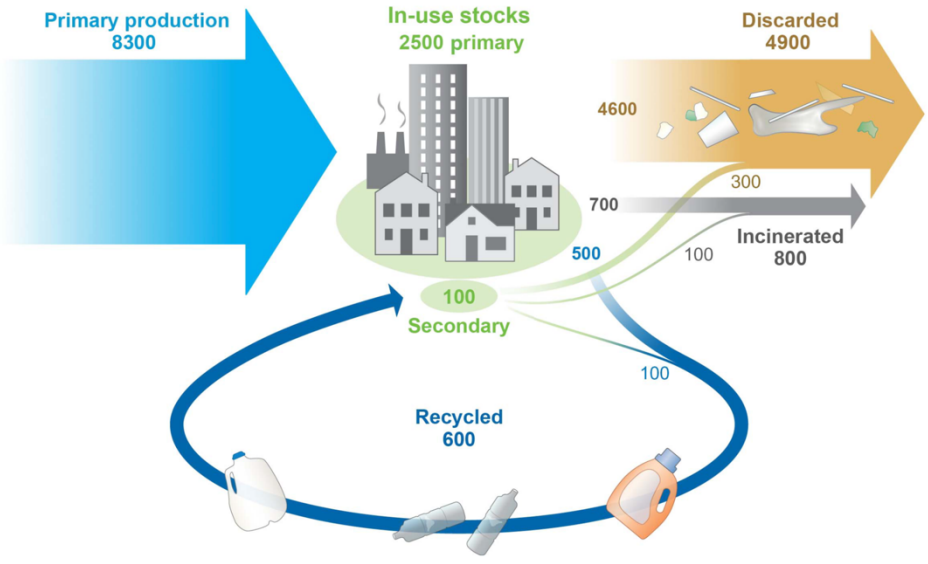
บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไมโครพลาสติก

ปัจจุบัน ภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทยมีการใช้พลาสติกเป็นสารตั้งต้นการผลิตในเกือบทุกสาขาและผลิตภัณฑ์ อาทิ บรรจุภัณฑ์ ชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้าง ขนส่งยานยนต์ เฟอร์นิเจอร์ เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิคส์ เครื่องใช้ในครัวเรือน และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ จากข้อมูลรายงานสถิติการผลิตพลาสติกของประเทศพบว่าการใช้ประโยชน์พลาสติกเป็นวัสดุสำหรับผลิตบรรจุภัณฑ์ (Packaging) มีสัดส่วนสูงสุดและเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดขยะมากที่สุด โดยสถาบันพลาสติกรายงานข้อมูลการใช้พลาสติกเพื่อผลิตบรรจุภัณฑ์ ในปี พ.ศ. 2558 สูงถึง 2.048 ล้านตัน ในจำนวนนี้ประกอบด้วยการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทถุง 0.476 ล้านตัน การผลิตถาดโฟม 0.09 ล้านตัน และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น กล่อง ถ้วย 1.482 ล้านตัน ตามลำดับ โดยในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา พบว่าขยะพลาสติกเกิดขึ้นในประเทศทั้งสิ้นร้อยละ 12 ของปริมาณขยะทั้งหมด หรือประมาณปีละ 2 ล้านตัน โดยตัวอย่างขยะพลาสติกที่พบส่วนใหญ่ในสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ถุงพลาสติกประเภทถุงร้อน ถุงเย็น ถุงหูหิ้วที่ทำจากพลาสติกประเภท Polypropylene High-Density-Polyethylene และ Low-Density-Polyethylene เป็นต้น

นอกเหนือจากขยะพลาสติกขนาดใหญ่ที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมแล้วนั้น ปัจจุบัน มีข้อมูลการปนเปื้อนของขยะพลาสติกที่มีขนาดเล็กซึ่งเกิดจากการแตกตัว (Disintegration) การหลุดลอกของเนื้อพลาสติกขนาดใหญ่โดยเฉพาะพลาสติกในกลุ่ม Oxo-biodegradable หรือ Oxo-fragmentable เช่นพลาสติกในกลุ่ม Polyethylene Polystyrene และ Polyvinyl chloride ซึ่งแตกตัวออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ รวมไปถึงขยะพลาสติกที่มีอนุภาคขนาดเล็กตั้งแต่เริ่มแรกปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะมลสารประเภทไมโครพลาสติกที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร ซึ่งมักใช้เป็นสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ไมโครบีด (Microbeads) เม็ดบีดสครับ ของผลิตภัณฑ์หรือสารเติมแต่งในเครื่องสำอางและเวชภัณฑ์กลุ่มของยาสีฟัน แชมพู ครีมขัดผิว ครีมโกนหนวด รวมไปถึงเส้นใยสังเคราะห์จากผลิตภัณฑ์สิ่งทอในแหล่งน้ำ แม่น้ำและทะเล โดยทั่วไปแล้วธรรมชาติของไมโครพลาสติกคือมีขนาดอนุภาคเล็ก เบาและลอยน้ำได้ จึงมักหลุดรอดจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียและไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ (Auta, Emenike & Fauziah, 2017 : 166)

นอกจากนี้ ไมโครพลาสติกยังเป็นสารตกค้างในสิ่งแวดล้อมสามารถสะสมได้ในห่วงโซ่อาหารและมีความเป็นพิษ (Persistent bio-accumulative and toxic substances: PBTs) เนื่องจากอนุภาคดังกล่าวสามารถดูดซับมลสารชนิดอื่นที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำได้ อาทิ โลหะหนัก สารมลพิษที่ตกค้างยาวนานในสิ่งแวดล้อม (Persistent organic pollutants: POPs) ไฮโดรคาร์บอนที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ เช่น Polychlorinated Biphenyls (PCBs) เป็นต้น ทั้งนี้ การรวมตัวกันของอนุภาคไมโครพลาสติกและมลสารที่มีความเป็นพิษ ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำและห่วงโซ่อาหารอาจนำไปสู่ผลกระทบที่อาจมีต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภคหรือสัมผัสมลสารเหล่านั้นที่พบในแหล่งน้ำเกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัย การเปลี่ยนแปลงของยีนและโครงสร้างของระบบพันธุกรรมรวมไปถึงศักยภาพในการก่อให้เกิดโรคมะเร็ง เป็นต้น ถึงแม้ว่ากิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์เป็นสาเหตุสำคัญของการปนเปื้อนมลสารประเภทไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม ยกตัวอย่างเช่น การใช้เครื่องสำอางและเวชภัณฑ์ในชีวิตประจำวัน หรือการซักผ้าที่มีเส้นใยพลาสติกเป็นองค์ประกอบล้วนแต่เป็นสาเหตุของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำเสียชุมชนซึ่งระบบบำบัดไม่สามารถกำจัดและบำบัดมลสารดังกล่าวได้ทั้งหมด อย่างไรก็ดี การศึกษาและผลงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศหลายแห่งได้ศึกษารวบรวมและประมวลองค์ความรู้เกี่ยวกับมลสารไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำและระบบบำบัดน้ำเสียดังข้อมูลที่จะนำเสนอในหัวข้องานวิจัยที่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ 2.1 ปริมาณการผลิต การใช้ การกำจัด และการนำกลับมาใช้ใหม่ของพลาสติกทั่วโลกในปี 2558 (หน่วย : ล้านตัน)

