที่ 8 ถึง 10 รวมทั้งสิ้น 10 สถานีในฤดูแล้งและฤดูฝน ฤดูกลางละ 3 ครั้งพบว่า ค่าเฉลี่ยของแข็งละลายทั้งหมดของน้ำในฤดูแล้งและฤดูฝนมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งน้ำมีค่าเฉลี่ยของแข็งละลายในน้ำทั้งหมดระหว่าง 98.33 ถึง 203.67 มก./ล. มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 157.80 มก./ล. และในฤดูฝนน้ำมีค่าเฉลี่ยของแข็งละลายในน้ำทั้งหมดระหว่าง 121.67 ถึง 243 มก./ล. มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 192.27 มก./ล. ดังแสดงในภาพ 18



ภาพ 18 ของแข็งละลายเฉลี่ยในน้ำทั้งหมดจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

6. ความขุ่น (Turbidity)

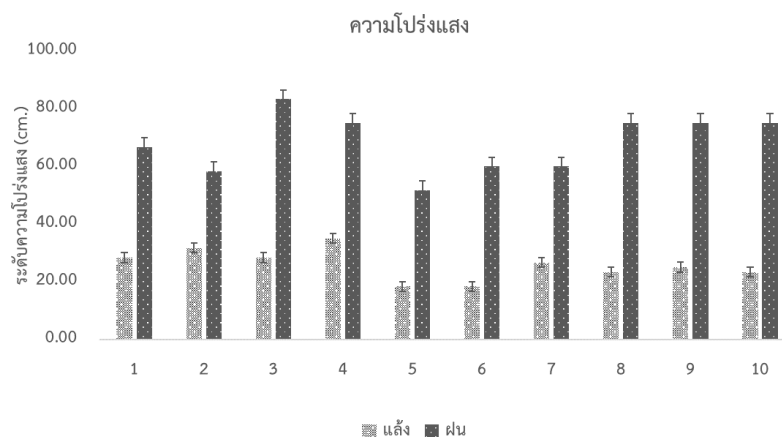
ผลการศึกษาค่าความขุ่นของตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 พื้นที่คือ พื้นที่ชุ่มน้ำได้แก่สถานีที่ 1 ถึง 4 พื้นที่เกษตรกรรมได้แก่สถานีที่ 5 ถึง 7 และพื้นที่ธรรมชาติได้แก่สถานีที่ 8 ถึง 10 รวมทั้งสิ้น 10 สถานีในฤดูแล้งและฤดูฝน ฤดูกาลละ 3 ครั้งพบว่า ความขุ่นเฉลี่ยของน้ำในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งน้ำมีความขุ่นเฉลี่ยระหว่าง 75.80 ถึง 277.63 NTU มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 130.54 NTU และในฤดูฝนน้ำมีความขุ่นเฉลี่ยระหว่าง 20.67 ถึง 33.06 NTU มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 25.15 NTU ซึ่งสถานีที่ 3 ของฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยความขุ่นของน้ำสูงสุด ดังแสดงในภาพ 19



ภาพ 19 ความขุ่นเฉลี่ยของน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

7. ความโปร่งแสง (Transparency)

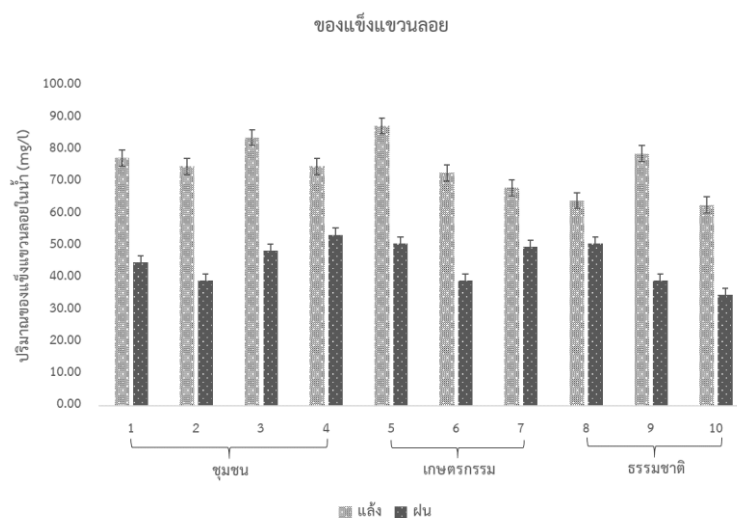
ผลการศึกษาค่าความโปร่งแสงของตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 พื้นที่คือ พื้นที่ชุ่มน้ำได้แก่สถานีที่ 1 ถึง 4 พื้นที่เกษตรกรรมได้แก่สถานีที่ 5 ถึง 7 และพื้นที่ธรรมชาติได้แก่สถานีที่ 8 ถึง 10 รวมทั้งสิ้น 10 สถานี ในฤดูแล้งและฤดูฝน ฤดูกาลละ 3 ครั้งพบว่า ความโปร่งแสงเฉลี่ยของน้ำในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งน้ำมีความโปร่งแสงเฉลี่ยระหว่าง 18.33 ถึง 35 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 25.83 เซนติเมตร และในฤดูฝนน้ำมีความโปร่งแสงเฉลี่ยระหว่าง 51.67 ถึง 83.33 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 68 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพ 20



ภาพ 20 ความโปร่งแสงเฉลี่ยของน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

8. ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids; TSS)

ผลการศึกษาของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 พื้นที่คือ พื้นที่ชุ่มชนได้แก่สถานีที่ 1 ถึง 4 พื้นที่เกษตรกรรมได้แก่สถานีที่ 5 ถึง 7 และพื้นที่ธรรมชาติได้แก่สถานีที่ 8 ถึง 10 รวมทั้งสิ้น 10 สถานีในฤดูแล้งและฤดูฝน ฤดูกาลละ 3 ครั้งพบว่า ค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งน้ำมีค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยทั้งหมดระหว่าง 62.67 ถึง 87.33 มก./ล. มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 74.37 มก./ล. และในฤดูฝนน้ำมีค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยทั้งหมดระหว่าง 34.67 ถึง 53.33 มก./ล. มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 44.90 มก./ล. ซึ่งสถานีที่ 5 ในฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยในน้ำทั้งหมดสูงสุด ดังแสดงในภาพ 21



ภาพ 21 ของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยในน้ำทั้งหมดจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

คุณสมบัติตะกอนดินเบื้องต้น

คุณภาพสมบัติตะกอนดินภายในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด โดยการตรวจวัดลักษณะเนื้อดิน (Soil Texture), อินทรีย์วัตถุในตะกอนดิน (Organic Matter; OM) และปริมาณน้ำในตะกอนดิน (Water Content; WC) ผลการศึกษามีดังนี้

1. เนื้อดิน (Soil Texture)

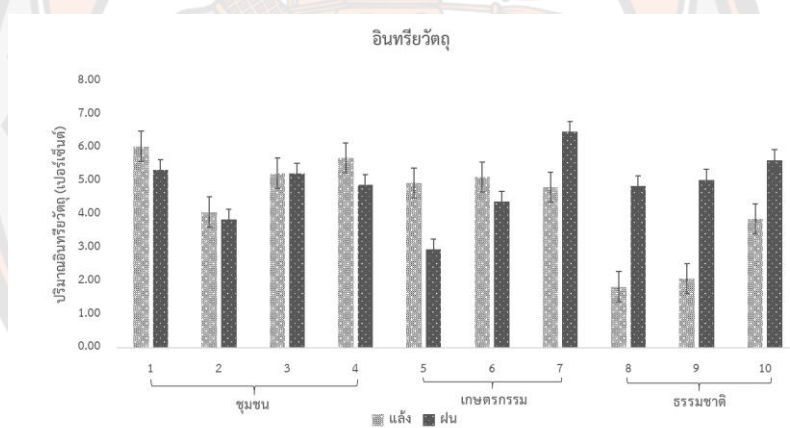
ผลการศึกษาลักษณะเนื้อดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 พื้นที่คือ พื้นที่ชุ่มชนได้แก่สถานีที่ 1 ถึง 4 พื้นที่เกษตรกรรมได้แก่สถานีที่ 5 ถึง 7 และพื้นที่ธรรมชาติได้แก่สถานีที่ 8 ถึง 10 รวมทั้งสิ้น 10 สถานี ในฤดูแล้งและฤดูฝน ฤดูกาลละ 3 ครั้งพบว่า ตัวอย่างตะกอนดินทั้งหมดเป็นดินเหนียวยกเว้นตัวอย่างดินตะกอนจากสถานีที่ 7 ซึ่งอยู่ในพื้นที่เกษตรกรรมของทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน และจากสถานีที่ 8 ซึ่งอยู่ในพื้นที่ธรรมชาติของฤดูฝนที่พบว่าเป็นดินทราย ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงลักษณะเนื้อดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

พื้นที่	สถานี	เนื้อดิน	
		ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
ชุ่มชน	1	ดินเหนียว	ดินเหนียว
	2	ดินเหนียว	ดินเหนียว
	3	ดินเหนียว	ดินเหนียว
	4	ดินเหนียว	ดินเหนียว
เกษตรกรรม	5	ดินเหนียว	ดินเหนียว
	6	ดินเหนียว	ดินเหนียว
	7	ดินทราย	ดินทราย
ธรรมชาติ	8	ดินเหนียว	ดินทราย
	9	ดินเหนียว	ดินเหนียว
	10	ดินเหนียว	ดินเหนียว

2. อินทรีย์วัตถุในดิน (Organic Matter; OM)

ผลการศึกษ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 พื้นที่คือ พื้นที่ชุมชนได้แก่สถานีที่ 1 ถึง 4 พื้นที่เกษตรกรรมได้แก่สถานีที่ 5 ถึง 7 และพื้นที่ธรรมชาติได้แก่สถานีที่ 8 ถึง 10 รวมทั้งสิ้น 10 สถานีในฤดูแล้งและฤดูฝน ฤดูกาลละ 3 ครั้งพบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยในตะกอนดินของ ฤดูแล้งและฤดูฝนมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งตะกอนดินมีค่าเฉลี่ยอินทรีย์วัตถุระหว่าง 1.83 ถึง 6.03 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.36 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝน ตะกอนดินมีค่าเฉลี่ยอินทรีย์วัตถุระหว่าง 2.94 ถึง 6.47 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.86 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยของอินทรีย์วัตถุในตะกอนดินที่มาจากพื้นที่ชุ่มน้ำ พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติในฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 5.25, 4.96 และ 2.59 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และในฤดูฝน มีค่าเท่ากับ 4.82, 4.59 และ 5.17 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 22

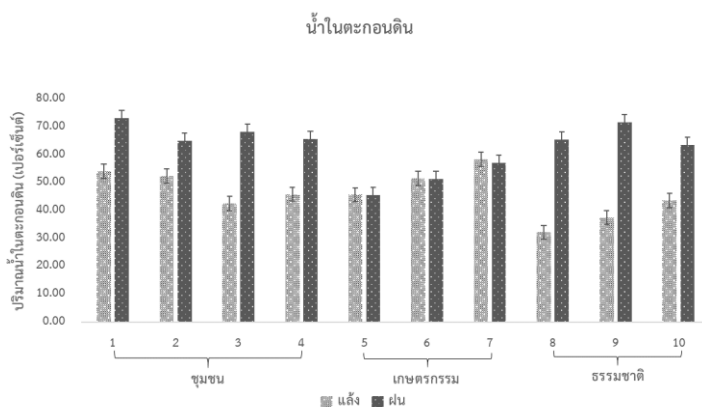


ภาพ 22 อินทรีย์วัตถุเฉลี่ยในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

3. น้ำในตะกอนดิน (Water Content; WC)

ผลการศึกษ ปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 พื้นที่คือ พื้นที่ชุ่มน้ำได้แก่สถานีที่ 1 ถึง 4 พื้นที่เกษตรกรรมได้แก่สถานีที่ 5 ถึง 7 และพื้นที่ธรรมชาติได้แก่สถานีที่ 8 ถึง 10 รวมทั้งสิ้น 10 สถานีในฤดูแล้งและฤดูฝน ฤดูกาลละ 3 ครั้งพบว่า ปริมาณน้ำในตะกอนดินเฉลี่ยในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งมีปริมาณน้ำในตะกอนดินเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 32.23 ถึง 58.50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 46.44 เปอร์เซ็นต์ และฤดูฝนมีปริมาณน้ำในตะกอนดินเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 51.44 ถึง 73.27 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 62.73 เปอร์เซ็นต์

ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำในดินที่มาจากพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติในฤดูแล้ง เท่ากับ 48.77, 51.96 และ 37.82 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และในฤดูฝนเท่ากับ 68.1, 51.37 และ 66.94 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 23



ภาพ 23 น้ำในตะกอนดินเฉลี่ยจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

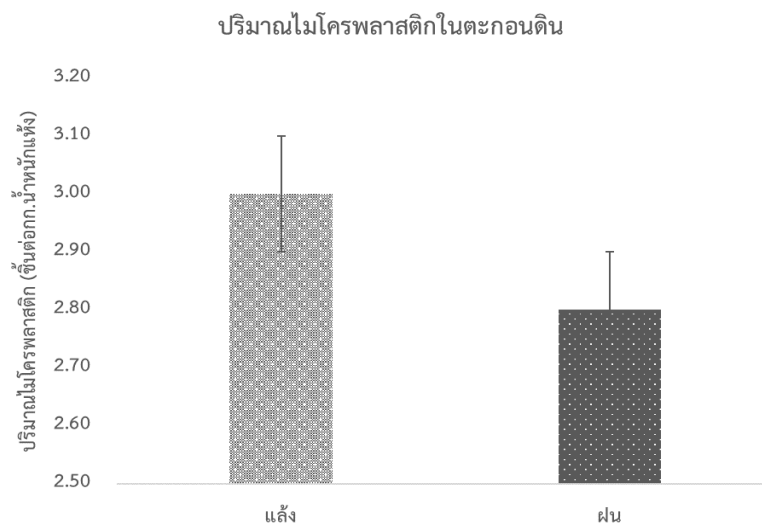
ไมโครพลาสติกในตะกอนดิน

การศึกษาไมโครพลาสติกในตะกอนดินภายในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ทั้งในด้านปริมาณ, สัณฐานวิทยาได้แก่รูปร่าง, สี และขนาด รวมทั้งชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกผลการศึกษามีดังนี้

1. ปริมาณไมโครพลาสติก

1.1 ปริมาณไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน

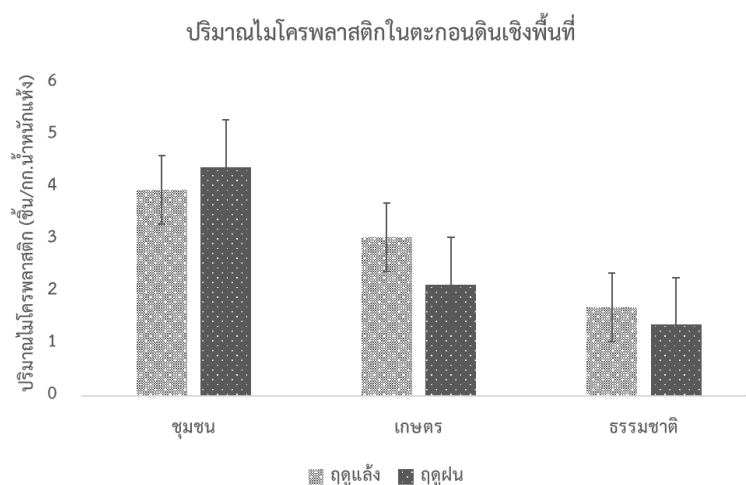
การศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด พบไมโครพาร์ติเคิลในตัวอย่างตะกอนดินจากฤดูแล้งจำนวน 62 ชิ้น และในตัวอย่างตะกอนดินจากฤดูฝนจำนวน 47 ชิ้น โดยเมื่อนำสัดส่วนไมโครพลาสติกที่ได้จากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ในฤดูแล้งจำนวน 62.50 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 69.23 เปอร์เซ็นต์ มาคำนวณกับปริมาณไมโครพาร์ติเคิลที่พบทั้งหมด พบว่ามีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยรวมในตะกอนดินทั้งหมดจากฤดูแล้งและฤดูฝนคิดเป็น 2.90 ± 2.86 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง ทั้งนี้ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในฤดูแล้งและฤดูฝนมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยคิดเป็น 3.00 ± 2.67 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง และในฤดูฝนคิดเป็น 2.80 ± 3.08 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง ดังแสดงในภาพ 24



**ภาพ 24 ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
ในฤดูแล้งและฤดูฝน**

1.2 ปริมาณไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน

การศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดพบว่า มีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยรวมในตะกอนดินแต่ละพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝนดังนี้ 1) พื้นที่ชุมชน มีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกเฉลี่ยในตะกอนดินในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในฤดูแล้งคิดเป็น 3.95 ± 2.33 ชิ้นต่อกิโลกรัม น้ำหนักดินแห้ง และในฤดูฝนคิดเป็น 4.38 ± 3.67 ชิ้นต่อกิโลกรัม น้ำหนักดินแห้ง 2) พื้นที่เกษตรกรรมมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกเฉลี่ยในตะกอนดินในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในฤดูแล้งคิดเป็น 3.04 ± 3.74 ชิ้นต่อกิโลกรัม น้ำหนักดินแห้ง และในฤดูฝนคิดเป็น 2.13 ± 2.44 ชิ้นต่อกิโลกรัม น้ำหนักดินแห้ง และ 3) พื้นที่ธรรมชาติมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกเฉลี่ยในตะกอนดินในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในฤดูแล้งคิดเป็น 1.69 ± 1.02 ชิ้นต่อกิโลกรัม น้ำหนักดินแห้ง และในฤดูฝนคิดเป็น 1.36 ± 1.80 ชิ้นต่อกิโลกรัม น้ำหนักดินแห้ง ดังแสดงในภาพ 25



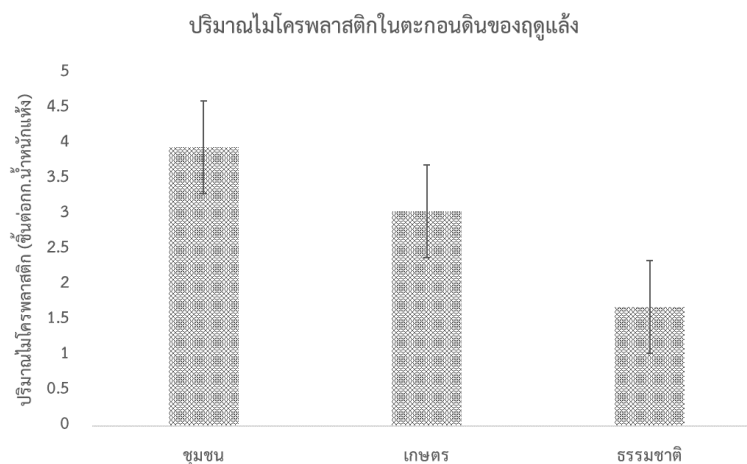
**ภาพ 25 ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยเชิงพื้นที่ในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
ในฤดูแล้งและฤดูฝน**

1.3 ปริมาณไมโครพลาสติกในฤดูแล้ง

จากการศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดินของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ในฤดูแล้ง พบว่ามีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในตะกอนดินทุกสถานี โดยมีปริมาณเฉลี่ย 3.00 ± 2.67 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง (0 ถึง 11.66 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง) โดยสถานีที่ 2 มีปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเฉลี่ยสูงสุดคือ 6.28 ± 2.34 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง ในขณะที่สถานีที่ 8 มีปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเฉลี่ยต่ำสุดคือ 0.96 ± 0.84 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกระหว่างทั้ง 10 สถานีแล้วพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของพื้นที่พบว่าพื้นที่ชุมชนคือพื้นที่ที่มีปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเฉลี่ยสูงสุดคือ 3.95 ± 2.33 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง และพื้นที่ธรรมชาติคือพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเฉลี่ยต่ำสุดคือ 1.69 ± 1.02 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกระหว่างทั้ง 3 พื้นที่แล้วพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตาราง 4 และภาพ 26 ตามลำดับ

ตาราง 4 แสดงปริมาณไม้โครพลาสติกเฉลี่ยในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง

พื้นที่	สถานี	ครั้งที่ 1 (29 มี.ค. 62)		ครั้งที่ 2 (7 พ.ค. 62)		ครั้งที่ 3 (28 พ.ค. 62)		ไม้โคร	ไม้โคร	ไม้โคร
		ไม้โคร พาร์ทิเคิล (ขึ้นต่อ กรัม)	ไม้โคร พลาสติก (ขึ้นต่อ กิโลกรัม)	ไม้โคร พาร์ทิเคิล (ขึ้นต่อ กรัม)	ไม้โคร พลาสติก (ขึ้นต่อ กิโลกรัม)	ไม้โคร พาร์ทิเคิล (ขึ้นต่อ กรัม)	ไม้โคร พลาสติก (ขึ้นต่อ กิโลกรัม)			
ชุมชน	1	3	3.50	5	7.03	1	1.86	4.13 ± 2.64	3.95 ± 2.33	3.00 ± 2.67
	2	3	3.58	4	7.47	3	7.78	6.28 ± 2.34		
	3	3	3.01	5	4.17	2	2.53	3.24 ± 0.84		
	4	1	0.76	2	4.08	1	1.63	2.16 ± 1.72		
เกษตรกรรม	5	2	1.96	0	0.00	3	11.66	4.54 ± 6.24	3.04 ± 3.74	
	6	2	1.71	2	4.53	1	1.33	2.53 ± 1.75		
	7	1	0.72	0	0.00	2	5.43	2.05 ± 2.95		
ธรรมชาติ	8	2	1.47	0	0.00	2	1.42	0.96 ± 0.84	1.69 ± 1.02	
	9	4	3.13	2	2.82	1	0.86	2.27 ± 1.23		
	10	1	1.08	1	1.84	3	2.62	1.85 ± 0.77		



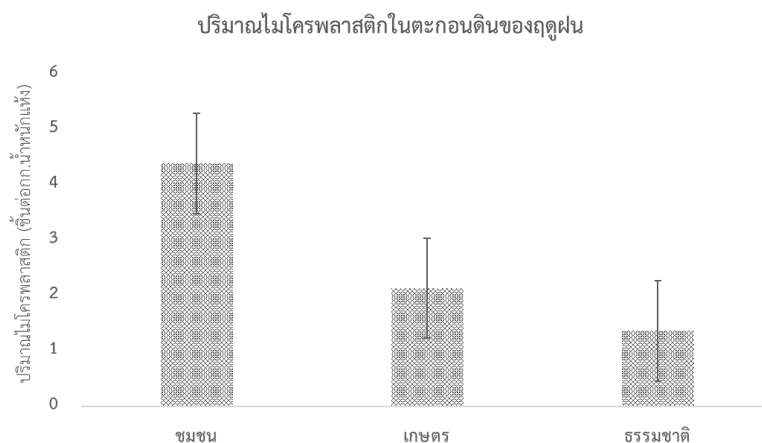
**ภาพ 26 ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในตะกอนดินเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
ในฤดูแล้ง**

1.4 ปริมาณไมโครพลาสติกในฤดูฝน

จากการศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดินของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน พบว่ามีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในตะกอนดินทุกสถานี โดยมีปริมาณเฉลี่ย 2.80 ± 3.08 ขึ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง (0 ถึง 10.26 ขึ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง) โดยสถานีที่ 1 มีปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.15 ± 4.78 ขึ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง ในขณะที่สถานีที่ 10 มีปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเฉลี่ยต่ำสุดคือ 0.59 ± 1.02 ขึ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกระหว่างทั้ง 10 สถานีแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของพื้นที่พบว่าพื้นที่ชุมชนคือพื้นที่ที่มีปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเฉลี่ยสูงสุดคือ 4.38 ± 3.67 ขึ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง และพื้นที่ธรรมชาติคือพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเฉลี่ยต่ำสุดคือ 1.36 ± 1.80 ขึ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกระหว่างทั้ง 3 พื้นที่แล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตาราง 5 และภาพ 27 ตามลำดับ

ตาราง 5 แสดงปริมาณไม้โครพลาสต์ที่เฉลี่ยในแต่ละกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน

พื้นที่	สถานี	ครั้งที่ 1 (17 ก.ย. 62)		ครั้งที่ 2 (17 ต.ค. 62)		ครั้งที่ 3 (17 พ.ย. 62)		ไม้โคร	ไม้โคร	ไม้โคร
		ไม้โคร	ไม้โคร	ไม้โคร	ไม้โคร	ไม้โคร	ไม้โคร			
		พาร์ทิเคิล (ชิ้นต่อ กรัม)	พลาสต์ติก (ชิ้นต่อ กิโลกรัม)	พาร์ทิเคิล (ชิ้นต่อ กรัม)	พลาสต์ติก (ชิ้นต่อ กิโลกรัม)	พาร์ทิเคิล (ชิ้นต่อ กรัม)	พลาสต์ติก (ชิ้นต่อ กิโลกรัม)	พลาสต์ติก	พลาสต์ติก	พลาสต์ติก
ชุมชน	1	4	9.44	0	0.00	2	6.00	5.15 ± 4.78	4.38 ± 3.67	2.80 ± 3.08
	2	4	6.97	1	1.66	2	4.27	4.30 ± 2.65		
	3	4	7.47	0	0.00	2	4.13	3.87 ± 3.74		
	4	6	10.26	0	0.00	1	2.40	4.22 ± 5.37		
เกษตรกรรม	5	2	2.07	1	1.26	1	1.29	1.54 ± 0.46	2.13 ± 2.44	
	6	5	7.35	0	0.00	3	4.24	3.86 ± 3.69		
	7	3	3.01	0	0.00	0	0.00	1.00 ± 1.74		
ธรรมชาติ	8	2	2.23	1	3.65	0	0.00	1.96 ± 1.84	1.36 ± 1.80	
	9	2	4.59	0	0.00	0	0.00	1.53 ± 2.65		
	10	0	0.00	0	0.00	1	1.77	0.59 ± 1.02		



ภาพ 27 ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในตะกอนดินเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน

2. สันฐานวิทยาของไมโครพลาสติก

การศึกษาสันฐานวิทยาของไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจากฤดูแล้งและฤดูฝน ทั้งในด้านรูปร่าง, สี และขนาด ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

2.1 รูปร่างของไมโครพลาสติก

2.1.1 รูปร่างของไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน

ในการศึกษารูปร่างไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนดินของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ได้สุ่มไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 10 เพอร์เซ็นต์ ของแต่ละกลุ่มตามสันฐานวิทยาที่พบไปวิเคราะห์เพื่อทดสอบชนิดพอลิเมอร์และยืนยันความเป็นพลาสติก โดยพบว่าในฤดูแล้งจากการสุ่มตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 16 ชิ้น จากที่พบทั้งหมด 62 ชิ้น มีตัวอย่างจำนวน 10 ชิ้นถูกระบุว่ามีพอลิเมอร์เป็นพลาสติก โดยแบ่งเป็นเส้นใย 2 ชิ้นคิดเป็น 33.33 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างรูปร่างเส้นใยที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, เส้น 1 ชิ้นคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างรูปร่างเส้นที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, แผ่น 6 ชิ้นคิดเป็น 85.71 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างรูปร่างแผ่นที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด และเศษชิ้นส่วน 1 ชิ้นคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างรูปร่างเศษชิ้นส่วนที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด สำหรับในฤดูฝนพบว่าจากการสุ่มตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 13 ชิ้นจากที่พบทั้งหมด 47 ชิ้น ซึ่งแยกสุ่มจำนวน 10 เพอร์เซ็นต์ ตามกลุ่มสันฐานวิทยาที่พบไปวิเคราะห์เพื่อทดสอบชนิดพอลิเมอร์และยืนยันความเป็นพลาสติกนั้น มีตัวอย่างจำนวน 9 ชิ้นถูกระบุว่ามีพอลิเมอร์เป็นพลาสติก โดยแบ่งเป็นเส้นใย 1 ชิ้นคิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างรูปร่างเส้นใยที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, เส้น 1 ชิ้นคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างรูปร่างเส้นที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด,

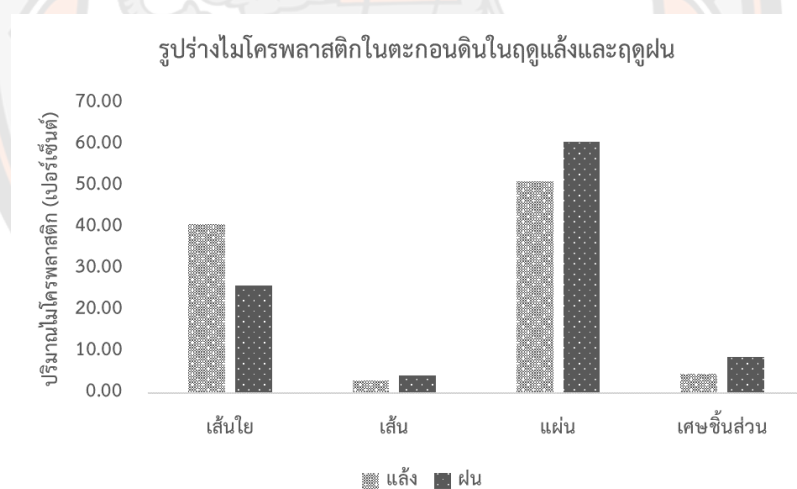
แผ่น 6 ชิ้นคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างรูปร่างแผ่นที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด และเศษชิ้นส่วน 1 ชิ้นคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างรูปร่างเศษชิ้นส่วนที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด (ดังตาราง 6) โดยเมื่อนำสัดส่วนความเป็นไมโครพลาสติกที่ได้ไปคำนวณกับจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลในแต่ละรูปร่างที่พบทั้งหมดพบว่า ในตะกอนดินของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดมีการสะสมไมโครพลาสติกทั้งหมด 4 รูปร่างได้แก่ เส้นใย, เส้น, แผ่น และเศษชิ้นส่วน โดยรูปร่างไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือ ไมโครพลาสติกกรูปร่างแผ่น และที่พบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกกรูปร่างเส้นทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน ทั้งนี้ปริมาณไมโครพลาสติกกรูปร่างเส้นใยที่พบในฤดูแล้งสูงกว่าในฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 40.91 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 26.09 เปอร์เซ็นต์, ปริมาณไมโครพลาสติกกรูปร่างเส้นในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 3.15 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 4.35 เปอร์เซ็นต์, ปริมาณไมโครพลาสติกกรูปร่างแผ่นในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 51.23 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 60.87 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไมโครพลาสติกกรูปร่างเศษชิ้นส่วนในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 4.72 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 8.70 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตาราง 7 และภาพ 28

ตาราง 6 แสดงจำนวนไมโครพลาสติกเชิงรูปร่างจากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ในตะกอนดิน

รูปร่าง	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน		
	ไมโครพาร์ทิเคิลที่สุ่ม (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)	ไม่ใช่ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)	ไมโครพาร์ทิเคิลที่สุ่ม (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)	ไม่ใช่ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)
เส้นใย	6	2/33.33	4/66.67	5	1/20	4/80
เส้น	1	1/100	0/0	1	1/100	0/0
แผ่น	7	6/85.71	1/14.29	6	6/100	0/0
เศษชิ้นส่วน	2	1/50	1/50	1	1/100	0/0

ตาราง 7 แสดงรูปร่างไมโครพลาสติกในตะกอนดินในฤดูแล้งและฤดูฝน

รูปร่าง	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน		
	ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (%)	ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (%)
เส้นใย	39	13	40.91	30	6	26.09
เส้น	1	1	3.15	1	1	4.35
แผ่น	19	16.28	51.23	14	14	60.87
เศษชิ้นส่วน	3	1.50	4.72	2	2	8.70
รวม	62	31.78	100	47	23	100



ภาพ 28 รูปร่างไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน

2.1.2 รูปร่างของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน

1) พื้นที่ชุ่มชน พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 4 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย, เส้น, แผ่น และเศษชิ้นส่วน โดยไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งพบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยจำนวน

46.30 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 31.03 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกกรูปร่างเส้นมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 6.32 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 8.62 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกกรูปร่างแผ่นมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 37.90 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 43.10 เปอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกกรูปร่างเศษชิ้นส่วนมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 9.48 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 17.24 เปอร์เซ็นต์

2) พื้นที่เกษตรกรรม พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 2 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย และแผ่น โดยไมโครพลาสติกกรูปร่างเส้นใยมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งสูงกว่าในฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 31.19 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 18.60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไมโครพลาสติกกรูปร่างแผ่นมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 68.81 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 81.40 เปอร์เซ็นต์

3) พื้นที่ธรรมชาติ พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 2 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย และแผ่น โดยไมโครพลาสติกกรูปร่างเส้นใยมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งสูงกว่าในฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 39.32 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 28.57 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ไมโครพลาสติกกรูปร่างแผ่นโดยมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบในฤดูแล้งจำนวน 60.68 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 71.43 เปอร์เซ็นต์

2.1.3 รูปร่างของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้ง

ผลการศึกษารูปร่างไมโครพลาสติกภายในพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติของฤดูแล้ง มีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่ชุมชน พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 4 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย, เส้น, แผ่น และเศษชิ้นส่วน โดยไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือไมโครพลาสติกกรูปร่างเส้นใยจำนวน 46.30 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกกรูปร่างแผ่นจำนวน 37.90 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกกรูปร่างเศษชิ้นส่วน 9.48 เปอร์เซ็นต์ และพบจำนวนต่ำสุดคือไมโครพลาสติกกรูปร่างเส้นจำนวน 6.32 เปอร์เซ็นต์

2) พื้นที่เกษตรกรรม พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 2 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย และแผ่น โดยพบไมโครพลาสติกกรูปร่างเส้นใยจำนวน 31.19 เปอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกกรูปร่างแผ่นจำนวน 68.81 เปอร์เซ็นต์

3) พื้นที่ธรรมชาติ พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 2 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใยและแผ่น โดยพบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยจำนวน 39.32 เพอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกรูปร่างแผ่นจำนวน 60.68 เพอร์เซ็นต์

2.1.4 รูปร่างของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูฝน

ผลการศึกษารูปร่างไมโครพลาสติกภายในพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติของฤดูฝน มีรายละเอียดดังนี้

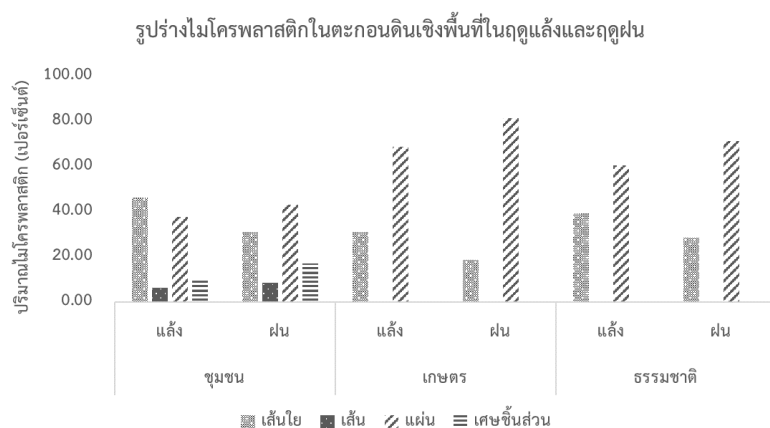
1) พื้นที่ชุมชน พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 4 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย, เส้น, แผ่น และเศษชิ้นส่วน โดยไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงที่สุดคือไมโครพลาสติกรูปร่างแผ่นจำนวน 43.10 เพอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยจำนวน 31.03 เพอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกรูปร่างเศษชิ้นส่วนจำนวน 17.24 เพอร์เซ็นต์ และพบจำนวนต่ำสุดคือไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นจำนวน 8.62 เพอร์เซ็นต์

2) พื้นที่เกษตรกรรม พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 2 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใยและแผ่น โดยพบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยจำนวน 18.60 เพอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกรูปร่างแผ่นจำนวน 81.40 เพอร์เซ็นต์

3) พื้นที่ธรรมชาติ พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 2 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใยและแผ่น โดยพบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยจำนวน 28.57 เพอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกรูปร่างแผ่นจำนวน 71.43 เพอร์เซ็นต์

ตาราง 8 แสดงรูปร่างไมโครพลาสติกในตะกอนดินเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน

พื้นที่	รูปร่าง	ฤดูแล้ง				ฤดูฝน	
		ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (%)	ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (%)
ชุมชน	เส้นใย	22	7.33	46.30	18	3.60	31.03
	เส้น	1	1	6.32	1	1	8.62
	แผ่น	7	6	37.90	5	5	43.10
	เศษ	3	1.50	9.48	2	2	17.24
	ชิ้นส่วน						
	รวม	33	15.83	100	26	11.60	100
เกษตร	เส้นใย	7	2.33	31.19	8	1.60	18.60
	เส้น	0	0	0.00	0	0	0.00
	แผ่น	6	5.14	68.81	7	7	81.40
	เศษ	0	0	0.00	0	0	0.00
	ชิ้นส่วน						
	รวม	13	7.47	100	15	8.60	100
ธรรมชาติ	เส้นใย	10	3.33	39.32	4	0.80	28.57
	เส้น	0	0	0.00	0	0	0.00
	แผ่น	6	5.14	60.68	2	2	71.43
	เศษ	0	0	0.00	0	0	0.00
	ชิ้นส่วน						
	รวม	16	8.47	100	6	2.8	100



ภาพ 29 รูปร่างไมโครพลาสติกในตะกอนดินเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
ในฤดูแล้งและฤดูฝน

2.2 สีของไมโครพลาสติก

2.2.1 สีของไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน

ในการศึกษาสีของไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนดินของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ได้สุ่มไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ ของแต่ละกลุ่มตามสัญญาณวิทยาที่พบไปวิเคราะห์เพื่อทดสอบชนิดพอลิเมอร์และยืนยันความเป็นพลาสติก ซึ่งพบว่าในฤดูแล้งจากการสุ่มตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 16 ชิ้นจากที่พบทั้งหมด 62 ชิ้น มีตัวอย่างจำนวน 10 ชิ้นถูกระบุว่ามีพอลิเมอร์เป็นพลาสติก โดยแบ่งเป็นสีฟ้า 2 ชิ้น คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีฟ้าที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, สีขาว 1 ชิ้น คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีขาวที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, สีใส 3 ชิ้น คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีใสที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, สีแดง 3 ชิ้น คิดเป็น 75 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีแดงทั้งหมดที่สุ่มไปวิเคราะห์ และสีเหลือง 1 ชิ้น คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีเหลืองที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด สำหรับในฤดูฝนพบว่าจากการสุ่มตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 13 ชิ้นจากที่พบทั้งหมด 47 ชิ้น ซึ่งแยกสุ่มจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ ตามกลุ่มสัญญาณวิทยาที่พบไปวิเคราะห์เพื่อทดสอบชนิดพอลิเมอร์และยืนยันความเป็นพลาสติกนั้น มีตัวอย่างจำนวน 9 ชิ้นถูกระบุว่ามีพอลิเมอร์เป็นพลาสติก โดยแบ่งเป็นสีดำ 1 ชิ้น คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีดำที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, สีฟ้า 2 ชิ้น คิดเป็น 66.67 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีฟ้าที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, สีขาว 2 ชิ้น คิดเป็น 66.67 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีขาวที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, สีใส 1 ชิ้น คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีใสที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด และสีแดง 3 ชิ้น คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีแดงที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด (ดังตาราง 9) โดยเมื่อนำสัดส่วนความเป็นไมโครพลาสติกที่ได้ไปคำนวณกับจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลในแต่ละสีที่พบทั้งหมดพบว่า ในตะกอนดิน

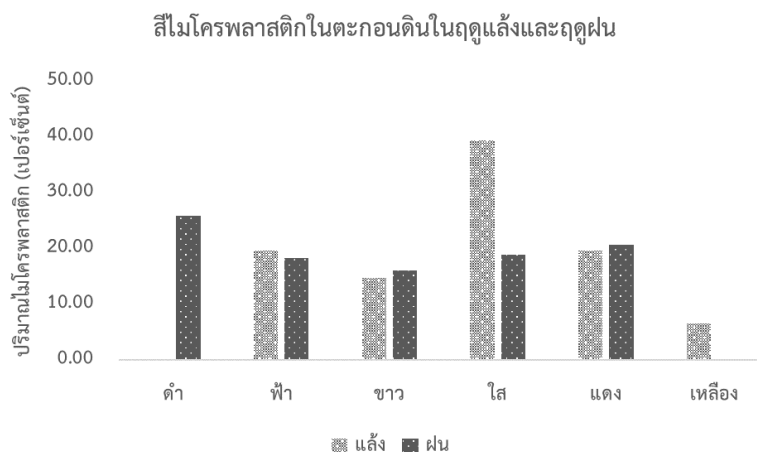
ของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดมีการสะสมไมโครพลาสติกทั้งหมด 6 สีได้แก่สีดำ, สีฟ้า, สีขาว, สีใส, สีแดง และสีเหลือง โดยในฤดูแล้งสีของไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนดินปริมาณสูงที่สุดคือสีใส และในฤดูฝนคือสีดำ และที่พบปริมาณต่ำสุดคือสีเหลืองทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยพบไมโครพลาสติกสีดำในฤดูฝนจำนวน 25.86 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูฝน โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีดำในฤดูแล้ง, ไมโครพลาสติกสีฟ้าพบในฤดูแล้งจำนวน 19.67 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูแล้ง และในฤดูฝนจำนวน 18.38 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูฝน, ไมโครพลาสติกสีขาวพบในฤดูแล้งจำนวน 14.75 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูแล้ง และในฤดูฝนจำนวน 16.10 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูฝน, ไมโครพลาสติกสีใสบพบในฤดูแล้งจำนวน 39.34 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูแล้ง และในฤดูฝนจำนวน 18.97 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูฝน, ไมโครพลาสติกสีแดงพบในฤดูแล้งจำนวน 19.67 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูแล้ง และในฤดูฝนจำนวน 20.69 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูฝน และไมโครพลาสติกสีเหลืองพบในฤดูแล้งจำนวน 6.56 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูแล้ง โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีเหลืองในฤดูฝน ดังแสดงในตาราง 10 และภาพ 30