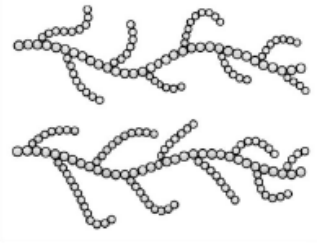
ที่มา : (Geyer, Jambeck & Law, 2017 : 2)

ไมโครพลาสติกส่วนใหญ่มีต้นกำเนิดจากพลาสติกในชีวิตประจำวันของมนุษย์ กนกวรรณ เนตรสิงแสง (2563 : 7) ให้นิยามของคำว่า พลาสติก (Plastic) หมายถึง สารอินทรีย์ที่เกิดจากการสังเคราะห์โดยกรรมวิธีทางเคมีโดยการนำสารเคมีที่มีโมเลกุลขนาดเล็กที่เรียกว่า โมโนเมอร์ (Monomer) มารวมตัวกันด้วยปฏิกิริยาเคมีเพื่อให้มีขนาดใหญ่ขึ้นหรือมาโครโมเลกุลที่เกาะตัวต่อเนื่องกันเรียกว่า พอลิเมอร์ (Polymer) หรือพลาสติก จากนั้นทำให้เกิดการเกาะตัวของโมเลกุลเป็นจำนวนมากซึ่งทำให้มีคุณลักษณะต่าง ๆ ตามที่ต้องการ ได้แก่ มีความแข็งแรง มีความเหนียว ทนต่อการกัดกร่อน และเป็นฉนวนไฟฟ้า เป็นต้น พลาสติกสามารถแบ่งออกตามลักษณะการยึดเกาะตัวของโครงสร้างโมเลกุลได้เป็น 2 ประเภท คือ

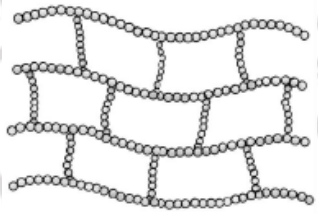
1) เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) เป็นพลาสติกประเภทคืนรูปหรือเป็นพลาสติกชนิดอ่อน มีโครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยพอลิเมอร์เป็นแบบเส้นตรง (Linear shape) หรือเป็นแบบกิ่งสั้น (Branched shape) ดังภาพที่ 2.2 สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายบางชนิด เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัวและหลอมเหลวเป็นของเหลวหนืด (Viscous liquid) เนื่องจากโมเลกุลของพอลิเมอร์ที่พันกันอยู่จะสามารถเคลื่อนที่ผ่านกันไปมาได้ง่ายขึ้นเมื่อได้รับความร้อนและเมื่อเย็นตัวลงก็จะเกิดการแข็งตัว โดยการหลอมเหลวและเย็นตัวนี้สามารถเกิดกลับไปกลับมาได้โดยไม่ทำให้สมบัติทางกายภาพและเคมีหรือโครงสร้างของโพลิเมอร์เปลี่ยนไป ดังนั้น พลาสติกประเภทนี้จึงสามารถนำกลับมาใช้งานได้ใหม่ แต่พลาสติกประเภทนี้มี ข้อจำกัดของการใช้งาน คือ ไม่สามารถนำมาใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้เพราะอาจเกิดการบิดเบี้ยวหรือเสียรูปทรงไปได้

2) เทอร์โมเซตติ้ง (Thermosetting) เป็นพลาสติกประเภทคงรูปหรือที่รู้จักกันทั่วไปว่าพลาสติกแข็งมีโครงสร้างเป็นร่างแหหรือเกิดการเชื่อมโยงกันระหว่างโมเลกุล (Cross-linked or Network shape) แสดงดังภาพที่ 2.2 ซึ่งโครงสร้างที่เป็นร่างแหสามารถหลอมเหลวได้ในขั้นตอนการขึ้นรูปครั้งแรกเท่านั้น สำหรับขั้นตอนนี้จะมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นทำให้เกิดพันธะเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุล ส่งผลให้พอลิเมอร์มีรูปร่างถาวรไม่สามารถหลอมเหลวได้เมื่อได้รับความร้อน (Heat) หรือแรงอัด (Pressure) ดังนั้น พลาสติกประเภทนี้ไม่สามารถนำมาหลอมขึ้นรูปได้ใหม่แม้จะให้ความร้อนซ้ำอีกครั้ง สายโซ่พลาสติกจะไม่สามารถเคลื่อนไหวได้อีกเนื่องจากโครงสร้างเกิดการจับกันเป็นร่างแหแล้วทำให้พลาสติกไม่สามารถอ่อนตัวหรือหลอมขึ้นรูปใหม่ได้ การหลอมขึ้นรูปใหม่จะทำให้พันธะระหว่างอะตอมในโมเลกุลแตกออกได้สารที่ไม่มีสมบัติของความเป็นพอลิเมอร์อีกต่อไป

(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 2.2 ลักษณะโครงสร้างโมเลกุลของพลาสติก ประกอบด้วย พอลิเมอร์แบบเส้นตรง (ก) พอลิเมอร์แบบกิ่ง (ข) และ โมเลกุลของพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติ้ง (ค)

ที่มา : กนกวรรณ เนตรสิงแสง (2563 : 8-11)

แหล่งกำเนิดและการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก

การเสื่อมสภาพของขยะพลาสติกในธรรมชาติสามารถเกิดจากกระบวนการทางกายภาพและเคมีที่ทำให้เกิดการแตกหักหรือการฉีกขาดของขยะพลาสติก ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนรูปและการลดขนาดของขยะพลาสติกลงจนไม่เห็นเป็นชิ้นพลาสติกขนาดใหญ่ แต่ด้วยคุณสมบัติที่ทนทานต่อการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ของพลาสติกนั้นจึงไม่เกิดการย่อยสลายต่อโดยจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและเกิดการกลับคืนสู่ธาตุหรือสารตั้งต้นที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ยกตัวอย่างเช่น การย่อยสลายของไม้ที่ประกอบด้วยเซลลูโลส ลิกนิน เฮมิเซลลูโลสกลับคืนสู่คาร์บอน แต่ในกรณีของขยะพลาสติกในธรรมชาติจึงมักเกิดการแตกหัก ฉีกขาด และลดขนาดลงเป็นชิ้นขนาดเล็กซึ่งส่วนใหญ่ยังคงคุณสมบัติการเป็นพลาสติกอยู่เช่นเดิม และถ้าถูกลดขนาดลงจนมีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตรจะถูกเรียกว่า ไมโครพลาสติก (Microplastics) ปัจจุบันนักวิจัยและนักนิเวศวิทยาศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกพบการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกในธรรมชาติโดยเฉพาะแหล่งน้ำทั่วโลกทั้งในสภาพน้ำจืดและน้ำเค็ม นอกจากนี้ยังพบการสะสมใน แพลงก์ตอน แมลงน้ำ พืชน้ำ และสัตว์น้ำ เป็นต้น (สุกฤตา ปุณยอุปพัทธ์ และประสงค์สม ปุณยอุปพัทธ์, 2562 : 90)

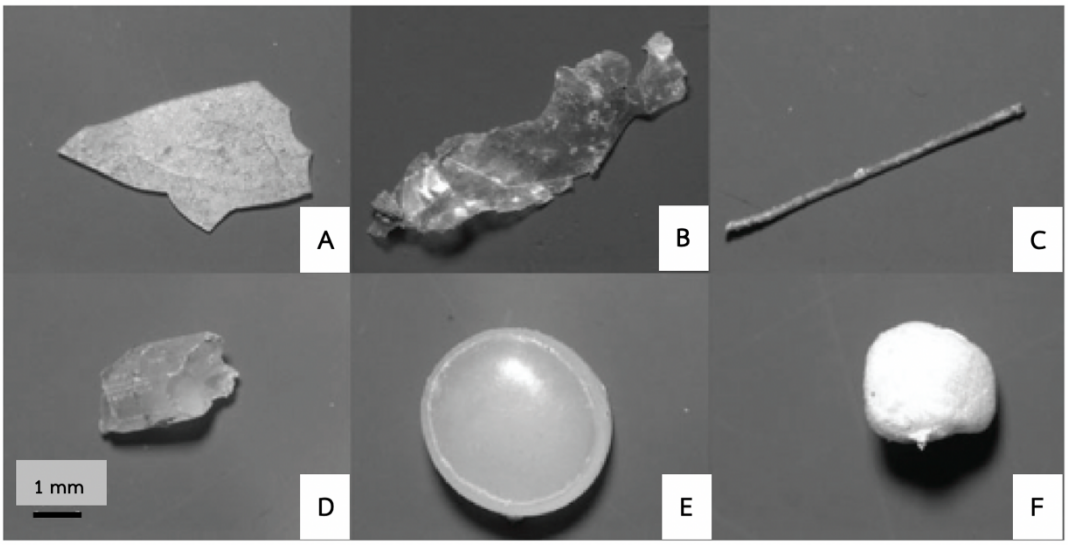
จากที่กล่าวมาในเบื้องต้นพบว่าไมโครพลาสติก คือ พลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร และในปัจจุบันพบว่าไมโครพลาสติกสามารถแพร่กระจายและปนเปื้อนทั้งในสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต โดยไมโครพลาสติกที่พบการปนเปื้อนสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1) ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ

ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ (Primary microplastics) เป็นเม็ดพลาสติกที่ถูกผลิตให้มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตรตั้งแต่เริ่มต้น โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะใช้เม็ดพลาสติกขนาดเล็กนี้ในการขัดถูเพื่อทำความสะอาด สามารถพบได้ในผลิตภัณฑ์ดูแลผิว และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทำความสะอาดร่างกาย เช่น ครีมขัดผิว สบู่เหลวสำหรับอาบน้ำ โฟมล้างหน้า และยาสีฟัน ได้มีการจดสิทธิบัตรตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 โดยมีชื่อทางการค้าว่า ไมโครบีดส์ (Micro-bead) ไมโครสเฟียร์ (Microsphere) หรือเม็ดสครับ (Scrub) ซึ่งพบว่าไมโครบีดส์ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดเหล่านั้นถูกผลิตมาจาก Polyethylene (PE) Polypropylene (PP) Polyethylene Terephthalate (PET) Polymethyl methacrylate (PMMA) และไนลอน (Nylon) นอกจากนี้ยังพบว่าในภาคอุตสาหกรรมยังมีการใช้เม็ดพลาสติกขนาดเล็ก (Plastic grit) ในการขัดถูทำความสะอาดพื้นผิว ขัดสนิมหรือขัดสีออกจากพื้นผิวโลหะ โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Air blasting machine ซึ่งจะใช้ไมโครบีดส์ที่ทำจากอะคริลิค (Acrylic) เมลามีน (Melamine) หรือโพลีเอสเตอร์ (Polyester) และการใช้งานซ้ำหลายครั้งจนกระทั่งไมโครบีดส์สูญเสียความสามารถในการขัดถูก่อนทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะและโลหะหนักจากไมโครพลาสติกประเภทนี้ได้

2) ไมโครพลาสติกทุติยภูมิ

ไมโครพลาสติกทุติยภูมิ (Secondary microplastics) พลาสติกประเภทนี้ไม่ได้มีขนาดเล็กตั้งแต่เริ่มต้นแต่เกิดจากการลดขนาดของขยะพลาสติกในสิ่งแวดล้อม โดยกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์จนกระทั่งได้พลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร ซึ่งกระบวนการลดขนาดของพลาสติกนั้นสามารถเกิดจากกระบวนการทางกายภาพ กระบวนการทางเคมี และกระบวนการทางชีวภาพ เช่น การขัดถู ความร้อน แสงยูวี เอนไซม์ ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น และการย่อยสลายของกลุ่มจุลชีพ เป็นต้น กระบวนการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้ชิ้นพลาสติกขนาดใหญ่ (Macroplastic) เกิดการแตกหัก ฉีกขาด และลดขนาดลงตามลำดับจนได้พลาสติกรูปร่างต่าง ๆ ที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังพบการเกิดของไมโครพลาสติกประเภทเส้นใยขนาดเล็กที่เกิดจากการหลุดหรือการขาดของเส้นใยพลาสติกที่ใช้ในกระบวนการผลิตสิ่งทอจากกระบวนการซักเสื้อผ้า การฉีกขาดของเส้นใยพลาสติกที่ใช้งานในชีวิตประจำวันทั่วไป (ภาพที่ 2.3) รวมไปถึงการฉีกขาดของเส้นใยพลาสติกของเครื่องมือที่ใช้ในการประมง ได้แก่ แห อวน ตาข่าย และเอ็นสำหรับตกปลา เป็นต้น



(A = Sheet; B = Film; C = Line/Fiber; D = Fragment; E = Pellet/Granule; F = Foam)

ภาพที่ 2.3 ไมโครพลาสติกชนิดทุติยภูมิ
ที่มา : (สุกฤตา ปุณยอุปพัทธ์ และประสงค์สม ปุณยอุปพัทธ์, 2562 : 92)

การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมสามารถแบ่งเป็น 2 รูปแบบตามแหล่งกำเนิดของไมโครพลาสติก คือ รูปแบบของไมโครพลาสติกปฐมภูมิและไมโครพลาสติกทุติยภูมิปนเปื้อนและสะสมในระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ การปนเปื้อนทั้ง 2 รูปแบบนี้มีความแตกต่างกัน กล่าวคือ กรณีของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกปฐมภูมิปนเปื้อนในธรรมชาติเกิดขึ้นได้จากการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีไมโครพลาสติกผสมอยู่ เช่น การใช้ผลิตภัณฑ์ดูแลผิว ครีมขัดผิว สบู่เหลวสำหรับอาบน้ำ โฟมล้างหน้า น้ำยาขัดถูทำความสะอาดพื้นผิว ตลอกจนการใช้ประโยชน์โดยตรงจากเม็ดไมโครพลาสติกนั้น ๆ เช่น การใช้เม็ดพลาสติกขัดสี หรือขัดสิ่งสกปรกออกจากพื้นผิว ภาพรวมของการใช้ไมโครพลาสติกทั้งหมดนี้จะเป็นการใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง และเป็นการทิ้งไมโครพลาสติกออกสู่ธรรมชาติโดยตรงในปริมาณที่สูงมาก โดยเฉพาะจากการใช้ผลิตภัณฑ์ดูแลผิว และทำความสะอาดร่างกาย เนื่องจากเป็นการใช้ผลิตภัณฑ์ในกิจวัตรประจำวันของประชาชนทำให้เกิดการปนเปื้อนและสะสมไมโครพลาสติกปฐมภูมิในสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานานนับสิบปี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