ตาราง 9 แสดงจำนวนไมโครพลาสติกเชิงสีจากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ในตะกอนดิน

สี	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน		
	ไมโครพาร์ทิเคิลที่ลุ่ม (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)	ไมโซไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)	ไมโครพาร์ทิเคิลที่ลุ่ม (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)	ไมโซไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)
ดำ	2	0/0	2/100	2	1/50	1/50
ฟ้า	4	2/50	2/50	3	2/66.67	1/33.33
ขาว	2	1/50	1/50	3	2/66.67	1/33.33
ใส	3	3/100	0/0	2	1/50	1/50
แดง	4	3/75	1/25	3	3/100	0/0
เหลือง	1	1/100	0/0	-	-	-

ตาราง 10 แสดงสีไมโครพลาสติกในตะกอนดินในฤดูแล้งและฤดูฝน

สี	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน		
	ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (%)	ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (%)
ดำ	19	0	0.00	15	7.50	25.86
ฟ้า	12	6	19.67	8	5.33	18.38
ขาว	9	4.50	14.75	7	4.67	16.10
ใส	12	12	39.34	11	5.50	18.97
แดง	8	6	19.67	6	6	20.69
เหลือง	2	2	6.56	-	-	-
รวม	62	30.5	100	47	29	100



ภาพ 30 สีไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน

2.2.2 สีของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน

1) พื้นที่ชุมชน พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 6 สี ได้แก่สีดำ, สีฟ้า, สีขาว, สีใส, สีแดง และสีเหลือง โดยพบไมโครพลาสติกสีดำในฤดูฝนจำนวน 26.37 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีดำในฤดูแล้ง, ไมโครพลาสติกสีฟ้าพบในฤดูแล้งจำนวน 19.18 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 26.37 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีขาวพบในฤดูแล้งจำนวน 10.96 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 17.60 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีฟ้าพบในฤดูแล้งจำนวน 43.84 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 23.07 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีแดงพบในฤดูแล้งจำนวน 20.55 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 6.59 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไมโครพลาสติกสีเหลืองพบในฤดูแล้งจำนวน 5.48 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีเหลืองในฤดูฝน

2) พื้นที่เกษตรกรรม พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 6 สี ได้แก่สีดำ, สีฟ้า, สีขาว, สีใส, สีแดง และสีเหลือง โดยพบไมโครพลาสติกสีดำในฤดูฝนจำนวน 24.61 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีดำในฤดูแล้ง, ไมโครพลาสติกสีฟ้าและสีขาวพบในฤดูแล้งจำนวน 21.05 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 13.09 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน, ไมโครพลาสติกสีฟ้าพบในฤดูแล้งจำนวน 21.05 เปอร์เซ็นต์ และฤดูฝนจำนวน 9.84 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีแดงพบในฤดูแล้งจำนวน 15.79 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 39.37 เปอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกสีเหลืองพบในฤดูแล้งจำนวน 21.05 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีเหลืองในฤดูฝน

3) พื้นที่ธรรมชาติ พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 5 สี ได้แก่สีดำ, สีฟ้า, สีขาว, สีใส และสีแดง โดยพบไมโครพลาสติกสีดำในฤดูฝนจำนวน 27.25 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีดำในฤดูแล้ง, ไมโครพลาสติกสีฟ้าพบในฤดูแล้งจำนวน 20 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบ

ไมโครพลาสติกสีฟ้าในฤดูฝน, ไมโครพลาสติกสีขาวพบในฤดูแล้งจำนวน 20 เพอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 18.26 เพอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีใสพบในฤดูแล้งจำนวน 40 เพอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 27.25 เพอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกสีแดงพบในฤดูแล้งจำนวน 20 เพอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 27.25 เพอร์เซ็นต์

2.2.3 สีของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้ง

ผลการศึกษาสีของไมโครพลาสติกภายในพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติของฤดูแล้ง มีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่ชุมชน พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 5 สี ได้แก่สีฟ้า, สีขาว, สีใส, สีแดง และสีเหลือง โดยไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงที่สุดคือไมโครพลาสติกสีใสจำนวน 43.84 เพอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกสีแดงจำนวน 20.55 เพอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีฟ้าจำนวน 19.18 เพอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีขาวจำนวน 10.96 เพอร์เซ็นต์ และพบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกสีเหลืองจำนวน 5.48 เพอร์เซ็นต์

2) พื้นที่เกษตรกรรม พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 5 สี ได้แก่สีฟ้า, สีขาว, สีใส, สีแดง และสีเหลือง โดยพบไมโครพลาสติกสีฟ้า, สีขาว, สีใส และสีเหลืองจำนวน 21.05 เพอร์เซ็นต์เท่ากัน รองลงมาคือไมโครพลาสติกสีแดงจำนวน 15.79 เพอร์เซ็นต์

3) พื้นที่ธรรมชาติ พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 4 สี ได้แก่สีฟ้า, สีขาว, สีใส และสีแดง โดยไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงที่สุดคือไมโครพลาสติกสีใสจำนวน 40 เพอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกสีฟ้า, สีขาว และสีแดงจำนวน 20 เพอร์เซ็นต์เท่ากัน

2.2.4 สีของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูฝน

ผลการศึกษาสีของไมโครพลาสติกภายในพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติของฤดูฝน มีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่ชุมชน พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 5 สี ได้แก่สีดำ, สีฟ้า, สีขาว, สีใส และสีแดง โดยไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงที่สุดคือไมโครพลาสติกสีดำและสีฟ้าจำนวน 26.37 เพอร์เซ็นต์เท่ากัน รองลงมาคือไมโครพลาสติกสีใสจำนวน 23.07 เพอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีขาวจำนวน 17.60 เพอร์เซ็นต์ และพบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกสีแดงจำนวน 6.59 เพอร์เซ็นต์

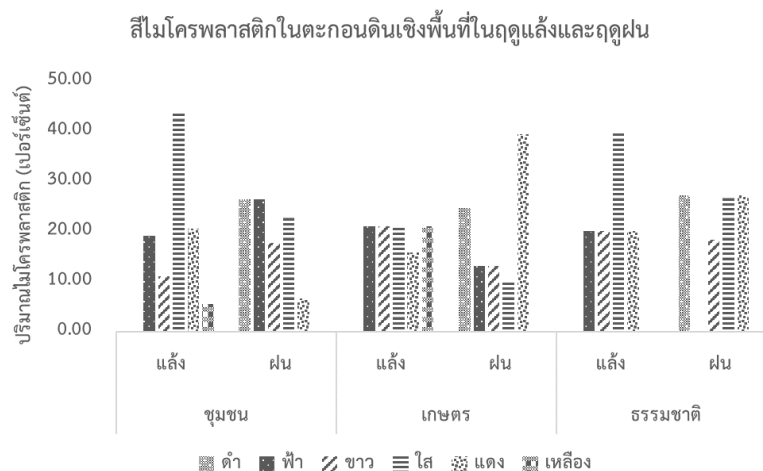
2) พื้นที่เกษตรกรรม พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 5 สี ได้แก่สีดำ, สีฟ้า, สีขาว, สีใส และสีแดง โดยไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงที่สุดคือไมโครพลาสติกสีแดงจำนวน 39.37 เพอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกสีดำจำนวน 24.61 เพอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีฟ้า และสีขาวจำนวน 13.09 เพอร์เซ็นต์เท่ากัน และพบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกสีใสจำนวน 9.84 เพอร์เซ็นต์

3) พื้นที่ธรรมชาติ พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 4 สี ได้แก่สีดำ, สีขาว, สีใส และสีแดง โดยพบไมโครพลาสติกสีดำ, สีใส และสีแดงจำนวน 27.25 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน รองลงมาคือไมโครพลาสติกสีขาวจำนวน 18.26 เปอร์เซ็นต์



ตาราง 11 แสดงสีไมโครพลาสติกในตะกอนดินเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน

พื้นที่	สี	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน		
		ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (%)	ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (%)
ชุมชน	ดำ	8	0	0.00	8	4	26.37
	ฟ้า	7	3.50	19.18	6	4	26.37
	ขาว	4	2	10.96	4	2.67	17.60
	ใส	8	8.00	43.84	7	3.50	23.07
	แดง	5	3.75	20.55	1	1	6.59
	เหลือง	1	1	5.48	-	-	0.00
	รวม	33	18.25	100	26	15.17	100
เกษตร	ดำ	6	0	0.00	5	2.50	24.61
	ฟ้า	2	1	21.05	2	1.33	13.09
	ขาว	2	1	21.05	2	1.33	13.09
	ใส	1	1	21.05	2	1	9.84
	แดง	1	0.75	15.79	4	4	39.37
	เหลือง	1	1	21.05	-	-	0.00
	รวม	13	4.75	100	15	10.16	100
ธรรมชาติ	ดำ	5	0	0.00	2	1	27.25
	ฟ้า	3	1.50	20.00	-	-	0.00
	ขาว	3	1.50	20.00	1	0.67	18.26
	ใส	3	3	40.00	2	1	27.25
	แดง	2	1.50	20.00	1	1	27.25
	เหลือง	-	-	0.00	-	-	0.00
	รวม	16	7.50	100	6	3.67	100



ภาพ 31 สีไมโครพลาสติกในตะกอนดินเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน

2.3 ขนาดของไมโครพลาสติก

2.3.1 ขนาดของไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน

ในการศึกษาขนาดไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนดินของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ได้สุ่มไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ ของแต่ละกลุ่มตามสถานวิทยาที่พบไปวิเคราะห์เพื่อทดสอบชนิดพอลิเมอร์และยืนยันความเป็นพลาสติก ซึ่งพบว่าในฤดูแล้งจากการสุ่มตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 16 ชิ้นจากที่พบทั้งหมด 62 ชิ้น มีตัวอย่างจำนวน 10 ชิ้นถูกระบุว่ามีพอลิเมอร์เป็นพลาสติก โดยแบ่งเป็นไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร 1 ชิ้นคิดเป็น 33.33 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตรที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร 4 ชิ้นคิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตรที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด และไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร 5 ชิ้นคิดเป็น 62.5 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตรที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด สำหรับในฤดูฝนพบว่าจากการสุ่มตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 13 ชิ้นจากที่พบทั้งหมด 47 ชิ้น ซึ่งแยกสุ่มจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ตามกลุ่มสถานวิทยาที่พบ ไปวิเคราะห์เพื่อทดสอบชนิดพอลิเมอร์และยืนยันความเป็นพลาสติกนั้น มีตัวอย่างจำนวน 9 ชิ้นถูกระบุว่ามีพอลิเมอร์เป็นพลาสติก โดยแบ่งเป็นไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร 2 ชิ้นคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตรที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง

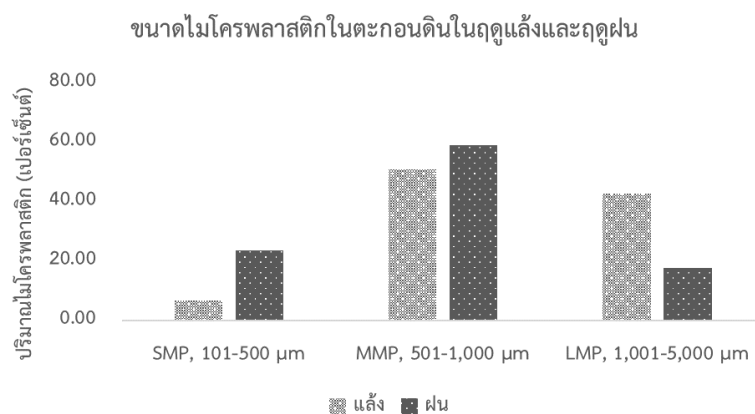
1,000 ไมโครเมตร 5 ชั้น คิดเป็น 83.33 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร ที่สู่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด และไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร 2 ชั้นคิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตรที่สู่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด (ดังตาราง 12) โดยเมื่อนำสัดส่วนความเป็นไมโครพลาสติกที่ได้ไปคำนวณกับจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลในแต่ละขนาดที่พบทั้งหมดพบว่า ในตะกอนดินของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดมีการสะสมไมโครพลาสติกทั้ง 3 ขนาด โดยขนาดที่พบการสะสมในตะกอนดินปริมาณสูงที่สุดคือไมโครพลาสติกกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตรทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยในฤดูแล้งพบจำนวน 50.77 เปอร์เซ็นต์ของขนาดที่พบทั้งหมดในฤดูแล้ง และในฤดูฝนจำนวน 58.22 เปอร์เซ็นต์ของขนาดที่พบทั้งหมดในฤดูฝน ทั้งนี้ไมโครพลาสติกที่พบปริมาณต่ำสุดในฤดูแล้งคือไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตรจำนวน 6.52 เปอร์เซ็นต์ของขนาดที่พบทั้งหมดในฤดูแล้ง ส่วนในฤดูฝนไมโครพลาสติกที่พบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตรจำนวน 17.65 เปอร์เซ็นต์ของขนาดที่พบทั้งหมดในฤดูฝน ดังแสดงในตาราง 13 และภาพ 32

ตาราง 12 แสดงจำนวนไมโครพลาสติกเชิงขนาดจากกรวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ในตะกอนดิน

ขนาด (ไมโครเมตร)	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน		
	ไมโครพาร์ทิเคิลที่สู่ม (ชั้น)	ไมโครพลาสติก (ชั้น/%)	ไมใช่ไมโครพลาสติก (ชั้น/%)	ไมโครพาร์ทิเคิลที่สู่ม (ชั้น)	ไมโครพลาสติก (ชั้น/%)	ไมใช่ไมโครพลาสติก (ชั้น/%)
101 - 500	3	1/33.33	2/66.67	2	2/100	0/0
501 - 1,000	5	4/80	1/20	6	5/83.33	1/16.67
1,001 - 5,000	8	5/62.50	3/37.50	5	2/40	3/60

ตาราง 13 แสดงขนาดไมโครพลาสติกในตะกอนดินในฤดูแล้งและฤดูฝน

ขนาด (ไมโครเมตร)	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน		
	ไมโคร พาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (%)	ไมโคร พาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (%)
	SMP; 101-500	8	2.67	6.52	8	8
MMP; 501-1,000	26	20.80	50.77	24	20	58.82
LMP; 1,001- 5,000	28	17.50	42.71	15	6	17.65
รวม	62	40.97	100	47	34	100



ภาพ 32 ขนาดไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน

2.3.2 ขนาดไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน

1) พื้นที่ชุมชน ไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 9.53 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 26.88 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 45.76 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 53.76 เปอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 44.71 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 19.35 เปอร์เซ็นต์

2) พื้นที่เกษตรกรรม ไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 3.64 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 27.70 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 61.81 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 53.83 เปอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 34.55 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 18.47 เปอร์เซ็นต์

3) พื้นที่ธรรมชาติ ไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 3.02 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตรในฤดูฝน, ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 51.24 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 91.25 เปอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 45.75 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 8.75 เปอร์เซ็นต์

2.3.3 ขนาดของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้ง

ผลการศึกษขนาดของไมโครพลาสติกภายในพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติของฤดูแล้ง มีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่ชุมชน ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือ ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร โดยพบจำนวน 45.76 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร โดยพบจำนวน 44.71 เปอร์เซ็นต์ และขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกขนาดเล็ก

(Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 9.53 เปอร์เซ็นต์

2) พื้นที่เกษตรกรรม ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร โดยพบจำนวน 61.81 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร โดยพบจำนวน 34.55 เปอร์เซ็นต์ และขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 3.64 เปอร์เซ็นต์

3) พื้นที่ธรรมชาติ ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 51.24 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 45.75 เปอร์เซ็นต์ และขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 3.02 เปอร์เซ็นต์

2.3.4 ขนาดของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูฝน

ผลการศึกษขนาดของไมโครพลาสติกภายในพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติของฤดูฝน มีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่ชุมชน ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร โดยพบจำนวน 53.76 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร โดยพบจำนวน 26.88 เปอร์เซ็นต์ และขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 19.35 เปอร์เซ็นต์

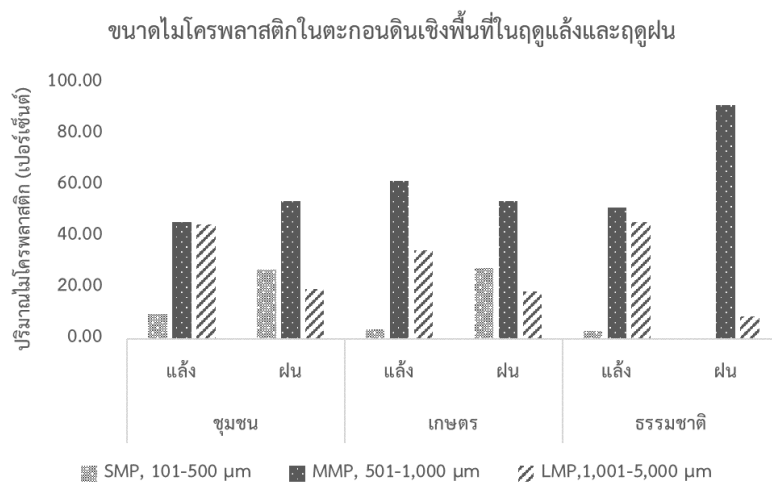
2) พื้นที่เกษตรกรรม ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร โดยพบจำนวน 53.83 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 34.55 เปอร์เซ็นต์ และขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกขนาดใหญ่

(Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร โดยพบจำนวน 18.47 เปอร์เซ็นต์

3) พื้นที่ธรรมชาติ ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือ ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 91.25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 8.75 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตรในพื้นที่นี้

ตาราง 14 แสดงขนาดไมโครพลาสติกในตะกอนดินเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน

พื้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)	ฤดูแล้ง				ฤดูฝน	
		ไมโคร พาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (%)	ไมโคร พาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (%)
ชุมชน	101-500	6	2.00	9.53	5	5	26.88
	501-1,000	12	9.60	45.76	12	10	53.76
	1,001-5,000	15	9.38	44.71	9	3.60	19.35
	รวม	33	20.98	100	26	18.60	100
เกษตร	101-500	1	0.33	3.64	3	3	27.70
	501-1,000	7	5.60	61.81	7	5.83	53.83
	1,001-5,000	5	3.13	34.55	5	2	18.47
	รวม	13	9.06	100	15	10.83	100
ธรรมชาติ	101-500	1	0.33	3.02	0	0	0.00
	501-1,000	7	5.60	51.24	5	4.17	91.25
	1,001-5,000	8	5	45.75	1	0.40	8.75
	รวม	16	10.93	100	6	4.57	100



ภาพ 33 ขนาดไมโครพลาสติกในตะกอนดินเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
ในฤดูแล้งและฤดูฝน

3. ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติก

3.1 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในฤดูแล้ง

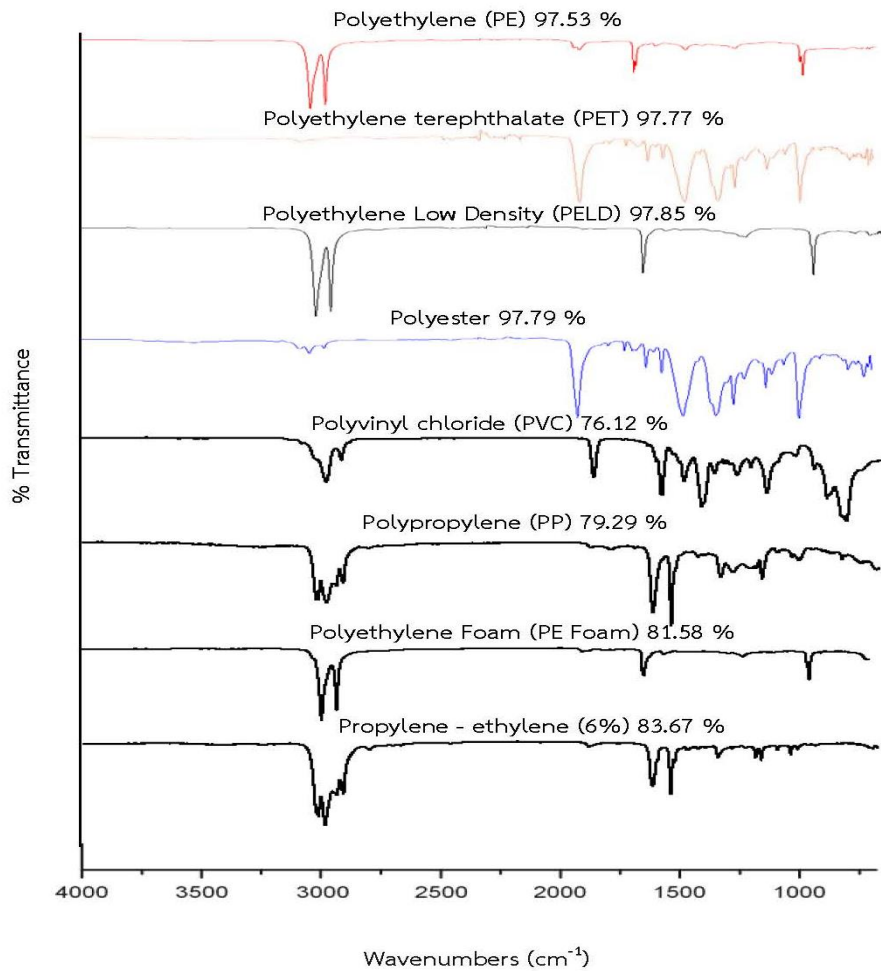
จากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ของตัวอย่างไมโครพาร์ติเคิลที่สุ่มมาจำนวน 16 ชิ้น จากจำนวนไมโครพาร์ติเคิลที่พบทั้งหมด 62 ชิ้น โดยแยกสุ่มจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ตามกลุ่ม สัณฐานวิทยาที่พบ พบว่าตัวอย่างจำนวน 10 ชิ้นถูกจำแนกว่าเป็นไมโครพลาสติกคิดเป็น 62.5 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนตัวอย่างที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด โดยพบพอลิเมอร์ทั้งหมด 8 ชนิด ซึ่งพบว่าพอลิโพรไพลีน (Polypropylene) และพอลิเอสเตอร์ (Polyester) คือชนิดพอลิเมอร์ที่พบ ปริมาณสูงที่สุดคิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นพบว่าเป็นพอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate; PET), พอลิเอทิลีน (Polyethylene), พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (Polyethylene Low Density), พอลิไวนิล คลอไรด์ (Polyvinyl chloride), พอลิเอทิลีน โฟม (Polyethylene foam) และโพรไพลีนผสมเอทิลีน 6% (Propylene - ethylene (6%)) ในจำนวน เท่ากันคือ 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตัวอย่างอีก 6 ชิ้นที่ไม่ถูกจำแนกเป็นไมโครพลาสติก คิดเป็น 37.5 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนตัวอย่างที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด พบพอลิเมอร์ทั้งหมด 4 ชนิดด้วยกัน โดยพอลิเมอร์ที่พบปริมาณสูงที่สุดคือใยฝ้าย 100% (cotton 100%) จำนวน 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอีก 3 ชนิดคือใยฝ้าย 90% (cotton 90%), เอมีน (Amine) และอีเธอร์ (Ether) พบในจำนวน 16.7 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน ดังแสดงในตาราง 15, ตาราง 16, ภาพ 34 และภาพ 35

ตาราง 15 แสดงสัณฐานวิทยาและจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลในตะกอนดินของฤดูแล้งที่สุ่มไป
วิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ด้วย FT-IR

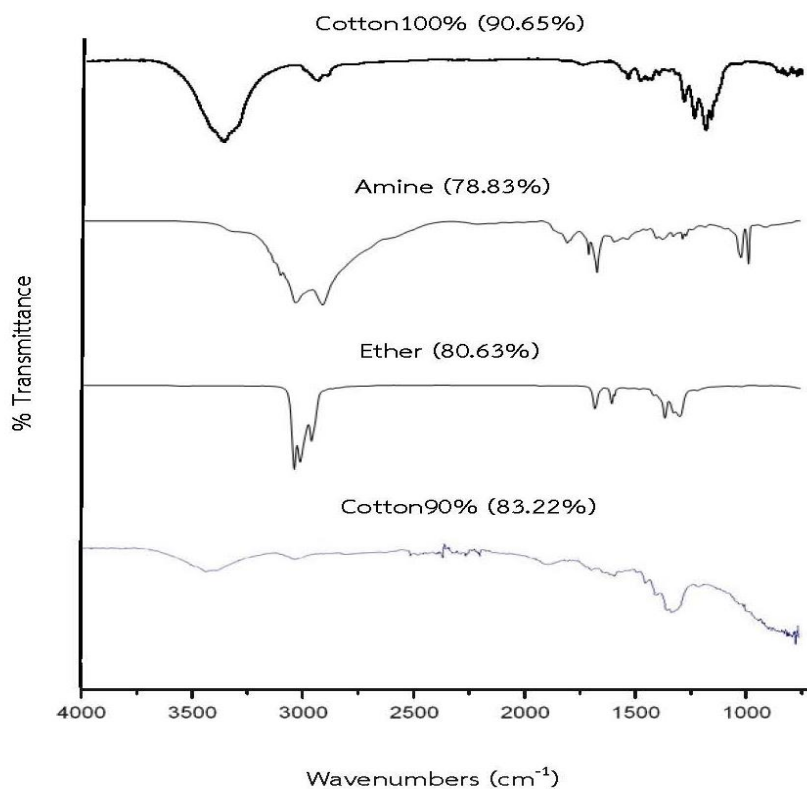
สัณฐานวิทยา		ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	
		ทั้งหมด	สุ่มมาวิเคราะห์ FT-IR
รูปร่าง	เส้นใย	39	6
	เส้น	1	1
	แผ่น	19	7
	เศษชิ้นส่วน	3	2
	รวม	62	16
สี	ดำ	19	2
	ฟ้า	8	4
	ขาว	9	2
	ใส	12	3
	แดง	8	4
	เหลือง	6	1
	รวม	62	16
ขนาด	SMP; 101-500 μm	8	3
	MMP; 501-1,000 μm	26	5
	LMP; 1,001-5,000 μm	28	8
	รวม	62	16

ตาราง 16 แสดงชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำ
บึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง

ตัวอย่าง	ชนิดพอลิเมอร์	ชิ้น (ทั้งหมด)	เปอร์เซ็นต์	พื้นที่	ชิ้น (แต่ละพื้นที่)
พลาสติก	พอลิไวนิล คลอไรด์	1	10	ชุมชน	1
	พอลิโพรไพเรลีน	2	20	ชุมชน	1
				เกษตร	1
	พอลิเอธิลีน โฟม	1	10	ธรรมชาติ	1
	โพรไพเรลีน - เอธิลีน (6%)	1	10	ชุมชน	1
	พอลิเอสเธอร์	2	20	ชุมชน	2
	พอลิเอธิลีน เทเรฟทาเลธ	1	10	ธรรมชาติ	1
	พอลิเอธิลีน	1	10	ชุมชน	1
	พอลิเอธิลีนชนิด ความหนาแน่นต่ำ	1	10	ธรรมชาติ	1
	รวม		10	100.0	-
ไม่ใช่ พลาสติก	ใยฝ้าย 100%	3	50	ชุมชน	2
				เกษตร	1
	ใยฝ้าย 90%	1	16.7	เกษตร	1
	เอมีน	1	16.7	เกษตร	1
	อีเธอร์	1	16.7	เกษตร	1
รวม		6	100.0	-	6



ภาพ 34 สเปกตราจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างไมโครพลาสติกในตะกอนดิน
จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง



ภาพ 35 สเปกตราจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างที่ไม่ใช่ไมโครพลาสติกในตะกอนดิน จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง

3.2 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในฤดูฝน

จากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ของตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลที่สุ่มมาจำนวน 13 ชิ้น จากจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบทั้งหมด 47 ชิ้น โดยแยกสุ่มจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ตามกลุ่ม สัณฐานวิทยาที่พบ พบว่าตัวอย่างจำนวน 9 ชิ้นถูกจำแนกว่าเป็นไมโครพลาสติกคิดเป็น 69.23 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างที่สุ่มมาวิเคราะห์ทั้งหมด โดยพบพอลิเมอร์ทั้งหมด 6 ชนิด ซึ่งพบว่าเป็นพอลิโพรไพลีน (Polypropylene) จำนวนสูงสุด 33.3 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือพอลิเอธิลีน (Polyethylene) จำนวน 22.2 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นพบว่าเป็นพอลิไวนิล คลอไรด์ (Polyvinyl chloride; PVC), พอลิเอธิลีน เทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate; PET), ไยฝ้าย 65% ผสมพอลิเอสเธอร์ 35% (Cotton 65% Polyester 35%) และพอลิเอธิลีน พอลิโพรไพลีน (Polyethylene Polypropylene) จำนวน 11.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตัวอย่างอีก 4 ชิ้นที่ไม่ถูกจำแนกเป็นไมโครพลาสติกคิดเป็น 30.77 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างที่สุ่มมาวิเคราะห์ทั้งหมด พบพอลิเมอร์ทั้งหมด 4 ชนิดด้วยกันได้แก่ไยฝ้าย 100% (Cotton 100%), ไยฝ้าย 90% (Cotton 90%),

เส้นใยธรรมชาติจากพืช (Cellulose powder) และ liver acetone powder horse จำนวน 25 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน ดังแสดงในตาราง 17, ตาราง 18, ภาพ 36 และภาพ 37

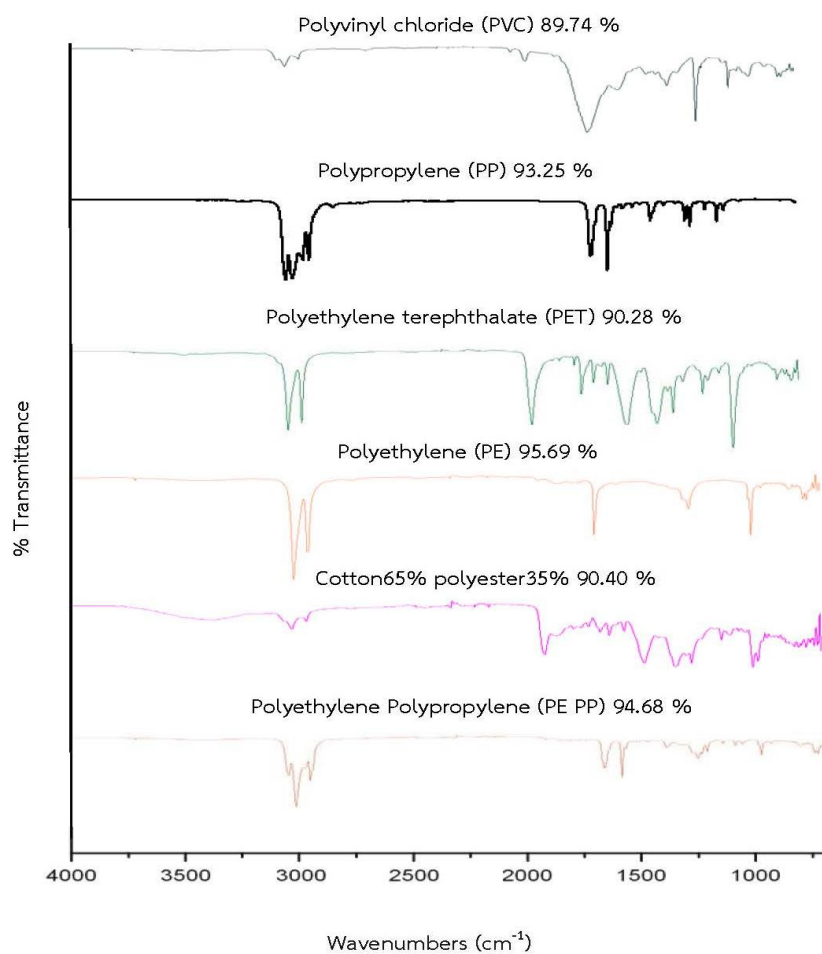


ตาราง 17 แสดงสัณฐานวิทยาและจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลในตะกอนดินของฤดูฝนที่สุ่มไปวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ด้วย FT-IR

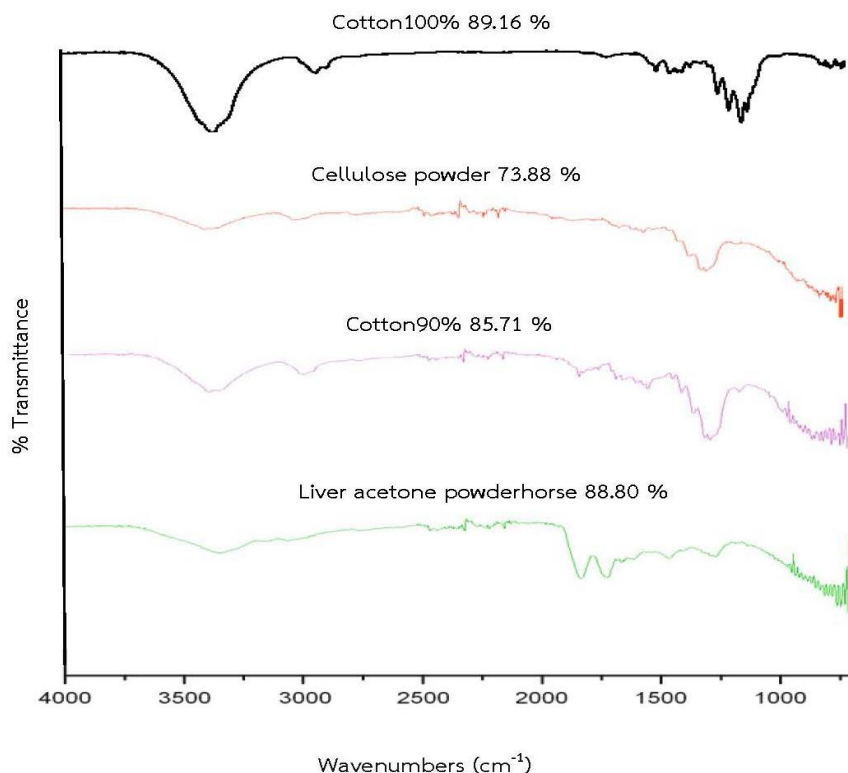
สัณฐานวิทยา		ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	
		ทั้งหมด	สุ่มมาวิเคราะห์ FT-IR
รูปร่าง	เส้นใย	30	5
	เส้น	1	1
	แผ่น	14	6
	เศษชิ้นส่วน	2	1
	รวม	47	13
สี	ดำ	15	2
	ฟ้า	7	3
	ขาว	7	3
	ใส	12	2
	แดง	6	3
	รวม	47	13
ขนาด	SMP; 101-500 μm	8	2
	MMP; 501-1,000 μm	24	6
	LMP; 1,001-5,000 μm	15	5
	รวม	47	13

ตาราง 18 แสดงชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน

ตัวอย่าง	ชนิดพอลิเมอร์	ชิ้น (ทั้งหมด)	เปอร์เซ็นต์	พื้นที่	ชิ้น (แต่ละพื้นที่)
พลาสติก	พอลิไวนิล คลอไรด์	1	11.1	ชุ่มชื้น	1
	พอลิโพรไพเรลีน	3	33.3	ชุ่มชื้น	2
					เกษตร
	พอลิเอธิลีน เทเรฟทาเลธ	1	11.1	ชุ่มชื้น	1
	พอลิเอธิลีน	2	22.2	เกษตร	2
	พอลิเอธิลีน	1	11.1	ชุ่มชื้น	1
	พอลิโพรไพเรลีน				
	ใยฝ้าย 65% ผสมพอลิเอสเธอร์ 35%	1	11.1	เกษตร	1
	รวม	9	100.0	-	9
ไม่ใช่พลาสติก	ใยฝ้าย 100%	1	25	ธรรมชาติ	1
	ใยฝ้าย 90%	1	25	ธรรมชาติ	1
	เส้นใยธรรมชาติจากพืช	1	25	ธรรมชาติ	1
	Liver acetone powder horse	1	25	ธรรมชาติ	1
	รวม	4	100.0	-	4



ภาพ 36 สเปกตราจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างไมโครพลาสติกในตะกอนดิน
จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน



ภาพ 37 สเปกตร้าจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างที่ไม่ใช่ไมโครพลาสติกในตะกอนดิน จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน

ไมโครพลาสติกในหอยขม

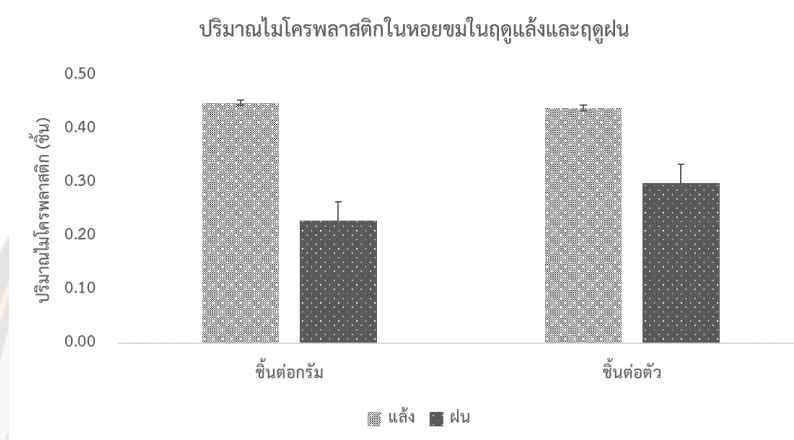
การศึกษาไมโครพลาสติกในหอยขมภายในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ทั้งในด้านปริมาณ, สัณฐานวิทยาได้แก่รูปร่าง, สี และขนาด รวมทั้งชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติก ผลการศึกษา มีดังนี้

1. ปริมาณไมโครพลาสติก

1.1 ปริมาณไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน

การศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด พบไมโครพาร์ทิเคิลในตัวอย่างหอยขมจากฤดูแล้งจำนวน 40 ชิ้น และในตัวอย่างหอยขมจากฤดูฝนจำนวน 27 ชิ้น โดยเมื่อนำสัดส่วนไมโครพลาสติกที่ได้จากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ในฤดูแล้งและฤดูฝน จำนวน 50 เปอร์เซ็นต์ มาคำนวณกับปริมาณไมโครพาร์ทิเคิลที่พบทั้งหมด พบว่ามีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยรวมในหอยขมทั้งหมดจากฤดูแล้งและฤดูฝนคิดเป็น 0.30 ± 0.46 ชิ้นต่อกรัม และ

0.37 ± 0.47 ขึ้นต่อตัว ทั้งนี้ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในฤดูแล้งและฤดูฝนในหน่วยขึ้นต่อกรัม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในฤดูแล้งคิดเป็น 0.45 ± 0.58 ขึ้นต่อกรัม และในฤดูฝนคิดเป็น 0.23 ± 0.19 ขึ้นต่อกรัม เช่นเดียวกับปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมในหน่วยขึ้นต่อตัวระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในฤดูแล้งคิดเป็น 0.44 ± 0.54 ขึ้นต่อตัว และในฤดูฝนคิดเป็น 0.30 ± 0.36 ขึ้นต่อตัว ดังแสดงในภาพ 38



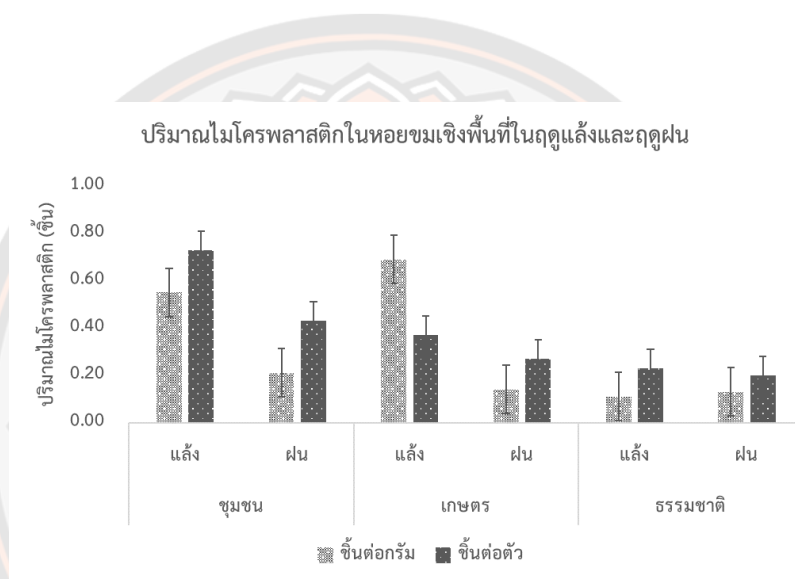
ภาพ 38 ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน

1.2 ปริมาณไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน

การศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดพบว่า มีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยรวมในหอยขมเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน ดังนี้

- 1) พื้นที่ชุ่มน้ำมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนในหน่วยขึ้นต่อกรัมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณไมโครพลาสติกในฤดูแล้งเฉลี่ยคิดเป็น 0.55 ± 0.54 ขึ้นต่อกรัม และในฤดูฝนคิดเป็น 0.21 ± 0.20 ขึ้นต่อกรัม เช่นเดียวกับในหน่วยขึ้นต่อตัวที่พบว่า มีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในฤดูแล้งคิดเป็น 0.73 ± 0.70 ขึ้นต่อตัว และในฤดูฝนคิดเป็น 0.43 ± 0.42 ขึ้นต่อตัว
- 2) พื้นที่เกษตรกรรมมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนในหน่วยขึ้นต่อกรัมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในฤดูแล้งคิดเป็น 0.69 ± 0.74 ขึ้นต่อกรัม และในฤดูฝนคิดเป็น 0.14 ± 0.82 ขึ้นต่อกรัม เช่นเดียวกับในหน่วยขึ้นต่อตัวที่พบว่า มีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมี

ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในฤดูแล้งคิดเป็น 0.37 ± 0.40 ชิ้นต่อตัว และในฤดูฝนคิดเป็น 0.27 ± 0.37 ชิ้นต่อตัว และ 3) พื้นที่ธรรมชาติมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนในหน่วยชิ้นต่อกรัมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในฤดูแล้งคิดเป็น 0.11 ± 0.17 ชิ้นต่อกรัม และในฤดูฝนคิดเป็น 0.13 ± 0.19 ชิ้นต่อกรัม เช่นเดียวกับในหน่วยชิ้นต่อตัวที่พบว่าปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในฤดูแล้งคิดเป็น 0.23 ± 0.37 ชิ้นต่อตัว และในฤดูฝนคิดเป็น 0.20 ± 0.25 ชิ้นต่อตัว ดังแสดงในภาพ 39



ภาพ 39 ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
ในฤดูแล้งและฤดูฝน

1.3 ปริมาณไมโครพลาสติกในฤดูแล้ง

จากการศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในหอยขมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดของฤดูแล้งพบว่า มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยขมจากทุกพื้นที่ โดยมีปริมาณเฉลี่ยในหน่วยชิ้นต่อกรัมและหน่วยชิ้นต่อตัวคิดเป็น 0.45 ± 0.58 ชิ้นต่อกรัม (0 ถึง 1.93 ชิ้นต่อกรัม) และ 0.44 ± 0.54 ชิ้นต่อตัว (0 ถึง 2.50 ชิ้นต่อตัว) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมจากพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติ ในหน่วยชิ้นต่อกรัมพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพื้นที่ชุมชนมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกสูงกว่าพื้นที่ธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมจากพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติในหน่วยชิ้นต่อตัวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในส่วนของรายละเอียดปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกในหอยขมของแต่ละพื้นที่มีดังนี้
1) พื้นที่ชุมชนหอยขมมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหน่วยขึ้นต่อกรัมต่ำกว่าหน่วยขึ้นต่อตัว คิดเป็น 0.55 ± 0.54 ขึ้นต่อกรัม และ 0.73 ± 0.70 ขึ้นต่อตัว 2) พื้นที่เกษตรกรรมหอยขมมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหน่วยขึ้นต่อกรัมสูงกว่าหน่วยขึ้นต่อตัว คิดเป็น 0.69 ± 0.74 ขึ้นต่อกรัม และ 0.37 ± 0.40 ขึ้นต่อตัว และ 3) พื้นที่ธรรมชาติหอยขมมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหน่วยขึ้นต่อกรัมต่ำกว่าหน่วยขึ้นต่อตัว คิดเป็น 0.11 ± 0.17 ขึ้นต่อกรัม และ 0.23 ± 0.37 ขึ้นต่อตัว ดังแสดงในตาราง 19 และภาพ 40



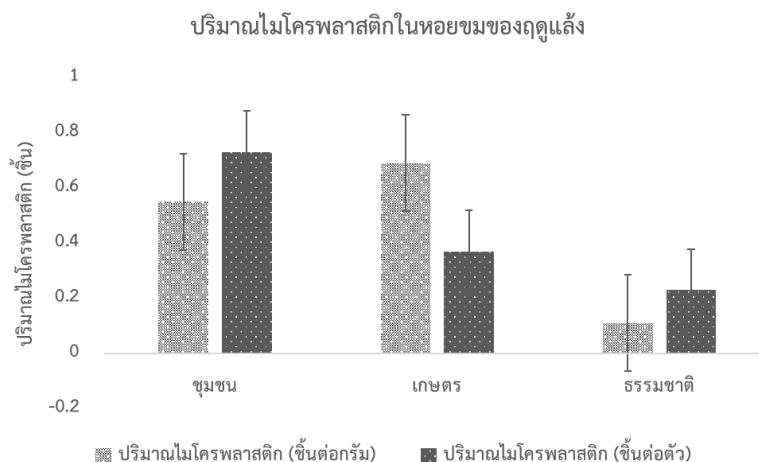
ตาราง 19 แสดงปริมาณไม้โครพลาสต์ที่ผลิตในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงอระพืดในฤดูแล้ง

พื้นที่	ลำดับ	ชั้นตอกรม					ชั้นตอตัว						
		ไม้โครพาร์ทีเคิล		ไม้โครพลาสต์			ไม้โครพาร์ทีเคิล		ไม้โครพลาสต์				
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
		29 มี.ค.	7 พ.ค.	28 พ.ค.	28 พ.ค.	29 มี.ค.	7 พ.ค.	28 พ.ค.	29 มี.ค.	7 พ.ค.	28 พ.ค.	29 มี.ค.	7 พ.ค.
		62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
ชุมชน	1	1.79	1.88	0.00	0.90	0.94	0.00	2.00	2.00	3.00	0.00	1.0	1.5
	2	1.70	0.62	0.97	0.85	0.31	0.48	2.00	2.00	1.00	1.00	1.0	0.5
	3	3.85	1.36	0.00	1.93	0.68	0.00	5.00	2.00	2.00	0.00	2.5	1.0
	4	0.68	0.73	0.00	0.34	0.36	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.5	0.5
	5	2.39	0.66	0.00	1.19	0.33	0.00	3.00	1.00	1.00	0.00	1.5	0.5
	เฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.55 ± 0.54					0.73 ± 0.70						
เกษตร	1	1.35	1.64	0.00	0.67	0.82	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.5	0.5
	2	1.63	2.43	0.00	0.81	1.21	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.5	0.5
	3	3.01	3.63	0.00	1.51	1.81	0.00	1.00	2.00	2.00	0.00	0.5	1.0
	4	3.66	0.00	0.00	1.83	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.0	0.00
	5	3.22	0.00	0.00	1.61	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.0	0.00
	เฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.69 ± 0.74					0.37 ± 0.40						

ตาราง 19 แสดงปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง (ต่อ)

พื้นที่	ลำดับ	ซึบต่อกรัม						ซึบต่อตัว					
		ไมโครพาร์ทิเคิล		ไมโครพลาสติก		ไมโครพาร์ทิเคิล		ไมโครพลาสติก		ไมโครพาร์ทิเคิล		ไมโครพลาสติก	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
	29 มี.ค.	7 พ.ค.	28 พ.ค.	28 พ.ค.	29 มี.ค.	7 พ.ค.	28 พ.ค.	29 มี.ค.	7 พ.ค.	28 พ.ค.	29 มี.ค.	7 พ.ค.	28 พ.ค.
	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
ธรรมชาติ	1	0.60	0.86	0.00	0.30	0.43	0.00	1.00	2.00	0.00	0.50	1.00	0.00
	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	0.40	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
	4	0.93	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	5	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
	เฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	0.11 ± 0.17	-	-	-	-	0.23 ± 0.37
	เฉลี่ยรวม	-	-	-	-	-	-	0.45 ± 0.58	-	-	-	-	0.44 ± 0.54





ภาพ 40 ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง

1.4 ปริมาณไมโครพลาสติกในฤดูฝน

จากการศึกษาปริมาณไมโครพลาสติกในหอยขมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน พบว่ามีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยขมจากทุกพื้นที่ โดยมีปริมาณในหน่วยชิ้นต่อกรัมต่ำกว่าหน่วยชิ้นต่อตัวคิดเป็น 0.23 ± 0.19 ชิ้นต่อกรัม (0 ถึง 0.61 ชิ้นต่อกรัม) และ 0.30 ± 0.36 ชิ้นต่อตัว (0 ถึง 1 ชิ้นต่อตัว) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยระหว่างพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติในหน่วยชิ้นต่อกรัมพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยระหว่างพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติในหน่วยชิ้นต่อตัวที่พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของรายละเอียดปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกในหอยขมของแต่ละพื้นที่มีดังนี้

- 1) พื้นที่ชุมชนหอยขมมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหน่วยชิ้นต่อกรัมต่ำกว่าหน่วยชิ้นต่อตัวคิดเป็น 0.21 ± 0.20 ชิ้นต่อกรัม และ 0.43 ± 0.42 ชิ้นต่อตัว
- 2) พื้นที่เกษตรกรรมหอยขมมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหน่วยชิ้นต่อกรัมต่ำกว่าหน่วยชิ้นต่อตัวคิดเป็น 0.14 ± 0.82 ชิ้นต่อกรัม และ 0.27 ± 0.37 ชิ้นต่อตัว
- 3) พื้นที่ธรรมชาติหอยขมมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหน่วยชิ้นต่อกรัมต่ำกว่าหน่วยชิ้นต่อตัว คิดเป็น 0.13 ± 0.19 ชิ้นต่อกรัม และ 0.20 ± 0.25 ชิ้นต่อตัว ดังแสดงในตาราง 20 และภาพ 41

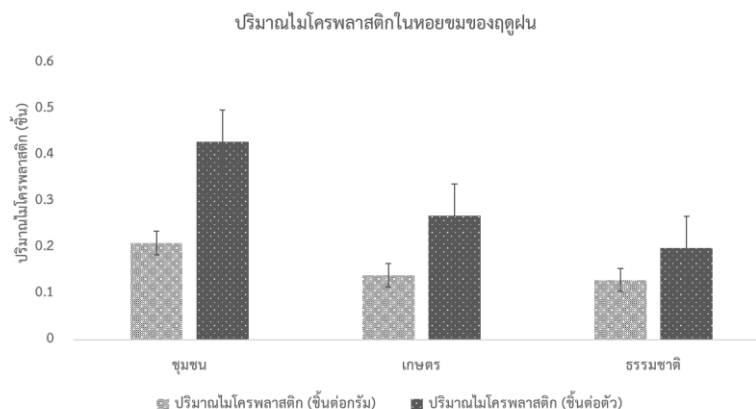
ตาราง 20 แสดงปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน

พื้นที่	ลำดับ	ชั้นตอกริม						ชั้นตอตัว							
		ไมโครพาร์ทิเคิล		ไมโครพลาสติก		ไมโครพาร์ทิเคิล		ไมโครพาร์ทิเคิล		ไมโครพลาสติก					
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
		17 ก.ย.	17 ต.ค.	17 พ.ย.	17 ก.ย.	17 ต.ค.	17 พ.ย.	17 ก.ย.	17 ต.ค.	17 พ.ย.	17 ก.ย.	17 ต.ค.	17 พ.ย.		
		62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62		
ชุมชน	1	0.69	0.51	0.71	0.35	0.25	0.35	1.00	1.00	1.00	2.00	0.50	0.50	1.00	
	2	0.85	0.00	1.23	0.43	0.00	0.61	1.00	0.00	2.00	2.00	0.50	0.00	1.00	
	3	0.62	0.28	0.00	0.31	0.14	0.00	2.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.50	0.00	
	4	0.59	0.76	0.00	0.30	0.38	0.00	2.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.50	0.00	
	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
เฉลี่ย		-						0.21 ± 0.20						0.43 ± 0.42	
เกษตรกร	1	0.68	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	
	2	0.91	0.55	0.00	0.46	0.27	0.00	2.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.50	0.00	
	3	0.00	0.80	0.73	0.00	0.40	0.36	0.00	2.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.50	
	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	5	0.00	0.49	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	
เฉลี่ย		-						0.14 ± 0.82						0.27 ± 0.37	

ตาราง 20 แสดงปริมาณไม้โครพลาสต์กเฉลี่ยในหน่วยปริมาตรพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน (ต่อ)

พื้นที่	ลำดับ	ชั้นตอกริม						ชั้นตอตัว					
		ไม้โครพาร์ทีเคิล		ไม้โครพลาสต์ก		ไม้โครพาร์ทีเคิล		ไม้โครพลาสต์ก		ไม้โครพาร์ทีเคิล		ไม้โครพลาสต์ก	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
		17 ก.ย.	17 ต.ค.	17 พ.ย.	17 ก.ย.	17 ต.ค.	17 พ.ย.	17 ก.ย.	17 ต.ค.	17 พ.ย.	17 ก.ย.	17 ต.ค.	17 พ.ย.
		62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
ธรรมชาติ	1	1.13	0.27	0.00	0.56	0.13	0.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00
	2	0.53	0.96	0.00	0.26	0.48	0.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00
	3	0.46	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
	4	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	เฉลี่ย	-	-	-	0.13 ± 0.19	-	-	-	-	-	0.20 ± 0.25	-	-
	เฉลี่ยรวม	-	-	-	0.23 ± 0.19	-	-	-	-	-	0.30 ± 0.36	-	-





ภาพ 41 ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน

2. สันฐานวิทยาของไมโครพลาสติก

การศึกษาสันฐานวิทยาของไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจากฤดูแล้งฤดูฝน ทั้งในด้านรูปร่าง, สี และขนาด ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

2.1 รูปร่างของไมโครพลาสติก

2.1.1 รูปร่างของไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน

ในการศึกษารูปร่างไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ได้สุ่มไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 10 เพอร์เซ็นต์ ของแต่ละกลุ่มตามสันฐานวิทยาที่พบไปวิเคราะห์เพื่อทดสอบชนิดพอลิเมอร์และยืนยันความเป็นพลาสติก ซึ่งพบว่าในฤดูแล้งจากการสุ่มตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 10 ชิ้น จากที่พบทั้งหมด 40 ชิ้น มีตัวอย่างจำนวน 5 ชิ้นถูกระบุว่ามีพอลิเมอร์เป็นพลาสติก โดยแบ่งเป็นเส้นใย 2 ชิ้นคิดเป็น 33.33 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างรูปร่างเส้นใยที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, เส้น 1 ชิ้นคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างรูปร่างเส้นที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด และแผ่น 2 ชิ้นคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างรูปร่างแผ่นที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด สำหรับในฤดูฝนพบว่าจากการสุ่มตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 10 ชิ้นจากที่พบทั้งหมด 27 ชิ้น ซึ่งแยกสุ่มจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ ตามกลุ่มสันฐานวิทยาที่พบไปวิเคราะห์เพื่อทดสอบชนิดพอลิเมอร์และยืนยันความเป็นพลาสติกนั้น มีตัวอย่างจำนวน 5 ชิ้นถูกระบุว่ามีพอลิเมอร์เป็นพลาสติก โดยแบ่งเป็นเส้นใย 2 ชิ้น คิดเป็น 33.33 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างรูปร่างเส้นใยที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, เส้น 1 ชิ้นคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างรูปร่างเส้นที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด และแผ่น 2 ชิ้นคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างรูปร่างแผ่นที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด (ดังตาราง 21) โดยเมื่อนำสัดส่วนความเป็นไมโครพลาสติกที่ได้ไปคำนวณกับจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลในแต่ละรูปร่างที่พบทั้งหมด

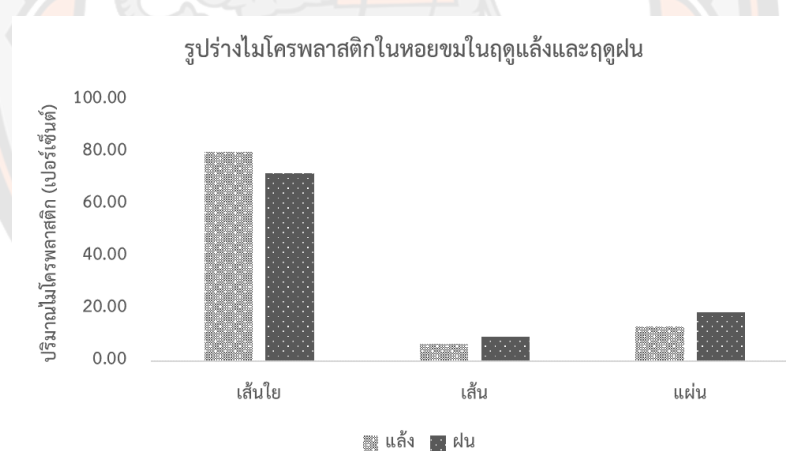
พบว่า ในหอยขมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดมีการสะสมไมโครพลาสติกทั้งหมด 3 รูปร่างได้แก่ เส้นใย, เส้น และแผ่น โดยรูปร่างไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใย ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน ส่วนรูปร่างเส้นและแผ่นพบค่อนข้างน้อยและใกล้เคียงกันทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งพบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยจำนวน 80 เปอร์เซ็นต์ของรูปร่างที่พบทั้งหมดในฤดูแล้ง และในฤดูฝนจำนวน 71.88 เปอร์เซ็นต์ ของรูปร่างที่พบทั้งหมดในฤดูฝน, ไมโครพลาสติกรูปร่างเส้น มีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 6.67 เปอร์เซ็นต์ของรูปร่างที่พบทั้งหมดในฤดูแล้ง และในฤดูฝนจำนวน 9.37 เปอร์เซ็นต์ของรูปร่างที่พบทั้งหมดในฤดูฝน และไมโครพลาสติกรูปร่างแผ่นมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 13.33 เปอร์เซ็นต์ของรูปร่างที่พบทั้งหมดในฤดูแล้ง และในฤดูฝนจำนวน 18.74 เปอร์เซ็นต์ของรูปร่างที่พบทั้งหมดในฤดูฝน ดังแสดงในตาราง 22 และภาพ 42

ตาราง 21 แสดงจำนวนไมโครพลาสติกเชิงรูปร่างจากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ในหอยขม

รูปร่าง	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน		
	ไมโครพาร์ทิเคิลที่ลุ่ม (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)	ไมใช่ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)	ไมโครพาร์ทิเคิลที่ลุ่ม (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)	ไมใช่ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)
เส้นใย	6	2/33.33	4/66.67	6	2/33.33	4/66.67
เส้น	1	1/100	0/0	2	1/50	1/50
แผ่น	2	2/100	0/0	2	2/100	0/0
เศษ	1	0/0	1/100	-	-	-
ชิ้นส่วน						

ตาราง 22 แสดงรูปร่างไมโครพลาสติกในหอยขมในฤดูแล้งและฤดูฝน

รูปร่าง	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน		
	ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (%)	ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (%)
เส้นใย	36	12	80.00	23	7.67	71.88
เส้น	1	1	6.67	2	1	9.37
แผ่น	2	2	13.33	2	2	18.74
เศษ	1	0	0	-	-	-
ชิ้นส่วน						
รวม	40	15	100	27	10.67	100



ภาพ 42 รูปร่างไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน

2.1.2 รูปร่างของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน

1) พื้นที่ชุมชน พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 3 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย, เส้น และแผ่น โดยไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งสูงกว่าในฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 67.85 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 57.12 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 10.72 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 8.58 เปอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกรูปร่างแผ่นมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 21.44 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 34.31 เปอร์เซ็นต์

2) พื้นที่เกษตรกรรม พบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยเพียงแบบเดียว โดยที่ปริมาณการสะสมในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3) พื้นที่ธรรมชาติ พบไมโครพลาสติก 2 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย และเส้น โดยทั้ง 2 รูปร่างมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งจำนวน 100 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 76.96 เปอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นพบเฉพาะในฤดูฝนจำนวน 23.04 เปอร์เซ็นต์

2.1.3 รูปร่างของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้ง

ผลการศึกษารูปร่างไมโครพลาสติกภายในพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติของฤดูแล้ง มีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่ชุมชน พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 3 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย, เส้น และแผ่น โดยไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยจำนวน 67.85 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกรูปร่างแผ่นจำนวน 21.44 เปอร์เซ็นต์ และพบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นจำนวน 10.72 เปอร์เซ็นต์

2) พื้นที่เกษตรกรรม พบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยเพียงแบบเดียว

3) พื้นที่ธรรมชาติ พบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยเพียงแบบเดียว

2.1.4 รูปร่างของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูฝน

ผลการศึกษารูปร่างไมโครพลาสติกภายในพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติของฤดูฝน มีรายละเอียดดังนี้

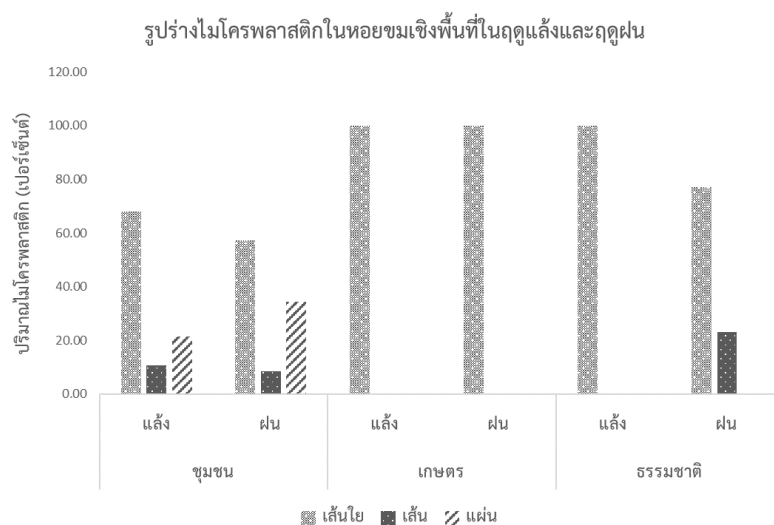
1) พื้นที่ชุมชน พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 3 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย, เส้น และแผ่น โดยไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยจำนวน 57.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกรูปร่างแผ่นจำนวน 34.31 เปอร์เซ็นต์ และพบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นจำนวน 8.58 เปอร์เซ็นต์

2) พื้นที่เกษตรกรรม พบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยเพียงแบบเดียว

3) พื้นที่ธรรมชาติ พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 2 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใยและเส้น โดยพบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยจำนวน 76.96 เปอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นจำนวน 23.04 เปอร์เซ็นต์

ตาราง 23 แสดงรูปร่างไมโครพลาสติกในหอยขมเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน

พื้นที่	รูปร่าง	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน		
		ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (%)	ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (%)
ชุมชน	เส้นใย	19	6.33	67.85	10	3.33	57.12
	เส้น	1	1	10.72	1	0.50	8.58
	แผ่น	2	2	21.44	2	2	34.31
	เศษ	0	0	0	-	-	0
	ชิ้นส่วน						
	รวม	22	9.33	100	13	5.83	100
เกษตร	เส้นใย	11	3.67	100	8	2.67	100
	เส้น	0	0	0	0	0	0
	แผ่น	0	0	0	0	0	0
	เศษ	0	0	0	-	-	0
	ชิ้นส่วน						
	รวม	11	3.67	100	8	2.67	100
ธรรมชาติ	เส้นใย	6	2	100	5	1.67	76.96
	เส้น	0	0	0	1	0.50	23.04
	แผ่น	0	0	0	0	0	0
	เศษ	1	0	0	-	-	0
	ชิ้นส่วน						
	รวม	7	2	100	6	2.17	100



ภาพ 43 รูปร่างไมโครพลาสติกในหอยขมเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน

2.2 สีของไมโครพลาสติก

2.2.1 สีของไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน

ในการศึกษาสีของไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ได้สุ่มไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ ของแต่ละกลุ่มตามสัณฐานวิทยาที่พบไปวิเคราะห์เพื่อทดสอบชนิดพอลิเมอร์และยืนยันความเป็นพลาสติก ซึ่งพบว่าในฤดูแล้งจากการสุ่มตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 10 ชิ้น จากที่พบทั้งหมด 40 ชิ้น มีตัวอย่างจำนวน 5 ชิ้นถูกระบุว่ามีพอลิเมอร์เป็นพลาสติก โดยแบ่งเป็นสีดำ 1 ชิ้น คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีดำที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, สีฟ้า 1 ชิ้น คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีฟ้าที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, สีขาว 1 ชิ้น คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีขาวที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, สีใส 1 ชิ้น คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีใสที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด และสีแดง 1 ชิ้น คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีแดงที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด สำหรับในฤดูฝนพบว่าจากการสุ่มตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 10 ชิ้น จากที่พบทั้งหมด 27 ชิ้น ซึ่งแยกสุ่มจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ ตามกลุ่มสัณฐานวิทยาที่พบไปวิเคราะห์เพื่อทดสอบชนิดพอลิเมอร์และยืนยันความเป็นพลาสติกนั้น มีตัวอย่างจำนวน 5 ชิ้นถูกระบุว่ามีพอลิเมอร์เป็นพลาสติก โดยแบ่งเป็น สีดำ 1 ชิ้น คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีดำที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, สีฟ้า 1 ชิ้น คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีฟ้าที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, สีใส 1 ชิ้น คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีใสที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, สีแดง 1 ชิ้น คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างสีแดงที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด และสีเหลือง 1 ชิ้น คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์

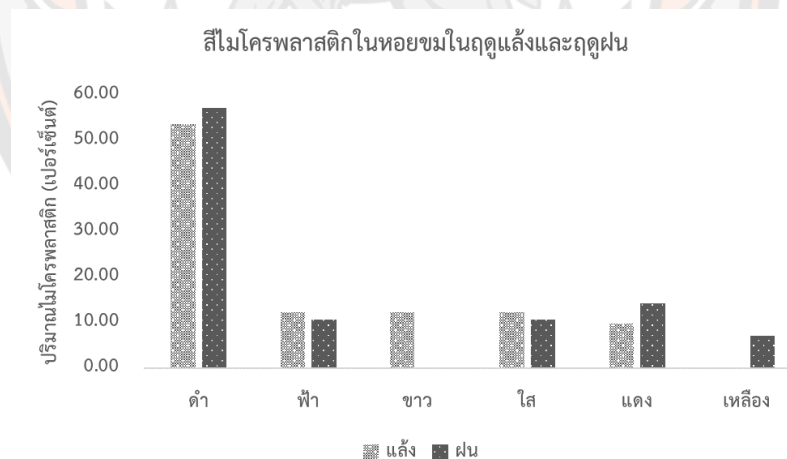
ของตัวอย่างสีเหลืองที่สู่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด (ดังตาราง 24) โดยเมื่อนำสัดส่วนความเป็นไมโครพลาสติกที่ได้ไปคำนวณกับจำนวนไมโครพาร์ติเคิลในแต่ละรูปร่างที่พบทั้งหมดพบว่า ในหอยขมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดมีการสะสมไมโครพลาสติกทั้งหมด 6 สีได้แก่สีดำ, สีฟ้า, สีขาว, สีใส, สีแดง และสีเหลือง โดยสีของไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมจากฤดูแล้งและฤดูฝนปริมาณสูงสุดคือไมโครพลาสติกสีดำ ขณะที่สีที่พบปริมาณต่ำสุดคือสีเหลืองทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยไมโครพลาสติกสีดำพบในฤดูแล้งจำนวน 53.66 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูแล้ง และในฤดูฝนจำนวน 57.14 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูฝน, ไมโครพลาสติกสีฟ้าพบในฤดูแล้งจำนวน 12.20 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูแล้ง และในฤดูฝนจำนวน 10.71 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูฝน, ไมโครพลาสติกสีขาวพบในฤดูแล้งจำนวน 12.20 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูแล้ง โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีขาวในฤดูฝน, ไมโครพลาสติกสีใสบพบในฤดูแล้งจำนวน 12.20 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูแล้ง และในฤดูฝนจำนวน 10.71 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูฝน, ไมโครพลาสติกสีแดงพบในฤดูแล้งจำนวน 9.76 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูแล้ง และในฤดูฝนจำนวน 14.29 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูฝน และไมโครพลาสติกสีเหลืองพบในฤดูฝนจำนวน 7.14 เปอร์เซ็นต์ของสีที่พบทั้งหมดในฤดูฝน โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีเหลืองในฤดูแล้ง ดังแสดงในตาราง 25 และภาพ 44

ตาราง 24 แสดงจำนวนไมโครพลาสติกเชิงสีจากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ในหอยขม

สี	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน		
	ไมโครพาร์ติเคิลที่สู่ม (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)	ไม่ใช่ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)	ไมโครพาร์ติเคิลที่สู่ม (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)	ไม่ใช่ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)
ดำ	2	1/50	1/50	2	1/50	1/50
ฟ้า	2	1/50	1/50	2	1/50	1/50
ขาว	2	1/50	1/50	2	0/0	2/100
ใส	2	1/50	1/50	2	1/50	1/50
แดง	1	1/100	0/0	1	1/100	0/0
เหลือง	1	0/0	1/100	1	1/100	0/0

ตาราง 25 แสดงสีไมโครพลาสติกในหอยขมในฤดูแล้งและฤดูฝน

สี	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน		
	ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (%)	ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (%)
ดำ	22	11	53.66	16	8	57.14
ฟ้า	5	2.50	12.20	3	1.50	10.71
ขาว	5	2.50	12.20	2	0	0.00
ใส	5	2.50	12.20	3	1.50	10.71
แดง	2	2	9.76	2	2	14.29
เหลือง	1	0	0.00	1	1	7.14
รวม	40	20.5	100	27	14	100



ภาพ 44 สีไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน

2.2.2 สีของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน

1) พื้นที่ชุ่มชน พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 6 สี ได้แก่สีดำ, สีฟ้า, สีขาว, สีใส, สีแดง และสีเหลือง โดยพบไมโครพลาสติกสีดำในฤดูแล้งจำนวน 54.17 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 53.85 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีฟ้าพบในฤดูแล้งจำนวน 12.50 เปอร์เซ็นต์ และใน

ฤดูฝนจำนวน 7.69 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีขาวพบในฤดูแล้งจำนวน 4.17 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีขาวในฤดูฝน, ไมโครพลาสติกสีใสบพบในฤดูแล้งจำนวน 12.50 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 7.69 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีแดงพบในฤดูแล้งจำนวน 16.67 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 15.38 เปอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกสีเหลืองพบในฤดูฝนจำนวน 15.38 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีเหลืองในฤดูแล้ง

2) พื้นที่เกษตรกรรม พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 4 สี คือสีดำ, สีฟ้า, สีขาว และสีใส โดยพบไมโครพลาสติกสีดำในฤดูแล้งจำนวน 45.45 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 75 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีฟ้าพบในฤดูแล้งจำนวน 18.18 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีฟ้าในฤดูฝน, ไมโครพลาสติกสีขาวในฤดูแล้งพบจำนวน 27.27 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีขาวในฤดูฝน และไมโครพลาสติกสีใสบพบในฤดูแล้งจำนวน 9.09 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 25 เปอร์เซ็นต์

3) พื้นที่ธรรมชาติ พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 5 สี ได้แก่สีดำ, สีฟ้า, สีขาว, สีใส และสีแดง โดยพบไมโครพลาสติกสีดำในฤดูแล้งจำนวน 66.67 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 42.86 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีฟ้าพบในฤดูฝนจำนวน 28.57 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีฟ้าในฤดูแล้ง, ไมโครพลาสติกสีขาวและสีใส พบในฤดูแล้งจำนวน 16.67 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีขาวและสีใสในฤดูฝน และไมโครพลาสติกสีแดงพบในฤดูฝนจำนวน 28.57 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบไมโครพลาสติกสีแดงในฤดูแล้ง

2.2.3 สีของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้ง

ผลการศึกษาสีของไมโครพลาสติกภายในพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติของฤดูแล้ง มีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่ชุมชน พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 5 สี ได้แก่สีดำ, สีฟ้า, สีขาว, สีใส และสีแดง โดยไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงที่สุดคือไมโครพลาสติกสีดำจำนวน 54.17 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกสีแดงจำนวน 16.67 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีฟ้าและสีใสจำนวน 12.50 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน และไมโครพลาสติกสีขาวจำนวน 4.17 เปอร์เซ็นต์

2) พื้นที่เกษตรกรรม พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 4 สีได้แก่สีดำ, สีฟ้า, สีขาวและสีใส โดยไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงที่สุดคือไมโครพลาสติกสีดำจำนวน 45.45 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกสีขาวจำนวน 27.27 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกสีฟ้าจำนวน 18.18 เปอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกสีใสจำนวน 9.09 เปอร์เซ็นต์

3) พื้นที่ธรรมชาติ พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 3 สีได้แก่สีดำ, สีขาว และสีใส โดยพบไมโครพลาสติกสีดำจำนวน 66.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกสีขาวและสีใสจำนวน 16.67 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน

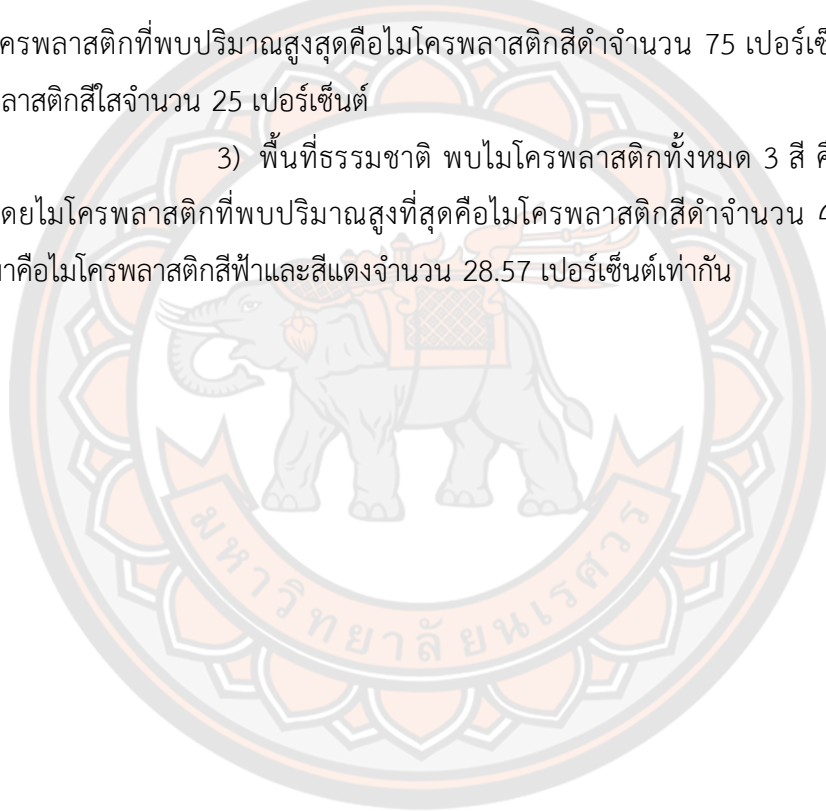
2.2.4 สีของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูฝน

ผลการศึกษาสีของไมโครพลาสติกภายในพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติของฤดูฝน มีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่ชุมชน พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 5 สี ได้แก่สีดำ, สีฟ้า, สีใส, สีแดง และสีเหลือง โดยไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงที่สุดคือไมโครพลาสติกสีดำจำนวน 53.85 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกสีแดงและสีเหลืองจำนวน 15.38 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน และพบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกสีฟ้าและสีใสจำนวน 7.69 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน

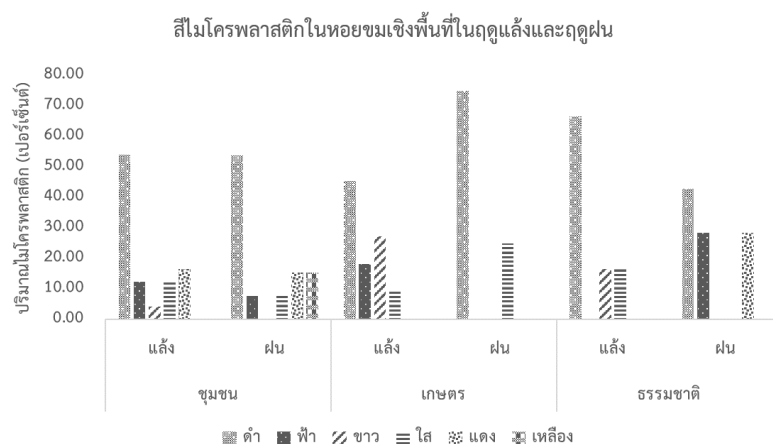
2) พื้นที่เกษตรกรรม พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 2 สี ได้แก่สีดำ และสีใส โดยไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงที่สุดคือไมโครพลาสติกสีดำจำนวน 75 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกสีใสจำนวน 25 เปอร์เซ็นต์

3) พื้นที่ธรรมชาติ พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 3 สี คือสีดำ, สีฟ้าและสีแดง โดยไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงที่สุดคือไมโครพลาสติกสีดำจำนวน 42.86 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกสีฟ้าและสีแดงจำนวน 28.57 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน



ตาราง 26 แสดงสีไมโครพลาสติกในหอยขมเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน

พื้นที่	สี	ฤดูแล้ง				ฤดูฝน	
		ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพาร์ทิเคิล (%)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (%)
ชุมชน	ดำ	13	6.50	54.17	7	3.50	53.85
	ฟ้า	3	1.50	12.50	1	0.50	7.69
	ขาว	1	0.50	4.17	2	0	0.00
	ใส	3	1.50	12.50	1	0.50	7.69
	แดง	2	2	16.67	1	1	15.38
	เหลือง	0	0	0.00	1	1	15.38
	รวม		22	12	100	13	6.5
เกษตร	ดำ	5	2.50	45.45	6	3.00	75.00
	ฟ้า	2	1.00	18.18	0	0	0.00
	ขาว	3	1.50	27.27	0	0	0.00
	ใส	1	0.50	9.09	2	1	25.00
	แดง	0	0	0.00	0	0	0.00
	เหลือง	0	0	0.00	0	0	0.00
	รวม		11	5.5	100	8	4
ธรรมชาติ	ดำ	4	2	66.67	3	1.50	42.86
	ฟ้า	0	0	0.00	2	1	28.57
	ขาว	1	0.50	16.67	0	0	0.00
	ใส	1	0.50	16.67	0	0	0.00
	แดง	0	0	0.00	1	1	28.57
	เหลือง	1	0	0.00	0	0	0.00
	รวม		7	3	100	6	3.5



ภาพ 45 สีไมโครพลาสติกในหอยขมเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน

2.3 ขนาดของไมโครพลาสติก

2.3.1 ขนาดของไมโครพลาสติกในฤดูแล้งและฤดูฝน

ในการศึกษาขนาดไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ได้สุ่มไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ ของแต่ละกลุ่มตามสัญญาณวิทยาที่พบไปวิเคราะห์เพื่อทดสอบชนิดพอลิเมอร์และยืนยันความเป็นพลาสติก ซึ่งพบว่าในฤดูแล้งจากการสุ่มตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 10 ชิ้น จากที่พบทั้งหมด 40 ชิ้น มีตัวอย่างจำนวน 5 ชิ้นถูกระบุว่ามีพอลิเมอร์เป็นพลาสติก โดยแบ่งเป็นไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร 1 ชิ้นคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตรที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร 1 ชิ้นคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร ที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด และไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร 3 ชิ้นคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตรที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด สำหรับในฤดูฝนพบว่าจากการสุ่มตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลจำนวน 10 ชิ้นจากที่พบทั้งหมด 27 ชิ้น ซึ่งแยกสุ่มจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ ตามกลุ่มสัญญาณวิทยาที่พบไปวิเคราะห์เพื่อทดสอบชนิดพอลิเมอร์และยืนยันความเป็นพลาสติกนั้น มีตัวอย่างจำนวน 5 ชิ้น ถูกระบุว่ามีพอลิเมอร์เป็นพลาสติก โดยแบ่งเป็นไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร 1 ชิ้นคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตรที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด, ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง

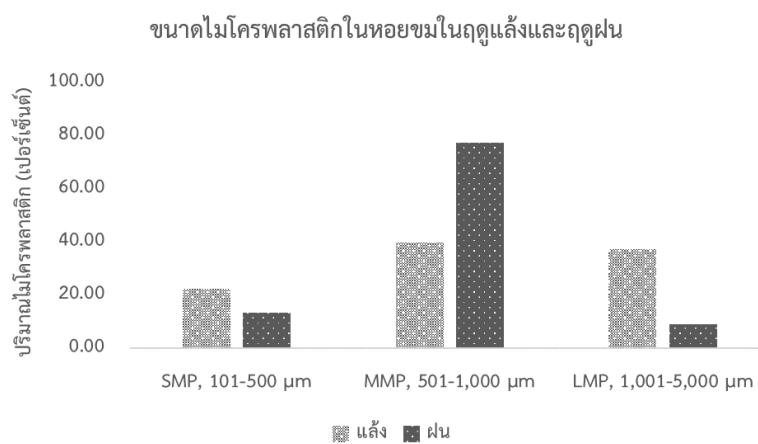
1,000 ไมโครเมตร 3 ชั้นคิดเป็น 60 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตรที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด และ ไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร 1 ชั้นคิดเป็น 33.33 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตรที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด (ดังตาราง 27) โดยเมื่อนำสัดส่วนความเป็นไมโครพลาสติกที่ได้ไปคำนวณกับจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลในแต่ละขนาดที่พบทั้งหมดพบว่า ในหอยขมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด มีการสะสมไมโครพลาสติกทั้ง 3 ขนาด โดยไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมปริมาณสูงสุดคือไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตรทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยพบในฤดูแล้งจำนวน 40 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 77.39 เปอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมปริมาณต่ำที่สุดในฤดูแล้งคือไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตรจำนวน 22.50 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ในฤดูฝนไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมปริมาณต่ำที่สุดคือไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร จำนวน 9.03 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตาราง 28 และภาพ 46

ตาราง 27 แสดงจำนวนไมโครพลาสติกเชิงขนาดจากการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ในหอยขม

ขนาด (ไมโครเมตร)	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน		
	ไมโครพาร์ทิเคิลที่สุ่ม (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)	ไม่ใช่ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)	ไมโครพาร์ทิเคิลที่สุ่ม (ชิ้น)	ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)	ไม่ใช่ไมโครพลาสติก (ชิ้น/%)
101 - 500	2	1/50	1/50	2	1/50	1/50
501 - 1,000	2	1/50	1/50	5	3/60	2/40
1,001 - 5,000	6	3/50	3/50	3	1/33.33	2/66.67

ตาราง 28 แสดงขนาดไมโครพลาสติกในหอยขมในฤดูแล้งและฤดูฝน

ขนาด (ไมโครเมตร)	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน		
	ไมโคร พาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (%)	ไมโคร พาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (%)
SMP; 101-500	9	4.50	22.50	4	2	13.58
MMP; 501-1,000	16	8	40.00	19	11.40	77.39
LMP; 1,001- 5,000	15	7.50	37.50	4	1.33	9.03
รวม	40	20	100	27	14.73	100



ภาพ 46 ขนาดไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้งและฤดูฝน

2.3.2 ขนาดไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน

1) พื้นที่ชุมชน ไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 13.64 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 21.52 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 40.91 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 68.87 เปอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 45.45 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 9.61 เปอร์เซ็นต์

2) พื้นที่เกษตรกรรม ไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตรพบในฤดูแล้งจำนวน 18.18 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 10.64 เปอร์เซ็นต์, ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 45.45 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 89.36 เปอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 36.36 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตรในฤดูฝน

3) พื้นที่ธรรมชาติ ไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตรพบในฤดูแล้งจำนวน 57.14 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตรในฤดูฝน, ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 28.57 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 78.18 เปอร์เซ็นต์ และไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร พบในฤดูแล้งจำนวน 14.29 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 21.82 เปอร์เซ็นต์

2.3.3 ขนาดของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูแล้ง

ผลการศึกษขนาดของไมโครพลาสติกภายในพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติของฤดูแล้ง มีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่ชุมชน ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือ ไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร โดยพบจำนวน 45.45 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร โดยพบจำนวน

40.91 เปอร์เซ็นต์ และขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 13.64 เปอร์เซ็นต์

2) พื้นที่เกษตรกรรม ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร โดยพบจำนวน 45.45 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร โดยพบจำนวน 36.36 เปอร์เซ็นต์ และขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 18.18 เปอร์เซ็นต์

3) พื้นที่ธรรมชาติ ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือไมโครพลาสติกไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 57.14 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 28.57 เปอร์เซ็นต์ และขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 14.29 เปอร์เซ็นต์

2.3.4 ขนาดของไมโครพลาสติกเชิงพื้นที่ในฤดูฝน

ผลการศึกษขนาดของไมโครพลาสติกภายในพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติของฤดูฝน มีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่ชุมชน ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร โดยพบจำนวน 68.87 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 21.52 เปอร์เซ็นต์ และขนาดของไมโครพลาสติก ที่พบปริมาณต่ำสุดคือไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร โดยพบจำนวน 9.61 เปอร์เซ็นต์

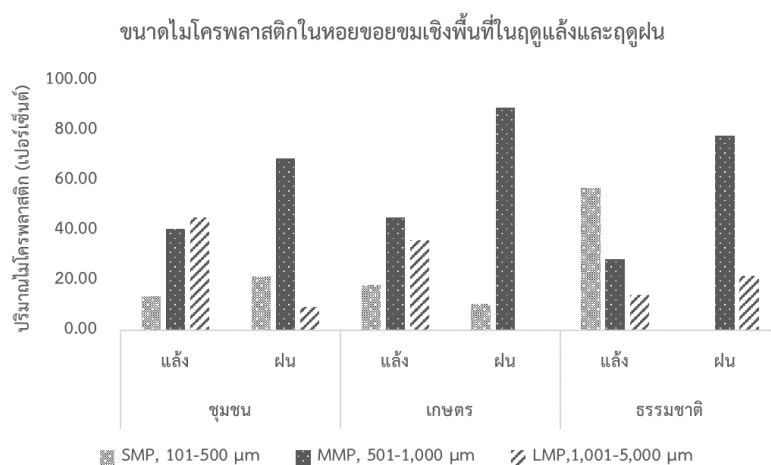
2) พื้นที่เกษตรกรรม ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร โดยพบจำนวน 89.36 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน

10.64 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร ในพื้นที่นี้

3) พื้นที่ธรรมชาติ ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดคือ ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 78.18 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร โดยพบในจำนวน 21.82 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตรในพื้นที่นี้

ตาราง 29 แสดงขนาดไมโครพลาสติกในหอยขมเชิงพื้นที่ในฤดูแล้งและฤดูฝน

พื้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)	ฤดูแล้ง				ฤดูฝน	
		ไมโคร พาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (%)	ไมโคร พาร์ทิเคิล (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (ชิ้น)	ไมโคร พลาสติก (%)
ชุมชน	101-500	3	1.50	13.64	3	1.50	21.52
	501-1,000	9	4.50	40.91	8	4.80	68.87
	1,001-5,000	10	5	45.45	2	0.67	9.61
	รวม	22	11	100	13	6.97	100
เกษตร	101-500	2	1	18.18	1	0.50	10.64
	501-1,000	5	2.50	45.45	7	4.20	89.36
	1,001-5,000	4	2	36.36	0	0	0.00
	รวม	11	5.50	100	8	4.70	100
ธรรมชาติ	101-500	4	2	57.14	0	0	0.00
	501-1,000	2	1	28.57	4	2.40	78.18
	1,001-5,000	1	0.50	14.29	2	0.67	21.82
	รวม	7	3.50	100	6	3.07	100



ภาพ 47 ขนาดไมโครพลาสติกในหอยขมเชิงพื้นที่จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
ในฤดูแล้งและฤดูฝน

3. ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติก

3.1 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในฤดูแล้ง

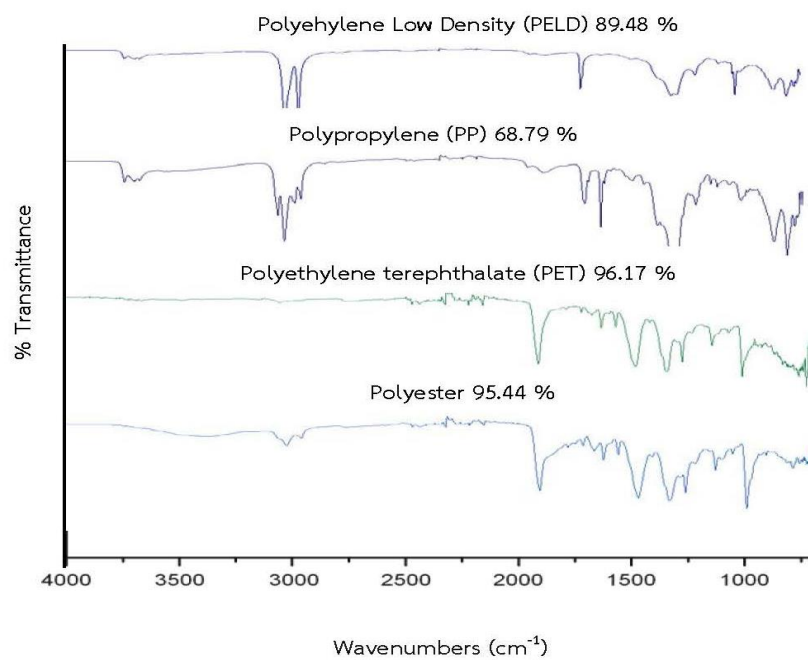
จากการวิเคราะห์พอลิเมอร์ของตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลที่สุ่มมาจำนวน 10 ชิ้น จากจำนวนตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลที่พบทั้งหมด 40 ชิ้น โดยแยกสุ่มจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ตามกลุ่ม สันฐานวิทยาที่พบ พบว่าตัวอย่างจำนวน 5 ชิ้นคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างที่สุ่มไปวิเคราะห์ ทั้งหมดถูกจำแนกว่าเป็นไมโครพลาสติก โดยพบพอลิเมอร์ทั้งหมด 4 ชนิด ซึ่งพบว่าเป็น พอลิโพรไพลีน (Polypropylene) จำนวนสูงสุด 40 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นพบว่าเป็นพอลิเอธิลีน ชนิดความหนาแน่นต่ำ (Polyethylene Low Density; PELD), พอลิเอธิลีน เทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate; PET) และพอลิเอสเธอร์ (Polyester) ในจำนวนเท่ากันคือ 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตัวอย่างอีก 5 ชิ้นที่ไม่ถูกจำแนกเป็นไมโครพลาสติกคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ของตัวอย่างที่สุ่มไปวิเคราะห์ทั้งหมด พบพอลิเมอร์ทั้งหมด 4 ชนิดด้วยกัน ได้แก่เส้นใยธรรมชาติ จากพืช (Cellulose powder) สูงที่สุดคือ 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอีก 3 ชนิดคือ ใยฝ้าย 90% (Cotton 90%), ใยฝ้าย 100% (Cotton 100%) และโคบอล สเตียเรท (Cobalt sterate) จำนวน 20 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน ดังแสดงในตาราง 30, ตาราง 31, ภาพ 48 และภาพ 49

ตาราง 30 แสดงสัณฐานวิทยาและจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลในหอยขมของฤดูแล้งที่สุ่มไปวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ด้วย FT-IR

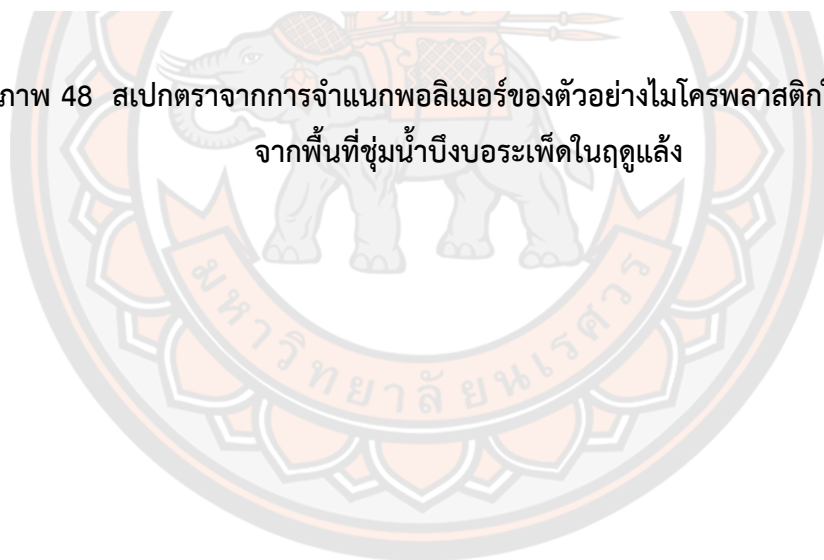
สัณฐานวิทยา		ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	
		ทั้งหมด	สุ่มมาวิเคราะห์ FT-IR
รูปร่าง	เส้นใย	36	6
	เส้น	1	1
	แผ่น	2	2
	เศษชิ้นส่วน	1	1
	รวม	40	10
สี	ดำ	22	2
	ฟ้า	5	2
	ขาว	5	2
	ใส	5	2
	แดง	2	1
	เหลือง	1	1
	รวม	40	10
ขนาด	SMP; 101-500 μm	9	2
	MMP; 501-1,000 μm	16	2
	LMP; 1,001-5,000 μm	15	6
	รวม	40	10

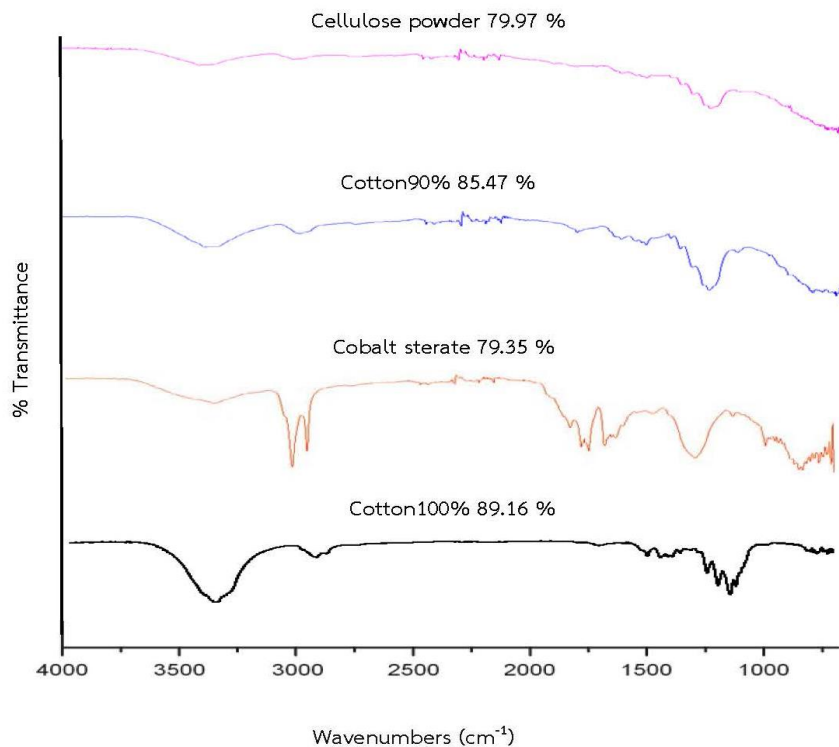
ตาราง 31 แสดงชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
ในฤดูแล้ง

ตัวอย่าง	ชนิดพอลิเมอร์	ชิ้น (ทั้งหมด)	เปอร์เซ็นต์	พื้นที่	ชิ้น (แต่ละพื้นที่)
พลาสติก	พอลิเอธิลีนชนิด ความหนาแน่นต่ำ	1	20	ชุมชน	1
	พอลิโพรไพเรลีน	2	40	ชุมชน เกษตร	1 1
	พอลิเอธิลีน เทเรฟ ทาเลธ	1	20	ชุมชน	1
	พอลิเอสเธอร์	1	20	ชุมชน	1
	รวม	5	100.0	-	5
	ไม่ใช่ พลาสติก	เส้นใยธรรมชาติจากพืช	2	40	ธรรมชาติ เกษตร
ใยฝ้าย 90%		1	20	เกษตร	1
ใยฝ้าย 100%		1	20	ธรรมชาติ	1
โคบอล สเตียเรท		1	20	ธรรมชาติ	1
รวม		5	100.0	-	5



ภาพ 48 สเปกตราจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างไมโครพลาสติกในหอยขม
จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง





ภาพ 49 สเปกตร้าจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างที่ไม่ใช่ไมโครพลาสติกในหอยขม จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดของฤดูแล้ง

3.2 ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในฤดูฝน

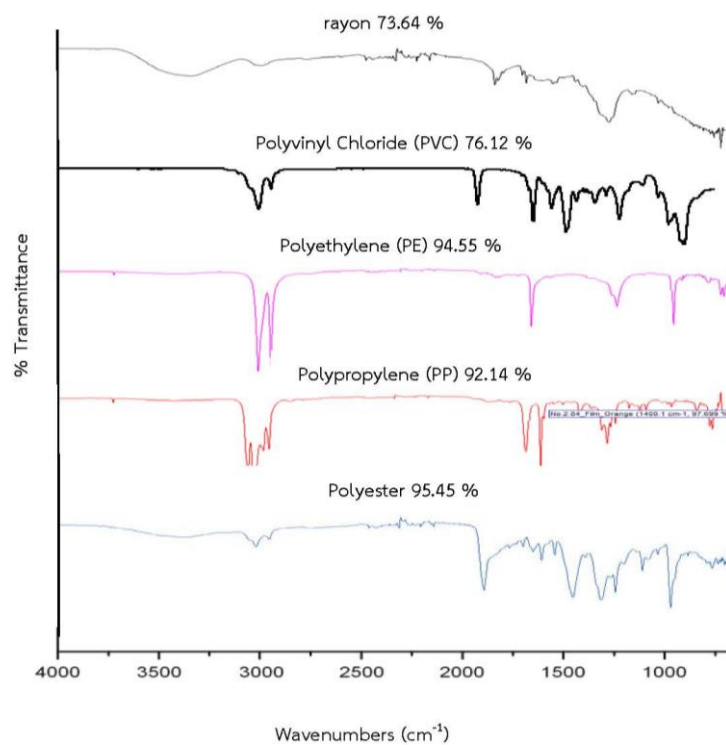
จากการวิเคราะห์พอลิเมอร์ของตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลที่สุ่มมาจำนวน 10 ชิ้น จากจำนวนตัวอย่างไมโครพาร์ทิเคิลที่พบทั้งหมด 27 ชิ้น โดยแยกสุ่มจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ตามกลุ่ม สันฐานวิทยาที่พบ พบว่าตัวอย่างจำนวน 5 ชิ้นถูกจำแนกว่าเป็นไมโครพลาสติกคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างที่สุ่มมาวิเคราะห์ทั้งหมด โดยพบพอลิเมอร์ทั้งหมด 5 ชนิดได้แก่เรยอน (Rayon), พอลิไวนิล คอโรไรด์ (Polyvinyl Chloride; PVC), พอลิเอธิลีน (Polyethylene), พอลิโพรไพลีน (Polypropylene) และพอลิเอสเธอร์ (Polyester) คิดเป็นจำนวน 25 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน ส่วนตัวอย่างอีก 5 ชิ้นคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างที่สุ่มมาวิเคราะห์ทั้งหมดที่ไม่ถูก จำแนกเป็นไมโครพลาสติกนั้น พบพอลิเมอร์ทั้งหมด 4 ชนิดด้วยกัน โดยพอลิเมอร์ที่พบจำนวนสูงสุด คือเส้นใยธรรมชาติจากพืช (Cellulose powder) จำนวน 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอีก 3 ชนิดได้แก่ อะมานโน โปรตีเอส (Amano protease), ใยฝ้าย 90% (Cotton 90%) และใยฝ้าย 100% (Cotton 100%) พบจำนวน 20 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน ดังแสดงในตาราง 32, ตาราง 33, ภาพ 50 และ ภาพ 51

ตาราง 32 แสดงสัณฐานวิทยาและจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลในหอยขมของฤดูฝนที่สุ่มไปวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ด้วย FT-IR

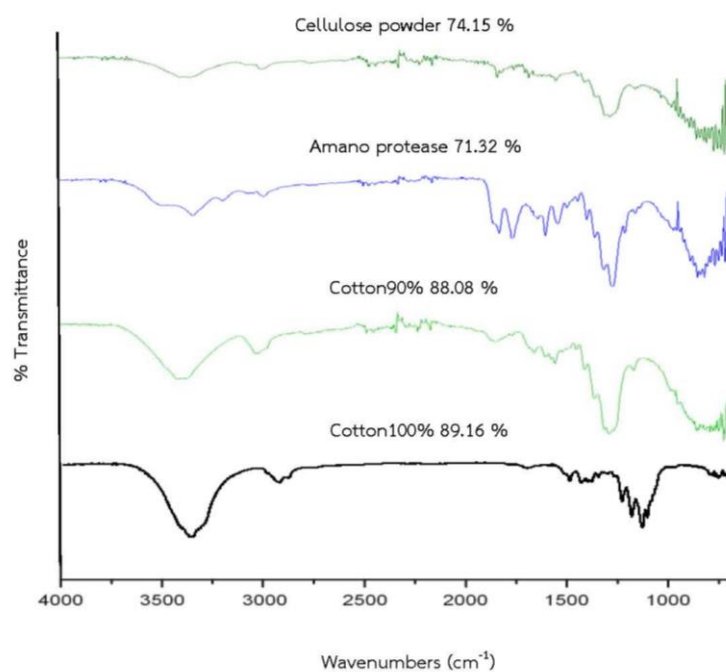
สัณฐานวิทยา		ไมโครพาร์ทิเคิล (ชิ้น)	
		ทั้งหมด	สุ่มมาวิเคราะห์ FT-IR
รูปร่าง	เส้นใย	23	6
	เส้น	2	2
	แผ่น	2	2
	เศษชิ้นส่วน	-	-
	รวม	27	10
สี	ดำ	16	2
	ฟ้า	3	2
	ขาว	2	2
	ใส	3	2
	แดง	2	1
	เหลือง	1	1
	รวม	27	10
ขนาด	SMP; 101-500 μm	4	2
	MMP; 501-1,000 μm	19	5
	LMP; 1,001-5,000 μm	4	3
	รวม	27	10

ตาราง 33 แสดงชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
ในฤดูฝน

ตัวอย่าง	ชนิดพอลิเมอร์	ชิ้น (ทั้งหมด)	เปอร์เซ็นต์	พื้นที่	ชิ้น (แต่ละพื้นที่)
พลาสติก	เรยอน	1	20	ชุมชน	1
	พอลิไวนิล คลอไรด์	1	20	ชุมชน	1
	พอลิเอธิลีน	1	20	ธรรมชาติ	1
	พอลิโพรไพเรลีน	1	20	ชุมชน	1
	พอลิเอสเธอร์	1	20	ธรรมชาติ	1
	รวม	5	100.0	-	5
ไม่ใช่ พลาสติก	เส้นใยธรรมชาติจาก พืช	2	40	ชุมชน	1
				เกษตร	1
	อะมาโน โปรีตีเอส	1	20	เกษตร	1
	ใยฝ้าย 90%	1	20	เกษตร	1
	ใยฝ้าย 100%	1	20	ธรรมชาติ	1
	รวม	5	100.0	-	5



ภาพ 50 สเปกตราจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างไมโครพลาสติกในหอยขม
จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน



ภาพ 51 สเปกตร้าจากการจำแนกพอลิเมอร์ของตัวอย่างที่ไม่ใช่พลาสติกในหอยขม
จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในด้านปริมาณ สัณฐานวิทยาได้แก่ รูปร่าง, สี และขนาด รวมถึงชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกเพื่อระบุถึงแหล่งที่มาของการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในตะกอนดินและหอยขมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยแบ่งพื้นที่การศึกษาออกเป็นพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติ โดยปริมาณและสัณฐานวิทยาของไมโครพลาสติก จะทำการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป และชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกจะทำการวิเคราะห์โดยฟูเรียร์ ทรานสฟอร์ม อินฟราเรด สเปกโตรมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared Spectrometer; FT- IR)

การศึกษานี้ได้ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำเบื้องต้นได้แก่ความเป็นกรด - ด่าง (pH), ออกซิเจนละลายในน้ำ (DO), อุณหภูมิ (Temperature), การนำไฟฟ้า (EC), ของแข็งละลายในน้ำทั้งหมด (TDS), ความขุ่น (Turbidity), ความโปร่งแสง (Transparency) และของแข็งแขวนลอยในน้ำทั้งหมด (TSS) ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยความเป็นกรด - ด่าง, ออกซิเจนละลายในน้ำ, อุณหภูมิ, ความขุ่น, ความโปร่งแสง และของแข็งแขวนลอยในน้ำทั้งหมด มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝน ส่วนค่าการนำไฟฟ้าและค่าของแข็งละลายในน้ำทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝน

ตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝนพบว่า มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยในตะกอนดินระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณน้ำในตะกอนดินเฉลี่ยในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในตะกอนดินพบว่า มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเฉลี่ยในตะกอนดินจากทุกพื้นที่ แสดงให้เห็นว่าตะกอนดินมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนไมโครพลาสติกและสามารถแสดงให้เห็นถึงการสะสมระยะยาวของไมโครพลาสติกได้ โดยปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยรวมในตะกอนดินทั้งหมดจากฤดูแล้งและฤดูฝนคิดเป็น 2.90 ± 2.86 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง

โดยมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในฤดูแล้งคิดเป็น 3.00 ± 2.67 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง และในฤดูฝนคิดเป็น 2.80 ± 3.08 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, รูปร่างไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนดินมีทั้งหมด 4 รูปร่างได้แก่ เส้นใย, เส้น, แผ่น และเศษชิ้นส่วน โดยไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยมีปริมาณการสะสมในฤดูแล้งและฤดูฝนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งและฤดูฝนรูปร่างที่พบปริมาณสูงสุดคือรูปร่างแผ่น รองลงมาคือเส้นใย, เศษชิ้นส่วน และเส้น ตามลำดับ, สีของไมโครพลาสติกในตะกอนดินพบทั้งหมด 6 สีได้แก่ ดำ, ฟ้ำ, ขาว, ใส, แดง และเหลือง โดยในฤดูแล้งสีของไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนดินปริมาณสูงสุดคือสีใสและในฤดูฝนคือไมโครพลาสติกสีดำ ส่วนสีของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณต่ำที่สุดคือสีเหลืองทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน, ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนดินปริมาณสูงสุดที่ในฤดูแล้งและฤดูฝนคือไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร และขนาดที่พบปริมาณต่ำที่สุดในฤดูแล้งคือ ไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร ส่วนในฤดูฝนคือไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร ด้านชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากการวิเคราะห์ด้วย FT-IR พบว่ามีชนิดพอลิเมอร์ส่วนใหญ่เป็นพอลิโพรไพลีนทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน

ปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยรวมในหอยขมทั้งหมดจากฤดูแล้งและฤดูฝน คิดเป็น 0.30 ± 0.46 ชิ้นต่อกกรัม และ 0.37 ± 0.47 ชิ้นต่อตัว โดยปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนในหน่วยชิ้นต่อกกรัมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งคิดเป็น 0.45 ± 0.58 ชิ้นต่อกกรัม และในฤดูฝนคิดเป็น 0.23 ± 0.19 ชิ้นต่อกกรัม เช่นเดียวกับปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยในหอยขมในหน่วยชิ้นต่อตัวระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งคิดเป็น 0.44 ± 0.54 ชิ้นต่อตัว และในฤดูฝนคิดเป็น 0.30 ± 0.36 ชิ้นต่อตัว, รูปร่างไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมมีทั้งหมด 3 รูปร่างได้แก่เส้นใย, เส้น และแผ่น โดยปริมาณไมโครพลาสติกของทุกรูปร่างที่พบระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในฤดูแล้งและฤดูฝนรูปร่างที่พบปริมาณสูงสุดคือรูปร่างเส้นใย รองลงมาคือแผ่น และเส้นตามลำดับ, สีของไมโครพลาสติกในหอยขมพบทั้งหมด 6 สีได้แก่สีดำ, สีฟ้ำ, สีขาว, สีใส, สีแดง และสีเหลือง โดยทั้ง 2 ฤดูสีของไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมปริมาณสูงสุดคือสีดำ และที่พบปริมาณต่ำสุดคือสีเหลือง, ขนาดของไมโครพลาสติกในหอยขมพบว่า ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบเฉลี่ยในหอยขมจากฤดูแล้งและฤดูฝนปริมาณสูงสุดคือไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร และขนาดไมโครพลาสติกที่พบปริมาณต่ำสุดในฤดูแล้งคือไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics

particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร ส่วนในฤดูฝนคือไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร ด้านชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกในหอยขมจากการวิเคราะห์ด้วย FT-IR พบว่ามีชนิดพอลิเมอร์ส่วนใหญ่เป็นพอลิโพรไพเรลีนในฤดูแล้ง ส่วนในฤดูฝนชนิดพอลิเมอร์ที่พบมีปริมาณเท่ากันทั้งหมด ได้แก่ เรยอน, พอลิไวนิล คอลไรด์, พอลิเอธิลีน, พอลิโพรไพเรลีน และพอลิเอสเธอร์ ซึ่งจากผลการศึกษาสามารถบ่งชี้ได้ว่า สัตว์หน้าดินชนิดหอยขมสามารถบอกถึงความแตกต่างด้านการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน จึงสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกภายในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดได้

อภิปรายผลการวิจัย

1. คุณสมบัติน้ำเบื้องต้น

ในการศึกษานี้ ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ในฤดูแล้งและฤดูฝน เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพเบื้องต้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ตัวอย่างน้ำมีค่าเฉลี่ยเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 (ดังตาราง 34) คือเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภคแต่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และสามารถใช้อย่างอื่นทางด้านการเกษตรได้ ซึ่งผลสารต่างๆ ที่ปนเปื้อนภายในพื้นที่บึงบอระเพ็ดและส่งผลต่อคุณภาพน้ำผิวดินนั้น ส่วนใหญ่มีอิทธิพลจากกิจกรรมมนุษย์เช่น กิจกรรมครัวเรือน การทำเกษตรกรรมและการทำประมง ซึ่งจากการศึกษารายงานต่างๆ ก่อนหน้านี้ยังไม่พบว่าคุณภาพน้ำมีอิทธิพลต่อการสะสมไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม เว้นแต่ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำที่อาจมีความสัมพันธ์กับปริมาณการสะสมไมโครพลาสติก โดยไมโครพลาสติกเป็นของแข็งที่ไม่ละลายน้ำแต่จะสะสมในแหล่งน้ำ โดยการแขวนลอยในมวลน้ำในกรณีที่พลาสติกมีความหนาแน่นต่ำกว่ามวลน้ำ หรือตกสะสมในตะกอนดินพื้นที่ท้องน้ำในกรณีที่พลาสติกมีความหนาแน่นสูงกว่ามวลน้ำ ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี้ปริมาณของแข็งแขวนลอยในแหล่งน้ำจึงอาจเป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณการสะสมของไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำได้

นอกจากนี้ยังเห็นได้ว่าคุณภาพน้ำเบื้องต้นของฤดูแล้งและฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นค่าการนำไฟฟ้าและค่าของแข็งละลายในน้ำทั้งหมดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยความเป็นกรด - ด่างของน้ำในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝน ซึ่งค่าความเป็นกรด - ด่างของน้ำจะมีค่าสูงในแหล่งน้ำที่มีแสงแดดหรืออุณหภูมิสูง เนื่องจากมีการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำปริมาณมาก ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลดลง ส่งผลให้ความเป็นด่างสูงขึ้น

(ประวิทย์ ไชยคง, 2563) กลับกันในแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ ความเป็นกรด - ด่าง ของน้ำจะลดลง เนื่องจากมีการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำที่น้อยกว่า ซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำในการเก็บตัวอย่างใน ถดูล้ำสูงกว่าถดูลบน จึงอาจเป็นเหตุผลให้น้ำในถดูล้ำมีค่าความเป็นกรด - เบส สูงกว่าในถดูลบน เช่นเดียวกับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเฉลี่ยในถดูล้ำที่มีค่าสูงกว่าในถดูลบน โดยเป็นสาเหตุ เนื่องจากการเก็บตัวอย่างช่วงถดูล้ำมีแสงแดดจัดกว่าช่วงถดูลบน ซึ่งแสงแดดเป็นตัวเร่งให้พืชน้ำเกิด กระบวนการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น น้ำได้รับออกซิเจนจากกระบวนการสังเคราะห์แสงจากพืช จึงอาจเป็นสาเหตุให้ในถดูล้ำมีค่าออกซิเจนละลายสูงกว่าในถดูลบน ด้านอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำใน ถดูล้ำที่มีค่าสูงกว่าในถดูลบนนั้น เนื่องมาจากอุณหภูมิในบรรยากาศขณะเก็บตัวอย่างช่วงถดูล้ำมี ค่าสูงกว่าในถดูลบน ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำในถดูล้ำสูงกว่าในถดูลบน ซึ่งโดยปกติอุณหภูมิของน้ำ ตามธรรมชาติจะผันแปรตามภูมิอากาศ ความเข้มข้นของแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ และสภาพแวดล้อมทั่ว ๆ ไปของแหล่งน้ำ นอกจากนี้ในส่วนของคุณค่าความขุ่นและค่าของแข็งแขวนลอย เฉลี่ยในน้ำของถดูล้ำที่มีค่าสูงกว่าในถดูลบนนั้น มีสาเหตุเนื่องมาจากช่วงการเก็บตัวอย่างของรอบ ถดูล้ำมีการขุดลอกคูคลองภายในพื้นที่ ทำให้พื้นที่ที่มีความตื้นเขิน ระดับน้ำมีความแห้งขอดและ ค่อนข้างตื้น ทำให้มวลน้ำมีโอกาสได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ได้ง่าย โดยเฉพาะการ เดินเรือสัญจรภายในพื้นที่ที่ชาวบ้านส่วนใหญ่นิยมใช้กัน ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะไปรบกวนและทำให้เกิด การฟุ้งกระจายของตะกอนดินพื้นท้องน้ำ รวมถึงอนุภาคและมลสารต่างๆ เข้าสู่มวลน้ำ ส่งผลให้ใน ถดูล้ำน้ำมีปริมาณความขุ่นและของแข็งแขวนลอยในน้ำที่สูงกว่าในถดูลบน

ตาราง 34 แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเบื้องต้นของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดกับ
เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3

ดัชนี	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	ค่าที่ตรวจวัดได้		วิธีการ ตรวจวัด
			ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	
ความเป็นกรด- ด่าง (pH)	-	5 ถึง 9	8.23	7.98	Multiple Probe
ออกซิเจน ละลาย (DO)	มก./ล.	ไม่ต่ำกว่า 4.0	7.71	7.15	Multiple Probe
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	ไม่สูงกว่า อุณหภูมิตาม ธรรมชาติเกิน 3 องศา เซลเซียส	32.63	31.60	Multiple Probe
การนำไฟฟ้า (EC)	µs/cm	-	303.47	337.57	Multiple Probe
ของแข็ง ละลายทั้งหมด (TDS)	มก./ลิตร	-	157.80	192.27	Multiple Probe
ความขุ่น	NTU	-	130.54	25.15	Turbidity Meter
ความโปร่งแสง	ซม.	-	25.83	68	Secchi Disk
ของแข็ง แขวนลอย ทั้งหมด (TSS)	มก./ล.	-	74.37	44.90	Glass Fiber Filter Disc

2. คุณสมบัติตะกอนดินเบื้องต้น

จากการศึกษาคุณสมบัติตะกอนดินพบว่า ตัวอย่างตะกอนดินเป็นดินเหนียวในเกือบทุกสถานี ยกเว้นในสถานีที่ 7 ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และสถานีที่ 8 ซึ่งเป็นพื้นที่ธรรมชาติที่มีเนื้อดินเป็นดินทราย ซึ่งคุณสมบัติของดินเหนียวนั้นเป็นดินที่มีคุณสมบัติอุ้มน้ำ และดูดซับ

อินทรีย์วัตถุต่างๆ ได้ดีกว่าดินทราย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณน้ำในดินที่พบว่า ตัวอย่างตะกอนดินจากพื้นที่ชุมชนที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวนั้น มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาติที่มีเนื้อดินในบางสถานีเป็นดินทราย ในส่วนของผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในตะกอนดินจากทั้ง 3 พื้นที่พบว่า ตะกอนดินที่เก็บจากพื้นที่ชุมชนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 5.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ตะกอนดินที่เก็บจากพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งพบปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 เปอร์เซ็นต์ และ ตะกอนดินที่เก็บจากพื้นที่ธรรมชาติมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยต่ำสุดคือ 3.88 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน กล่าวคือพื้นที่ชุมชนได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมต่างๆ ของชุมชนโดยรอบ โดยได้รับของเสียจากชุมชนทั้งในลักษณะต่างๆ โดยเฉพาะน้ำเสียจากชุมชนที่มีการปนเปื้อนสารอินทรีย์ลงสู่พื้นที่ ในขณะที่พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาติถูกรบกวนจากกิจกรรมชุมชนน้อยกว่าจึงพบว่าตะกอนดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยกว่าตามลำดับ ในส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำในดินนั้นพบว่า ตะกอนดินที่เก็บจากพื้นที่ชุมชนมีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 58.44 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือตะกอนดินที่เก็บจากพื้นที่ธรรมชาติซึ่งพบปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยเท่ากับ 52.38 เปอร์เซ็นต์ และตะกอนดินที่เก็บจากพื้นที่เกษตรกรรมมีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยต่ำสุดคือ 51.67 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อพิจารณาในเชิงฤดูกาลแล้วพบว่า ตะกอนดินที่เก็บในฤดูแล้งมีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยรวมเท่ากับ 46.44 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าตะกอนดินที่เก็บในฤดูฝนที่มีปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยรวมเท่ากับ 62.73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นอิทธิพลอันเนื่องมาจากปริมาณน้ำฝน โดยในฤดูฝนจะมีปริมาณฝนตกสะสมภายในพื้นที่มากกว่าฤดูแล้ง ส่งผลให้ตะกอนดินในฤดูฝนมีปริมาณการสะสมของน้ำในตัวอย่างดินมากกว่าตะกอนดินในฤดูแล้ง อย่างไรก็ตามจากรายงานการวิจัยพบว่าคุณสมบัติของตะกอนดินไม่มีผลต่อปริมาณการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก (Peng et al., 2017)

3. ไมโครพลาสติกในตะกอนดิน

3.1 ปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดิน

จากการศึกษาพบว่า ไมโครพลาสติกมีการแพร่กระจายและสะสมอยู่ในตะกอนดินทั้งบริเวณพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยพบปริมาณไมโครพลาสติกในพื้นที่ชุมชนสูงกว่าในพื้นที่อื่น ซึ่งบ่งชี้ได้ว่าอิทธิพลหลักที่ส่งผลต่อปริมาณไมโครพลาสติกคือกิจกรรมมนุษย์ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานก่อนหน้านี้ที่ป่าชายเลนของประเทศสิงคโปร์ โดยพบว่า บริเวณที่มีการประกอบกิจกรรมของมนุษย์ไม่หนาแน่นจะพบปริมาณการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกน้อยกว่าบริเวณที่มีการประกอบกิจกรรมมนุษย์หนาแน่น (Nor & Obbard, 2014) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Vianello et al. (2013) ที่พบว่าการปนเปื้อนไมโครพลาสติกมี

ความสัมพันธ์กับกิจกรรมมนุษย์ และยังส่งผลต่อการแพร่กระจายของไมโครพลาสติก จึงบ่งชี้ได้ว่า แหล่งที่มาหลักของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกมาจากกิจกรรมมนุษย์

เมื่อพิจารณาในรายละเอียดเชิงสถานีของแต่ละพื้นที่พบว่า พื้นที่บริเวณสถานีที่ 2 ซึ่งอยู่ในเขตพื้นที่ชุมชน เป็นบริเวณที่มีปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเฉลี่ยค่อนข้างสูง ซึ่งตั้งอยู่บริเวณท้ายหมู่บ้าน มีการไหลรวมกันของน้ำเสียจากชุมชนที่บริเวณนี้ ทำให้พื้นที่บริเวณนี้มีโอกาสได้รับการปนเปื้อนไมโครพลาสติกจากการประกอบกิจกรรมจากชุมชนผ่านน้ำเสียเหล่านี้ ในส่วนของพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณการปนเปื้อนรองลงมาจากพื้นที่ชุมชนพบว่า พื้นที่บริเวณสถานีที่ 5 และสถานีที่ 6 ซึ่งเป็นพื้นที่บริเวณต้นน้ำ และกลางน้ำ มีอาณาเขตอยู่ติดกับพื้นที่ทำการเกษตรกรรม มีปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเฉลี่ยสูงกว่าบริเวณสถานีที่ 7 ซึ่งอยู่ท้ายน้ำ เนื่องจากบริเวณต้นน้ำและกลางน้ำ เป็นบริเวณที่มีการรองรับน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรม ก่อนที่จะไหลกระจายลงสู่บริเวณท้ายน้ำ อีกทั้งยังได้รับอิทธิพลจากน้ำเสียชุมชนด้านบนบางส่วนด้วย และพื้นที่ธรรมชาติซึ่งเป็นพื้นที่ที่พบปริมาณการปนเปื้อนต่ำที่สุดพบว่า ในทุกสถานีมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยค่อนข้างใกล้เคียงกันอันเนื่องจากลักษณะพื้นที่ โดยเป็นพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมเหมือนๆ กัน จึงทำให้มีปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกที่ไม่ต่างกัน

นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่างตะกอนดินจากฤดูแล้ง มีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกสูงกว่าตัวอย่างตะกอนดินจากฤดูฝน โดยอาจเป็นอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝนที่ไปเพิ่มอัตราการไหลของน้ำ (Zhao et al., 2019) ทำให้เกิดการเจือจางของปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกในตะกอนดิน (Yan et al., 2019) และเมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาในครั้งนี้กับผลการศึกษากการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำจืดในภูมิภาคอื่นๆ (ดังตาราง 35) พบว่าการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในตะกอนดินของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดมีค่าน้อยกว่าพื้นที่อื่นๆ โดยเฉพาะในการศึกษาที่ Poyang Lake สาธารณรัฐประชาชนจีนซึ่งพบว่าการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในตะกอนดินสูงถึง 54 ถึง 506 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง (Yuan, Liu, Wang, Di, & Wang, 2019) เช่นเดียวกับในตะกอนดินแม่น้ำ Civalengke River ประเทศอินโดนีเซียที่พบว่าการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูงกว่าพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดเช่นกัน โดยในการศึกษาที่ประเทศอินโดนีเซียพบปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย 30.3 ± 15.9 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง (Alam, Sembiring, Muntalif, & Suendo, 2019) รวมทั้งการศึกษาของ Wu et al. (2020) ที่ Maozhou River เขตบริหารพิเศษฮ่องกงก็พบว่าการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในตะกอนดินสูงเช่นกันในปริมาณตั้งแต่ 35 ± 15 ถึง 560 ± 70 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง นอกจากนี้ในการศึกษาของ Crew, Gregory-Eaves, & Ricciardi (2020) ยังพบว่า St. Lawrence River ประเทศแคนาดา เป็นอีกหนึ่งพื้นที่ที่พบปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในตะกอนดินค่อนข้างมากคือ 65 ถึง 7,562 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง

รวมทั้งการศึกษาที่ Atoyac River ประเทศเม็กซิโกที่พบปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดิน $4,500 \pm 702.23$ ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง (Shruti, Jonathan, Rodriguez-Espinosa, & Rodriguez-Gonzalez, 2019) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแหล่งน้ำดังกล่าวนี้เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่มีการรองรับน้ำผิวดินและน้ำเสียชุมชนขนาดใหญ่ จึงทำให้มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกอยู่ในระดับสูง

ตาราง 35 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำ บึงบอระเพ็ดกับการศึกษาอื่น

พื้นที่	ปริมาณที่พบ (ชิ้น/กก.ดินแห้ง)	อ้างอิง
Atoyac River ประเทศเม็กซิโก	$4,500 \pm 702.23$	Shruti et al., 2019
Maozhou River เขตบริหารพิเศษฮ่องกง	1,581	Wu et al., 2020
St. Lawrence River ประเทศแคนาดา	65 ถึง 7562	Crew et al., 2020
Poyang Lake สาธารณรัฐประชาชนจีน	54 ถึง 560	Yuan et al., 2019
Ciwalengke River ประเทศอินโดนีเซีย	30.3 ± 15.9	Alam et al., 2019
Bueng Boraphet wetland ประเทศไทย	2.90 ± 2.86	การศึกษาครั้งนี้

3.2 รูปร่างไมโครพลาสติกในตะกอนดิน

รูปร่างไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนดินภายในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดของฤดูแล้ง และฤดูฝน มีทั้งหมด 4 รูปร่างด้วยกันได้แก่ เส้นใย เส้น แผ่นและเศษชิ้นส่วน และเมื่อพิจารณาในเชิงพื้นที่แล้วพบว่า พื้นที่ชุมชนเป็นพื้นที่ที่พบรูปร่างไมโครพลาสติกหลากหลายที่สุดคือ เส้นใย, เส้น, แผ่น และเศษชิ้นส่วน ซึ่งสอดคล้องกับปัจจัยด้านปริมาณ ซึ่งพื้นที่ชุมชนเป็นพื้นที่ที่พบปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูงสุด ซึ่งกิจกรรมต่างๆ ภายในครัวเรือนจะมีการใช้งานพลาสติกค่อนข้างหลากหลายกว่าพื้นที่อื่นๆ จึงเป็นเหตุผลให้พบรูปร่างไมโครพลาสติกหลากหลายแบบ อีกประการหนึ่งพื้นที่ชุมชนเป็นพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมมนุษย์โดยตรง ซึ่งกิจกรรมมนุษย์ถือเป็นแหล่งที่มาหลักของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงบ่งชี้ได้ว่าไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อน

ภายในพื้นที่ชุมชนมีแหล่งที่มาที่แน่นอนคือมาจากกิจกรรมมนุษย์ภายในพื้นที่ ในขณะที่พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาติพบปริมาณไมโครพลาสติกต่ำกว่าพื้นที่ชุมชน ซึ่งทั้ง 2 พื้นที่เป็นพื้นที่ที่ไม่ได้มีแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกชัดเจน โดยพื้นที่เกษตรกรรมพบไมโครพลาสติกทั้งหมด 2 รูปร่าง ได้แก่รูปร่างเส้นใยพบในฤดูแล้งจำนวน 31.19 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 18.60 เปอร์เซ็นต์ และรูปร่างแผ่นพบในฤดูแล้งจำนวน 68.81 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 81.40 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับในพื้นที่ธรรมชาติที่พบรูปร่างไมโครพลาสติกเหมือนกับที่พบในพื้นที่เกษตรกรรม โดยรูปร่างเส้นใยพบในฤดูแล้งจำนวน 39.32 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 28.57 เปอร์เซ็นต์ ส่วนรูปร่างแผ่นพบในฤดูแล้งจำนวน 66.68 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนจำนวน 71.43 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ไมโครพลาสติกทั้ง 2 รูปร่างที่พบอาจจะถูกพัดพามาจากพื้นที่ชุมชนผ่านมวลน้ำก่อนจะไหลเข้ามาตกตะกอนภายในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาติ ในขณะที่รูปร่างแบบเศษชิ้นส่วนซึ่งมีน้ำหนักมากกว่าอาจจะตกตะกอนลงที่พื้นที่ชุมชน ไม่ได้พัดพามากับมวลน้ำที่ไหลเข้าสู่พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาติ

เมื่อพิจารณาปริมาณของรูปร่างไมโครพลาสติกที่พบทั้ง 4 รูปร่างพบว่าไมโครพลาสติกรูปร่างแผ่นคือรูปร่างที่พบการสะสมในตะกอนดินสูงที่สุด โดยเป็นรูปร่างที่พบการสะสมปริมาณสูงที่สุดทั้งในพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาติ โดยผลการศึกษาที่มีความคล้ายคลึงกับการศึกษาอื่นๆ เช่นการศึกษาไมโครพลาสติกในตะกอนดินที่ Vembanad Lake ประเทศอินเดีย ที่พบว่าไมโครพลาสติกรูปร่างแผ่นเป็นไมโครพลาสติกชนิดเด่นที่พบ (Sruthy & Ramasamy, 2017) นอกจากนี้การศึกษาของ Free et al. (2014) ที่ Lake Hovsgol ประเทศมองโกเลียก็พบไมโครพลาสติกรูปร่างแผ่นในตะกอนดินปริมาณสูงเช่นกัน แต่ในขณะเดียวกันการศึกษาไมโครพลาสติกในตะกอนดินของ Su et al. (2016) ที่ Taihu Lake และของ Wang et al. (2018) ที่ Dongting Lake และ Hong Lake กลับพบไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยเป็นส่วนใหญ่ โดยไมโครพลาสติกรูปร่างแผ่นนั้น ส่วนใหญ่จะมีแหล่งที่มาจากการแตกหักย่อยสลายขยะพลาสติกขนาดใหญ่เช่นถุงหิ้ว กล่อง หรือชิ้นส่วนพลาสติกขนาดใหญ่ (Nor & Obbard, 2014) ซึ่งภายในพื้นที่ชุมชนน้ำบึงบอระเพ็ดมีชุมชน บ้านเรือน ที่อยู่อาศัยอยู่โดยรอบ ซึ่งกิจกรรมต่างๆภายในครัวเรือน มักจะมีการอุปโภคใช้สอยผลิตภัณฑ์จากพลาสติกอยู่เป็นจำนวนมาก และเมื่อผ่านการใช้งานหรือหมดประโยชน์ใช้สอยแล้วก็จะกลายเป็นขยะพลาสติก ซึ่งขยะพลาสติกเหล่านี้ถือเป็นแหล่งที่มาหลักของไมโครพลาสติกรูปร่างแบบแผ่น ซึ่งบ่งชี้ได้ว่าแหล่งที่มาหลักของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกภายในพื้นที่ชุมชนน้ำบึงบอระเพ็ดมาจากไมโครพลาสติกชนิดทุติยภูมิ ซึ่งเกิดจากการแตกหักย่อยสลายของพลาสติกขนาดใหญ่ (Yonkos et al., 2014; Wessel et al., 2016) ในส่วนของไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยที่พบรองลงมานั้นน่าจะมีแหล่งที่มาจากน้ำทิ้งของชุมชน ซึ่งในการศึกษานี้ตัวอย่างรูปร่าง

เส้นใยที่สู่มมาวิเคราะห์แล้วพบว่ามีพอลิเมอร์เป็นพอลิเอสเธอร์นั้น เป็นตัวอย่างที่มาจากพื้นที่ชุมชน ซึ่งอาจเป็นไมโครพลาสติกจากเสื้อผ้าที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งจากการซักผ้า โดยพอลิเอสเธอร์นั้นเป็นวัสดุที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งในปัจจุบันเส้นใยสังเคราะห์นั้น กำลังเป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมแฟชั่น (Peng et al., 2018) ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้พบไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นใยในพื้นที่บึงบอระเพ็ด โดยการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าน้ำทิ้งจากเครื่องซักผ้ามีการสะสมของเส้นใยสังเคราะห์ปริมาณสูง (Napper & Thompson, 2016) และในการศึกษาของ Dris et al. (2015) พบว่าน้ำทิ้งจากชุมชนเป็นแหล่งที่มาหลักของไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นใย โดยอาจมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นใยจากการซักผ้าด้วยเครื่องซักผ้า แล้วปนเปื้อนเข้าสู่แหล่งน้ำเสียชุมชนที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งพื้นที่เก็บตัวอย่างตะกอนดินจากพื้นที่ชุมชนในการศึกษาคั้งนี้เป็นพื้นที่ที่มีชุมชนประมงอยู่โดยรอบและยังรับน้ำเสียจากคลองที่รองรับน้ำเสียจากชุมชนที่อยู่ไกลออกไปแล้วระบายลงสู่พื้นที่ชุมชนนี้ด้วย นอกจากนี้อีกแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นใยและเส้นอาจมาจากการทำกิจกรรมประมง โดยในการศึกษาคั้งนี้มีไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นใยจากพื้นที่เกษตรกรรมที่มีพอลิเมอร์เป็นพอลิโพรไพลีน ซึ่งเป็นวัสดุตั้งต้นที่นิยมใช้ในการผลิตอุปกรณ์ประมง ซึ่งภายในพื้นที่บึงบอระเพ็ดมีชุมชนประมงกระจายอยู่โดยรอบ มีการใช้อุปกรณ์ดักจับสัตว์น้ำชนิดต่างๆ เช่น แห อวน ลอบ ซึ่งอาจเป็นอีกแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นใย สอดคล้องกับการศึกษาของ Yuan et al. (2019) ที่พบว่า การจับปลาที่มีการใช้อุปกรณ์ดักปลาเช่น อวนจับปลา และเชือกเป็นอีกหนึ่งแหล่งที่ทำให้เกิดการสะสมของไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นใยได้อีกด้วย ส่วนไมโครพลาสติกในรูปแบบเศษชิ้นส่วนส่วนใหญ่มาจากการสลายตัวของผลิตภัณฑ์พลาสติกขนาดใหญ่ (Cole, Lindeque, Halsband, & Galloway, 2011) รายละเอียดข้อมูลของแหล่งที่มาไมโครพลาสติกในรูปแบบต่างๆ ดังแสดงในตาราง 36

ตาราง 36 แสดงคำจำกัดความและแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกรูปร่างต่างๆ

รูปร่างไมโครพลาสติก	คำจำกัดความ	แหล่งที่มา
เศษชิ้นส่วน	พลาสติกที่มีความแข็งและ ขรุขระ	ขวดพลาสติกที่มีความแข็ง
เส้น, เส้นใย	พลาสติกที่บางเป็นเส้นตรง	เชือกประมงหรืออวน , เสื้อผ้าหรือสิ่งทอ
เม็ดกลม*	พลาสติกที่มีความแข็งและกลม	เม็ดเรซินบริสุทธิ์, โฟมล้างหน้า
แผ่น	พลาสติกที่มีความบาง	ถุงพลาสติก, แผ่นหุ้มอาหาร
โฟม*	พลาสติกน้ำหนักเบาคล้าย ฟองน้ำ	โฟมลอย, โฟมกันกระแทก

* ไม่พบในการศึกษา

3.3 สีไมโครพลาสติกในตะกอนดิน

สีของไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนดินจากการศึกษาครั้งนี้พบทั้งหมด 6 กลุ่มด้วยกันตามการจำแนกของ Peng et al. (2017) ได้แก่ กลุ่มสีดำ กลุ่มสีขาว กลุ่มสีใส กลุ่มสีฟ้า กลุ่มสีแดง และกลุ่มสีเหลือง ซึ่งมีรายงานหลายฉบับที่พบว่าการสะสมของไมโครพลาสติกหลากหลายสี (Zhao, Zhu, & Li, 2015) และเมื่อพิจารณาในเชิงพื้นที่แล้วพบว่าพื้นที่ชุมชนและพื้นที่เกษตรกรรม พบสีของไมโครพลาสติกหลากหลายกว่าพื้นที่ธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับปัจจัยด้านปริมาณไมโครพลาสติกที่พบเช่นเดียวกับรูปร่าง โดยพื้นที่ชุมชนและพื้นที่เกษตรกรรมเป็นพื้นที่ที่พบปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูงกว่าพื้นที่ธรรมชาติ โดยพื้นที่ที่มีกิจกรรมหลากหลายจะมีแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกหลากหลาย สีก็ย่อมที่จะมีความหลากหลายไปตามประเภท ตามชนิดของพลาสติกที่มีการใช้งาน ซึ่งพื้นที่ชุมชนมีกิจกรรมการใช้งานพลาสติกภายในครัวเรือนหลากหลาย รวมทั้งพื้นที่เกษตรกรรมที่ได้รับอิทธิพลของน้ำทิ้งจากพื้นที่ชุมชนบางส่วน จึงทำให้พบสีของไมโครพลาสติกที่หลากหลาย

โดยกลุ่มของสีไมโครพลาสติกที่พบเฉลี่ยปริมาณสูงในตะกอนดินจากการศึกษาครั้งนี้คือกลุ่มสีใสในฤดูแล้งและสีดำในฤดูฝน ซึ่งพบว่าเป็นสีที่พบการปนเปื้อนเป็นส่วนใหญ่ในการศึกษาอื่นเช่นเดียวกัน โดยการศึกษาในหอยสองฝาที่ชายหาดเจ้าหลาวและชายหาดคังวิมานพบไมโครพลาสติกกลุ่มสีดำเป็นส่วนใหญ่ (ปิติพงษ์ ธาระมนต์, สุหทัย ไพรสานต์กุล และนภาพร เลียดประดม, 2559) ขณะที่การศึกษาในตะกอนดินและในหอยน้ำจืดสายพันธ์ Asian clams ที่ Taihu lake สาธารณรัฐประชาชนจีนพบว่าไมโครพลาสติกสีใสเป็นไมโครพลาสติกชนิดเด่น

(Peng et., 2017; Su et al., 2018) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพลาสติกที่มีสีดำหรือสีเข้มผลิตจากพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูงกว่ามวลน้ำจึงไม่ลอยลอยอยู่ในมวลน้ำ แต่จะสามารถฝังตัวและตกสะสมอยู่ในตะกอนดินได้ (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ ที่พบไมโครพลาสติกสีดำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุมชน ซึ่งมีผลการวิเคราะห์พอลิเมอร์เป็นพอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต ซึ่งเป็นพลาสติกที่มีความหนาแน่นมากกว่ามวลน้ำ นอกจากนี้แล้ววัสดุต้นกำเนิดของพลาสติกส่วนใหญ่อาจจะมีสีดำหรือสีเข้ม เมื่อมีการสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน ทั้งยังได้รับอิทธิพลจากแสงแดด คลื่น ลม ทำให้สีที่เคลือบผิวพลาสติกภายนอกเกิดการหลุดร่อน ทำให้สามารถพบไมโครพลาสติกที่มีสีดำหรือสีเข้มเป็นจำนวนมาก ส่วนไมโครพลาสติกสีใสอาจมีแหล่งที่มาจากการหลุดร่อนหรือแตกหักของอุปกรณ์ทำการประมงภายในพื้นที่ โดยไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยสีใสจากพื้นที่ชุมชนที่พบในศึกษาครั้งนี้มีพอลิเมอร์เป็นพอลิไวนิล คลอไรด์ ซึ่งก็เป็นพลาสติกที่มีความหนาแน่นมากกว่ามวลน้ำเช่นเดียวกับพอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต ซึ่งภายในพื้นที่ชุมชนน้ำบึงบอระเพ็ดมีชุมชนประมงอยู่โดยรอบ จึงอาจเป็นเหตุผลให้พบไมโครพลาสติกสีใสเป็นจำนวนมาก ซึ่งการทำประมงภายในพื้นที่ โดยเฉพาะการใช้ตาข่ายดักจับสัตว์น้ำอาจจะเป็นแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกสีใสเหล่านี้ (Stolte et al., 2015) ทั้งนี้พลาสติกส่วนใหญ่เมื่อมีการสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน จะสามารถเกิดกระบวนการฟอกสีของไมโครพลาสติกขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมที่มีการสะสมเป็นเวลานาน (Stolte, Forster, Gerdt, & Schubert, 2015) ซึ่งประเด็นเรื่องสีของไมโครพลาสติกนั้นอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ รวมถึงระยะเวลาของการสะสมอยู่ในสภาพแวดล้อม เนื่องจากสีของไมโครพลาสติกไม่มีความคงทนถาวรเมื่อถูกสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน

3.4 ขนาดไมโครพลาสติกในตะกอนดิน

ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในตะกอนดินภายในพื้นที่ชุมชนน้ำบึงบอระเพ็ดของฤดูแล้งและฤดูฝน มีทั้งหมด 3 ขนาดด้วยกันได้แก่ ไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร, ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตรและไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร และเมื่อพิจารณาในเชิงพื้นที่แล้วพบว่าทุกพื้นที่พบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกทั้ง 3 ขนาด โดยพื้นที่ชุมชนเป็นพื้นที่ที่พบปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูงสุด รวมทั้งจำนวนในแต่ละขนาดที่พบมากกว่าพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาติ สอดคล้องกับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยแหล่งที่มาหลักของไมโครพลาสติกในพื้นที่ชุมชน มีแหล่งที่มาทั้งจากชนิดปฐมภูมิเช่น เส้นใย

จากเสื้อผ้า และชนิดทุติยภูมิเช่นแผ่นหรือเศษชิ้นส่วนจากการแตกหักของข้าวของเครื่องใช้ที่เป็นพลาสติก จึงทำให้ขนาดของไมโครพลาสติกในพื้นที่ชุมชนมีความหลากหลายเมื่อเทียบกับพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาติ โดยในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาตินั้น ไมโครพลาสติกที่พบส่วนใหญ่มีขนาดตั้งแต่ 500 ไมโครเมตรขึ้นไป ส่วนไมโครพลาสติกขนาดเล็กกว่า 500 ไมโครเมตรลงมาพบในปริมาณค่อนข้างต่ำ ซึ่งไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 500 ไมโครเมตรอาจจะไม่สามารถตกตะกอนลงได้เนื่องจากมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา แต่อาจจะไปจับกับอนุภาคอื่นๆ แล้วตกตะกอนลงไปภายในพื้นที่ชุมชน ไม่ได้แขวนลอยมากับมวลน้ำที่ไหลเข้าสู่พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาติ ทำให้พบไมโครพลาสติกขนาดเล็กกว่า 500 ไมโครเมตร ในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาติ จำนวนน้อย ส่วนไมโครพลาสติกขนาดมากกว่า 500 ไมโครเมตร อาจจะเป็นไมโครพลาสติกจากพื้นที่ชุมชนที่แขวนลอยมากับมวลน้ำและพัดพาเข้าสู่พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาติ

ทั้งนี้ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบเป็นส่วนใหญ่ทั้งในพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติ คือไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร โดยมีขนาดไมโครพลาสติกส่วนใหญ่อยู่ในช่วงค่อนข้างใกล้เคียงกับการศึกษาอื่นๆ เช่น การศึกษาที่ Laurentian Great Lakes ประเทศสหรัฐอเมริกา (Driedger, Dürr, Mitchell, & Van Cappellen, 2015), การศึกษาที่ Lake Hovsgol ประเทศมองโกเลีย (Free et al., 2014), การศึกษาที่ Taihu Lake สาธารณรัฐประชาชนจีน (Su et al., 2016), การศึกษาที่ Changjiang Estuary สาธารณรัฐประชาชนจีน (Peng et al., 2017) และการศึกษาที่ Poyang Lake สาธารณรัฐประชาชนจีน (Yuan et al., 2019) โดยไมโครพลาสติกขนาดเล็กส่วนใหญ่นั้นเกิดจากการแตกหักย่อยสลายของพลาสติกขนาดใหญ่ภายใต้อิทธิพลของแรงกลและกระบวนการทางปฏิกิริยาแสง (Cooper & Corcoran, 2010) ซึ่งไมโครพลาสติกขนาดเล็กถือว่าเป็นภัยคุกคามที่มีความรุนแรงต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีพื้นผิวกว้างทำให้มีความสามารถในการดูดซับมลสารต่างๆ ได้มากขึ้น (Devriese et al., 2015) นอกจากนี้สัดส่วนของไมโครพลาสติกขนาดเล็กที่พบปริมาณสูงในการศึกษาครั้งนี้ ยังสามารถบ่งชี้ถึงความน่าจะเป็นที่สิ่งมีชีวิตในน้ำจะบริโภคไมโครพลาสติกเข้าไป เนื่องจากมีขนาดที่ใกล้เคียงกับเหยื่อ (Cole et al., 2011) รายละเอียดข้อมูลขนาดไมโครพลาสติกในตะกอนดิน ดังแสดงในตาราง

ตาราง 37 แสดงการเปรียบเทียบขนาดไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดกับการศึกษาอื่น

พื้นที่	ขนาดเฉลี่ยที่พบสูงสุด (ไมโครเมตร)	อ้างอิง
Laurentian Great Lakes สหราชอาณาจักร	< 1,000	Driedger et al., 2015
Lake Hovsgol ประเทศมองโกเลีย	< 1,000	Free et al., 2014
Taihu Lake สาธารณรัฐประชาชนจีน	100 ถึง 1000	Su et al., 2016
Changjiang Estuary สาธารณรัฐประชาชนจีน	< 1,000	Peng et al., 2017
Poyang Lake สาธารณรัฐประชาชนจีน	100 ถึง 500	Yuan et al., 2019
Bueng Boraphet wetland ประเทศไทย	501 ถึง 1,000	การศึกษาครั้งนี้

3.5 ชนิดพอลิเมอร์ไมโครพลาสติก

ชนิดของพอลิเมอร์ไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากฤดูแล้งและฤดูฝนที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย FT - IR พบพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติก 10 ชนิดด้วยกันได้แก่ พอลิโพรไพเรลีน, พอลิเอสเธอร์, พอลิเอธิลีน, พอลิเอธิลีน เทเรฟทาเลต, พอลิเอธิลีน โฟม, พอลิเอธิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ, พอลิเอธิลีน โพรไพเรลีน, พอลิไวนิล คลอไรด์, โพรไพเรลีนผสมเอธิลีน 6% และใยฝ้าย 65% ผสมพอลิเอสเธอร์ 35% และเมื่อพิจารณาในเชิงพื้นที่แล้วพบว่า พื้นที่ชุ่มนเป็นพื้นที่ที่พบชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกหลากหลายที่สุดคือ 7 ชนิด สอดคล้องกับปริมาณไมโครพลาสติกที่พบ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่พบปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูงสุด และได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์อย่างหลากหลายโดยตรง โดยพอลิเมอร์ที่พบเป็นชนิดเด่นในพื้นที่ชุ่มนคือพอลิโพรไพเรลีน ในส่วนของพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาติพบชนิดพอลิเมอร์ในจำนวนที่เท่ากันคือ 3 ชนิด โดยชนิดพอลิเมอร์ที่พบเหมือนกับชนิดที่พบในพื้นที่ชุ่มน ซึ่งชี้ให้เห็นได้ว่าไมโคร

พลาสติกที่พบในพื้นที่เกษตรกรรมและธรรมชาติจากการศึกษาครั้งนี้ ส่วนใหญ่น่าจะมีแหล่งที่มาจากพื้นที่ชุมชน แล้วแขวนลอยมากับมวนน้ำเข้าสู่พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาติ

ทั้งนี้พอลิโพรไพเรลีนคือพอลิเมอร์ที่พบมากที่สุดใต๊ะกอนดินจากการศึกษาครั้งนี้ ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน ซึ่งผลการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกนั้น สามารถใช้เป็นข้อมูลในการระบุถึงแหล่งที่มาหรือต้นกำเนิดของไมโครพลาสติกเหล่านั้นได้ (Ballent, Corcoran, Madden, Helm, & Longstaffe, 2016) โดยพอลิโพรไพเรลีนนั้นเป็นวัสดุที่มีปริมาณการผลิตค่อนข้างสูง (Brien, 2007) นิยมใช้เป็นวัสดุตั้งต้นในการผลิตบรรจุภัณฑ์อาหาร, กล่องพลาสติก และกันชนรถยนต์ (Plastics Europe, 2015) อุปกรณ์ทำการประมงและตาข่ายต่างๆ (Andrady, 2011; Vianello et al., 2013) รวมถึงเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ดูแลส่วนบุคคลและเวชสำอางค์ (Leslie, 2014) ซึ่งในพื้นที่บึงบอระเพ็ดมีบ้านเรือน ชุมชนที่อยู่อาศัย รวมถึงมีการทำประมงเป็นจำนวนมาก มีการวางอุปกรณ์ดักจับสัตว์น้ำ รวมถึงพุนลอยต่างๆ จึงอาจเป็นเหตุผลให้พบพอลิเมอร์พลาสติกชนิดนี้เป็นจำนวนมาก ทำให้สามารถสรุปได้ว่าแหล่งที่มาหลักของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกของตะกอนดินภายในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดคือไมโครพลาสติกชนิดทุติยภูมิ (secondary microplastic) นอกเหนือจากพอลิโพรไพเรลีนแล้ว ชนิดพอลิเมอร์ที่พบปริมาณค่อนข้างมากได้แก่พอลิเอสเตอร์และพอลิเอทิลีน ซึ่งตัวอย่างที่สุ่มมาวิเคราะห์แล้วพบว่าพอลิเมอร์เป็นพอลิเอสเตอร์นั้น ส่วนใหญ่เป็นไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างเป็นเส้นใยจากพื้นที่ชุมชน ซึ่งอาจเป็นไมโครพลาสติกจากเสื้อผ้าและเครื่องนุ่งห่ม ที่ปนเปื้อนมากับน้ำทั้งจากการซักผ้า โดยจากรายงานก่อนหน้านี้พบว่า พอลิเอสเตอร์ที่มีรูปร่างเป็นเส้นใยคือไมโครพลาสติกชนิดเด่นที่พบเป็นจำนวนมากในโรงบำบัดน้ำเสียและพื้นที่กำจัดของเสียเนื่องจากมีขนาดเล็กมากกว่า 1 มิลลิเมตร จึงสามารถหลุดรอดออกจากกระบวนการบำบัดได้ (Browne et al., 2011) โดยพอลิเอสเตอร์นั้นนิยมใช้เป็นวัสดุตั้งต้นในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งในปัจจุบันเส้นใยสังเคราะห์นั้น กำลังเป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมแฟชั่น (Peng, Xu, Zhu, Bai, & Li, 2018) ด้านพอลิเอทิลีนนิยมใช้เป็นวัสดุตั้งต้นในการผลิตท่อแก๊ส และฟิล์มบรรจุภัณฑ์ต่างๆ รายละเอียดแหล่งที่มาพอลิเมอร์ไมโครพลาสติกชนิดอื่น ๆ มีดังนี้ พอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลท มักมีแหล่งที่มาจากขวดน้ำดื่ม ซองอาหารขบเคี้ยว, พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ นิยมใช้เป็นวัสดุตั้งต้นในการผลิตฟิล์มชนิดยืดหด ขวดน้ำ และฝาขวดน้ำ, พอลิเอทิลีน โฟม มักใช้เป็นวัตถุดิบ ในการผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อน, ถุงโฟมกันกระแทก และโฟมตาข่าย, พอลิไวนิล คลอไรด์ มักพบว่าเป็นส่วนประกอบหลักที่ใช้ในการผลิตฟิล์มชนิดยืดหด ถาด และขวดน้ำมันพืช และพอลิโพรไพเรลีนผสม เอทิลีน 6% มักใช้เป็นวัสดุผสมในการผลิตยางรถยนต์ นอกจากนี้ในส่วนของตัวอย่างที่ถูกวิเคราะห์ว่าไม่ใช่ไมโครพลาสติกนั้นพบว่า ใยฝ้าย100% (cotton100%) คือพอลิเมอร์ที่พบมากที่สุดใต๊ะกอนดินจากฤดูแล้งและฤดูฝน

นอกจากนั้นพบว่าเป็นใยฝ้าย 90% (cotton 90%), เอมีน (Amine), อีเธอร์ (Ether), เส้นใยธรรมชาติจากพืช (Cellulose powder) และเอนไซม์ liver acetone powder horse โดยใยฝ้ายเป็นเส้นใยขนาดเล็กที่มาจากธรรมชาติจึงไม่ถือเป็นพลาสติก ซึ่งในการศึกษานี้ตัวอย่างที่สุ่มมาทดสอบแล้วพบว่าพอลิเมอร์เป็นใยฝ้ายนั้นมีรูปร่างเป็นเส้นใยทั้งหมด ซึ่งมีแหล่งที่มาหลักจากเสื้อผ้า และเครื่องนุ่งห่มเช่นเดียวกับพอลิเอสเตอร์ ด้านเส้นใยธรรมชาติจากพืชนั้น เป็นเส้นใยที่พบในส่วนต่างๆ ของพืชเช่น หนุ่น ป่าน ปอ ไยมะพร้าว ลิ้นจี่ โดยตัวอย่างที่สุ่มมาทดสอบแล้วพบว่าพอลิเมอร์เป็นเส้นใยธรรมชาติจากพืชนั้นมีรูปร่างเป็นเส้นใยทั้งหมดเช่นเดียวกับใยฝ้าย ส่วนเอมีนและอีเธอร์นั้นพบเฉพาะในตัวอย่างจากฤดูแล้ง ซึ่งเป็นสารเติมแต่งที่นิยมใช้ในกระบวนการผลิตพลาสติก โดยเอมีนคือสารยับยั้งการกัดกร่อน ส่วนอีเธอร์เป็นพลาสติกไซเซออร์ที่เติมลงไปเพื่อปรับเปลี่ยนสมบัติเชิงกลบางประการของพลาสติกเช่น เพิ่มความยืด อ่อนตัว หรือหักงอ จึงมีแนวโน้มว่าอนุภาคของตัวอย่างที่ถูกวิเคราะห์ว่าไม่ใช่พลาสติกในการศึกษานี้ โดยแท้จริงแล้วมีองค์ประกอบพอลิเมอร์เป็นพลาสติก แต่ด้วยกระบวนการในการเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ FT - IR หรือความหนาของอนุภาคตัวอย่างที่มีมาก ทำให้ในขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่าง ลำแสงอินฟราเรดจากแหล่งกำเนิดอาจจะส่องไปถึงแค่ผิวของอนุภาคตัวอย่างไม่ทะลุผ่านชั้นผิวด้านนอกเข้าไปยังด้านในของอนุภาคตัวอย่าง จึงให้ผลวิเคราะห์ออกมาเป็นสารเติมแต่งพลาสติกแทนที่จะเป็นชนิดพอลิเมอร์ของพลาสติก รายละเอียดแหล่งที่มาของพอลิเมอร์ของตัวอย่างที่เป็นพลาสติก และไม่ใช่พลาสติกในตะกอนดินดังแสดงในตาราง 38

ตาราง 38 แสดงแหล่งที่มาของพอลิเมอร์ไมโครพลาสติกในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำ
บึงบอระเพ็ด

ตัวอย่าง	ชนิดพอลิเมอร์	แหล่งที่มา	
พลาสติก	พอลิโพรไพลีน	บรรจุภัณฑ์อาหาร, กล่องพลาสติก, ก้นขนรถยนต์, อุปกรณ์ทำการประมง	
	พอลิเอสเตอร์	เสื้อผ้า, เครื่องนุ่งห่ม	
	พอลิเอธิลีน เทเรฟทาเลต	ขวดน้ำดื่ม, ซองอาหารขบเคี้ยว, ถาด, แผ่นฟิล์มอลูมิเนียมฟอยล์, เสื้อผ้า	
	พอลิเอธิลีน	ท่อแก๊ส, ท่อน้ำ, แก้วพลาสติก, ฟิล์มบรรจุภัณฑ์	
	พอลิเอธิลีน ชนิดความหนาแน่นต่ำ	ฟิล์มชนิดยืดหด, ขวดน้ำ, ฝาขวดน้ำ	
	พอลิเอธิลีน โฟม	แผ่นฉนวนกันความร้อน, ถูโฟมกันกระแทก, โฟมตาข่าย	
	พอลิไวนิล คลอไรด์	ฟิล์มชนิดยืดหด, ถาด, ขวดน้ำมันพืช	
	พอลิโพรไพลีนผสมเอธิลีน 6%	ยางรถยนต์	
	ไม่ใช่พลาสติก	ใยฝ้าย 100%	เสื้อผ้า, เครื่องนุ่งห่ม
		ใยฝ้าย 90%	
เอมีน		ท่อน้ำพลาสติก	
อีเธอร์		ยางสังเคราะห์	
เส้นใยธรรมชาติจากพืช		พืชต่างๆ	
Liver acetone powder horse		-	

จากการศึกษาภาพรวมการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในตะกอนดินของพื้นที่ชุ่มน้ำ บึงบอระเพ็ดนั้น จะเห็นได้ว่าไมโครพลาสติกมีปริมาณการสะสมสูงสุดในตะกอนดินจากบริเวณพื้นที่ ชุมชน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการประกอบกิจกรรมของมนุษย์หนาแน่นกว่าบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม และ พื้นที่ธรรมชาติ สะท้อนให้เห็นได้ว่าอิทธิพลหลักที่ส่งผลต่อปริมาณไมโครพลาสติกคือกิจกรรมมนุษย์ และเมื่อนำไมโครพลาสติกที่พบนั้นมาจำแนกสัญญาณวิทยาได้แก่ รูปร่าง สี และขนาดพบว่า ไมโครพลาสติกที่พบส่วนใหญ่มีรูปร่างแบน และเส้นใย ซึ่งส่วนมากมักมีแหล่งกำเนิดจากการ แตกหัก ย่อยสลายของพลาสติกที่มีขนาดใหญ่จนกลายมาเป็นเส้นใย และแผ่นของพลาสติกที่มีขนาด เล็กกลง โดยการสลายตัวสามารถเกิดได้ทั้งการย่อยสลายทางกล, การย่อยสลายทางเคมี, การย่อย สลายทางชีวภาพ และการย่อยสลายโดยปฏิกิริยาแสง และจากการจำแนกขนาดของไมโครพลาสติก ยังพบว่าไมโครพลาสติกที่พบส่วนใหญ่เป็นไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) คือมีขนาดตั้งแต่ 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นช่วงขนาดที่มักพบการสะสม ทั่วไปในตะกอนดิน นอกจากนี้ไมโครพลาสติกที่พบส่วนใหญ่ที่พบว่าเป็นพลาสติกประเภท พอลิโพรไพลีนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นชนิดของพลาสติกที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้เพื่อการอุปโภค บริโภคของมนุษย์หลายชนิดด้วยกันเช่น ถุงก๊อบแก๊ป ถุงพลาสติก ถุงขนม ฝาพลาสติกของบรรจุภัณฑ์ ต่าง ๆ ขวดน้ำดื่ม ขวดพลาสติก หลอด ภาชนะบรรจุอาหาร กล่องโฟมบรรจุอาหาร และช้อน ส้อม มิตร และไม้จิ้มพลาสติก รวมไปถึงอุปกรณ์ทำการประมง เป็นต้น ซึ่งบ่งชี้ได้ว่าแหล่งที่มาหลักของการ ปนเปื้อนไมโครพลาสติกในตะกอนดินของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดนั้น มาจากการแตกหัก ย่อยสลาย ของพลาสติกขนาดใหญ่จนกลายมาเป็นไมโครพลาสติก หรือไมโครพลาสติกชนิดทุติยภูมิ สอดคล้องกับสีไมโครพลาสติกที่ส่วนใหญ่พบเป็นไมโครพลาสติกที่มีสีใสและสีดำ ซึ่งมักเป็นสีที่พบได้ ทั่วไปของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวข้างต้น แต่ทั้งนี้สีของไมโครพลาสติกนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปตาม ปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ รวมถึงระยะเวลาของการสะสมอยู่ในสภาพแวดล้อม เนื่องจากสีของ ไมโครพลาสติกไม่มีความคงทนถาวรเมื่อถูกสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน

4. ไมโครพลาสติกในหอยขม

4.1 ปริมาณไมโครพลาสติกในหอยขม

จากการศึกษาพบว่า ไมโครพลาสติกมีการแพร่กระจายและสะสมในหอยขมจาก พื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน หอยขมจากพื้นที่ชุมชนพบการสะสมไมโครพลาสติกปริมาณสูงสุด เช่นเดียวกับในตะกอนดินซึ่งพบ ปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกสูงสุดในพื้นที่ชุมชน จึงชี้ให้เห็นได้ว่าสามารถใช้หอยขมเป็นดัชนีทาง ชีวภาพ ในการบ่งชี้ระดับการปนเปื้อนไมโครพลาสติกได้ สามารถบ่งชี้ถึงระดับความแตกต่างของการ ปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแต่ละพื้นที่ได้ โดยบริเวณพื้นที่ชุมชนเป็นพื้นที่ที่มีการประกอบกิจกรรม

มนุษย์อย่างหนาแน่น ในขณะที่พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติเป็นพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลออกไปมีโอกาสได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมมนุษย์ค่อนข้างน้อยจึงพบระดับการปนเปื้อนที่ต่ำกว่าสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่า บริเวณท้ายน้ำที่มีการรองรับน้ำทิ้งที่ผ่านกระบวนการบำบัดจากโรงบำบัดน้ำเสียของชุมชนเมือง เป็นบริเวณที่หอยมีการสะสมของไมโครพลาสติกในปริมาณสูงกว่าหอยในบริเวณแหล่งน้ำแถบชนบท (Berglund, Fogelberg, Nilsson, & Hollander, 2019) เช่นเดียวกับการศึกษาของ M.A. Browne et al. (2010) ที่พบว่า การกระจายเชิงพื้นที่ของไมโครพลาสติกมีการสะสมในปริมาณสูงบริเวณพื้นที่รับน้ำทิ้งจากโรงงานบำบัดน้ำเสีย และการศึกษาในหอยแมลงภู่วิถีบริเวณรอบชายฝั่งของสาธารณรัฐประชาชนจีนยังพบว่า หอยจากบริเวณชายฝั่งด้านที่มีการประกอบกิจกรรมมนุษย์หนาแน่นมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกสูงกว่าหอยจากบริเวณชายฝั่งด้านที่มีการประกอบกิจกรรมมนุษย์เบา (Li et al., 2016) ซึ่งบ่งชี้ได้ว่าอิทธิพลหลักที่ส่งผลต่อปริมาณไมโครพลาสติกในหอยคือคือกิจกรรมมนุษย์เช่นเดียวกับตะกอนดิน

นอกจากนี้ยังพบว่าในหน่วยขึ้นต่อกรัม ตัวอย่างหอยขมในฤดูแล้งจากพื้นที่ชุมชนมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกสูงกว่าในหอยขมจากพื้นที่ธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ในหน่วยขึ้นต่อตัวปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกในฤดูแล้งระหว่างพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อันเนื่องมาจากเหตุผลด้านขนาดและน้ำหนักหอย กล่าวคือ การคำนวณในหน่วยขึ้นต่อตัวทำให้มีความหนาแน่นของไมโครพลาสติกสูงกว่าการคำนวณเป็นขึ้นต่อกรัมมากในกรณีที่หอยมีขนาดตัวใหญ่ (ปิติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ, 2559) โดยในการศึกษานี้หอยขมในฤดูแล้งจากพื้นที่ชุมชนมีขนาดตัวที่เล็กและน้ำหนักน้อยกว่าหอยขมจากพื้นที่ธรรมชาติ ทำให้การคำนวณในหน่วยขึ้นต่อกรัม หอยขมจากพื้นที่ชุมชนมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกสูงกว่าหอยขมจากพื้นที่ธรรมชาติค่อนข้างมาก และเมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาในครั้งนี้กับผลการศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยจากภูมิภาคอื่นๆ (ดังตาราง 39) พบว่าการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยขมของพื้นที่ชุ่มน้ำ บึงบอระเพ็ดมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกับพื้นที่อื่นๆ โดยการศึกษาในแหล่งน้ำจืดที่ Taihu lake สาธารณรัฐประชาชนจีนพบว่า มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยน้ำจืดประจำถิ่นแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ *Corbicula fluminea* คิดเป็น 0.2 ถึง 12.5 ขึ้นต่อกรัม (Su et al., 2016) และการศึกษาที่ Yangtze River สาธารณรัฐประชาชนจีนพบว่า หอยน้ำจืดประจำถิ่นแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ *Corbicula fluminea* มีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกคิดเป็น 0.3 ถึง 4.9 ขึ้นต่อกรัมและ 0.4 ถึง 5.0 ขึ้นต่อตัว (Su et al., 2018) ส่วนการศึกษาในแหล่งน้ำอื่นๆ พบว่า หอยแมลงภู่วิถี *Mytilus galloprovincialis* ที่ Corfu Island ทางตอนเหนือของทะเลไอโอเนียนพบปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ยสะสมคิดเป็น 1.9 ± 0.2 ขึ้นต่อตัว (Digka, Tsangaris, Torre, Anastasopoulou, & Zeri, 2018) และการศึกษาของ Keisling, Harris, Blaze, Coffin, & Byers (2020) พบว่ามีการปนเปื้อน ไมโครพลาสติกใน

หอยนางรมสายพันธุ์ *Crassostrea virginica* ที่ Georgia estuary ประเทศสหรัฐอเมริกาเฉลี่ย 0.18 ชิ้นต่อกรัมและ 0.72 ชิ้นต่อตัว นอกจากนี้ผลการศึกษายังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Patterson, Jeyasanta, Sathish, Booth, & Edward (2019) ที่พบว่าหอยนางรมสายพันธุ์ *Magallana bilineata* บริเวณ Tuticorin coast, Gulf of Mannar ประเทศอินเดีย มีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกในหน่วยชิ้นต่อกรัมค่อนข้างใกล้เคียงกับการสะสมในหอยขมที่บึงบอระเพ็ด โดยพบการสะสมในปริมาณ 0.81 ± 0.45 ชิ้นต่อกรัมและ 6.9 ± 3.84 ชิ้นต่อตัว และการศึกษาของ Cho, Shim, Jang, Han, & Hong (2019) ที่ทำการศึกษการสะสมไมโครพลาสติกในตัวอย่างหอยประเภทต่างๆ ที่ประชากรท้องถิ่นของประเทศสาธารณรัฐเกาหลีนิยมบริโภค โดยสุ่มเก็บตัวอย่างหอยสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ Oyster (*Crassostrea gigas*), Mussel (*Mytilus edulis*), Manila clam (*Tapes philippinarum*) และ Scallop (*Patinopecten yessoensis*) จากตลาดปลาในกรุงโซล กวางจู และปูซาน ประเทศสาธารณรัฐเกาหลีก็พบว่าหอยมีปริมาณการสะสมไมโครพลาสติกในหน่วยชิ้นต่อตัวค่อนข้างใกล้เคียงกับการสะสมในหอยขมที่บึงบอระเพ็ด โดยมีปริมาณการสะสมคิดเป็น 0.15 ± 0.20 ชิ้นต่อกรัมและ 0.97 ± 0.74 ชิ้นต่อตัว แต่ในขณะเดียวกันการศึกษาของ Li, Yang, Li, Jabeen, & Shi (2015) พบว่าหอยสองฝาชนิดต่างๆ ในตลาดปลา สาธารณรัฐประชาชนจีน มีการสะสมไมโครพลาสติกในปริมาณ 2.1 ถึง 10.5 ชิ้นต่อกรัม และ 4.3 ถึง 57.2 ชิ้นต่อตัว ซึ่งสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้

ตาราง 39 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดกับการศึกษาอื่น

พื้นที่	ชนิด/สายพันธุ์	ปริมาณที่พบ		อ้างอิง
		ชิ้นต่อกรัม	ชิ้นต่อตัว	
Taihu lake สาธารณรัฐประชาชนจีน	Asian clams (<i>Corbicula fluminea</i>)	0.2 ถึง 12.5	-	Su et al., 2016
Yangtze River สาธารณรัฐประชาชนจีน	Asian clams (<i>Corbicula fluminea</i>)	0.3 ถึง 4.9	0.4 ถึง 5.0	Su et al., 2018
Fishery market สาธารณรัฐประชาชนจีน	Bivalves (<i>Sc. subcrenata</i> , <i>T. granosa</i> , <i>My. galloprovincialis</i> , <i>P. yessoensis</i> , <i>A. plicatula</i> , <i>Si. Constricta</i> , <i>R. philippinarum</i> , <i>Me. Lusoria</i> , <i>C. sinensis</i>)	2.1 ถึง 10.5	4.3 ถึง 57.2	Li et al., 2015
Corfu Island	Mussels	-	1.9 ± 0.2	Digka et al., 2018
ตอนเหนือของทะเลไอโอเนียน	(<i>Mytilus galloprovincialis</i>)			
Georgia estuary	Oysters	0.18	0.72	Keisling et al., 2020
ประเทศสหรัฐอเมริกา	(<i>Crassostrea virginica</i>)			

ตาราง 39 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดกับการศึกษาอื่น (ต่อ)

พื้นที่	ชนิด/สายพันธุ์	ปริมาณที่พบ		อ้างอิง
		ชิ้นต่อกรัม	ชิ้นต่อตัว	
Tuticorin coast, Gulf of Mannar ประเทศอินเดีย	Oysters (<i>Magallana bilineata</i>)	0.81 ± 0.45	6.9 ± 3.84	Patterson et al., 2019
Seoul, Gwangju and Busan Fishery Markets สาธารณรัฐ เกาหลี	Oyster (<i>Crassostrea gigas</i>), Mussel (<i>Mytilus edulis</i>), Manila clam (<i>Tapes philippinarum</i>) and Scallop (<i>Patinopecten yessoensis</i>)	0.15 ± 0.20	0.97 ± 0.74	Cho et al., 2019
Bueng Boraphet wetland ประเทศไทย	หอยขม (<i>Filopaludina martensi martensi</i>)	0.30 ± 0.46	0.37 ± 0.47	การศึกษาคั้งนี้

4.2 รูปร่างไมโครพลาสติกในหอยขม

รูปร่างไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมภายในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดนั้นมีทั้งหมด 3 รูปร่างด้วยกันได้แก่ เส้นใย เส้น และแผ่น และเมื่อพิจารณาในเชิงพื้นที่แล้วพบว่า พื้นที่ชุ่มชนเป็นพื้นที่ที่เจอรูปร่างไมโครพลาสติกหลากหลายที่สุดคือ เส้นใย, เส้น และแผ่น ซึ่งสอดคล้องกับปัจจัยด้านปริมาณ ซึ่งพื้นที่ชุ่มชนเป็นพื้นที่ที่พบปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูงสุด จึงมีโอกาที่จะพบรูปร่างไมโครพลาสติกหลากหลายรูปแบบมากกว่าพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ธรรมชาติเช่นเดียวกับในตะกอนดิน ด้านพื้นที่เกษตรกรรมพบไมโครพลาสติกเพียงรูปแบบเดียวคือเส้นใย ซึ่งน่าจะมาจากการแตกหัก หลุดร่อนของอุปกรณ์ทำการประมง ซึ่งมักเป็นแหล่งที่มาหลักของไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใย อย่างไรก็ตามพื้นที่ธรรมชาติพบไมโครพลาสติกทั้งหมด 2 รูปร่างได้แก่เส้นใย และเส้น โดยไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใยและเส้นอาจแขวนลอยมากับมวลน้ำจากพื้นที่ชุ่มชน และพื้นที่เกษตรกรรมก่อนตกตะกอนลงสู่พื้นที่ธรรมชาติ

โดยในการศึกษานี้เส้นใยคือรูปร่างชนิดเด่นที่พบมากที่สุด เช่นเดียวกับการศึกษาของ De Witte et al. (2014) ; Li et al. (2016) ที่พบว่าไมโครพลาสติกรูปร่างเส้นใย มีเปอร์เซ็นต์การสะสมสูงกว่าไมโครพลาสติกรูปร่างอื่นที่พบสะสมในหอยแมลงภู่ โดยแหล่งที่มาหลักของไมโครพลาสติกแบบเส้นใยและเส้นส่วนใหญ่มาจากอุปกรณ์ทำการประมงภายในพื้นที่ โดยจากรายงานก่อนหน้านี้นพบว่าในพื้นที่ที่มีการทำการประมง จะพบการสะสมของไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างเป็นเส้นใยปริมาณสูง (Mathalon & Hill, 2014) และมาจากเส้นใยจากเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มที่ปนเปื้อนมากับ น้ำทิ้งจากชุมชน กิจกรรมสันตนาการเช่นการพายเรือและกิจกรรมอื่นๆของมนุษย์ (Browne et al., 2011; Devriese et al., 2015; Mason et al., 2016; Murphy, Ewins, Carbonnier, & Quinn, 2016)

4.3 สีไมโครพลาสติกในหอยขม

สีของไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมจากการศึกษาครั้งนี้มีทั้งหมด 6 สีด้วยกันคือสีดำ, สีฟ้า, สีขาว, สีใส, สีแดง, สีเหลือง ซึ่งสีที่พบเหล่านี้มักเป็นสีทั่วไปของพลาสติกที่มีการใช้สอยในชีวิตประจำวัน (Ta & Babel, 2020) ทั้งนี้การพบการสะสมของไมโครพลาสติกหลากหลายสีนั้นอาจบ่งชี้ได้ว่า แหล่งที่มาหลักของการสะสมไมโครพลาสติกนั้นมีความหลากหลาย (Gallagher, Rees, Rowe, Stevens, & Wright, 2016) โดยสีของไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงที่สุดในหอยขมทั้งจากฤดูแล้งและฤดูฝนคือสีดำเช่นเดียวกับในตะกอนดินจากฤดูแล้ง โดยมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Xiong et al. (2019) ที่ศึกษาอิทธิพลของสีและคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาที่มีผลต่อการกลืนกินไมโครพลาสติกชนิดพอลิเอธิลีนในปลาทอง (*Carassius auratus*) พบว่าปลาทองจะกลืนกินไมโครพลาสติกที่มีสีเขียวเข้มหรือสีดำมากกว่าสีอื่นๆ แต่ในขณะเดียวกันการศึกษาในหอยน้ำจืดสองฝา สายพันธ์ Asian clams ที่ Taihu lake กลับพบว่าหอยมีการสะสมไมโครพลาสติกสีใสเป็นปริมาณ

สูง ในส่วนของหอยขมเป็นสัตว์หน้าดินประเภทหนึ่งที่มีรูปแบบการดำรงชีพโดยการกรองกิน โดยจะใช้ ฟันในการขูด แทะกินอาหารที่ตกตะกอนบริเวณพื้นท้องน้ำ ซึ่งจะมีขบวนการย่อยและดูดซึม อินทรีย์สารจากตะกอนเหล่านี้เข้าสู่ร่างกาย ทำให้พบไมโครพลาสติกที่มีสีดำเช่นเดียวกับที่พบสะสม เป็นปริมาณมากในตะกอนดิน โดยสีของไมโครพลาสติกที่พบอาจสะท้อนให้เห็นถึงการใช้งาน ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่มีสีนั้นๆ เป็นจำนวนมากได้

4.4 ขนาดไมโครพลาสติกในหอยขม

ขนาดของไมโครพลาสติกที่พบในหอยขมภายในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดของ ฤดูแล้งและฤดูฝน มีทั้งหมด 3 ขนาดด้วยกันได้แก่ ไมโครพลาสติกขนาดเล็ก (Small microplastics particles; SMP) ที่มีขนาด 101 ถึง 500 ไมโครเมตร, ไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตรและไมโคร พลาสติกขนาดใหญ่ (Large microplastics particles; LMP) ที่มีขนาด 1,001 ถึง 5,000 ไมโครเมตร โดยขนาดไมโครพลาสติกที่พบปริมาณสูงสุดในหอยขมของบึงบอระเพ็ดคือไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP) ที่มีขนาด 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตรทั้งในฤดูแล้งและ ฤดูฝน ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณที่พบในตะกอนดิน โดยมีผลการศึกษาที่ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Su et al. (2018) ; Su et al. (2016) ที่พบไมโครพลาสติกขนาด 100 ถึง 1,000 ไมโครเมตรเป็น ส่วนใหญ่ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในหอยแมลงภู่ของทะเลไอโอเนียนพบว่า ขนาดไมโคร พลาสติกที่พบส่วนใหญ่ของบึงบอระเพ็ดมีขนาดที่ใหญ่กว่าโดยขนาดของไมโครพลาสติกที่พบเฉลี่ยจะ อยู่ที่ 100 ถึง 500 ไมโครเมตร และน้อยกว่า 100 ไมโครเมตร (Digka et al., 2018) เช่นเดียวกับการ ศึกษาไมโครพลาสติกในหอยสองฝาของหลายภูมิภาคที่พบว่าขนาดของไมโครพลาสติกเฉลี่ย ส่วนใหญ่จะอยู่ที่น้อยกว่า 300 ไมโครเมตรลงไป (Naji, Nuri, & Vethaak, 2018; Phuong, Poirier, Pham, Lagarde, & Zalouk-Vergnoux, 2018; Van Cauwenberghes & Janssen, 2014; Vandermeersch et al., 2015) แต่ในขณะที่เดียวกันเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ De Witte et al. (2014) ; Qu, Su, Li, Liang, & Shi (2018) ; Renzi, Guerranti, & Blaskovic (2018) ; Rochman et al. (2015) ; Santana et al. (2016) กลับพบว่าขนาดของไมโครพลาสติกส่วนใหญ่ ที่พบในหอยขมจากการศึกษานี้มีขนาดเล็กกว่าไมโครพลาสติกที่พบในหอยจากการศึกษาดังกล่าว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไมโครพลาสติกที่มีขนาดใหญ่ (1,000 ไมโครเมตรขึ้นไป) โดยไมโครพลาสติกที่มีขนาดใหญ่กว่า 1,000 ไมโครเมตรขึ้นไปมักพบในการศึกษาที่ใช้วิธีการจำแนกด้วยตาเปล่าภายใต้ กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งปัจจัยทางกายภาพทั้งจากแสงแดด คลื่น ลม หรือแรงกระทำภายนอกอื่น ๆ รวมทั้งแหล่งที่มาของหลักของตัวพลาสติกล้วนเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อขนาดของไมโครพลาสติกที่พบ สะสมในสิ่งแวดล้อมด้วย อีกทั้งยังมีสาเหตุมาจากขนาดของอนุภาคที่มีการบริโภคในหอยชนิดต่าง ๆ และการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น ทั้งนี้สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่ จะมีเหงือกและ

ริมฝีปากที่ใหญ่กว่าซึ่งอาจส่งผลให้มีความเป็นไปได้ในการรับอนุภาคขนาดใหญ่กว่าสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก (Teng et al., 2019) รายละเอียดข้อมูลขนาดไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำ บึงบอระเพ็ดเปรียบเทียบกับการศึกษาในภูมิภาคอื่นแสดงดังตารางใน 40



ตาราง 40 แสดงการเปรียบเทียบขนาดไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดกับการศึกษาอื่น

พื้นที่	ชนิด/สายพันธุ์	ขนาดเฉลี่ยที่พบสูงสุด (ไมโครเมตร)	อ้างอิง
Corfu Island	Mussels	100 ถึง 500, <100	Dikga et al., 2018
ตอนเหนือของทะเลไอโอเนียน	(<i>Mytilus galloprovincialis</i>)		
ฟาร์มหอยแมลงภู่นิวซีแลนด์ ประเทศ	Mussels (<i>Mytilus edulis</i>),	5 ถึง 10, 16 ถึง 20	Van Cauwenberghe and Jenssen, 2014
เยอรมนี, เมือง Brittany ประเทศ ฝรั่งเศส	Oysters (<i>Crassostrea gigas</i>)		
Po estuary ประเทศอิตาลี,	Mussels (<i>Mytilus</i>	< 50	Van Cauwenberghe et al., 2015
Tagus estuary ประเทศโปรตุเกส,	<i>galloprovincialis</i>)		
Ebro estuary ประเทศสเปน			
Iranian coast อ่าวเปอร์เซีย	<i>Cerithidea cingulata</i> ,	10 ถึง 25	Naji et al., 2018
ตะวันออกเฉียงกลาง	<i>Thais mutabilis</i> ,		
	<i>Amiantis umbonella</i> ,		
	<i>Amiantis Purpuratus</i> ,		
	<i>Pinctada radiata</i> ,		

ตาราง 40 แสดงการเปรียบเทียบขนาดไมโครพลาสติกในหอยมจากพื้นที่ชุมชนน้ำบึงบอระเพ็ดกับการศึกษาอื่น (ต่อ)

พื้นที่	ชนิด/สายพันธุ์	ขนาดเฉลี่ยที่พบสูงสุด (ไมโครเมตร)	อ้างอิง
Atlantic coasts ประเทศฝรั่งเศส	Blue mussel (<i>Mytilus edulis</i>), Pacific oysters (<i>Crassostrea gigas</i>)	50 ถึง 100	Phuong et al., 2018
Belgian department stores ประเทศเบลเยียม	Blue mussels (<i>Mytilus edulis</i>), <i>M. galloprovincialis</i> , <i>M. edulis/galloprovincialis</i>	1,000 ถึง 1,500	Dewitte et al., 2014
Markets in Makassar ประเทศอินโดนีเซีย,	Pacific oysters (<i>Crassostrea gigas</i>)	ยาว 5,500 ± 5,800 กว้าง 20 ถึง 50	Rochman et al., 2015
Markets in California ประเทศสหรัฐอเมริกา	Mussels (<i>Perna perna</i>)	ประมาณ 5,000	Santana et al., 2016

ตาราง 40 แสดงการเปรียบเทียบขนาดไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดกับการศึกษาอื่น (ต่อ)

พื้นที่	ชนิด/สายพันธุ์	ขนาดเฉลี่ยที่พบสูงสุด (ไมโครเมตร)	อ้างอิง
Italian mariculture plants,	Mussels (<i>Mytilus</i>	เฉลี่ย 1,150 ถึง 2290	Renzi et al., 2018
Tuscany Talamone central	<i>galloprovincialis</i>)		
Tyrrhenian Sea ประเทศอิตาลี			
Northern and southern along	Mussels	250 ถึง 1,000	Qu et al., 2018
the coastal waters of China	(<i>Mytilus edulis</i> , <i>Perna viridis</i>)		
สาธารณรัฐประชาชนจีน			
Taihu Lake	Asian clams (<i>Corbicula</i>	100 ถึง 1,000	Su et al., 2016
สาธารณรัฐประชาชนจีน	<i>fluminea</i>)		
Yangtze River Basin	Asian clams	250 ถึง 1,000	Su et al., 2018
สาธารณรัฐประชาชนจีน			
Bueng Boraphet wetland	หอยขม (<i>Filopaludina</i>	501 ถึง 1,000	การศึกษาคั้งนี้
ประเทศไทย	<i>martensi martensi</i>)		

4.5 ชนิดพอลิเมอร์ไมโครพลาสติกในหอยขม

ชนิดของพอลิเมอร์ไมโครพลาสติกในหอยขมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง และฤดูฝน ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย FT - IR พบพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติก 7 ชนิดด้วยกันได้แก่ พอลิโพรไพลีน, พอลิเอธิลีน, พอลิเอธิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ, พอลิเอธิลีน เทเรพทาเลท, พอลิไวนิล คลอไรด์, พอลิเอสเธอร์ และเรยอน และเมื่อพิจารณาในเชิงพื้นที่แล้วพบว่า พื้นที่ชุ่มชื้นคือพื้นที่ที่พบชนิดพอลิเมอร์ของไมโครพลาสติกหลากหลายที่สุดในทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน สอดคล้องกับปริมาณไมโครพลาสติกที่พบ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่พบปริมาณการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสูงสุด และได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์อย่างหลากหลายโดยตรง พื้นที่ที่พบความหลากหลายของชนิดพอลิเมอร์รองลงมาคือพื้นที่ธรรมชาติ โดยพอลิเมอร์ที่พบคือพอลิเอธิลีนและพอลิเอสเธอร์ ทั้งนี้พอลิเอธิลีนมักถูกใช้เป็นวัสดุตั้งต้นในการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ใช้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน ส่วนพอลิเอสเธอร์เป็นเส้นใยสังเคราะห์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่ามีแหล่งที่มาจากพื้นที่ชุ่มชื้น แล้วแขวนลอยมากับมวลน้ำเข้าสู่พื้นที่ธรรมชาติ ทั้งนี้ตัวอย่างที่ส่งไปวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์จากพื้นที่เกษตรกรรมพบว่า เป็นพอลิเมอร์ที่ไม่ใช่พลาสติกทั้งหมด โดยพบว่ามีพอลิเมอร์เป็นเส้นใยธรรมชาติจากพืช และใยฝ้าย 90% โดยเส้นใยธรรมชาติจากพืช น่าจะมาจากพืชลอยน้ำที่เกาะกลุ่มอยู่ทั่วไปภายในพื้นที่ ส่วนใยฝ้ายน่าจะมาจากเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มที่ปนเปื้อนมากับน้ำทั้งจากพื้นที่ชุ่มชื้นและแขวนลอยมากับมวลน้ำก่อนตกตะกอนลงสู่พื้นที่เกษตรกรรม

ทั้งนี้พอลิโพรไพลีนคือพอลิเมอร์ที่พบในทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน ทั้งยังพบปริมาณสูงสุดในฤดูแล้ง โดยส่วนใหญ่จะมีแหล่งที่มาจากเชือกหรือตาข่ายสำหรับดักจับสัตว์น้ำ (Andrady, 2011; Li et al., 2016) ซึ่งบ่งชี้ได้ว่าแหล่งที่มาหลักของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยขมครั้งนี้คือไมโครพลาสติกชนิดทุติยภูมิ (secondary microplastic) เช่นเดียวกับในตะกอนดิน ทั้งนี้เรยอนคือชนิดพอลิเมอร์ที่พบการสะสมเฉพาะในหอยขมแต่ไม่พบการสะสมในตะกอนดินจากการศึกษาครั้งนี้ โดยเรยอนนั้นคือเส้นใยผ้ากึ่งสังเคราะห์ที่ทำมาจากเซลลูโลส (Jarmin, 1994) เป็นวัสดุที่มีราคาถูกและสามารถนำไปทอร่วมกับเส้นใยสังเคราะห์อื่นๆ ได้ ซึ่งถึงแม้ว่าเรยอนจะเป็นเส้นใยกึ่งสังเคราะห์ แต่เนื่องจากทำมาจากเส้นใยเซลลูโลสดังนั้นในทางเทคนิคจึงถือว่าไม่ใช่พลาสติก แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากไม่สามารถทำการจำแนกเรยอนออกจากไมโครพลาสติกชนิดอื่นๆ ได้ ภายใต้อุปกรณ์จุลทรรศน์ รวมถึงพอลิเมอร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างกระบวนการผลิต โดยการเติมสารเติมแต่งหรือสีย้อม (Qu, Su, Li, Liang, & Shi, 2018; Remy et al., 2015) ถึงแม้พอลิเมอร์กึ่งสังเคราะห์จะมีการย่อยสลายอย่างรวดเร็ว แต่หากสิ่งมีชีวิตบริโภคพอลิเมอร์เหล่านี้เข้าไปสามารถทำให้เกิดผลกระทบทางชีวภาพได้ (Halstead, Smith, Carter, Lay, & Johnston, 2018; Park, Kang, & Im, 2004) และเมื่อพิจารณาผลกระทบทางนิเวศวิทยาต่อทรัพยากรที่มีชีวิต

ในแหล่งน้ำ เรยอนจึงถูกรวมอยู่ในผลการวิเคราะห์พอลิเมอร์ชนิดที่เป็นพลาสติก (Peng et al., 2017) นอกจากนี้ในส่วนของตัวอย่างที่ถูกวิเคราะห์ว่าไม่ใช่ไมโครพลาสติกนั้นพบว่า เส้นใยธรรมชาติจากพืช (Cellulose powder) คือพอลิเมอร์ที่พบการสะสมในหอยขมทั้งตัวอย่างหอยขมจากฤดูแล้ง และฤดูฝนสูงสุด นอกจากนี้ยังพบพอลิเมอร์ที่ถูกวิเคราะห์ว่าไม่ใช่ไมโครพลาสติกเหมือนกับในฤดูแล้งคือ ใยฝ้าย 100% (cotton 100%) และใยฝ้าย 90% (cotton 90%) โดยในการศึกษานี้มีพอลิเมอร์ที่ไม่ใช่พลาสติกที่พบเฉพาะในหอยขมแต่ไม่พบในตะกอนดิน 2 ชนิดคือ อะมาโน โปรตีเอส (Amano Protease) และโคบอล สเตียเรท (Cobalt Sterate) โดยอะมาโน โปรตีเอสคือเอนไซม์ (enzyme) ที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการไฮโดรไลซ์โปรตีน (protein) ซึ่งเป็นพอลิเพปไทด์หรือพอลิเมอร์ของกรดอะมิโน (amino acid) ได้เป็นเพปไทด์ที่สายสั้นลง แหล่งที่มาส่วนใหญ่จะพบในระบบการย่อยอาหารของมนุษย์และสัตว์ โดยพบในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่า อะมาโน โปรตีเอสที่พบในการศึกษานี้จะมาจากเนื้อเยื่อกระเพาะอาหารของหอยที่ยังหลงเหลืออยู่จากการย่อยเนื้อเยื่อหอยด้วยกรดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือการทำ Wet Peroxide Oxidation; WPO ส่วนโคบอล สเตียเรทเป็นสารเติมแต่งพลาสติกชนิดหนึ่ง มีคุณสมบัติในการป้องกันการสึกกร่อน การเป็นสารประสาน (Bonding agent) นิยมใช้เป็นวัสดุผสมในอุตสาหกรรมการผลิตยางธรรมชาติ อุตสาหกรรมเหล็ก และใช้เป็นวัสดุเติมแต่งในสายยาง สายพาน จึงมีแนวโน้มว่าตัวอย่างชิ้นนั้นแท้จริงแล้วน่าจะเป็นพลาสติกเช่นเดียวกับกรณีของเอมีนและอีเธอร์ในตะกอนดิน รายละเอียดแหล่งที่มาของพอลิเมอร์ของตัวอย่างที่เป็นพลาสติก และไม่ใช่พลาสติกในหอยขม ดังแสดงในตาราง 41

ตาราง 41 แสดงแหล่งที่มาของพอลิเมอร์ไมโครพลาสติกในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

ตัวอย่าง	ชนิดพอลิเมอร์	แหล่งที่มา
พลาสติก	พอลิโพรไพลีน	อุปกรณ์ทำการประมง
	พอลิเอสเตอร์	เสื้อผ้า, เครื่องนุ่งห่ม
	พอลิเอธิลีน เทเรฟทาเลต	ขวดน้ำดื่ม, ซองอาหารขบเคี้ยว, ถาด, แผ่นฟิล์มออลูมิเนียมฟอยล์, เสื้อผ้า
	พอลิเอธิลีน	ท่อแก๊ส, ท่อน้ำ, แก้วพลาสติก, ฟิล์มบรรจุภัณฑ์
	พอลิเอธิลีน	ฟิล์มชนิดยืดหด, ขวดน้ำ, ฝาขวดน้ำ
	ชนิดความหนาแน่นต่ำ	
	พอลิไวนิล คลอไรด์	ฟิล์มชนิดยืดหด, ถาด, ขวดน้ำมันพืช
ไม่ใช่พลาสติก	เรยอน	เสื้อผ้า, เครื่องนุ่งห่ม
	ใยฝ้าย 100%	เสื้อผ้า, เครื่องนุ่งห่ม
	ใยฝ้าย 90%	
	อะมานो โพรตีเอส	ระบบการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต
	เส้นใยธรรมชาติจากพืช	พืชต่างๆ
	โคบอล สเตียเรท	ยาง, เหล็ก, สายยาง, สายพาน

จากการศึกษาโดยภาพรวมของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยขมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดนั้น จะเห็นได้ว่าไมโครพลาสติกมีปริมาณการสะสมสูงสุดในหอยขมจากบริเวณพื้นที่ชุ่มชนเช่นเดียวกับในตะกอนดิน สะท้อนให้เห็นได้ว่าอิทธิพลหลักที่ส่งผลต่อปริมาณไมโครพลาสติกในหอยขมคือกิจกรรมมนุษย์เช่นเดียวกับในตะกอนดิน และชี้ให้เห็นได้ว่าหอยขมมีลักษณะการดำรงชีพแบบครูดกิน คือลงไปกินอาหารที่ตกตะกอนอยู่บริเวณตะกอนดิน ได้รับสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ผ่านแหล่งที่อยู่อาศัยมากกว่าการกรองกินผ่านมวน้ำ และเมื่อจำแนกไมโครพลาสติกที่พบตามลักษณะพื้นฐานวิทยาได้แก่ รูปร่าง สี และขนาดพบว่า ไมโครพลาสติกที่พบส่วนใหญ่มีรูปร่างแบบเส้นใย ซึ่งส่วนมากมักมีแหล่งกำเนิดจากการแตกหัก ย่อยสลายของพลาสติกที่มีขนาดใหญ่ จนกลายมาเป็นเส้นใยของพลาสติกที่มีขนาดเล็กลง ทั้งนี้อาจมีต้นกำเนิดได้หลายแหล่ง ทั้งจากเส้นใยสังเคราะห์จากเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม ที่ปนเปื้อนมากับน้ำทั้งจากชุมชน และการแตกหัก สูญหายของอุปกรณ์ทำการประมงภายในพื้นที่ และจากการจำแนกขนาดของไมโครพลาสติกยังพบว่าไมโครพลาสติกที่พบส่วนใหญ่เป็นไมโครพลาสติกขนาดกลาง (Medium microplastics particles; MMP)

คือมีขนาดตั้งแต่ 501 ถึง 1,000 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นช่วงขนาดที่พบการสะสมในหลายการศึกษาในสัตว์ประเภทหอย นอกจากนี้ไมโครพลาสติกที่พบส่วนใหญ่ นั้นพบว่า เป็นพลาสติกประเภทพอลิโพรไพลีนเป็นส่วนใหญ่ เช่นเดียวกับในตะกอนดิน โดยพอลิโพรไพลีนที่พบการสะสมในหอยขมนั้น จะมาจากการแตกหัก หรือสูญหายของอุปกรณ์ทำการประมงเช่น อวน แห หรือลอบในพื้นที่เป็นหลัก เนื่องจากรูปร่างที่พบส่วนใหญ่เป็นไมโครพลาสติกประเภทเส้นใย ไม่ได้มีรูปร่างแบบแผ่นซึ่งมักจะมีแหล่งที่มาจากพวกกล่อง หรือถุงพลาสติก ทำให้บ่งชี้ได้ว่าแหล่งที่มาหลักของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยขมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดนั้น มาจากการแตกหักย่อยสลายของพลาสติกขนาดใหญ่จนกลายมาเป็นไมโครพลาสติก หรือไมโครพลาสติกชนิดทุติยภูมิเช่นเดียวกับในตะกอนดิน ด้านสีของไมโครพลาสติกที่ส่วนใหญ่พบนั้นเป็นไมโครพลาสติกสีดำ ทั้งนี้ปัจจัยด้านสีนั้นถือว่ามีความสำคัญต่อการสะสมไมโครพลาสติกในสิ่งมีชีวิตเนื่องจากเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกกินของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะในสิ่งมีชีวิตที่มีประสาทการรับรู้ภาพและสี โดยสัตว์จะเลือกกินพลาสติกที่มีสีคล้ายเหยื่อของสัตว์ชนิดนั้น (เพ็ญศิริ เอกจิตต์ และสิริวรรณ รวมแก้ว, 2562) ซึ่งอาหารของหอยขมโดยทั่วไปคือพวกตะไคร่น้ำ และสารอินทรีย์ต่างๆ ที่เป็นตะกอนในดินโคลน ซึ่งมีลักษณะสีเข้มหรือสีคล้ำ ทั้งนี้หอยขมอาจบริโภคพลาสติกที่มีสีดำหรือสีเข้มเหล่านี้เข้าไป เนื่องจากเข้าใจผิดว่าเป็นอาหาร จึงอาจเป็นเหตุผลให้พบไมโครพลาสติกสีดำในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดเป็นปริมาณสูง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อกำหนดค่าเกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำต่างๆ รวมทั้งในสิ่งมีชีวิต เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์ และประเมินระดับการปนเปื้อนไมโครพลาสติกได้
2. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สามารถก่อให้เกิดการรณรงค์ หรือแนวทางปฏิบัติเพื่อการลดใช้พลาสติกภายในพื้นที่ได้เช่น ชุมชนมีความตระหนักถึงปัญหาการปนเปื้อนไมโครพลาสติก จนนำไปสู่การรณรงค์เพื่อลดปริมาณขยะพลาสติกภายในพื้นที่ หรือมีกำหนดกิจกรรมต่างๆ เพื่อรณรงค์ให้เกิดการลดปริมาณการใช้วัสดุพลาสติก และมีวิธีในการจัดการขยะพลาสติกได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ข้อมูลการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยขม ทำให้ผู้บริโภคมีความตระหนัก และระวังในการบริโภคสัตว์น้ำจากภายในพื้นที่ ที่อาจจะนำไปสู่ปัญหาสุขภาพในภายหน้าได้
4. ในขั้นตอนการศึกษาชนิดพอลิเมอร์ของตัวอย่าง สัดส่วนของตัวอย่างที่สุ่มวิเคราะห์ควรมีปริมาณมากพอที่จะเป็นตัวแทนของตัวอย่างทั้งหมด เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำสูง
5. เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีขั้นตอนในการเตรียมและวิเคราะห์ตัวอย่างสำหรับไมโครพลาสติกที่เป็นมาตรฐานเฉพาะด้าน ดังนั้นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับไมโครพลาสติกควรเลือกใช้วิธีการที่ทันสมัย สอดคล้องและเหมาะสมกับตัวอย่างที่จะทำการศึกษา ซึ่งจะทำได้ผลการศึกษาที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น
6. ในขั้นตอนการศึกษา โดยเฉพาะขั้นตอนการวิเคราะห์ชนิดพอลิเมอร์ของตัวอย่าง ควรใช้เครื่องมือหรือเทคนิควิเคราะห์ที่มีความแม่นยำสูง เพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่ถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือ
7. ในอนาคตควรมีการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อกำหนดวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในตัวอย่างประเภทต่างๆ ซึ่งจะทำให้ผลการศึกษาเป็นไปในมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีวิธีการที่เป็นมาตรฐานสากลในการปฏิบัติ

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2545. **ดินตะกอน**. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ณัฐธิดา คลังกลาง และเรวดี โรจนกนันท์. (2554). การใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน เพื่อเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยการประยุกต์ใช้ Belgian Biotic Index (BBI) กรณีศึกษาลำน้ำใกล้โรงงานผลิตน้ำมันปาล์มใน อำเภอนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี. **การนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาครั้งที่ 12** วันที่ 28 มกราคม 2554 ณ อาคารวิทยาลัยการปกครองท้องถิ่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 765-773.
- ทศวลี ผึ้งศรีใส. (2553). **ทัศนคติของประชาชนที่อาศัยอยู่รอบบึงบอระเพ็ดต่อการประกาศขึ้นทะเบียนเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ.
- ประวิทย์ ไชยคง. (2563). **คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งทะเล**. สืบค้นจาก <https://sites.google.com/site/prawitchaikong/content5>
- ปศุสัตว์ดอทคอม. (2562). **หอยขมและการเลี้ยงหอยขม**. สืบค้นจาก <http://pasusat.com/หอยขม>
- ปิณฑิพย์ ธาระมนต์, สุหทัย ไพรสานต์กุล และนภาพร เลียดประถม. (2559). การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในหอยสองฝาบริเวณชายหาดเจ้าหลาวและชายหาดคู้งวิมาน จังหวัดจันทบุรี. **แก่นเกษตร**, 44 ฉบับพิเศษ1, 739-744.
- เพ็ญศิริ เอกจิตต์ และสิริวรรณ รวมแก้ว (2562). ขยะไมโครพลาสติกบริเวณชายหาดฝั่งตะวันตก จังหวัดภูเก็ต. **วารสารสิ่งแวดล้อม**, ปีที่ 23 (ฉบับที่ 2).
- วงศ์ศิริ เข้มสวัสดิ์. (2559). ไมโครพลาสติก: จากเครื่องสำอางสู่สารปนเปื้อนในอาหาร. **วารสารพิษวิทยาไทย**, 31(1), 50-61.
- ศุภิพร แสงกระจ่าง, ปัทมา พลอยสว่าง และปริญดา พรหมหิตาธร. (2556). ผลกระทบของพลาสติกต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม. **วารสารพิษวิทยาไทย**, 28(1), 39-50.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา. (2557). **รายงานฉบับสมบูรณ์เรื่อง การสำรวจและจำแนกตัวอย่างขยะทะเลประเภทไมโครพลาสติก**. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2546). **ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด**. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม: กรุงเทพฯ.
- สุดา อธิธิสุภรณ์รัตน์. (2559). ไมโครพลาสติกในทะเล. **Green Research**, 33, 21-24.

อังศุณีย์ ชุณหะปราณ, นิคม ละอองศิริวงศ์ และชัชวาล อินทรมนตรี. (2542). **ชีววิทยาบางประการของกุ้งหัวมันในทะเลสาบสงขลาและบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดสงขลา**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2542. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง.

Alam, F. C., Sembiring, E., Muntalif, B. S., & Suendo, V. (2019). Microplastic distribution in surface water and sediment river around slum and industrial area (case study: Ciwalengke River, Majalaya district, Indonesia). **Chemosphere**, 224, 637-645.

Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. **Mar Pollut Bull**, 62(8), 1596-1605.

Arthur, C., Baker, J., & Bamford, H. (2009). **Fate of Plastics Debris in the Marine Environment**. Paper presented at the Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris, September 9-11, 2008

Bagaev, A., Mizyuk, A., Khatmullina, L., Isachenko, I., & Chubarenko, I. (2017). Anthropogenic fibres in the Baltic Sea water column: Field data, laboratory and numerical testing of their motion. **Sci Total Environ**, 599-600, 560-571.

Ballent, A., Corcoran, P. L., Madden, O., Helm, P. A., & Longstaffe, F. J. (2016). Sources and sinks of microplastics in Canadian Lake Ontario nearshore, tributary and beach sediments. **Mar Pollut Bull**, 110(1), 383-395.

Barnes, D. K., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci**, 364(1526), 1985-1998.

Berglund, E., Fogelberg, V., Nilsson, P. A., & Hollander, J. (2019). Microplastics in a freshwater mussel (*Anodonta anatina*) in Northern Europe. **Science of The Total Environment**, 697, 134192.

Brien, S. (2007). **Vinyls Industry Update**. Presentation at the World Vinyl Forum 2007, Sept. 2007. Retrieved from <http://vinyl-institute.com/Publication/WorldVinylForumIII/VinylIndustryUpdate.aspx>.

- Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, R. (2011). Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. **Environ Sci Technol**, 45(21), 9175-9179.
- Browne, M. A., Dissanayake, A., Galloway, T. S., Lowe, D. M., & Thompson, R. C. (2008). Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus edulis* (L.). **Environ Sci Technol**, 42, 5026-5031.
- Browne, M. A., Galloway, T. S., & Thompson, R. C. (2007). Microplastic-an emerging contaminant of potential concern? **Integrated environmental assessment and management**, 3(4), 559-561.
- Browne, M. A., Galloway, T. S., & Thompson, R. C. (2010). Spatial Patterns of Plastic Debris along Estuarine Shorelines. **Environ Sci Technol**, 44(9), 3404-3409.
- Cai, L., Wang, J., Peng, J., Tan, Z., Zhan, Z., Tan, X., & Chen, Q. (2017). Characteristic of microplastics in the atmospheric fallout from Dongguan city, China: preliminary research and first evidence. **Environ Sci Pollut Res Int**, 24(32), 24928-24935.
- Cho, Y., Shim, W. J., Jang, M., Han, G. M., & Hong, S. H. (2019). Abundance and characteristics of microplastics in market bivalves from South Korea. **Environ Pollut**, 245, 1107-1116.
- Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., Goodhead, R., Moger, J., & Galloway, T. S. (2013). Microplastic ingestion by zooplankton. **Environ Sci Technol**, 47(12), 6646-6655.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. **Mar Pollut Bull**, 62(12), 2588-2597.
- Cole, M., Webb, H., Lindeque, P. K., Fileman, E. S., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2014). Isolation of microplastics in biota-rich seawater samples and marine organisms. **Sci Rep**, 4, 4528.
- Cooper, D. A., & Corcoran, P. L. (2010). Effects of mechanical and chemical processes on the degradation of plastic beach debris on the island of Kauai, Hawaii. **Mar Pollut Bull**, 60(5), 650-654.

- Crew, A., Gregory-Eaves, I., & Ricciardi, A. (2020). Distribution, abundance, and diversity of microplastics in the upper St. Lawrence River. **Environ Pollut**, 260, 113994.
- Devriese, L. I., van der Meulen, M. D., Maes, T., Bekaert, K., Paul-Pont, I., Frere, L., . . . Vethaak, A. D. (2015). Microplastic contamination in brown shrimp (*Crangon crangon*, Linnaeus 1758) from coastal waters of the Southern North Sea and Channel area. **Mar Pollut Bull**, 98(1-2), 179-187.
- De Witte, B., Devriese, L., Bekaert, K., Hoffman, S., Vandermeersch, G., Cooreman, K., & Robbens, J. (2014). Quality assessment of the blue mussel (*Mytilus edulis*): comparison between commercial and wild types. **Mar Pollut Bull**, 85(1), 146-155.
- Digka, N., Tsangaris, C., Torre, M., Anastasopoulou, A., & Zeri, C. (2018). Microplastics in mussels and fish from the Northern Ionian Sea. **Mar Pollut Bull**, 135, 30-40.
- Doyle, M. J., Watson, W., Bowlin, N. M., & Sheavly, S. B. (2011). Plastic particles in coastal pelagic ecosystems of the Northeast Pacific ocean. **Mar Environ Res**, 71(1), 41-52.
- Driedger, A. G. J., Dürr, H. H., Mitchell, K., & Van Cappellen, P. (2015). Plastic debris in the Laurentian Great Lakes: A review. **Journal of Great Lakes Research**, 41(1), 9-19.
- Dris, R., Gasperi, J., Rocher, V., Saad, M., Renault, N., & Tassin, B. (2015). Microplastic contamination in an urban area: a case study in Greater Paris. **Environ Chem**, 12, 592-599.
- Free, C. M., Jensen, O. P., Mason, S. A., Eriksen, M., Williamson, N. J., & Boldgiv, B. (2014). High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. **Mar Pollut Bull**, 85(1), 156-163.
- Fries, E., Dekiff, J. H., Willmeyer, J., Nuelle, M. T., Ebert, M., & Remy, D. (2013). Identification of polymer types and additives in marine microplastic particles using pyrolysis-GC/MS and scanning electron microscopy. **Environ Sci Process Impacts**, 15(10), 1949-1956.
- Gallagher, A., Rees, A., Rowe, R., Stevens, J., & Wright, P. (2016). Microplastics in the Solent estuarine complex, UK: An initial assessment. **Mar Pollut Bull**, 102(2), 243-249.

- Gasprei, J., Dris, R., Rocher, V., & Tassin, B. (2015). Microplastics in the continental area: an emerging challenge. **The Norman Network Bulletin**, 4, 18-19.
- Halstead, J. E., Smith, J. A., Carter, E. A., Lay, P. A., & Johnston, E. L. (2018). Assessment tools for microplastics and natural fibres ingested by fish in an urbanised estuary. **Environ Pollut**, 234, 552-561.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., & Thiel, M. (2012). Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. **Environ Sci Technol**, 46(6), 3060-3075.
- Horton, A. A., Svendsen, C., Williams, R. J., Spurgeon, D. J., & Lahive, E. (2017). Large microplastic particles in sediments of tributaries of the River Thames, UK - Abundance, sources and methods for effective quantification. **Mar Pollut Bull**, 114(1), 218-226.
- Imhof, H. K., Schmid, J., Niessner, R., Ivleva, N. P., & Laforsch, C. (2012). A novel, highly efficient method for the separation and quantification of plastic particles in sediments of aquatic environments. **Limnology and Oceanography: Methods**, 10(7), 524-537.
- Ivar do Sul, J. A., & Costa, M. F. (2014). The present and future of microplastic pollution in the marine environment. **Environ Pollut**, 185, 352-364.
- Jarmin, R. S. (1994). Learning by Doing and Competition in the Early Rayon Industry. **The RAND Journal of Economics**, 25(No. 3), 441-454.
- Keisling, C., Harris, R. D., Blaze, J., Coffin, J., & Byers, J. E. (2020). Low concentrations and low spatial variability of marine microplastics in oysters (*Crassostrea virginica*) in a rural Georgia estuary. **Mar Pollut Bull**, 150, 110672.
- Kershaw, P. J., & Rochman, C. M. (2015). **Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part 2 of a global assessment**. Reports and Studies-IMO/FAO/Unesco-IOC/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP) Eng No. 93.
- Klein, S., Worch, E., & Knepper, T. P. (2015). Occurrence and Spatial Distribution of Microplastics in River Shore Sediments of the Rhine-Main Area in Germany. **Environ Sci Technol**, 49(10), 6070-6076.

- Leslie, H. A. (2014). Review of microplastics in cosmetics. **IVM Institute for Environmental Studies**, 476, 1-33.
- Leslie, H. A., Van Velzen, M. J. M., & Vethaak, A. D. (2013). **Microplastic survey of the Dutch environment**. Novel data set of microplastics in North Sea sediments, treated wastewater effluents and marine biota, The Netherlands.
- Li, J., Qu, X., Su, L., Zhang, W., Yang, D., Kolandhasamy, P., . . . Shi, H. (2016). Microplastics in mussels along the coastal waters of China. **Environ Pollut**, 214, 177-184.
- Li, J., Yang, D., Li, L., Jabeen, K., & Shi, H. (2015). Microplastics in commercial bivalves from China. **Environ Pollut**, 207, 190-195.
- Liebezeit, G., & Dubaish, F. (2012). Microplastics in beaches of the East Frisian islands Spiekeroog and Kachelotplate. **Bull Environ Contam Toxicol**, 89(1), 213-217.
- Lönnstedt, O. M., & Peter Eklöv, P. (2016). Environmentally relevant concentrations of microplastics particles influence larval fish ecology. **Science**, 325(6290), 1213-1216.
- Lusher, A. L., McHugh, M., & Thompson, R. C. (2013). Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. **Mar Pollut Bull**, 67(1-2), 94-99.
- Mason, S. A., Garneau, D., Sutton, R., Chu, Y., Ehmann, K., Barnes, J., . . . Rogers, D. L. (2016). Microplastic pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent. **Environ Pollut**, 218, 1045-1054.
- Masura, J., Baker, J., Foster, G., Herring, C. A. C., & Editor, T. (2015). **Laboratory Methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments**. NOAA Technical Memorandum NOS-OR & R-48.
- Mathalon, A., & Hill, P. (2014). Microplastic fibers in the intertidal ecosystem surrounding Halifax Harbor, Nova Scotia. **Mar Pollut Bull**, 81(1), 69-79.
- McDermid, K. J., & McMullen, T. L. (2004). Quantitative analysis of small-plastic debris on beaches in the Hawaiian Archipelago. **Mar Pollut Bull**, 48(7-8), 790-794.
- Moore, C. J. (2008). Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. **Environ Res**, 108(2), 131-139.

- Moore, J. M., Bogomolni, A., Bowman, R., Hamilton, K. P., Harry, T. C., Knowlton, R. A., . . . Touhey, K. (2006). **Fatally entangled right whales can die extremely slowly**. Paper presented at the OCEANS 2006.
- Moret-Ferguson, S., Law, K. L., Proskurowski, G., Murphy, E. K., Peacock, E. E., & Reddy, C. M. (2010). The size, mass, and composition of plastic debris in the western North Atlantic Ocean. **Mar Pollut Bull**, 60(10), 1873-1878.
- Murphy, F., Ewins, C., Carbonnier, F., & Quinn, B. (2016). Wastewater Treatment Works (WwTW) as a Source of Microplastics in the Aquatic Environment. **Environ Sci Technol**, 50(11), 5800-5808.
- Naji, A., Nuri, M., & Vethaak, A. D. (2018). Microplastics contamination in molluscs from the northern part of the Persian Gulf. **Environ Pollut**, 235, 113-120.
- Napper, I. E., & Thompson, R. C. (2016). Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions. **Mar Pollut Bull**, 112(1-2), 39-45.
- Netpae, T. (2009). **Bioaccumulation and DNA damage induced by copper and lead in asian clams (Corbicula sp.) from BUNG BORAPHET Nakorn Sawan Province, Thailand**. (Doctoral dissertation, Chiang Mai University).
- Nor, N. H., & Obbard, J. P. (2014). Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems. **Mar Pollut Bull**, 79(1-2), 278-283.
- Sweden, K. I. M. O. (2007). **Small plastic particles in Coastal Swedish waters**. N-Research Report. commissioned by KIMO Sweden (Submitted to BDC).
- Nuelle, M. T., Dekiff, J. H., Remy, D., & Fries, E. (2014). A new analytical approach for monitoring microplastics in marine sediments. **Environ Pollut**, 184, 161-169.
- Park, C. H., Kang, Y. K., & Im, S. S. (2004). Biodegradability of cellulose fabrics. **Journal of Applied Polymer Science**, 94(1), 248-253.
- Patterson, J., Jeyasanta, K. I., Sathish, N., Booth, A. M., & Edward, J. K. P. (2019). Profiling microplastics in the Indian edible oyster, *Magallana bilineata* collected from the Tuticorin coast, Gulf of Mannar, Southeastern India. **Sci Total Environ**, 691, 727-735.

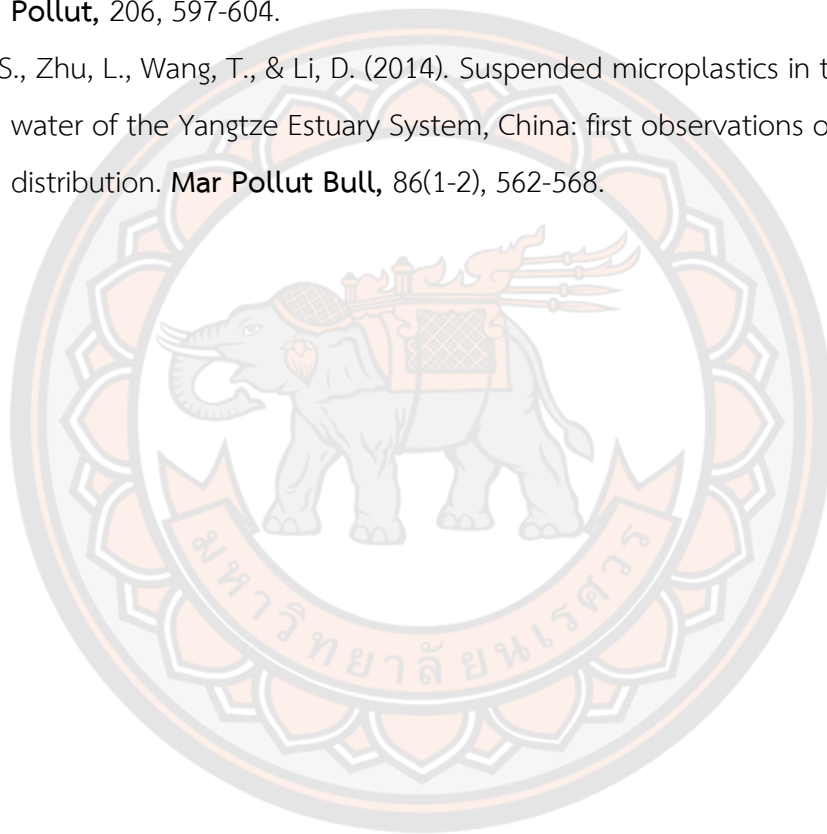
- Peng, G., Xu, P., Zhu, B., Bai, M., & Li, D. (2018). Microplastics in freshwater river sediments in Shanghai, China: A case study of risk assessment in mega-cities. **Environ Pollut**, 234, 448-456.
- Peng, G., Zhu, B., Yang, D., Su, L., Shi, H., & Li, D. (2017). Microplastics in sediments of the Changjiang Estuary, China. **Environ Pollut**, 225, 283-290.
- Phillips, M. B., & Bonner, T. H. (2015). Occurrence and amount of microplastic ingested by fishes in watersheds of the Gulf of Mexico. **Mar Pollut Bull**, 100(1), 264-269.
- Phuong, N. N., Poirier, L., Pham, Q. T., Lagarde, F., & Zalouk-Vergnoux, A. (2018). Factors influencing the microplastic contamination of bivalves from the French Atlantic coast: Location, season and/or mode of life? **Mar Pollut Bull**, 129(2), 664-674.
- Plastics Europe. (2015). **Plastics-the Facts 2015, an Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data**. Brussels, Belgium.
- Qiu, Q., Tan, Z., Wang, J., Peng, J., Li, M., & Zhan, Z. (2016). Extraction, enumeration and identification methods for monitoring microplastics in the environment. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 176, 102-109.
- Qu, X., Su, L., Li, H., Liang, M., & Shi, H. (2018). Assessing the relationship between the abundance and properties of microplastics in water and in mussels. **Sci Total Environ**, 621, 679-686.
- Remy, F., Collard, F., Gilbert, B., Compere, P., Eppe, G., & Lepoint, G. (2015). When Microplastic Is Not Plastic: The Ingestion of Artificial Cellulose Fibers by Macrofauna Living in Seagrass Macrophytodebris. **Environ Sci Technol**, 49(18), 11158-11166.
- Renzi, M., Guerranti, C., & Blaskovic, A. (2018). Microplastic contents from maricultured and natural mussels. **Mar Pollut Bull**, 131(Pt A), 248-251.
- Rillig, M. C. (2012). Microplastic in terrestrial ecosystems and the soil? **Environ Sci Technol**, 46(12), 6453-6454.
- Robbins, J. (2007). **Structure and dynamics of the Gulf of Maine humpback whale population** (Doctoral dissertation, University of St Andrews).

- Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., . . . Teh, S. J. (2015). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. **Sci Rep**, 5, 14340.
- Santana, M. F., Ascer, L. G., Custodio, M. R., Moreira, F. T., & Turra, A. (2016). Microplastic contamination in natural mussel beds from a Brazilian urbanized coastal region: Rapid evaluation through bioassessment. **Mar Pollut Bull**, 106(1-2), 183-189.
- Shruti, V. C., Jonathan, M. P., Rodriguez-Espinosa, P. F., & Rodriguez-Gonzalez, F. (2019). Microplastics in freshwater sediments of Atoyac River basin, Puebla City, Mexico. **Sci Total Environ**, 654, 154-163.
- Silva, A. B., Bastos, A. S., Justino, C. I. L., da Costa, J. P., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. A. P. (2018). Microplastics in the environment: Challenges in analytical chemistry - A review. **Anal Chim Acta**, 1017, 1-19.
- Sruthy, S., & Ramasamy, E. V. (2017). Microplastic pollution in Vembanad Lake, Kerala, India: The first report of microplastics in lake and estuarine sediments in India. **Environ Pollut**, 222, 315-322.
- Stolte, A., Forster, S., Gerdt, G., & Schubert, H. (2015). Microplastic concentrations in beach sediments along the German Baltic coast. **Mar Pollut Bull**, 99(1-2), 216-229.
- Su, L., Cai, H., Kolandhasamy, P., Wu, C., Rochman, C. M., & Shi, H. (2018). Using the Asian clam as an indicator of microplastic pollution in freshwater ecosystems. **Environ Pollut**, 234, 347-355.
- Su, L., Xue, Y., Li, L., Yang, D., Kolandhasamy, P., Li, D., & Shi, H. (2016). Microplastics in Taihu Lake, China. **Environ Pollut**, 216, 711-719.
- Sussarellu, R., Suquet, M., Thomas, Y., Lambert, C., Fabioux, C., Pernet, M. E. J., ... & Corporeau, C. (2016). Oyster reproduction is affected by exposure to polystyrene microplastics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 113(9), 2430-2435.
- Ta, A. T., & Babel, S. (2020). Microplastic contamination on the lower Chao Phraya: Abundance, characteristic and interaction with heavy metals. **Chemosphere**, 127234.

- Tagg, A. S., Sapp, M., Harrison, J. P., & Ojeda, J. J. (2015). Identification and Quantification of Microplastics in Wastewater Using Focal Plane Array-Based Reflectance Micro-FT-IR Imaging. **Anal Chem**, 87(12), 6032-6040.
- Talvitie, J., Heinonen, M., Paakkonen, J. P., Vahtera, E., Mikola, A., Setälä, O., & Vahala, R. (2015). Do wastewater treatment plants act as a potential point source of microplastics? Preliminary study in the coastal Gulf of Finland, Baltic Sea. **Water Sci Technol**, 72(9), 1495-1504.
- Teng, J., Wang, Q., Ran, W., Wu, D., Liu, Y., Sun, S., ... & Zhao, J. (2019). Microplastic in cultured oysters from different coastal areas of China. **Science of The Total Environment**, 653, 1282-1292.
- 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. **Mar Pollut Bull**, 124(1), 349-355.
- Tsang, Y. Y., Mak, C. W., Liebich, C., Lam, S. W., Sze, E. T., & Chan, K. M. (2017). Microplastic pollution in the marine waters and sediments of Hong Kong. **Mar Pollut Bull**, 115(1-2), 20-28.
- Van Cauwenberghe, L., & Janssen, C. R. (2014). Microplastics in bivalves cultured for human consumption. **Environ Pollut**, 193, 65-70.
- Vandermeersch, G., Van Cauwenberghe, L., Janssen, C. R., Marques, A., Granby, K., Fait, G., . . . Devriese, L. (2015). A critical view on microplastic quantification in aquatic organisms. **Environ Res**, 143(Pt B), 46-55.
- Vianello, A., Boldrin, A., Guerriero, P., Moschino, V., Rella, R., Sturaro, A., & Da Ros, L. (2013). Microplastic particles in sediments of Lagoon of Venice, Italy: First observations on occurrence, spatial patterns and identification. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 130, 54-61.
- Wagner, M., & Lambert, S. (2018). Freshwater microplastics: emerging environmental contaminants?. **Springer Nature**.
- Wagner, M., Scherer, C., Alvarez-Munoz, D., Brennholt, N., Bourrain, X., Buchinger, S., . . . Marti, T. (2014). Microplastics in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know. **Environ Sci Eur**, 26, 1-9.

- Walkley, A. and Black I.A. Black (1947). Chromic acid titration method for determination of soil organic matter. **Soil. Sci. Amer. Proc.** 63:257.
- Wang, W., Ndungu, A. W., Li, Z., & Wang, J. (2017). Microplastics pollution in inland freshwaters of China: A case study in urban surface waters of Wuhan, China. **Sci Total Environ**, 575, 1369-1374.
- Wang, W., Yuan, W., Chen, Y., & Wang, J. (2018). Microplastics in surface waters of Dongting Lake and Hong Lake, China. **Sci Total Environ**, 633, 539-545.
- Wessel, C. C., Lockridge, G. R., Battiste, D., & Cebrian, J. (2016). Abundance and characteristics of microplastics in beach sediments: insights into microplastic accumulation in northern Gulf of Mexico estuaries. **Marine Pollution Bulletin**, 109(1), 178-183.
- Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. **Environ Pollut**, 178, 483-492.
- Wu, P., Tang, Y., Dang, M., Wang, S., Jin, H., Liu, Y., . . . Cai, Z. (2020). Spatial-temporal distribution of microplastics in surface water and sediments of Maozhou River within Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. **Sci Total Environ**, 717, 135187.
- Xiong, X., Tu, Y., Chen, X., Jiang, X., Shi, H., Wu, C., & Elser, J. J. (2019). Ingestion and egestion of polyethylene microplastics by goldfish (*Carassius auratus*): influence of color and morphological features. **Heliyon**, 5(12), e03063.
- Yan, M., Nie, H., Xu, K., He, Y., Hu, Y., Huang, Y., & Wang, J. (2019). Microplastic abundance, distribution and composition in the Pearl River along Guangzhou city and Pearl River estuary, China. **Chemosphere**, 217, 879-886.
- Yonkos, L. T., Friedel, E. A., Perez-Reyes, A. C., Ghosal, S., & Arthur, C. D. (2014). Microplastics in four estuarine rivers in the Chesapeake Bay, USA. **Environmental science & technology**, 48(24), 14195-14202.
- Yuan, W., Liu, X., Wang, W., Di, M., & Wang, J. (2019). Microplastic abundance, distribution and composition in water, sediments, and wild fish from Poyang Lake, China. **Ecotoxicol Environ Saf**, 170, 180-187.

- Zhang, L., Steinmaus, C., Eastmond, D. A., Xin, X. K., & Smith, M. T. (2009). Formaldehyde exposure and leukemia: a new meta-analysis and potential mechanisms. **Mutat Res**, 681(2-3), 150-168.
- Zhao, S., Wang, T., Zhu, L., Xu, P., Wang, X., Gao, L., & Li, D. (2019). Analysis of suspended microplastics in the Changjiang Estuary: Implications for riverine plastic load to the ocean. **Water Res**, 161, 560-569.
- Zhao, S., Zhu, L., & Li, D. (2015). Microplastic in three urban estuaries, China. **Environ Pollut**, 206, 597-604.
- Zhao, S., Zhu, L., Wang, T., & Li, D. (2014). Suspended microplastics in the surface water of the Yangtze Estuary System, China: first observations on occurrence, distribution. **Mar Pollut Bull**, 86(1-2), 562-568.





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การคำนวณผลการศึกษา

การวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids; TSS)

$$\text{ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (มก./ล.)} = \frac{(A-B) \times 10^6}{\text{Volume (mL)}}$$

เมื่อ A = น้ำหนักของกระดาษกรองและของแข็งแขวนลอยในตัวอย่าง (กรัม)

B = น้ำหนักของกระดาษกรอง (กรัม)

จากการเก็บตัวอย่างในฤดูแล้งครั้งที่ 1 (วันที่ 29 มีนาคม 2562) สถานีที่ 1

$$\begin{aligned} \text{ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (มก./ล.)} &= \frac{(0.3717 - 0.3683) \times 10^6}{100} \\ &= 34 \end{aligned}$$

การวิเคราะห์หาเนื้อดิน (Soil Texture) โดยวิธีไฮโดรมิเตอร์

ใช้สูตร $(R_s - R_b) + 0.36 (T_s - T_b) \times 100$

เมื่อ R_s = ค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ของ sample

R_b = ค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ของ blank

T_s = ค่าอุณหภูมิของ sample

T_b = ค่าอุณหภูมิของ blank

โดยที่ เปอร์เซ็นต์ของ (silt + clay) = ผลที่ได้ในครั้งแรก (40 วินาที)

เปอร์เซ็นต์ของ clay = ผลที่ได้ในครั้งที่สอง (2 ชั่วโมง)

เปอร์เซ็นต์ของ silt = เปอร์เซ็นต์ของ (silt + clay) - เปอร์เซ็นต์ของ clay

เปอร์เซ็นต์ของ sand = $100 - (\text{silt} + \text{clay})$

จากการเก็บตัวอย่างในฤดูแล้งครั้งที่ 1 (วันที่ 29 มีนาคม 2562) สถานีที่ 1

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์ของ silt+clay} &= \frac{[(34-4) + 0.36(30.5-28)] \times 100}{47.8115} \\ &= 64.6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์ของ clay} &= \frac{[(20-4) + 0.36(29-28)] \times 100}{47.8115} \\ &= 34.2 \end{aligned}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของ silt} = 64.6 - 34.2$$

$$\begin{aligned}
 &= 30.4 \\
 \text{เปอร์เซ็นต์ของ sand} &= 100 - 64.6 \\
 &= 35.4
 \end{aligned}$$

การวิเคราะห์หาสารอินทรีย์รวมในดิน (Total Organic Matter: TOM)

$$\% \text{ อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter, O.M.)} = \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 58 \times 1000 \times W}$$

เมื่อ B = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรท Blank (มล.)

S = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มล.)

W = น้ำหนักดินที่ใช้ (กรัม)

N = ความเข้มข้นของ FAS

จากการเก็บตัวอย่างในฤดูแล้งครั้งที่ 1 (วันที่ 29 มีนาคม 2562) สถานีที่ 1

$$\begin{aligned}
 \% \text{ อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter, O.M.)} &= \frac{10 \times (19.5 - 0.8) \times 100 \times 100 \times 3 \times 100 \times 1.0}{19.5 \times 77 \times 58 \times 1000 \times 1.0215} \\
 &= 6.32
 \end{aligned}$$

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำในดิน (Water Content; WC)

$$\text{ปริมาณน้ำในตะกอนดิน; WC(\%)} = \frac{(W_1 + W_2 - W_3) \times 100}{W_2}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักอลูมิเนียมฟอยล์

W_2 = น้ำหนักตะกอนดินก่อนอบ

W_3 = น้ำหนักตะกอนดินรวมกระถางอลูมิเนียมฟอยล์หลังอบ

จากการเก็บตัวอย่างในฤดูแล้งครั้งที่ 1 (วันที่ 29 มีนาคม 2562) สถานีที่ 1 ซ้ำที่ 1

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณน้ำในตะกอนดิน; WC(\%)} &= \frac{(0.2265 + 1.1185 - 0.8357) \times 100}{1.1185} \\
 &= 45.53
 \end{aligned}$$

การคำนวณหาปริมาตรน้ำหนักตะกอนดินแห้ง

$$\begin{aligned}
 \text{น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)} &= (100 - \text{ปริมาณน้ำในดิน (\%)}) \times (\text{น.น.ดิน} \\
 &\quad \text{เปียก} / 100)
 \end{aligned}$$

จากปริมาตรตะกอนดินที่ใช้ในการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกของฤดูแล้งครั้งที่ 1 สถานีที่ 1
น้ำหนักดินแห้ง (กรัม) $= (100 - 44.2782) \times (961.02 / 100)$
 $= 535.4976$



ภาคผนวก ข ข้อมูลดิบของการศึกษา

ฤดูแล้ง

1. การวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด

ตาราง 42 แสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทั้งหมดจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง

วันที่	สถานี	น้ำหน้ากระตาศ	น้ำหน้ากระตาศ	ปริมาณของแข็ง แขวนลอย (mg/l)
		กรอง (กรัม)	กรองหลังกรอง (กรัม)	
29 มี.ค. 62	1	0.3683	0.3717	34
	2	0.3751	0.3790	39
	3	0.3843	0.3881	38
	4	0.3851	0.3880	29
	5	0.3811	0.3884	73
	6	0.3921	0.3949	28
	7	0.3910	0.3966	56
	8	0.3888	0.3913	25
	9	0.3817	0.3856	39
	10	0.3803	0.3823	20
7 พ.ค. 62	1	0.2891	0.2943	52
	2	0.2899	0.2947	48
	3	0.2819	0.2887	68
	4	0.2840	0.2899	59
	5	0.2845	0.2897	52
	6	0.2842	0.2888	46
	7	0.2860	0.2908	48

ตาราง 42 แสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทั้งหมดจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง (ต่อ)

วันที่	สถานี	น้ำหนักกระดาศ กรอง (กรัม)	น้ำหนักกระดาศ กรองหลังกรอง (กรัม)	ปริมาณของแข็ง แขวนลอย (mg/l)
	8	0.2882	0.2938	56
	9	0.2830	0.2892	62
	10	0.2820	0.2869	49
28 พ.ค. 62	1	0.4071	0.4217	146
	2	0.4020	0.4157	137
	3	0.4050	0.4195	145
	4	0.4012	0.4153	141
	5	0.4017	0.4154	137
	6	0.3972	0.4116	144
	7	0.4090	0.4190	100
	8	0.4102	0.4213	111
	9	0.4113	0.4248	135
	10	0.4184	0.4303	119

2. การวิเคราะห์เนื้อดิน

ตาราง 43 แสดงค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ อุณหภูมิ และน้ำหนักของตะกอนดินในฤดูแล้ง

วันที่	สถานี	น้ำหนักดิน (กรัม)	ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer		อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
			40 วินาที	2 ชั่วโมง	40 วินาที	2 ชั่วโมง
29 มี.ค. 62	1	47.8115	34	20	30.5	29
	2	47.4234	40	29	30	29
	3	47.6740	50	37	28	28
	4	47.9446	45	34	28	28
	5	47.3328	51	39	27	27.5
	6	46.5298	48	36	28	28
	7	46.2727	49	43.5	28	28
	8	48.5713	46	41	28	28
	9	48.1010	49	44	28	28
	10	48.0812	36	21.5	28	28
	Blank		4	4	28	28
7 พ.ค. 62	1	46.9735	41	31	29	30
	2	45.6216	38	31.5	31	30
	3	46.9859	40	31	33	30
	4	44.2940	35	31	26	30
	5	47.8085	44	31	33	30
	6	46.7897	20	31	9	30
	7	41.7450	20	31	8	30
	8	43.0175	40	31	30	30
	9	47.6180	45	31	28	30
	10	48.9656	34	31	25	30

ตาราง 43 แสดงค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ อุณหภูมิและน้ำหนักของตะกอนดินในฤดูแล้ง (ต่อ)

วันที่	สถานี	น้ำหนักดิน (กรัม)	ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer		อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
			40 วินาที	2 ชั่วโมง	40 วินาที	2 ชั่วโมง
				Blank	5	30
28 พ.ค. 62	1	47.9783	40	30	22	30
	2	48.1773	47	30	31	30
	3	47.3246	40	30	23	30
	4	46.5967	45	30	29	30
	5	46.3443	39	30	25	30
	6	46.5098	45	30	36	30
	7	45.4391	25	30	13	30
	8	47.8541	47	30	41	30
	9	46.1539	48	30	40	30
	10	47.9586	34	30	28	30
	Blank		3	3	30	30

3. การวิเคราะห์สารอินทรีย์รวมในตะกอนดิน

ตาราง 44 แสดงปริมาณสารอินทรีย์รวมในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง

วันที่	สถานี	น้ำหนัก	FAS ที่ใช้	ปริมาณ สารอินทรีย์ (%)
		ตะกอนดิน (กรัม)	ไทเตรต (ml)	
29 มี.ค. 62	1	1.0215	0.8	6.31
	2	1.0047	1.5	6.17
	3	1.0180	4.8	4.97
	4	1.0113	3.6	5.42
	5	1.0162	4.5	5.08
	6	1.0810	5.6	4.43
	7	1.0403	14.9	1.52
	8	1.0059	16.5	1.03
	9	1.0138	15.3	1.43
	10	1.0053	0.2	6.61
	Blank		19.5	-
7 พ.ค. 62	1	1.0307	1.7	5.97
	2	1.0069	5.6	0.69
	3	1.0126	5.4	4.87
	4	1.0226	0.8	6.31
	5	1.0261	8.8	3.71
	6	1.0290	0.2	6.46
	7	1.0083	1.2	6.27
	8	1.0075	7.9	4.07
	9	1.0328	7.3	4.16
	10	1.0265	7.5	4.13
	Blank		20.3	-

ตาราง 44 แสดงปริมาณสารอินทรีย์รวมในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูแล้ง
(ต่อ)

วันที่	สถานี	น้ำหนัก	FAS ที่ใช้	ปริมาณ สารอินทรีย์ (%)
		ตะกอนดิน (กรัม)	ไตเตรต (ml)	
28 พ.ค. 62	1	1.0307	2	5.83
	2	1.1463	3.7	5.33
	3	1.0155	2.2	5.84
	4	1.0069	3.8	5.33
	5	1.0333	1.4	6.02
	6	1.0135	6.2	4.45
	7	1.0061	0.1	6.64
	8	1.0283	17.8	0.38
	9	1.0133	17.1	0.63
	10	1.0241	16.5	0.83
	Blank		18.9	-

4. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำในตะกอนดิน

ตาราง 45 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 29 มี.ค. 62 ในฤดูแล้ง

สถานี	ซ้ำ	น้ำหนักฟอยล์ เปล่า (กรัม)	น้ำหนักดิน ก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน+ ฟอยล์หลังอบ (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในดิน(%)
1	1	0.2265	1.1185	0.8357	45.5342
	2	0.2228	1.1136	0.8556	43.1753
	3	0.2249	1.1277	0.8550	44.1252
			ค่าเฉลี่ย		44.2782
2	1	0.2296	1.1357	0.8576	44.7037
	2	0.2162	1.1396	0.8468	44.6648
	3	0.2116	1.0540	0.7864	45.4649
			ค่าเฉลี่ย		44.9445
3	1	0.2240	2.3121	1.6388	38.8089
	2	0.3020	1.5408	1.3147	34.2744
	3	0.2048	1.0617	0.8515	39.0883
			ค่าเฉลี่ย		37.3905
4	1	0.2196	1.6123	1.5694	16.2811
	2	0.2143	1.0283	1.0843	15.3943
	3	0.2096	1.3556	1.3083	18.9510
			ค่าเฉลี่ย		16.8755
5	1	0.2232	1.0411	0.9188	33.1861
	2	0.2041	1.1943	1.0423	29.8166
	3	0.2140	1.0184	0.9587	26.8755
			ค่าเฉลี่ย		29.9594

ตาราง 45 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 29 มี.ค. 62 ในฤดูแล้ง (ต่อ)

สถานี	ซ้ำ	น้ำหนักฟอยล์ เปล่า (กรัม)	น้ำหนักดิน ก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน+ ฟอยล์หลังอบ (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในดิน(%)
6	1	0.2143	1.3886	1.2447	25.7958
	2	0.2168	1.3245	1.1770	27.5047
	3	0.2181	0.8745	0.8636	26.1864
	ค่าเฉลี่ย				26.4956
7	1	0.2185	1.2489	1.1930	21.9713
	2	0.2191	1.1882	1.1643	20.4511
	3	0.2075	1.9713	1.7465	21.9297
	ค่าเฉลี่ย				21.4507
8	1	0.2161	1.3549	1.3377	17.2190
	2	0.2224	1.6972	1.6297	17.0811
	3	0.2056	1.7039	1.6042	17.9177
	ค่าเฉลี่ย				17.4059
9	1	0.2228	2.1993	1.8981	23.8258
	2	0.2242	1.5410	1.4882	17.9753
	3	0.2086	1.3747	1.2613	23.4233
	ค่าเฉลี่ย				21.7415
10	1	0.2078	1.0799	0.8808	37.6794
	2	0.2142	0.8400	0.7573	35.3453
	3	0.2070	0.9572	0.7990	38.1529
	ค่าเฉลี่ย				37.0592

ตาราง 46 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 7 พ.ค. 62 ในฤดูแล้ง

สถานี	ซ้ำ	น้ำหนักฟอยล์ เปล่า (กรัม)	น้ำหนักดิน ก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน+ ฟอยล์หลังอบ (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในดิน(%)
1	1	0.1207	1.0844	0.7221	44.5408
	2	0.1204	1.0556	0.6867	46.3528
	3	0.1172	1.0797	0.7022	45.5706
			ค่าเฉลี่ย		45.5706
2	1	0.1183	1.0571	0.6360	51.0264
	2	0.1192	1.0031	0.6384	48.2405
	3	0.1194	1.0329	0.6401	49.5885
			ค่าเฉลี่ย		49.6185
3	1	0.1195	1.0151	0.7441	38.4691
	2	0.1191	1.1011	0.8311	35.3374
	3	0.1192	1.0604	0.7274	42.6443
			ค่าเฉลี่ย		38.8170
4	1	0.1199	1.0305	0.5701	56.3125
	2	0.1208	1.1430	0.6822	50.8836
	3	0.1186	1.0231	0.5714	55.7424
			ค่าเฉลี่ย		54.3128
5	1	0.1178	1.0122	0.7910	33.4914
	2	0.1183	1.1565	1.1269	12.7886
	3	0.1182	1.0160	0.7820	34.6654
			ค่าเฉลี่ย		26.9818

ตาราง 46 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 7 พ.ค. 62 ในฤดูแล้ง (ต่อ)

สถานี	ซ้ำ	น้ำหนักฟอยล์ เปล่า (กรัม)	น้ำหนักดิน ก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน+ ฟอยล์หลังอบ (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในดิน(%)
6	1	0.1170	1.1731	0.4169	74.4353
	2	0.1203	1.1454	0.4157	74.2099
	3	0.1187	1.1047	0.4155	73.1330
	ค่าเฉลี่ย				73.9261
7	1	0.1193	1.1072	0.3678	77.5560
	2	0.1181	1.0256	0.3465	77.7301
	3	0.1202	1.0232	0.3635	76.2217
	ค่าเฉลี่ย				77.1693
8	1	0.1186	1.1740	0.6536	54.4293
	2	0.1201	1.0788	0.6309	52.6511
	3	0.1172	1.0637	0.5728	57.1684
	ค่าเฉลี่ย				54.7496
9	1	0.1208	1.1023	0.5900	57.4345
	2	0.1178	0.9475	0.5123	58.3641
	3	0.1181	1.1951	0.6315	57.0413
	ค่าเฉลี่ย				57.6133
10	1	0.1204	1.0738	0.5187	62.9074
	2	0.1181	0.9133	0.4436	64.3600
	3	0.1193	0.7924	0.4144	62.7587
	ค่าเฉลี่ย				63.3420

ตาราง 47 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 28 พ.ค. 62 ในฤดูแล้ง

สถานี	ซ้ำ	น้ำหนักฟอยล์ เปล่า (กรัม)	น้ำหนักดิน ก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน+ ฟอยล์หลังอบ (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในดิน(%)
1	1	0.1119	1.0309	0.4025	71.8110
	2	0.1110	1.0191	0.3673	74.8504
	3	0.1129	1.1507	0.4432	71.2957
	ค่าเฉลี่ย				72.6524
2	1	0.1046	1.2922	0.6018	61.5230
	2	0.1096	1.0121	0.4659	64.7960
	3	0.1126	1.0973	0.5298	61.9794
	ค่าเฉลี่ย				62.7661
3	1	0.1089	1.0313	0.6010	52.2835
	2	0.1066	1.0712	0.6033	53.6314
	3	0.1153	1.0032	0.6317	48.5247
	ค่าเฉลี่ย				51.4799
4	1	0.1113	1.0264	0.4300	68.9497
	2	0.1103	1.1370	0.5376	62.4186
	3	0.1188	1.0565	0.4537	68.3010
	ค่าเฉลี่ย				66.5564
5	1	0.1219	1.1681	0.3607	79.5565
	2	0.1173	1.0295	0.3200	80.3108
	3	0.1133	1.2671	0.3547	80.9486
	ค่าเฉลี่ย				80.2720

ตาราง 47 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 28 พ.ค. 62 ในฤดูแล้ง (ต่อ)

สถานี	ซ้ำ	น้ำหนักฟอยล์ เปล่า (กรัม)	น้ำหนักดิน ก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน+ ฟอยล์หลังอบ (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในดิน(%)
6	1	0.1189	1.4737	0.7749	55.4862
	2	0.1053	1.2139	0.6659	53.8183
	3	0.1106	1.1827	0.6533	54.1135
		ค่าเฉลี่ย			54.4727
7	1	0.1098	0.9982	0.2843	82.5185
	2	0.1163	1.1035	0.3938	74.8527
	3	0.1157	1.0378	0.3935	73.2318
		ค่าเฉลี่ย			76.8677
8	1	0.1021	1.1567	0.9516	26.5583
	2	0.1050	1.1418	0.9248	28.2011
	3	0.1103	1.2430	1.1187	18.8737
		ค่าเฉลี่ย			24.5444
9	1	0.1166	0.9988	0.8334	28.2339
	2	0.1118	1.1858	0.9336	39.1466
	3	0.1083	1.0792	0.8373	32.4500
		ค่าเฉลี่ย			33.2768
10	1	0.1049	1.0391	0.8264	30.5649
	2	0.1060	1.1653	0.9189	30.2411
	3	0.1048	1.1202	0.8756	31.1909
		ค่าเฉลี่ย			30.6656

5. ปริมาณไมโครพาร์ทิเคิลในตะกอนดิน

ตาราง 48 แสดงจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจากการเก็บตัวอย่างวันที่ 29 มี.ค. 62 ในฤดูแล้ง

พื้นที่	สถานี	น้ำหนัก ตะกอนดิน แห้ง (กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)			
				ยาว	สี่	รูปร่าง	
ชุ่มชน	1	535.4976	1	300	ดำ	เส้นใย	
			2	600	ดำ	เส้นใย	
			3	1500	เขียว	แผ่น	
	2	523.1429	1	300	ดำ	เส้นใย	
			2	2100	ใส	เส้น	
			3	2100	ใส	เส้นใย	
	3	623.1837	1	600	ขาว	แผ่น	
			2	1800	ฟ้า	แผ่น	
			3	2400	ใส	แผ่น	
	4	823.6807	1	3000	ใส	เส้นใย	
	เกษตร	5	637.4325	1	3000	ฟ้า	แผ่น
				2	600	ขาว	แผ่น
6		729.8399	1	1200	ขาว	แผ่น	
			2	600	ดำ	เส้นใย	
7		868.0405	1	600	แดง	แผ่น	
ธรรมชาติ		8	849.2491	1	1200	ขาว	แผ่น
				2	600	ขาว	แผ่น
	9	797.8454	1	600	แดง	แผ่น	
			2	1200	ใส	เส้นใย	
			3	450	เขียว	แผ่น	

ตาราง 48 แสดงจำนวนไมโครพาร์ติเคิลที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 29 มี.ค. 62 ในฤดูแล้ง (ต่อ)

พื้นที่	สถานี	น้ำหนัก ตะกอนดิน แห้ง(กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)		
				ยาว	สี่	รูปร่าง
			4	1800	ดำ	เส้นใย
ธรรมชาติ	10	578.9924	1	1200	ฟ้า	แผ่น



ตาราง 49 แสดงจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 7 พ.ค. 62 ในฤดูแล้ง

พื้นที่	สถานี	น้ำหนัก ตะกอนดิน (กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)		ลักษณะ	
				ยาว	สี่	รูปร่าง	
ชุ่มชื้น	1	444.5249	1	1800	ดำ	เส้นใย	
			2	900	ดำ	เส้นใย	
			3	600	แดง	แผ่น	
			4	600	ดำ	เส้นใย	
			5	900	ใส	เส้นใย	
	2	334.8758	1	3300	ใส	เส้นใย	
			2	900	ขาว	เส้นใย	
			3	1800	ฟ้า	เส้นใย	
			4	750	แดง	เส้นใย	
	3	749.9139	1	1200	ดำ	เส้นใย	
			2	900	ขาว	เส้นใย	
			3	1200	แดง	เส้นใย	
			4	900	ฟ้า	แผ่น	
			5	900	ใส	เส้นใย	
	4	306.2230	1	4500	ดำ	เส้นใย	
2			4500	แดง	เส้นใย		
เกษตร	5	906.7692	-	-	-	-	
	6	275.7758	1	600	เหลือง	แผ่น	
			2	600	ดำ	เส้นใย	
	7	242.1880	-	-	-	-	
ธรรมชาติ	8	433.7568	-	-	-	-	
	9	443.5302	1	900	ใส	เส้นใย	

ตาราง 49 แสดงจำนวนไมโครพาร์ติเคิลที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 7 พ.ค. 62 ในฤดูแล้ง (ต่อ)

พื้นที่	สถานี	น้ำหนัก ตะกอนดิน (กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)		ลักษณะ	
				ยาว	สี่	รูปร่าง	
			2	750	ดำ	เส้นใย	
	10	339.2991	1	1800	ดำ	เส้นใย	



ตาราง 50 แสดงจำนวนไมโครพาร์ติเคิลที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 28 พ.ค. 62 ในฤดูแล้ง

พื้นที่	สถานี	น้ำหนัก ตะกอนดิน (กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)		ลักษณะ		
				ยาว	สี่	รูปร่าง		
ชุมชน	1	336.2323	1	300	ชมพู	เศษ	ชิ้นส่วน	
			2	3000	ขาว	เส้นใย		
				3900	ใส	เส้นใย		
	3	493.7599	3	300	เขียว	เศษ	ชิ้นส่วน	
			1	300	เขียว	เศษ	ชิ้นส่วน	
				2	300	ฟ้า	เส้นใย	
			4	384.2971	1	900	เหลือง	แผ่น
	เกษตร	5	160.8700	1	600	ฟ้า	แผ่น	
				2	1200	ดำ	เส้นใย	
				3	1200	ดำ	เส้นใย	
6		468.3257	1	600	ดำ	เส้นใย		
7		230.1147	1	300	ดำ	เส้นใย		
			2	3300	ใส	เส้นใย		
ธรรมชาติ		8	878.7333	1	2100	ใส	เส้นใย	
	2			1500	ดำ	เส้นใย		
	9	727.3563	1	600	ดำ	เส้นใย		
	10	716.8276	1	600	ชมพู	แผ่น		
			2	600	ขาว	เส้นใย		
			3	1200	ฟ้า	เส้นใย		

ตาราง 51 แสดงปริมาณตะกอนดินที่ใช้ในการศึกษาไมโครพลาสติกจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
ในฤดูแล้ง

วันที่	พื้นที่	สถานี	ปริมาณ ตะกอนดิน เปียก (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในตะกอน ดิน (%)	ปริมาณ ตะกอนดินแห้ง (กรัม)	
29 มี.ค. 62	ชุมชน	1	961.02	44.2782	535.4976	
		2	950.21	44.9445	523.1429	
		3	995.35	37.3905	623.1837	
		4	990.90	16.8755	823.6807	
	เกษตร	5	910.09	29.9594	637.4325	
		6	992.92	26.4956	729.8399	
		7	1105.09	21.4507	868.0405	
		ธรรมชาติ	8	1028.22	17.4059	849.2491
			9	1019.50	21.7415	797.8454
			10	919.90	37.0592	578.9924
7 พ.ค. 62	ชุมชน	1	816.70	45.5706	444.5249	
		2	664.68	49.6185	334.8758	
		3	1225.69	38.8170	749.9139	
		4	670.26	54.3128	306.2230	
	เกษตร	5	1241.84	26.9818	906.7692	
		6	1057.67	73.9216	275.7758	
		7	1060.80	77.1693	242.1880	
	ธรรมชาติ	8	958.57	54.7496	433.7568	
		9	1046.39	57.6133	443.5302	
		10	925.58	63.3420	339.2991	
28 พ.ค. 62	ชุมชน	1	1229.49	72.6524	336.2323	
		2	647.19	62.7661	240.9741	
		3	1017.64	51.4799	493.7599	

ตาราง 51 แสดงปริมาณตะกอนดินที่ใช้ในการศึกษาไมโครพลาสติก จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ในฤดูแล้ง (ต่อ)

วันที่	พื้นที่	สถานี	ปริมาณ ตะกอนดิน เปียก (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในตะกอน ดิน (%)	ปริมาณ ตะกอนดินแห้ง (กรัม)
		4	1149.09	66.5564	384.2971
	เกษตร	5	815.44	80.2720	160.8700
		6	1028.67	54.4862	468.3257
		7	994.82	76.8677	230.1247
	ธรรมชาติ	8	1164.57	24.5444	878.7333
		9	1090.11	33.2768	727.3563
		10	1033.87	30.6656	716.8276

6. ปริมาณไมโครพาร์ทิเคิลในหอยขม

ตาราง 52 แสดงจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจากการเก็บตัวอย่างวันที่ 29 มี.ค. 62 ในฤดูแล้ง

พื้นที่	ลำดับ หอย	น้ำหนักหอย (กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)		
				ยาว	สี่	รูปร่าง
ชุมชน	1	1.1171	1	3000	ชมพู	เส้น
			2	2400	ดำ	เส้นใย
	2	1.1752	1	2400	ดำ	เส้นใย
			2	600	ขาว	แผ่น
	3	1.2983	1	600	ดำ	เส้นใย
			2	4500	ใส	เส้นใย
			3	300	แดง	เส้นใย
	4	1.4792	4	900	ฟ้า	เส้นใย
			5	900	ดำ	เส้นใย
			1	1200	ดำ	เส้นใย
	5	1.2553	2	900	ดำ	เส้นใย
			1	1200	ดำ	เส้นใย
เกษตร	1	0.7433	1	900	ขาว	เส้นใย
			2	1500	ดำ	เส้นใย
	2	0.6143	1	1200	ฟ้า	เส้นใย
			1	1200	ฟ้า	เส้นใย
	3	0.3319	1	1200	ฟ้า	เส้นใย
			1	600	ใส	เส้นใย
	4	0.5468	1	600	ใส	เส้นใย
			2	2400	ดำ	เส้นใย
1			300	ดำ	เส้นใย	
5	0.6214	1	300	ดำ	เส้นใย	
		2	3300	ขาว	เส้นใย	

ตาราง 52 แสดงจำนวนไมโครพาร์ติเคิลที่พบในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจากการเก็บตัวอย่างวันที่ 29 มี.ค. 62 ในฤดูแล้ง (ต่อ)

พื้นที่	ลำดับ หอย	น้ำหนัก หอย(กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)		
				ยาว	สี่	รูปร่าง
ธรรมชาติ	1	1.6729	1	300	ขาว	เส้นใย
	2	2.3957	-	-	-	-
	3	2.5239	1	1800	ใส	เส้นใย
	4	2.1603	1	600	ดำ	เส้นใย
			2	300	ส้ม	เศษ ชิ้นส่วน
	5	2.2203	1	300	ดำ	เส้นใย

ตาราง 53 แสดงจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบในหอยขม จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 7 พ.ค. 62 ในฤดูแล้ง

พื้นที่	ลำดับ หอย	น้ำหนัก หอย (กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)			
				ยาว	สี่	รูปร่าง	
ชุมชน	1	1.5975	1	3900	ใส	เส้นใย	
			2	600	ฟ้า	แผ่น	
			3	3600	ใส	เส้นใย	
	2	1.6037	1	2100	ฟ้า	เส้นใย	
			3	1.4687	1	300	ดำ
	4	1.3740	2	600	ดำ	เส้นใย	
			1	750	ดำ	เส้นใย	
	5	1.5151	1	900	ดำ	เส้นใย	
	เกษตร	1	0.6104	1	900	ดำ	เส้นใย
		2	0.4118	1	600	ขาว	เส้นใย
3		0.5517	1	150	ดำ	เส้นใย	
			2	900	ดำ	เส้นใย	
4		0.6862	-	-	-	-	
5		0.4845	-	-	-	-	
ธรรมชาติ	1	2.3195	1	300	ดำ	เส้นใย	
			2	600	ดำ	เส้นใย	
	2	2.0898	-	-	-	-	
	3	2.5562	-	-	-	-	
	4	2.8382	-	-	-	-	
	5	2.1496	-	-	-	-	

ตาราง 54 แสดงจำนวนไมโครพาร์ติเคิลที่พบในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 28 พ.ค. 62 ในฤดูแล้ง

พื้นที่	ลำดับ หอย	น้ำหนัก หอย (กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)		
				ยาว	สี่	รูปร่าง
ชุมชน	1	1.0806	-	-	-	-
	2	1.0329	1	300	ดำ	เส้นใย
	3	1.0079	-	-	-	-
	4	0.7261	-	-	-	-
	5	1.4569	-	-	-	-
เกษตร	1	1.1413	-	-	-	-
	2	1.9095	-	-	-	-
	3	1.2271	-	-	-	-
	4	1.3135	-	-	-	-
	5	1.0386	-	-	-	-
ธรรมชาติ	1	3.6706	-	-	-	-
	2	2.5620	-	-	-	-
	3	3.4574	-	-	-	-
	4	2.4174	-	-	-	-
	5	3.7844	-	-	-	-

ฤดูฝน

1. การวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด

ตาราง 55 แสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทั้งหมดจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน

วันที่	สถานี	น้ำหนักกระตาศ กรอง (กรัม)	น้ำหนักกระตาศ กรองหลังกรอง (กรัม)	ปริมาณของแข็ง แขวนลอย (mg/l)
17 ก.ย. 62	1	0.3807	0.3853	46
	2	0.4014	0.4062	48
	3	0.4163	0.4219	56
	4	0.3886	0.3927	41
	5	0.3942	0.3997	55
	6	0.3965	0.3999	34
	7	0.4045	0.4098	53
	8	0.3963	0.4019	56
	9	0.3952	0.4005	53
	10	0.3769	0.3820	51
17 ต.ค. 62	1	0.2686	0.2706	20
	2	0.2698	0.2711	13
	3	0.2732	0.2758	26
	4	0.2670	0.2721	51
	5	0.2619	0.2652	33
	6	0.2755	0.2785	30
	7	0.2702	0.2735	33
	8	0.2704	0.2762	58
	9	0.2735	0.2765	30

ตาราง 55 แสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทั้งหมดจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน (ต่อ)

ครั้งที่	สถานี	น้ำหน้ากระตาศ กรอง (กรัม)	น้ำหน้ากระตาศ กรองหลังกรอง (กรัม)	ปริมาณของแข็ง แขวนลอย (mg/l)
	10	0.2723	0.2750	27
17 พ.ย. 62	1	0.2623	0.2691	68
	2	0.2826	0.2882	56
	3	0.2706	0.2769	63
	4	0.2748	0.2816	68
	5	0.2887	0.2951	64
	6	0.2916	0.2969	53
	7	0.2933	0.2996	63
	8	0.2933	0.2971	38
	9	0.2927	0.2961	34
	10	0.2992	0.3018	26

2. การวิเคราะห์เนื้อดิน

ตาราง 56 แสดงค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ อุณหภูมิ และน้ำหนักของตะกอนดินในฤดูแล้ง

วันที่	สถานี	น้ำหนักดิน (กรัม)	ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer		อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
			40 วินาที	2 ชั่วโมง	40 วินาที	2 ชั่วโมง
17 ก.ย. 62	1	47.7737	46	33	28	26
	2	47.4410	47	36	28	26
	3	48.0662	47	33	28	26
	4	48.5369	51	41	26	26
	5	48.0885	50	37	28	26
	6	47.3929	29	16	28	26
	7	49.1331	38	25	28	26
	8	49.3492	48	33	28	26
	9	49.1019	50	31	26	26
	10	47.7620	48	29	26	26
	Blank		3	3	28	26
17 ต.ค. 62	1	47.7140	49	22	30	27
	2	48.7886	31	22	30	27
	3	48.7058	35	21	30	27
	4	48.9183	40	26	30	26
	5	48.1467	44	35	30	26
	6	48.3736	45	41	30	26
	7	48.2477	30	19	28	28
	8	46.2021	21	11	28	27
	9	47.3124	30	17	28	28
	10	48.8930	21	10	28	28

ตาราง 56 แสดงค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ อุณหภูมิและน้ำหนักของตะกอนดินในฤดูฝน (ต่อ)

วันที่	สถานี	น้ำหนักดิน (กรัม)	ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer		อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
			40 วินาที	2 ชั่วโมง	40 วินาที	2 ชั่วโมง
		Blank	3	3	28	27
17 พ.ย. 62	1	46.13	36	21	28	28
	2	48.4953	44	33	28	28
	3	48.0621	28	15	28	28
	4	47.9996	39	25	28	28
	5	47.7778	45	36	28	28
	6	49.0211	46	39	28	28
	7	48.6873	25	12	28	28
	8	48.4298	31	20	28	28
	9	46.7626	37	27	28	28
	10	46.8209	38	28	28	28
		Blank	3	3	28	27

3. การวิเคราะห์สารอินทรีย์รวมในตะกอนดิน

ตาราง 57 แสดงปริมาณสารอินทรีย์รวมในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน

วันที่	สถานี	น้ำหนักตะกอน ดิน (กรัม)	FAS ที่ใช้ ไตรเตรต (ml)	ปริมาณ สารอินทรีย์ (%)
17 ก.ย. 62	1	1.0088	2.9	5.67
	2	1.0091	3.2	5.56
	3	1.0580	3.7	5.14
	4	1.0041	3.2	5.59
	5	1.0196	11.8	2.60
	6	1.0227	0.1	6.53
	7	1.0023	0.1	6.67
	8	1.0134	14.3	1.77
	9	1.0088	6.5	4.44
	10	1.0030	5.3	4.88
	Blank		19.5	-
17 ต.ค. 62	1	1.1095	3.2	5.13
	2	1.0929	17.3	1.06
	3	1.0885	3.4	5.17
	4	1.0773	6.5	4.30
	5	1.0284	10.3	3.31
	6	1.0300	11.6	2.90
	7	1.0532	0.3	6.29
	8	1.0639	0.2	6.25
	9	1.0524	1.9	5.80
	10	1.0998	0.2	6.05

ตาราง 57 แสดงปริมาณสารอินทรีย์รวมในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดในฤดูฝน (ต่อ)

วันที่	สถานี	น้ำหนักตะกอน ดิน (กรัม)	FAS ที่ใช้ ไตรเตรต (ml)	ปริมาณ สารอินทรีย์ (%)
		Blank	20.9	-
17 พ.ย. 62	1	1.0059	4.6	5.21
	2	1.0312	5.1	4.92
	3	1.055	3.4	5.33
	4	1.024	5.8	4.72
	5	1.0128	11.7	2.92
	6	1.0122	9.3	3.68
	7	1.0339	0.1	6.47
	8	1.0241	0.1	6.53
	9	1.0181	5.5	4.86
	10	1.0051	2.3	5.95
		Blank	20.9	-

4. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำในตะกอนดิน

ตาราง 58 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 ก.ย. 62 ในฤดูฝน

สถานี	ซ้ำ	น้ำหนักฟอยล์ เปล่า (กรัม)	น้ำหนักดิน ก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน+ ฟอยล์หลังอบ (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในดิน(%)
1	1	0.1277	1.0536	0.4040	73.7756
	2	0.1264	1.2802	0.4557	74.2775
	3	0.1254	1.5228	0.5261	73.6669
			ค่าเฉลี่ย		73.9067
2	1	0.1259	1.2936	0.5979	63.5127
	2	0.1235	1.0650	0.5398	60.9108
	3	0.1229	1.0759	0.5477	60.5168
			ค่าเฉลี่ย		61.6468
3	1	0.1263	1.1017	0.4909	66.9057
	2	0.1254	1.1250	0.5126	65.6128
	3	0.1260	1.0743	0.4845	66.6294
			ค่าเฉลี่ย		66.3826
4	1	0.1251	1.0951	0.5118	64.6882
	2	0.1228	1.2051	0.4754	70.7410
	3	0.1232	1.0442	0.5841	55.8609
			ค่าเฉลี่ย		63.7634
5	1	0.1252	1.3159	0.8970	41.3481
	2	0.1230	1.1209	0.7892	40.5656
	3	0.1248	1.1406	0.8130	39.6896
			ค่าเฉลี่ย		40.5344

ตาราง 58 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 ก.ย. 62 ในฤดูฝน (ต่อ)

สถานี	ซ้ำ	น้ำหนักฟอยล์ เปล่า (กรัม)	น้ำหนักดิน ก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน+ ฟอยล์หลังอบ (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในดิน(%)
6	1	0.1236	1.1135	0.6181	55.5905
	2	0.1250	1.0876	0.6839	60.1048
	3	0.1239	1.0229	0.6177	51.7255
	ค่าเฉลี่ย				55.8069
7	1	0.1253	1.0680	0.8262	34.3727
	2	0.1238	1.0067	0.8072	32.1148
	3	0.1229	1.0302	0.8245	31.8967
	ค่าเฉลี่ย				32.7947
8	1	0.1248	1.2634	0.8635	41.5308
	2	0.1272	1.0133	0.7346	40.0572
	3	0.1233	1.1611	0.8225	39.7812
	ค่าเฉลี่ย				40.4564
9	1	0.1232	1.0374	0.4392	69.5392
	2	0.1233	1.2619	0.4900	70.9406
	3	0.1228	1.1407	0.4603	70.4129
	ค่าเฉลี่ย				70.2976
10	1	0.1242	1.1494	0.5317	64.4597
	2	0.1241	1.1329	0.5317	64.0215
	3	0.1227	1.0492	0.5073	63.3435
	ค่าเฉลี่ย				63.9416

ตาราง 59 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 ต.ค. 62 ในฤดูฝน

สถานี	ซ้ำ	น้ำหนักฟอยล์ เปล่า (กรัม)	น้ำหนักดิน ก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน+ ฟอยล์หลังอบ (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในดิน(%)
1	1	0.1261	1.2633	0.5264	68.3131
	2	0.1229	1.0381	0.4443	69.0396
	3	0.1161	1.0126	0.4583	66.2058
	ค่าเฉลี่ย				67.8528
2	1	0.1212	1.0877	0.4909	66.0108
	2	0.1233	1.1461	0.5595	61.9405
	3	0.1226	1.0319	0.5064	62.8065
	ค่าเฉลี่ย				63.5859
3	1	0.1217	1.2393	0.4468	73.7674
	2	0.1207	1.0477	0.3971	73.6279
	3	0.1200	1.0954	0.5064	64.7252
	ค่าเฉลี่ย				70.7068
4	1	0.1213	1.2112	0.6046	60.0974
	2	0.1209	1.1193	0.5600	60.7701
	3	0.1221	1.0734	0.5458	60.5273
	ค่าเฉลี่ย				60.4649
5	1	0.1218	1.1937	0.7533	47.0973
	2	0.1215	1.0599	0.6948	45.9100
	3	0.1199	1.2087	0.7638	46.7279
	ค่าเฉลี่ย				46.5784

ตาราง 59 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 ต.ค. 62 ในฤดูฝน (ต่อ)

สถานี	ซ้ำ	น้ำหนักฟอยล์ เปล่า (กรัม)	น้ำหนักดิน ก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน+ ฟอยล์หลังอบ (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในดิน(%)
6	1	0.1171	1.0330	0.6674	46.7280
	2	0.1201	1.0823	0.7273	43.8973
	3	0.1231	1.2194	0.7896	45.3420
		ค่าเฉลี่ย			45.3224
7	1	0.1223	1.1084	0.4891	66.9073
	2	0.1192	1.0472	0.4561	67.8285
	3	0.1229	1.1296	0.5167	65.1381
		ค่าเฉลี่ย			66.6246
8	1	0.1236	1.0245	0.3137	81.4446
	2	0.1239	1.1104	0.3277	81.6463
	3	0.1221	1.0690	0.3093	82.4883
		ค่าเฉลี่ย			81.8597
9	1	0.1233	1.1594	0.3975	76.3498
	2	0.1228	1.0027	0.3473	77.6105
	3	0.1191	1.1424	0.3836	76.8470
		ค่าเฉลี่ย			76.9358
10	1	0.1246	1.1895	0.5243	66.3976
	2	0.1242	1.1762	0.5206	66.2982
	3	0.1246	1.0546	0.5317	61.3977
		ค่าเฉลี่ย			64.6978

ตาราง 60 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 พ.ย. 62 ในฤดูฝน

สถานี	ซ้ำ	น้ำหนักฟอยล์ เปล่า (กรัม)	น้ำหนักดิน ก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน+ ฟอยล์หลังอบ (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในดิน(%)
1	1	0.1216	1.157	0.3425	80.9075
	2	0.1231	1.0937	0.3854	76.0172
	3	0.121	1.1538	0.3835	77.2491
		ค่าเฉลี่ย			78.0579
2	1	0.1222	1.1042	0.4557	69.7971
	2	0.1206	1.2058	0.4773	70.4180
	3	0.1186	1.0024	0.4176	70.1716
		ค่าเฉลี่ย			70.1289
3	1	0.1186	1.0855	0.4542	69.0834
	2	0.1219	1.128	0.4825	68.0319
	3	0.1227	1.255	0.5488	66.0478
		ค่าเฉลี่ย			67.7210
4	1	0.1217	1.0507	0.4127	72.3042
	2	0.1231	1.363	0.4771	74.0279
	3	0.1228	1.2255	0.4579	72.6561
		ค่าเฉลี่ย			72.9960
5	1	0.1233	1.2115	0.735	49.5089
	2	0.1227	1.1599	0.714	49.0215
	3	0.1224	1.141	0.6947	49.8422
		ค่าเฉลี่ย			49.4575

ตาราง 60 แสดงปริมาณน้ำในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 พ.ย. 62 ในฤดูฝน (ต่อ)

สถานี	ซ้ำ	น้ำหนักฟอยล์ เปล่า (กรัม)	น้ำหนักดิน ก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักดิน+ ฟอยล์หลังอบ (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในดิน(%)
6	1	0.1196	1.132	0.6288	55.0177
	2	0.121	1.314	0.7557	51.6971
	3	0.1217	1.2111	0.6926	52.8610
	ค่าเฉลี่ย				53.1919
7	1	0.1215	1.2507	0.4511	73.6468
	2	0.1226	1.0018	0.417	70.6129
	3	0.1204	1.0757	0.4223	71.9346
	ค่าเฉลี่ย				72.0647
8	1	0.1225	1.1107	0.4215	73.0800
	2	0.1246	1.1346	0.4214	73.8410
	3	0.1196	1.0611	0.384	75.0825
	ค่าเฉลี่ย				74.0012
9	1	0.1213	1.0211	0.4485	67.9561
	2	0.1203	1.0242	0.4435	68.4437
	3	0.1239	1.0508	0.4685	67.2059
	ค่าเฉลี่ย				67.8686
10	1	0.1202	1.05	0.4678	66.8952
	2	0.1227	1.2323	0.6192	59.7095
	3	0.1184	1.0884	0.5486	60.4741
	ค่าเฉลี่ย				62.3596

5. ปริมาณไมโครพาร์ทิเคิลในตะกอนดิน

ตาราง 61 แสดงจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 ก.ย. 62 ในฤดูฝน

พื้นที่	สถานี	น้ำหนัก ตะกอนดิน แห้ง(กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)		ลักษณะ	
				ยาว	สี่	รูปร่าง	
ชุ่มชน	1	293.2469	1	600	ขาว	เส้นใย	
			2	600	ฟ้า	เส้นใย	
			3	1200	ใส	เส้นใย	
			4	300	ดำ	เส้นใย	
	2	397.2279	1	300	ขาว	เศษชิ้นส่วน	
			2	300	ดำ	เส้นใย	
			3	900	ใส	เส้น	
			4	1200	ใส	เส้นใย	
	3	370.5747	1	300	ดำ	เส้นใย	
			2	900	ฟ้า	เส้นใย	
			3	600	ฟ้า	เส้นใย	
			4	1200	ดำ	เส้นใย	
	4	404.7918	1	600	ชมพู	แผ่น	
			2	1800	ใส	เส้นใย	
			3	2100	ใส	เส้นใย	
			4	3000	ดำ	เส้นใย	
5			4200	ใส	เส้นใย		
6			600	ดำ	เส้นใย		

ตาราง 61 แสดงจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 ก.ย. 62 ในฤดูฝน (ต่อ)

พื้นที่	สถานี	น้ำหนัก ตะกอนดิน แห้ง(กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)		ลักษณะ	
				ยาว	สี่	รูปร่าง	
เกษตร	5	669.2496	1	1500	ฟ้า	แผ่น	
			2	1800	ใส	เส้นใย	
	6	471.0277	1	2100	ใส	เส้นใย	
			2	300	แดง	เส้นใย	
			3	900	ดำ	เส้นใย	
			4	900	ดำ	เส้นใย	
			5	1200	ดำ	เส้นใย	
	7	690.3060	1	900	แดง	แผ่น	
			2	600	ขาว	แผ่น	
			3	900	ฟ้า	แผ่น	
ธรรมชาติ	8	620.8611	1	900	ขาว	แผ่น	
			2	900	ใส	เส้นใย	
	9	301.6427	1	600	แดง	แผ่น	
			2	1200	ใส	เส้นใย	
	10	363.1441	-	-	-	-	

ตาราง 62 แสดงจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 ต.ค. 62 ในฤดูฝน

พื้นที่	สถานี	น้ำหนัก ตะกอนดิน (กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)		
				ยาว	สี่	รูปร่าง
ชุมชน	1	361.1191	-	-	-	-
	2	416.2860	1	1800	ใส	เส้นใย
	3	311.3809	-	-	-	-
	4	416.6209	-	-	-	-
เกษตร	5	551.3323	1	300	แดง	แผ่น
	6	601.2076	-	-	-	-
	7	355.4814	-	-	-	-
ธรรมชาติ	8	189.4319	1	900	ดำ	เส้นใย
	9	244.4667	-	-	-	-
	10	400.3305	-	-	-	-

ตาราง 63 แสดงจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบในตะกอนดินจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 พ.ย. 62 ในฤดูฝน

พื้นที่	สถานี	น้ำหนัก ตะกอนดิน (กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)		ลักษณะ		
				ยาว	สี่	รูปร่าง		
ชุ่มชื้น	1	230.8002	1	900	ขาว	เศษ	ชิ้นส่วน	
			2	300	ดำ	แผ่น		
	2	324.0775	1	600	ขาว	แผ่น		
			2	600	เขียว	แผ่น		
	3	311.3809	1	1200	ใส	เส้นใย		
			2	600	ฟ้า	แผ่น		
	4	288.5593	1	600	ดำ	เส้นใย		
เกษตร	5	537.0747	1	300	แดง	แผ่น		
	6	490.1229	1	2400	ขาว	เส้นใย		
			2	600	ดำ	เส้นใย		
			3	600	ดำ	แผ่น		
	7	292.586	-	-	-	-	-	
	ธรรมชาติ	8	272.0202	-	-	-	-	-
		9	339.1405	-	-	-	-	-
10		391.7274	1	900	ดำ	เส้นใย		

ตาราง 64 แสดงปริมาณตะกอนดินที่ใช้ในการศึกษาไมโครพลาสติกจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
ในฤดูฝน

วันที่	พื้นที่	สถานี	ปริมาณ ตะกอนดิน เปียก (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในตะกอน ดิน (%)	ปริมาณ ตะกอนดินแห้ง (กรัม)	
17 ก.ย. 62	ชุมชน	1	1123.84	73.9067	293.2469	
		2	1035.71	61.6468	397.2279	
		3	1102.33	66.3826	370.5747	
		4	1117.08	63.7634	404.7918	
	เกษตร	5	1125.44	40.5344	669.2496	
		6	1065.84	55.8069	471.0277	
		7	1027.16	32.7947	690.3060	
		ธรรมชาติ	8	1042.70	40.4564	620.8611
			9	1015.55	70.2976	301.6427
			10	1007.10	63.9416	363.1441
17 ต.ค. 62	ชุมชน	1	1123.33	67.8528	361.1191	
		2	1143.20	63.5859	416.2860	
		3	1062.98	70.7068	311.3809	
		4	1053.80	60.4649	416.6209	
	เกษตร	5	1032.04	46.5784	551.3323	
		6	1099.55	45.3224	601.2076	
		7	1065.10	66.6246	355.4814	
	ธรรมชาติ	8	1044.26	81.8597	189.4319	
		9	1059.94	76.9358	244.4667	
		10	1134.10	64.6978	400.3305	
17 พ.ย. 62	ชุมชน	1	1051.86	78.0579	230.8002	
		2	1084.92	70.1289	324.0775	
		3	1038.75	67.7210	335.2981	

ตาราง 64 แสดงปริมาณตะกอนดินที่ใช้ในการศึกษาไมโครพลาสติกจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
ในฤดูฝน (ต่อ)

ครั้งที่	พื้นที่	สถานี	ปริมาณ ตะกอนดิน เปียก (กรัม)	ปริมาณน้ำ ในตะกอน ดิน (%)	ปริมาณ ตะกอนดินแห้ง (กรัม)
		4	1068.58	72.9960	288.5593
	เกษตร	5	1062.62	49.4575	537.0747
		6	1047.09	53.1919	490.1229
		7	1047.37	72.0647	292.586
	ธรรมชาติ	8	1046.28	74.0012	272.0202
		9	1055.48	67.8686	339.1405
		10	1040.71	62.3596	391.7274

6. ปริมาณไมโครพาร์ทิเคิลในหอยขม

ตาราง 65 แสดงจำนวนไมโครพลาสติกที่พบในหอยขม จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 ก.ย. 62 ในฤดูฝน

พื้นที่	ลำดับ หอย	น้ำหนัก หอย(กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)		
				ยาว	สี	รูปร่าง
ชุมชน	1	1.4458	1	900	ใส	แผ่น
	2	1.1754	1	900	ดำ	เส้นใย
	3	3.2251	1	600	ดำ	เส้นใย
	4	3.3694	2	2100	ขาว	เส้น
			1	600	ดำ	เส้นใย
5	1.5660	-	-	-	-	
เกษตร	1	1.4689	1	600	ใส	เส้นใย
	2	2.1894	1	900	ใส	เส้นใย
			2	900	ดำ	เส้นใย
	3	2.2295	-	-	-	-
	4	2.4760	-	-	-	-
5	2.0484	-	-	-	-	
ธรรมชาติ	1	0.8885	1	900	ดำ	เส้นใย
	2	1.8925	1	1200	ดำ	เส้นใย
	3	2.1661	1	900	ฟ้า	เส้น
	4	1.9749	-	-	-	-
	5	1.9148	-	-	-	-

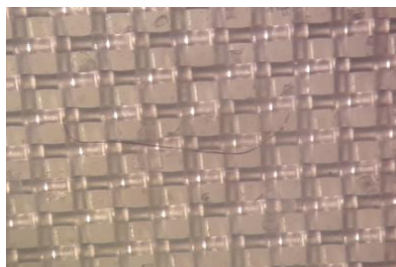
ตาราง 66 แสดงจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบในหอยขม จากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 ต.ค. 62 ในฤดูฝน

พื้นที่	ลำดับ หอย	น้ำหนัก หอย(กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)		
				ยาว	สี	รูปร่าง
ชุมชน	1	1.9633	1	300	ดำ	เส้นใย
	2	2.5501	-	-	-	-
	3	3.5939	1	600	แดง	แผ่น
	4	1.3136	1	600	ดำ	เส้นใย
	5	1.6228	-	-	-	-
เกษตร	1	1.5032	-	-	-	-
	2	1.8313	1	600	ดำ	เส้นใย
	3	2.4881	1	600	ดำ	เส้นใย
			2	900	ดำ	เส้นใย
	4	2.5915	-	-	-	-
	5	2.0264	1	600	ดำ	เส้นใย
ธรรมชาติ	1	3.7094	1	900	ดำ	เส้นใย
	2	1.0409	1	1200	แดง	เส้นใย
	3	2.4007	-	-	-	-
	4	1.2126	-	-	-	-
	5	1.1145	-	-	-	-

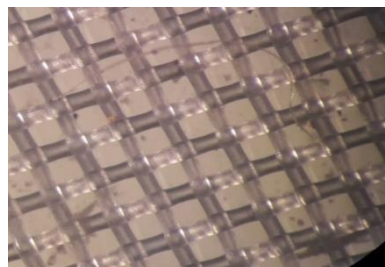
ตาราง 67 แสดงจำนวนไมโครพาร์ทิเคิลที่พบในหอยขมจากพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
จากการเก็บตัวอย่างวันที่ 17 พ.ย. 62 ในฤดูฝน

พื้นที่	ลำดับ หอย	น้ำหนัก หอย (กรัม)	ชั้นที่	ขนาด (ไมโครเมตร)				
				ยาว	สี	รูปร่าง		
ชุมชน	1	2.8204	1	3000	ขาว	เส้นใย		
			2	300	ดำ	เส้นใย		
	2	1.6268	1	300	ดำ	เส้นใย		
			2	600	ฟ้า	เส้นใย		
	3	2.3184	-	-	-	-		
4	1.7679	-	-	-	-			
เกษตร	5	2.5242	-	-	-	-		
			1	-	-	-		
			2	-	-	-		
			3	1.3796	1	300	ดำ	เส้นใย
			4	1.9630	-	-	-	-
ธรรมชาติ	5	1.6950	-	-	-	-		
			1	-	-	-		
			2	1.7548	-	-	-	
			3	1.8766	-	-	-	
			4	1.7889	-	-	-	
ธรรมชาติ	5	1.7467	1	600	ฟ้า	เส้นใย		
			2	-	-	-		
			3	-	-	-		
			4	1.5101	1	600	ฟ้า	เส้นใย
			5	1.7467	-	-	-	

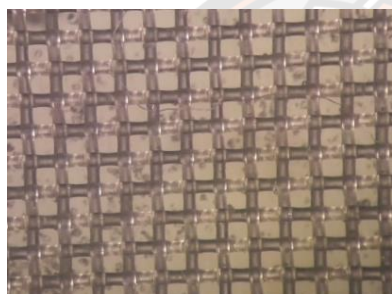
ภาคผนวก ค ภาพตัวอย่างไมโครพลาสติก



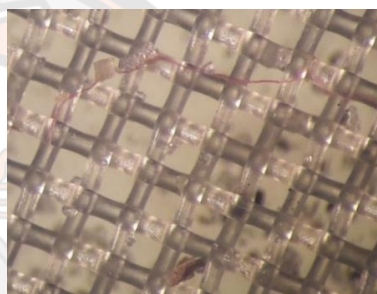
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพ 52 ไมโครพลาสติกกรุปร่างเส้นใย

หมายเหตุ: (ก) เส้นใยดำขนาด 1,800 ไมโครเมตร (ข) เส้นใยใสขนาด 1,500 ไมโครเมตร
 (ค) เส้นใยขาวขนาด 3,000 ไมโครเมตร (ง) เส้นใยแดงขนาด 1,800 ไมโครเมตร
 (จ) เส้นใยฟ้าขนาด 600 ไมโครเมตร



(ฉ)



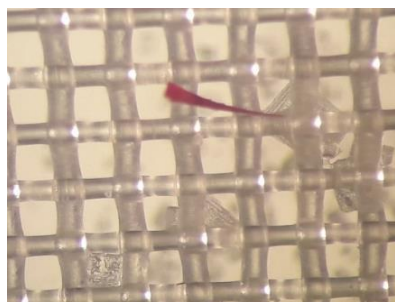
(ช)



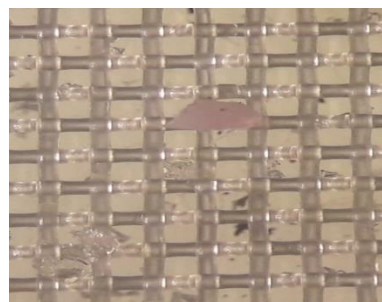
(ซ)

ภาพ 53 ไมโครพลาสติกรูปร่างเส้น

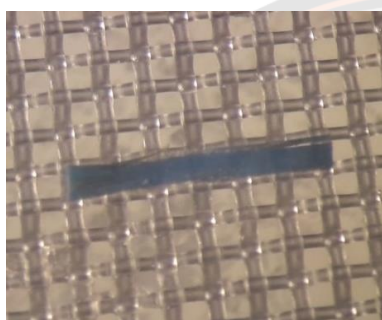
หมายเหตุ: (ฉ) เส้นใยขนาด 900 ไมโครเมตร
 (ช) เส้นขาวขนาด 1,200 ไมโครเมตร
 (ซ) เส้นฟ้าขนาด 900 ไมโครเมตร



(ณ)



(ญ)



(ฎ)



(ฐ)



(ฑ)



(ฒ)



(ณ)

ภาพ 54 ไมโครพลาสติกรูปร่างแผ่น

หมายเหตุ: (ณ) แผ่นแดงขนาด 600 ไมโครเมตร (ญ) แผ่นชมพูขนาด 600 ไมโครเมตร
 (ฎ) แผ่นฟ้าขนาด 1,800 ไมโครเมตร (ฐ) แผ่นขาวขนาด 600 ไมโครเมตร
 (ฑ) แผ่นดำขนาด 600 ไมโครเมตร (ฒ) แผ่นเขียวขนาด 600 ไมโครเมตร
 (ณ) แผ่นใสขนาด 2,400 ไมโครเมตร



(ด)



(ต)



(ถ)

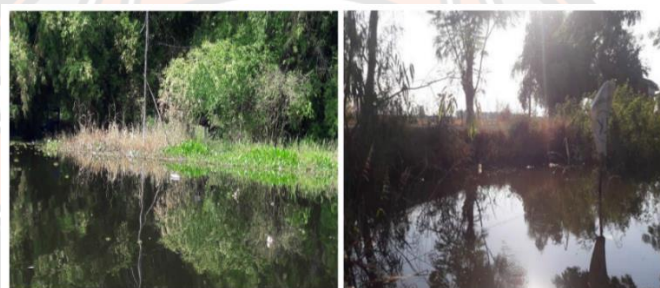
ภาพ 55 ไมโครพลาสติกกรูปร่างเศษชิ้นส่วน

- หมายเหตุ: (ด) เศษชิ้นส่วนขาวขนาด 300 ไมโครเมตร
 (ต) เศษชิ้นส่วนส้มขนาด 300 ไมโครเมตร
 (ถ) เศษชิ้นส่วนเขียวขนาด 300 ไมโครเมตร

ภาคผนวก ง ภาพบริเวณพื้นที่ศึกษา การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง



(ท)



(ธ)



(น)

ภาพ 56 บริเวณพื้นที่ศึกษา

- หมายเหตุ: (ท) พื้นที่เก็บตัวอย่างบริเวณชุมชน
 (ธ) พื้นที่เก็บตัวอย่างบริเวณเกษตรกรรม
 (น) พื้นที่เก็บตัวอย่างบริเวณธรรมชาติ



ภาพ 57 การเก็บตัวอย่างตะกอนดินโดยใช้ Grab Sampler



ภาพ 58 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำในดิน



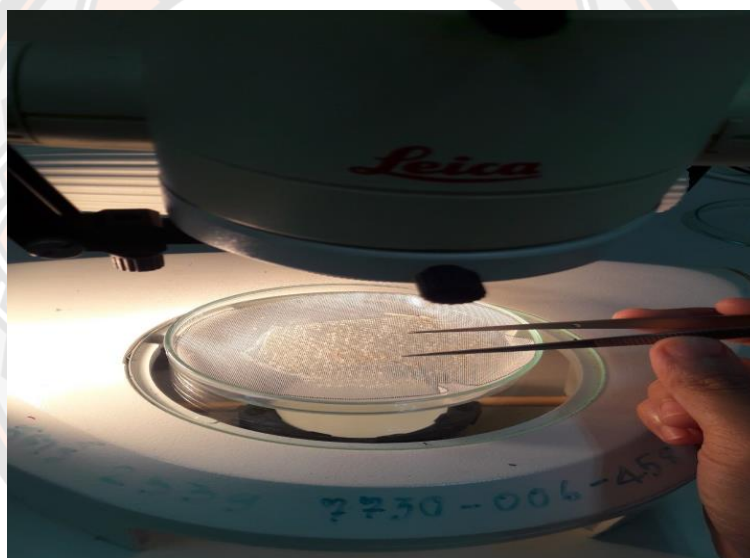
ภาพ 59 การวิเคราะห์เนื้อดินโดย Hydrometer method



ภาพ 60 การทำ Wet Peroxide Oxidation; WPO



ภาพ 61 การกรองตัวอย่าง



ภาพ 62 การจำแนกตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์