ในขณะที่รูปแบบการปนเปื้อนในธรรมชาติของไมโครพลาสติกทุติยภูมิจะเกิดจากกระบวนการลดขนาดของพลาสติกขนาดใหญ่ เช่น ภาชนะบรรจุ ถุง เส้นใยพลาสติก หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกประเภทต่าง ๆ ที่ถูกทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม รวมไปถึงเส้นใยพลาสติกที่ใช้ในกระบวนการผลิตสิ่งทอจากกระบวนการซักเสื้อผ้า เส้นใยพลาสติกที่ใช้งานในชีวิตประจำวันโดยทั่วไปจะมีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร และสามารถปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมได้เมื่อผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากพลาสติกเหล่านั้นถูกปล่อยทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมและถูกทำให้มีขนาดเล็กลงโดยกระบวนการทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ซึ่งส่งผลให้เกิดการแตกหัก ฉีกขาด และการลดขนาดลง ตามลำดับ จนกระทั่งได้เป็นไมโครพลาสติกทุติยภูมิที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตาม อัตราการเกิดและการปนเปื้อนในธรรมชาติของไมโครพลาสติกทุติยภูมินั้นต้องอาศัยปัจจัยต่าง ๆ ในธรรมชาติที่มีผลทำให้โครงสร้างเกิดการลดขนาดของพลาสติกลง โดยระยะเวลาที่ใช้นั้นจะแตกต่างกันออกไป โดยสรุปแม้ว่ารูปแบบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกทั้งสองชนิดในธรรมชาติจะมีความแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามพบว่าในท้ายที่สุดแล้วไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมนั้นจะรวมกันอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินตามธรรมชาติ ได้แก่ ลำธาร คลอง แม่น้ำ และภาพรวมสุดท้ายของการปนเปื้อนมีแนวโน้มเข้าสู่ระบบนิเวศทางทะเล

ตารางที่ 2.1 ชนิดของพลาสติกที่ถูกนำใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ และพบเป็นขยะพลาสติกในแหล่งน้ำ

ผลิตภัณฑ์พลาสติก	ชนิดของพลาสติก						
	PE	PVC	PP	PS	PET	PA	PES
ถุงพลาสติก	/						
ถุงห่อขนม ถุงฟอยล์	/		/		/	/	
ขวดน้ำดื่ม ขวดพลาสติก					/		
ฝาพลาสติก	/	/	/	/			
หลอด			/	/			
ภาชนะพลาสติกบรรจุอาหาร	/		/	/	/		
กล่อมโฟมบรรจุอาหาร				/			
ช้อน ส้อม มีด พลาสติก				/			
เชือก	/	/	/			/	/

หมายเหตุ Polyethylene (PE), Polyvinyl chloride (PVC), Polypropylene (PP), Polystyrene (PS), Polyethylene terephthalate (PET), Polyamide (nylon) (PA), Polyester (PES)

ที่มา : (วัชรพฤกษ์ วิชัยศึก, 2563 : 6)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ผลกระทบของไมโครพลาสติกต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

ไมโครพลาสติกมีสมบัติของพลาสติกแต่ละชนิดไม่แตกต่างจากโครงสร้างของพลาสติกขนาดใหญ่ แต่การลดขนาดลงของพลาสติกสามารถส่งผลให้เกิดการกระจายตัวและปนเปื้อนของพลาสติกในแหล่งน้ำ พื้นดิน และสะสมในสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในระบบที่มีการปนเปื้อน โดยเฉพาะการตรวจพบไมโครพลาสติกในพืชและสัตว์น้ำ เช่น สาหร่ายทะเล แพลงก์ตอนพืช ตัวอ่อนแมลงน้ำ หอย ปลาทะเล และเต่าทะเล เป็นต้น ข้อมูลจากบทความวิชาการของ สุกฤตา ปุณยอุปพัทธ์ และประสงค์สม ปุณยอุปพัทธ์ (2562 : 98) ยกตัวอย่างของผลกระทบของไมโครพลาสติกต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ การยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายทะเลดังกรณีของสาหร่าย 2 ชนิด คือ Chlorella และ Scenedesmus สามารถดูดซับและสะสมพลาสติกชนิด PS ที่มีขนาดเล็กระดับนาโนเมตร (Nano-PS) และสามารถลดการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายดังกล่าว นอกจากนี้ไมโครพลาสติกชนิด PS ยังมีผลกระทบต่อแพลงก์ตอนสัตว์ 2 ชนิด ได้แก่ *Centropages typicus* และ *Calanus helgolandicus* การสะสมของไมโครพลาสติกในเนื้อเยื่อของแพลงก์ตอนสัตว์อาจส่งผลต่อการถ่ายทอดสารมลพิษในห่วงโซ่อาหาร และมีผลกระทบต่อการสืบพันธุ์ ไข่มีขนาดเล็กลง มีอัตราการฟักเป็นตัวต่ำและมีอัตราการตายที่เพิ่มขึ้น ส่วนผลกระทบในหอยแมลงภู่ชนิด *Mytilus edulis* จากไมโครพลาสติกชนิด PS พบว่า PVC ขนาด 1–50 ไมโครเมตร มีผลกระทบต่อการหายใจ การกรองอาหาร การสร้างสารเมือก และเพิ่มอัตราการตายของหอยแมลงภู่ได้

Wright, Thompson & Galloway (2013 : 489-490) พบว่า ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากไมโครพลาสติกที่มีต่อสิ่งมีชีวิตขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติก เช่น ขนาด ความหนาแน่น ชนิด และสี โดยมีตัวอย่างของผลกระทบดังต่อไปนี้

1) ขนาดของไมโครพลาสติกที่เข้าไปสู่สิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กมากมีแนวโน้มที่จะปนเปื้อนในสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในลำดับต้นของห่วงโซ่อาหาร อย่างไรก็ตามพฤติกรรมการบริโภคของสิ่งมีชีวิตก็มีส่วนสำคัญ เช่น ในกรณีของวาฬบาลีน (Baleen whale) ที่สามารถกรองน้ำได้ปริมาณ 70,000 ลิตร ทำให้มีความเสี่ยงที่จะบริโภคพลาสติกเข้าสู่ร่างกายและสะสมในอวัยวะมากกว่าสิ่งมีชีวิตที่มีรูปแบบการบริโภคอาหารรูปแบบอื่น ๆ

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

2) ความหนาแน่นและชนิดของพลาสติก ความหนาแน่นของไมโครพลาสติกมีอิทธิพลต่อปริมาณของพลาสติกในมวลน้ำและตะกอนดิน รวมถึงระดับของการสะสมและการได้รับพลาสติกของสัตว์ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน เช่น สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในมวลน้ำระดับต่างกันจะได้รับพลาสติกชนิดต่างกัน โดยสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในส่วนบนของมวลน้ำมีแนวโน้มที่จะได้รับการปนเปื้อนพลาสติกที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำเช่น โพลีเอทไธลีน (PE) ที่มีความหนาแน่น 0.91 - 0.94 ในขณะที่สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดินหรือในดินตะกอนมีแนวโน้มได้รับการปนเปื้อนพลาสติกที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ เช่น โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) ที่มีความหนาแน่น 1.38 เป็นต้น

3) สีของไมโครพลาสติกเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกกินของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะในสิ่งมีชีวิตที่มีประสาทการรับรู้ภาพและสี โดยสัตว์ทะเลจะเลือกกินพลาสติกที่มีสีคล้ายเหยื่อของสัตว์ชนิดนั้น เช่น รายงานการวิจัยในหลายประเทศพบว่าปลาเศรษฐกิจที่สำคัญในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือที่บริโภคแพลงก์ตอนและสัตว์ที่มีขนาดเล็ก พบไมโครพลาสติกสีขาวและเหลืองจำนวนมากจึงมีความเป็นไปได้ว่าปลากลุ่มดังกล่าวอาจบริโภคไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กและสีที่ใกล้เคียงกับเหยื่อที่มีสีขาว สีเหลืองและสีน้ำตาล นอกจากนี้ ผลการศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในบริเวณอ่าวเนียนติก ยังพบว่าตัวอย่างปลามีปริมาณของเม็ดโฟมสีขาวจำนวนมากอาจเนื่องมาจากเม็ดโฟมมีลักษณะและสีที่ใกล้เคียงเหยื่อของปลา เป็นต้น

สถานการณ์ไมโครพลาสติกของประเทศไทย

ประเทศไทยยังมีข้อมูลและการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับไมโครพลาสติกค่อนข้างจำกัด ไม่มีการคำนวณหรือการประเมิน รวมถึงขาดการรายงานที่เกี่ยวข้องกับชนิดและปริมาณของไมโครพลาสติกปฐมภูมิในสิ่งแวดล้อมออกมาชัดเจนเป็นรูปธรรม รายงานเกี่ยวกับสถานการณ์ไมโครพลาสติกส่วนใหญ่เป็นผลการวิจัยในต่างประเทศ ยกตัวอย่างเช่น Napper et al. (2015 : 182) ชี้ให้เห็นว่าจำนวนของเม็ดไมโครพลาสติกที่อยู่ในผลิตภัณฑ์สำหรับทำความสะอาดใบหน้าและร่างกายตลอดจนการใช้เครื่องสำอางสามารถสร้างเม็ดไมโครพลาสติกปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติและระบบรวบรวมน้ำเสียของชุมชนเมืองได้ ผลการประเมินพบว่าเมื่อมีการใช้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวที่มีไมโครพลาสติกเป็นส่วนผสม 1 ครั้ง สามารถสร้างไมโครพลาสติก ประมาณ 4,594 - 94,500 เม็ดลงสู่ท่อระบายน้ำและปนเปื้อนในน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน

ปริมาณน้ำหนักของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติเมื่อมีการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของเม็ดไมโครพลาสติกแต่ละคนต่อวันเท่ากับ 2.4 กรัม หรือประมาณ 0.876 กิโลกรัมต่อปีต่อคน เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการประเมินกับโครงสร้างประชากรของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2562 ที่มีประมาณ 70 ล้านคน และกำหนดให้มีการใช้ผลิตภัณฑ์จากไมโครพลาสติกประมาณร้อยละ 50 หรือประมาณ 35 ล้านคน จะพบว่ามีจำนวนไมโครพลาสติกปนเปื้อนลงสู่

แหล่งน้ำและระบบนิเวศมากกว่า 30,000 ตันต่อปี นอกจากนี้ ระยะเวลาของการใช้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีเม็ดไมโครพลาสติกในสังคมไทยเป็นระยะเวลามากกว่า 10 ปี เป็นตัวบ่งชี้ว่าปัจจุบันสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยมีปริมาณไมโครพลาสติกชนิดปฐมภูมิสะสมในระดับที่สูงมากและสะสมต่อเนื่องจากอดีตจนถึงปัจจุบัน

นอกจากนี้ รายงานสถานการณ์ปริมาณขยะพลาสติกของกรมควบคุมมลพิษพบว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่ทิ้งขยะพลาสติกมากเป็นอันดับที่ 6 ของโลก โดยภาพรวมของการผลิตและการใช้ถุงพลาสติกพบว่า ในปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณขยะพลาสติกประเภทถุงพลาสติกชนิดหูหิ้วประมาณ 517,054 ตัน แก้วน้ำพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวจำนวน 241,233 ตัน และหลอดพลาสติกจำนวน 3,873 ตัน โดยเฉพาะสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID – 19) ที่ผ่านมารัฐบาลมีมาตรการควบคุมพื้นที่เสี่ยงด้วยการจำกัดการเดินทางให้ประชาชนอยู่ในบ้านและปิดการบริการที่ไม่จำเป็น โดยเฉพาะมาตรการห้ามนั่งรับประทานอาหารในร้านอาหารส่งผลให้ประชาชนใช้บริการสั่งอาหารแบบส่งถึงบ้านเพิ่มมากขึ้น โดยอาหารเหล่านี้ส่วนใหญ่ถูกจัดส่งพร้อมกับบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบใช้ครั้งเดียว (Single – use plastics) ซึ่งก่อให้เกิดขยะพลาสติกภายหลังการบริโภคจำนวนมาก อาทิเช่น ถุงพลาสติกหูหิ้ว กล่องพลาสติกใส่อาหาร ซองพลาสติกใส่เครื่องปรุงรส อุปกรณ์ในการรับประทาน (ช้อน/ส้อม/มีด) พร้อมพลาสติกห่อหุ้ม (Plastic wrap) ผลการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนมกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2563 ว่าขยะพลาสติกจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 15 จากปริมาณปกติ 5,500 ตันต่อวัน เพิ่มขึ้นเป็น 6,300 ตันต่อวัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2564 : 20)

ดัชนีชี้วัดทางชีวภาพ

ดัชนีชี้วัดทางชีวภาพ (Bioindicator) เป็นการตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพเป็นวิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยใช้การตอบสนองทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพสิ่งแวดล้อมนอกเหนือจากการพิสูจน์ทราบปัญหาและผลกระทบทางด้านกายภาพและทางเคมี การใช้สิ่งมีชีวิตเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อมมีจุดเด่นหลายประการ ได้แก่ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในธรรมชาติมีความสามารถที่จะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะการปนเปื้อนจากสารพิษต่าง ๆ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงระดับความรุนแรงส่งผ่านลักษณะอาการที่ผิดปกติตั้งแต่ในระดับสารพันธุกรรม เซลล์ อวัยวะ และความผิดปกติทางด้านสรีรวิทยา เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยบูรพา

ปวีณา แก้วอุบล และคณะ (2561 : 12) พบว่า การใช้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biological indicators) สามารถเลือกใช้สิ่งมีชีวิตได้หลายกลุ่ม แต่กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่นิยมนำมาใช้ศึกษาและทำการทดลองบ่งชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศแหล่งน้ำและชายฝั่งทะเล คือ กลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินหรือสัตว์หน้าดิน (Benthic invertebrate) เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ดำรงชีวิตอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำ สัตว์หน้าดินมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำเป็นอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งบทบาทต่อสายใยอาหาร กระบวนการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบของธารน้ำไหล แม่น้ำ และปากแม่น้ำ โดยสัตว์หน้าดินทำหน้าที่เป็นผู้บริโภคที่มีบทบาทการกินอาหารได้หลากหลายรูปแบบ ได้แก่ กลุ่มที่กินอินทรีย์สารขนาดใหญ่ (Shredder) กลุ่มที่กินสาหร่าย (Grazer) กลุ่มที่เก็บกินตามพื้นท้องน้ำ (Gatherer) กลุ่มที่ขูดกิน (Scraper) กลุ่มที่กรองกิน (Filterer) และ กลุ่มที่เป็นผู้ล่า (Predator) นอกจากนี้ สัตว์หน้าดินมีวงจรชีวิตอยู่ในแหล่งน้ำตลอดเวลาหรือทั้งวงจรชีวิต บางชนิดอาศัยในระบบนิเวศแหล่งน้ำเป็นระยะเวลานานเป็นปีทำให้สามารถใช้ในการติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่อยู่อาศัยของสัตว์หน้าดินเหล่านั้นได้

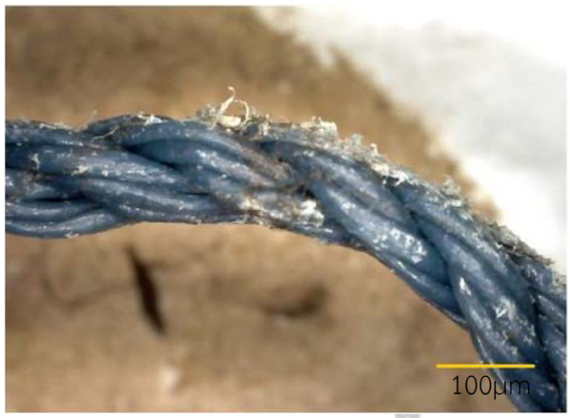
การศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในระบบนิเวศของปากแม่น้ำจันทบุรีใช้หอยแครงและกุ้งขาว เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ เนื่องจากหอยแครง (*Anadara granosa*) ถือเป็นสัตว์ทะเลที่อาศัยอยู่ในบริเวณน้ำกร่อยและพื้นที่ปากแม่น้ำ หอยแครงเป็นกลุ่มของสัตว์หน้าดิน (Benthos) ที่มีบทบาททางนิเวศวิทยาทำหน้าที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภคในระบบนิเวศ สามารถดูดซับสารเคมี อนุภาคจากดินตะกอน อนุภาคแขวนลอย สารอาหารในมวลน้ำ และแหล่งอาหารในที่อาศัยแหล่งนั้น ๆ ได้ และมีความสามารถทนทานต่อปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ค่อนข้างกว้าง (Eury) มีความทนทานต่อสารมลพิษ (Tolerance) ทำให้มีการนำหอยแครงมาใช้เพื่อเฝ้าระวังและติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งทะเล นอกจากนี้ หอยแครงเป็นผลผลิตทางด้านประมงที่เกษตรกรนิยมเพาะเลี้ยงทำให้หอยแครงมีจำนวนชุกชุมในระบบนิเวศปากแม่น้ำ ในขณะที่กุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) เป็นกุ้งสายพันธุ์ที่มีความแข็งแรงและทนทานต่อสภาพแวดล้อมมีการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติได้อย่างกว้าง เจริญเติบโตดีและมีอัตราการรอดตายสูง ทำให้เกษตรกรนิยมเพาะเลี้ยงกุ้งขาวและพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรมการประมงโดยมุ่งเน้นการส่งออกผลผลิตกุ้งไปสู่ต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศในกลุ่มยุโรป สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ซึ่งกลุ่มประเทศปลายทางเหล่านี้ให้ความสำคัญและเข้มงวดต่อความปลอดภัยทางด้านอาหารเป็นอย่างสูง ขณะที่ผลการศึกษาของ พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์, อภิญญา ชาติทวีสุข และวชิระ ใจงาม (2563 : 400) พบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในตัวอย่างกุ้งขาวจากการเพาะเลี้ยงรองจากกลุ่มของหอยสองฝา โดยพบค่าเฉลี่ยของจำนวนชิ้นไมโครพลาสติกเท่ากับ 3.60 ± 2.60 ชิ้น/ตัว ดังนั้น สัตว์ทะเลในกลุ่มของหอยฝาและผลผลิตกุ้งขาวจึงเป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่ควรเฝ้าระวังการปนเปื้อนของไมโครพลาสติก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เนื่องจากการบริโภคอาหารทะเลเป็นเส้นทางหลักโดยตรงที่ทำให้เกิดการนำเข้าไมโครพลาสติกสู่ประชากรมนุษย์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

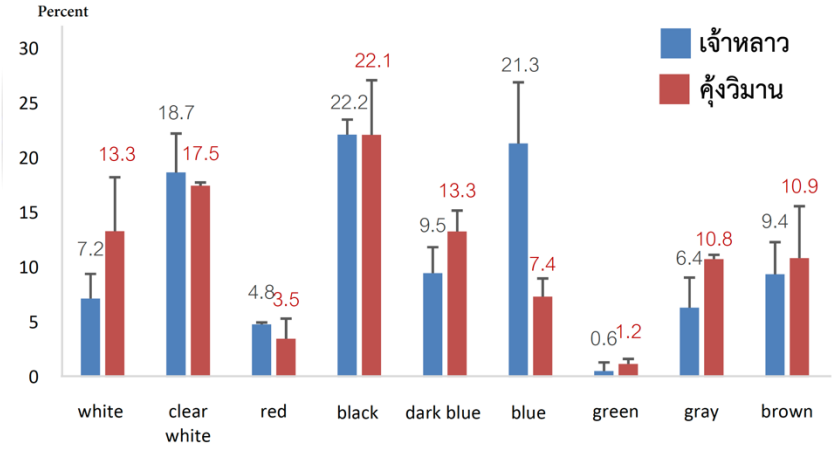
สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน (2557 : 14) สำรวจขยะประเภทไมโครพลาสติกจากสถานีเก็บตัวอย่างชายหาดเจ้าหลาวและคุ้งวิมาน จังหวัดจันทบุรี โดยเก็บตัวอย่างดินตะกอนเพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณขยะไมโครพลาสติกบริเวณชายหาดพบว่าไมโครพลาสติกบริเวณชายหาดคุ้งวิมานสูงกว่าบริเวณชายหาดเจ้าหลาวทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง ตัวอย่างดินตะกอนบริเวณหาดเจ้าหลาวพบปริมาณไมโครพลาสติก 103.8±27 ชิ้น/กิโลกรัม ในฤดูฝน และ 153.5±46.8 ชิ้น/กิโลกรัม ในฤดูแล้ง ในขณะที่ดินตะกอนจากบริเวณชายหาดคุ้งวิมานพบปริมาณไมโครพลาสติก 174.7±31.2 ชิ้น/กิโลกรัม ในฤดูฝน และ 272.9±235.3 ชิ้น/กิโลกรัม เมื่อจำแนกลักษณะตัวอย่างของขยะไมโครพลาสติกตามรูปร่างสามารถแบ่งออกเป็น 8 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ แผ่นฟิล์ม แผ่นแข็ง ทรงกลม แท่ง เส้นใยที่ไม่ใช่เชือก และอื่น ๆ ผลการศึกษาพบว่าสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 2 สถานีพบรูปร่างของขยะประเภทไมโครพลาสติกส่วนใหญ่มีรูปร่างเป็นแบบเส้นใย โดยบริเวณชายหาดเจ้าหลาว พบไมโครพลาสติกที่มีลักษณะเป็นเส้นใยมากกว่าบริเวณคุ้งวิมานคิดเป็นร้อยละ 71.3 และ 84.2 ในฤดูฝนและฤดูแล้ง ตามลำดับ



ภาพที่ 2.4 ลักษณะของรูปร่างของขยะประเภทไมโครพลาสติกแบบเส้นใยที่พบบริเวณชายหาดเจ้าหลาว และชายหาดคุ้งวิมาน จังหวัดจันทบุรี

ที่มา : (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน, 2557 : 17)

ปิติพงษ์ ธาระมนต์, สุหทัย ไพรสานท์กุล และนภาพร เลียดประถม (2559 : 742) ตรวจสอบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยสองฝาบริเวณชายหาดเจ้าหลาวและชายหาดคุ้งวิมาน จังหวัดจันทบุรี โดยใช้ตัวอย่างหอยสองฝาจำนวน 2 ชนิด คือหอยเสียบ (*Donax* sp.) และหอยกระปุก (*Paphia* sp.) ผลการศึกษาพบว่าไมโครพลาสติกปนเปื้อนในตัวอย่างหอยเสียบบริเวณชายหาดเจ้าหลาว 3.13 ± 2.75 ชิ้น/ตัว ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างหอยจากชายหาดคุ้งวิมานที่พบ 2.98±3.12 ชิ้น/ตัว (*P>0.05*) ส่วนการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยกระปุกพบเฉพาะชายหาดเจ้าหลาวจำนวน 11.31±2.03 ชิ้น/ตัว เมื่อจำแนกตามโครงสร้างของไมโครพลาสติก พบว่าโครงสร้างที่พบมากที่สุด คือ เส้นใย ทั้งบริเวณชายหาดเจ้าหลาวและชายหาดคุ้งวิมานอยู่ที่ร้อยละ 82.3 และ 78.9 ตามลำดับ สำหรับผลการศึกษาลักษณะสีของไมโครพลาสติกในตัวอย่างหอยสองฝาบริเวณชายหาดเจ้าหลาวและชายหาดคุ้งวิมาน แสดงผลดังภาพที่ 2.5

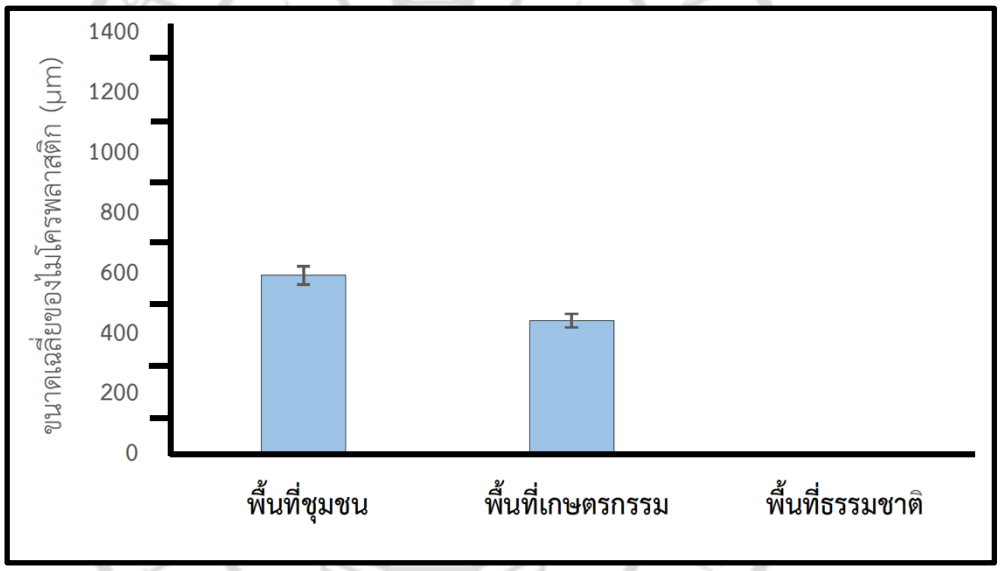


ภาพที่ 2.5 ร้อยละของสีของไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างหอยสองฝาบริเวณชายหาดเจ้าหลาวและชายหาดคุ้งวิมาน จังหวัดจันทบุรี

ที่มา : (ปิติพงษ์ ธาระมนต์, สุหทัย ไพรสานท์กุล และนภาพร เลียดประถม, 2559 : 742)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กนกวรรณ เนตรสิงแสง (2563 : 64) ศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำผิวดินด้วยการแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 เขต ตามรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ประกอบด้วย เขตพื้นที่ชุมชน (Urban zone) เขตพื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural zone) และเขตพื้นที่ธรรมชาติ (Natural zone) พบว่าขนาดของอนุภาคไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินของเขตพื้นที่ชุมชน มีขนาดระหว่าง 300 – 1,200 ไมโครเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 600.0 ไมโครเมตร ขนาดของอนุภาคไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินของเขตพื้นที่เกษตรกรรมมีขนาดระหว่าง 300 – 900 ไมโครเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 500.0 ไมโครเมตร และไม่พบการปนเปื้อนของอนุภาคไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินในเขตพื้นที่ธรรมชาติ ดังภาพที่ 2.6

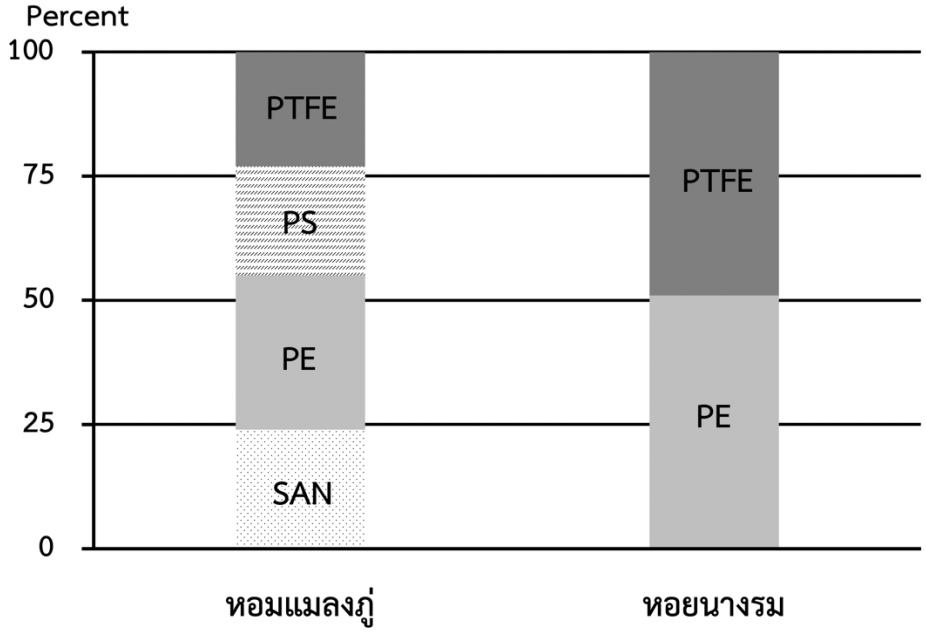


ภาพที่ 2.6 ขนาดเฉลี่ยของอนุภาคไมโครพลาสติกในน้ำผิวดินของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด
ที่มา : (กนกวรรณ เนตรสิงแสง, 2563 : 64)

พรนภา แซ่ลี้, มนพร วงศ์สุนทรชัย และนิตย์ตะยา ผาสุกพันธุ์ (2564 : 1726) ศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในหอยแมลงภู่และหอยนางรมจากตลาดประมงของจังหวัดชลบุรี ผลการศึกษาพบไมโครพลาสติกปนเปื้อนในตัวอย่างหอยแมลงภู่ จำนวน 9 ± 3.55 ชิ้น/กรัม หรือ 46.60 ± 15.70 ชิ้น/ตัว และในตัวอย่างหอยนางรม จำนวน 9.5 ± 0.71 ชิ้น/กรัม หรือ 49.60 ± 10 ชิ้น/ตัว เมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของจำนวนไมโครพลาสติกที่พบระหว่างกลุ่มหอยแมลงภู่และหอยนางรม โดยใช้สถิติ Two sample independent t-test พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณไมโครพลาสติกระหว่างตัวอย่างหอยแมลงภู่และหอยนางรมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (*p-value = 0.826*) ส่วนขนาดของชิ้นส่วนไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างหอยแมลงภู่ เท่ากับ 0.64 ± 0.36 มิลลิเมตร และในตัวอย่างหอยนางรม เท่ากับ 0.28 ± 0.22 มิลลิเมตร รูปร่างของ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างหอยทั้งสองชนิดส่วนใหญ่เป็นแบบชิ้นส่วน ร้อยละ 66.67 ส่วนรูปร่างแบบเส้นใยพบเฉพาะในตัวอย่างหอยนางรม คิดเป็นร้อยละ 33.33 สำหรับสีของไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างหอยทั้งสองชนิด ได้แก่ สีดำ สีขาว และสีฟ้า นอกจากนี้ ผลการจำแนกสัดส่วนของชนิดไมโครพลาสติกในตัวอย่างหอยทั้งสองชนิดด้วยเครื่อง μ-FTIR แสดงผลการศึกษาดังภาพที่ 2.7



หมายเหตุ SAN = Styrene, PE = Polyethylene, PS = Polystyrene, PTFE = Poly tetrafluoroethylene (Teflon)

ภาพที่ 2.7 ร้อยละของชนิดไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างหอยแมลงภู่และหอยนางรม

Azad et al. (2018 : 1023-1024) ศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในกระเพาะอาหารของตัวอย่างปลาในระบบนิเวศชายฝั่งทะเลของจังหวัดสงขลา ผลการศึกษาพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของตัวอย่างปลาร้อยละ 54.29 จากตัวอย่างปลาทั้งหมด โดยโครงสร้างของพลาสติกที่พบในกระเพาะอาหารของตัวอย่างปลาเป็น Microplatics (< 5 mm) ร้อยละ 27.27 Mesoplastics (5 - 25 mm) ร้อยละ 69.88 และ Macroplastics (> 25 mm) ร้อยละ 2.85 นอกจากนี้ ผลการศึกษาขนาด สี และรูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบในกระเพาะอาหารของตัวอย่างปลาสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ขนาดและลักษณะของไมโครพลาสติกในกระเพาะอาหารของปลา 4 ชนิด

Fish species	Length (mm) (Mean ± SD)	Width (mm) (Mean ± SD)	Color	Form
Panna microdon	8.50 ± 5.56	0.27 ± 0.46	Transparent, Blue, Brown, Black, Pink, Violet, Green	Fibre and Fragment
Dendrophysa russelli	8.64 ± 5.00	0.54 ± 1.02	Transparent, Black, Blue Green, Pink, Violet	
Johnius borneensis	10.02 ± 8.86	0.36 ± 0.64	Transparent, Black, Pink, Red, Violet, Blue, Brown	
Johnius weberi	9.60 ± 4.99	0.18 ± 0.18	Transparent, Black, Brown, Pink	

Tongnunui et al. (2022 : 30-33) ศึกษาการสะสมของไมโครพลาสติกในตัวอย่างกุ้งฝอยน้ำจืด (*Macrobrachuim lanchesteri*) ในพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของลุ่มน้ำแควน้อย พบโครงสร้างไมโครพลาสติกชนิดเส้นใย (Filamentous) มากที่สุดร้อยละ 19 มีความยาวของเส้นใยตั้งแต่ 50 – 300 ไมโครเมตร พบค่าเฉลี่ยของจำนวนไมโครพลาสติกที่พบ 0.46 ± 1.64 ชิ้น/ตัว (n = 300) ไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในตัวอย่างมีลักษณะของสีเป็นสีน้ำเงินสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 47.3 รองลงมาคือ สีเขียวและสีดำ เท่ากับ ร้อยละ 31.9 และ 20.8 ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อนำไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างน้ำและดินตะกอนมาจำแนกประเภทของพลาสติกด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (Fourier transform Infrared (FTIR) Spectroscopy) ได้ผลการศึกษาดังตารางที่ 2.3

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

ตารางที่ 2.3 ประเภทของไมโครพลาสติกในตัวอย่างและดินตะกอนที่จำแนกตามองค์ประกอบทางเคมีและ IR band

Samples	IR Band (cm^{-1})	Bond assignment	Microplastic types
Water	3417.6	N - H, C - H, O - H	Polypropylene (PP), Polyethylene (PE), Polyethylene terephthalate (PET), Polyvinyl chloride (PVC), Polydimethylsiloxane(dimethicone) (PDMS), Polyamide (nylon) (PA), Polyester (PES), Polyurethane (PU), Polystyrene (PS), Polymethyl Methacrylate (acrylic) (PMMA)
	3340.5	C – H, CH_2, CH_3, N -H	
	2329.8	C = C, C ≡ C, C ≡ N	
	2075.3	Silicon compounds	
	1635.5	C = C, C = O, N - H, Aromatics	
	478.3	Alkyl halides	
	424.3	Alkyl halides	
Sediment	3818.8	O - H	
	3440.8	N -H, C – H, O - H	
	2360.7	C = C, C ≡ C, C ≡ N	
	2075.3	Silicon compounds	
	1651.0	C = C, C = O, N - H, Aromatics	
	1427.2	CH_2, C – F, C = C, Aromatics	
	1311.5	CH_3, C – N, C – F	
	1157.2	C – O	
	1064.6	C - C	
	509.2	C – Cl, C – I, C - Br	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Auta, Emenike & Fauziah (2017 : 171-172) พบว่า ปัญหาการกลืนกินไมโครพลาสติกไม่ได้มีผลกระทบต่อเต่าทะเลและปลาทะเลเท่านั้น แต่ผลกระทบของไมโครพลาสติกยังมีต่อกระบวนการทางชีวภาพในหอยนางรม (*Ostrea edulis*) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสิ่งมีชีวิตในทะเลมีการกลืนกินอนุภาคไมโครพลาสติกโดยไม่ได้ตั้งใจหรือมีเจตนากินโดยตรง เนื่องจากเข้าใจผิดว่าอนุภาคไมโครพลาสติกเป็นอาหาร ดังตัวอย่างการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกของสัตว์ทะเลในตารางที่ 2.4 นอกจากนี้ ผลการรวบรวมข้อมูลทางด้านนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อมทางทะเลพบความเสี่ยงที่จะเกิดผลกระทบกับผู้บริโภคขั้นสูงเนื่องจากปริมาณของไมโครพลาสติกสามารถเพิ่มขยายทางชีวภาพได้

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสัตว์ทะเล

สิ่งมีชีวิต	ชนิดของพลาสติก	ความเข้มข้น	การนำเข้า/การปนเปื้อน
ปูชายฝั่ง (*Carcinus maenas*)	Polystyrene	107 microspheres/L	การหายใจ การกินอาหารและการสะสมในบริเวณเหงือก
หอยสองฝา *Mytilus edulis* *Crassostrea gigas* *Mytilus trossulus*	Polyethylene Polystyrene (Microbeads)	25 beads mg/L	การกินอาหารและการสะสมในเนื้อเยื่อของหอยสองฝา
ปลาทะเล *Artemia nauplii* *Danio rerio* *Oryzias latipes*	Polyethylene Polystyrene (Beads)	1.2×10^6 particles/mg	การกินอาหาร มีผลกระทบต่อความเครียดในปลาทะเล/สามารถลดอัตราการเจริญเติบโตในปลาบางชนิด
กุ้ง *Crangon cragon*	Microplastics	200 – 1,000 µm	การกินอาหาร
เต่าทะเล	Polypropylene Polyethylene	-	การกินอาหาร

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี