

## การจัดการขยะพลาสติกเพื่อลดไมโครพลาสติก Plastic Waste Management to Minimize Microplastics)

สุดา เกียรติกำจรวงศ์<sup>๑</sup> และ อนุชา เอื้อเพิ่มเกียรติ<sup>๒</sup>

<sup>๑</sup> ราชบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีพอลิเมอร์ ปรเภทวิชาเทคโนโลยี สำนักวิทยาศาสตร์, ksuda@chula.ac.th

<sup>๒</sup> กรรมการพจนานุกรมศัพท์เทคโนโลยีการเติมชั้นวัสดุ ปรเภทผู้ทรงคุณวุฒิ สำนักวิทยาศาสตร์

ราชบัณฑิตยสภา, euapermkiati@yahoo.com

### บทนำ

มนุษย์ใช้พลาสติกกันอย่างแพร่หลายเพราะช่วยให้ชีวิตประจำวันสะดวกสบายขึ้น จนแทบจะกลายเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินชีวิตอย่างแยกไม่ออก ในทุก ๆ วันเราใช้ภาชนะพลาสติกสำหรับเก็บรักษาอาหารสดและอาหารแช่แข็ง ถุงใส่กับข้าว ถุงขนม ขวดบรรจุน้ำดื่ม แก้วน้ำและหลอด เครื่องใช้ไฟฟ้า ของเล่นเด็ก และของใช้อีกมากมายที่มีพลาสติกเป็นส่วนประกอบอยู่รอบตัวเรา เมื่อใช้งานเสร็จจึ้นแล้ว พลาสติกเหล่านี้ดูเหมือนจะหายไปทันทีที่ถูกทิ้งลงถังขยะ แต่ความจริงแล้วพลาสติกอาจไม่ได้หายไปไหน หากแต่ค่อย ๆ แตกตัวและเปลี่ยนไปเป็นไมโครพลาสติกชิ้นเล็ก ๆ ที่แทบจะมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ก่อนจะย้อนกลับมาสู่ตัวเราในที่สุด

บทความนี้จะพาผู้อ่านไปทำความรู้จักและเข้าใจว่าไมโครพลาสติกคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร มีเส้นทางเข้าสู่ร่างกายมนุษย์อย่างไร และที่สำคัญที่สุดคือวิธีง่าย ๆ ที่ครัวเรือน ชุมชน หน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชน ล้วนสามารถช่วยกันป้องกันและลดการเกิดไมโครพลาสติกได้ตั้งแต่ต้นทาง

### ไมโครพลาสติกคืออะไรและเกิดขึ้นได้อย่างไร

ไมโครพลาสติกคือเศษชิ้นพลาสติกขนาดเล็กที่มีความยาวหรือเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน ๕ มิลลิเมตร บางชิ้นอาจมีขนาดเล็กกว่าเม็ดข้าวสาร และจำนวนมากมีขนาดเล็กจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น หากมีขนาดเล็กกว่า ๑ ไมโครเมตร (๑,๐๐๐ นาโนเมตร) โดยทั่วไปจะเรียกว่า นาโนพลาสติก ซึ่งมีพื้นที่ผิวจำเพาะมากกว่าและเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตได้ง่ายกว่าไมโครพลาสติก (รุ่งกานต์ นุ้ยสินธุ์ และสุดา เกียรติกำจรวงศ์, ๒๕๖๔) ความแตกต่างของพลาสติกขนาดเล็กทั้ง ๒ ชนิดสรุปได้ดังตารางที่ ๑

### ตารางที่ ๑ เปรียบเทียบไมโครพลาสติกกับนาโนพลาสติก (ที่มา : ผู้นิพนธ์)

|                   | ไมโครพลาสติก                     | นาโนพลาสติก                                                                     |
|-------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| ขนาด              | เล็กกว่า ๕ มิลลิเมตร             | เล็กกว่า ๑ ไมโครเมตร (๑,๐๐๐ นาโนเมตร)                                           |
| การมองเห็น        | บางส่วนเห็นได้ บางส่วนเล็กเกินไป | มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น                                                           |
| การเข้าสู่ร่างกาย | ผ่านอาหารและน้ำดื่มเป็นหลัก      | เข้าสู่ร่างกายได้ง่ายกว่าและหลายช่องทาง เพราะมีพื้นที่ผิวจำเพาะต่อปริมาตรสูงมาก |
| แหล่งที่พบ        | อาหารทะเล เกลือ น้ำดื่ม อากาศ    | น้ำดื่มบรรจุขวด น้ำประปา อาหาร อากาศ ดิน                                        |

ไมโครพลาสติกสามารถจำแนกได้อย่างกว้าง ๆ ตามแหล่งกำเนิด ซึ่งได้แก่ แหล่งกำเนิดปฐมภูมิ (primary sources) คือ พลาสติกขนาดเล็กที่ถูกผลิตขึ้นตั้งแต่ต้น เช่น ไมโครบีด (microbeads) ที่ผสมในเครื่องสำอางหรือยาสีฟัน เส้นใยจุลภาค (microfibres) สี รวมทั้งสารเติมแต่งทางเภสัชกรรม และแหล่งกำเนิดทุติยภูมิ (secondary sources) ซึ่งพบมากที่สุด และเกิดจากการเสื่อมสลายของผลิตภัณฑ์พลาสติกขนาดใหญ่จากพลาสติกชิ้นใหญ่ที่ค่อย ๆ แตกสลายเมื่อถูกแสงแดด ความร้อน ลม และฝน เป็นเวลานาน รวมทั้งเส้นใยพลาสติกขนาดเล็กที่หลุดออกจากเสื้อผ้าสังเคราะห์ เชือก พรม แห อวน ผ้าอ้อมสำเร็จรูป และถุงพลาสติกที่ใช้กันทั่วไป (Yadav et al., 2025)

### การเสื่อมสลายของพลาสติกจนเป็นไมโครพลาสติกและ/หรือนาโนพลาสติก

สภาพอากาศของประเทศไทยที่มีความร้อนและความชื้นสูงจะค่อย ๆ กัดกร่อนพลาสติกและขยะพลาสติกจนแตกสลายเป็นไมโครพลาสติกและ/หรือนาโนพลาสติกได้ ลองนึกถึงขวดน้ำพลาสติกที่ถูกทิ้งไว้กลางแจ้ง เมื่อเวลาผ่านไปหลายเดือนหรือหลายปี รังสีอัลตราไวโอเลต (UV) จากแสงแดดจะค่อย ๆ ทำลายโครงสร้างของสายโซ่พอลิเมอร์ ทำให้พลาสติกเปราะและแตกหักง่ายขึ้น นอกจากนี้ ฝนและลมยังค่อย ๆ กัดกร่อนพลาสติก ขณะที่ยานพาหนะและผู้คนอาจเหยียบย่ำจนพลาสติกแตกละเอียด รวมถึงคลื่นน้ำและการกัดกินของสัตว์น้ำที่ทำให้พลาสติกแตกสลายเป็นไมโครพลาสติกและ/หรือนาโนพลาสติกในที่สุด ก่อนจะกระจายตัวลงสู่แหล่งดินและแหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง ทะเลชายฝั่ง และทะเล

### ต้นเหตุที่แท้จริงของการเกิดไมโครพลาสติกอยู่ที่การจัดการของมนุษย์ ไม่ใช่ที่ตัวพลาสติก

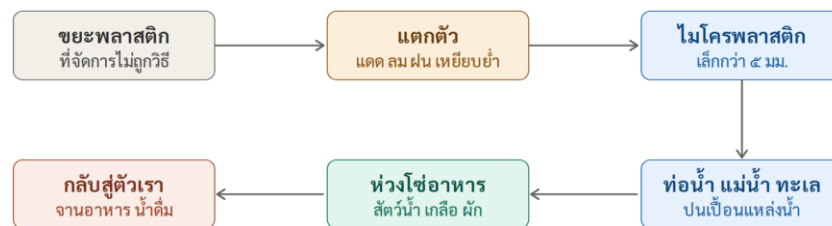
พลาสติกเป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่แทบขาดไม่ได้ในสังคมปัจจุบันและอนาคต ด้วยเหตุที่พลาสติกมีลักษณะและสมบัติเด่นกว่าวัสดุชนิดอื่น ๆ ในหลายด้าน เช่น เบากว่าแก้วและโลหะ ขึ้นรูปเป็นรูปทรงที่หลากหลายได้ง่ายด้วยต้นทุนต่อชิ้นที่ต่ำกว่า ทนทาน และก่อของเสียจากกระบวนการผลิตค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับวัสดุทางเลือกอื่น พลาสติกจึงเป็นวัสดุที่มีประโยชน์ทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมตลอดอายุการใช้งาน สถิติการผลิตพลาสติกทั่วโลกที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนับตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่สอง จากปริมาณไม่ถึง ๒ ล้านตันใน พ.ศ. ๒๔๙๓ เป็นราว ๔๖๐ ล้านตันใน พ.ศ. ๒๕๖๒ หรือเพิ่มขึ้นถึง ๒๓๐ เท่า และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นอีกราว ๓ เท่าภายใน พ.ศ. ๒๖๐๓ (Landrigan et al., 2023) เป็นสิ่งยืนยันการใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลาย

เมื่อการใช้ประโยชน์เสร็จสิ้น ผลิตภัณฑ์พลาสติกจะถูกทิ้งเป็นขยะพลาสติก บางส่วนถูกทิ้งเรียกราดนอกถังขยะหรือลักลอบทิ้ง ก่อให้เกิดปัญหามลพิษจากขยะพลาสติก การจัดการที่ไม่ดีพอ เช่น การปล่อยให้ขยะพลาสติกรั่วไหลเล็ดลอดออกจากระบบเก็บขยะที่ไม่ทั่วถึง การขนย้ายขยะที่ไม่มีการควบคุม การนำกลับมาใช้ใหม่ และบ่อฝังกลบที่จัดการไม่ดี รวมถึงการกำจัดที่ไม่ถูกวิธี ทำให้เศษพลาสติกไหลลงสู่แหล่งน้ำ ค่อย ๆ แตกตัวเป็นไมโครพลาสติก และกระจายอยู่ในแหล่งน้ำในที่สุด (Winterstetter et al., 2022)

ตัวอย่างการกำจัดขยะที่ไม่ถูกวิธี เช่น ชุมชนหลายแห่งนิยมกำจัดขยะพลาสติกด้วยการเผา เพราะเห็นว่าเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็ว แต่การเผากลับก่อให้เกิดผลเสียหลายประการ เช่น ผู้คนสูดดมควันพิษที่เกิดขึ้นจากการเผา อนุภาคพลาสติกขนาดเล็กและเถ้าที่เป็นพิษตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อม และมลพิษจากสารเติมแต่งในพลาสติกแพร่กระจายสู่อากาศและพื้นดิน การเผาขยะในชุมชนกันเองจึงไม่ส่งผลดีต่อสุขภาพของประชาชนและสิ่งแวดล้อมในชุมชน

## เส้นทางของไมโครพลาสติกที่เข้าสู่ร่างกายมนุษย์และเหตุที่ต้องใส่ใจเรื่องสุขภาพ

ไมโครพลาสติกสามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้หลายเส้นทาง ได้แก่ การปนเปื้อนในห่วงโซ่อาหาร เช่น ปนเปื้อนในสัตว์น้ำ เกือบสมุทร พืชผัก ผลไม้ น้ำดื่ม ก่อนย้อนกลับมาสู่จานอาหารของมนุษย์ ไมโครพลาสติกที่พบในแหล่งน้ำนั้นส่วนหนึ่งมาจากขยะพลาสติกบนบกที่ไม่ได้รับการเก็บหรือจัดการอย่างถูกวิธี (Ragossnig & Agamuthu, 2021) เส้นทางดังกล่าวแสดงไว้ในภาพที่ ๑



ภาพที่ ๑ เส้นทางของขยะพลาสติกที่แตกตัวเป็นไมโครพลาสติกและเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร

นอกจากนี้ นักวิจัยยังพบไมโครพลาสติกในอากาศภายในบ้าน (Vethaak & Legler, 2021) ภายในร่างกายมนุษย์ ทั้งในเลือด (Leslie et al., 2022) และปอด (Jenner et al., 2022) ประมาณกันว่า โดยเฉลี่ยมนุษย์อาจได้รับไมโครพลาสติกจากการกินราว ๓๙,๐๐๐ ถึง ๕๒,๐๐๐ ชิ้นต่อปี และหากรวมการหายใจเข้าไปด้วย ตัวเลขอาจสูงถึง ๗๔,๐๐๐ ถึง ๑๒๑,๐๐๐ ชิ้นต่อปี (Yee et al., 2021)

แม้นักวิทยาศาสตร์ยังกำลังศึกษาผลกระทบระยะยาว แต่ก็กังวลกันว่า ไมโครพลาสติกอาจก่อให้เกิดการอักเสบ และเป็นพาหะนำสารเคมีที่เป็นอันตรายเข้าสู่ร่างกาย (Prata et al., 2020; Yee et al., 2021) ซึ่งก็สอดคล้องกับรายงานทางวิชาการที่ระบุว่า อนุภาคพลาสติกขนาดเล็กกว่า ๒.๕ ไมโครเมตร สามารถเข้าไปถึงถุงลมปอดได้ และจากการศึกษาในสัตว์ทดลองและเซลล์เพาะเลี้ยงพบว่า อนุภาคเหล่านี้อาจมีผลต่อการแลกเปลี่ยนแก๊ส นอกจากนี้ ยังมีสารเติมแต่งอันตรายบางชนิดที่คงอยู่ในไมโครพลาสติกและเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ด้วย เช่น สารกลุ่มทาเลตและบิสฟีนอล-เอ ซึ่งจัดเป็นสารรบกวนการทำงานของต่อมไร้ท่อ (รบกวนฮอร์โมน) และสุดา เกียรติกำจรวงศ์, ๒๕๖๔; Landrigan et al., 2023)

องค์การอนามัยโลกได้ประเมินหลักฐานเท่าที่มีในขณะนั้น และได้สรุปไว้เมื่อ พ.ศ. ๒๕๖๒ ว่า ไมโครพลาสติกในน้ำดื่มยังไม่ปรากฏความเสี่ยงต่อสุขภาพอย่างชัดเจนในระดับการรับสัมผัสปัจจุบัน แต่ยังมีช่องว่างขององค์ความรู้อีกมาก จึงเรียกร้องให้มีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมและเร่งลดมลพิษพลาสติกที่ต้นทางควบคู่กันไป อีกทั้งได้ย้ำทำที่เดียวกันนี้อีกครั้งในรายงานฉบับ พ.ศ. ๒๕๖๕ ที่ขยายขอบเขตไปถึงการรับสัมผัสทางอาหารและการหายใจ (WHO, 2019; 2022)

เนื่องจากยังมีคำถามที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนอีกจำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับไมโครพลาสติก ดังนั้นทางเลือกที่ดีที่สุดคือ มนุษย์ควรลดความเสี่ยงจากไมโครพลาสติกตั้งแต่วันนี้ โดยไม่จำเป็นต้องรอให้มีคำตอบที่สมบูรณ์เสียก่อน เพราะยิ่งเราปล่อยให้ไมโครพลาสติกเล็ดลอดสู่ธรรมชาติมากและนานขึ้นเท่าไร โอกาสที่ไมโครพลาสติกจะย้อนกลับมาสู่สิ่งแวดล้อม อาหารและน้ำดื่มของมนุษย์เราก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น ทั้งนี้ เนื่องจากอนุภาคนาโนหนึ่งอนุภาคมีพื้นที่ผิวสัมบูรณ์ “น้อยกว่า” อนุภาคไมโครอย่างชัดเจน แต่อนุภาคนาโนมีพื้นที่ผิวจำเพาะ (specific surface area) หรืออัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตร “สูงกว่า” อนุภาคไม

โครมาก ทำให้อนุภาคนาโนพลาสติกดูดซับสารเคมีได้มากกว่าและผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ง่ายกว่าและมากกว่าอนุภาคไมโครพลาสติก

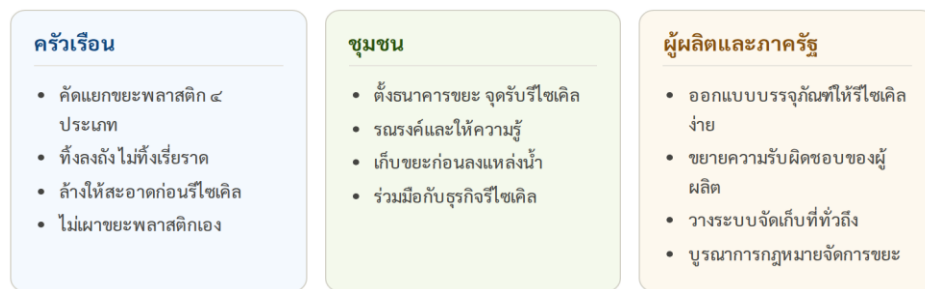
ประชาชนทุกคนทุกครัวเรือนต้องมีส่วนร่วมได้โดยช่วยกันคัดแยกขยะที่บ้านออกเป็น ๔ ประเภท คือ พลาสติกรีไซเคิล เศษอาหาร ขยะทั่วไป และขยะอันตราย เช่น ถ่านไฟฉาย สารเคมี เราควรทิ้งขยะพลาสติกลงถังขยะทุกครั้ง ไม่ทิ้งเรี่ยราด รมรงค์ไม่ให้มีขยะพลาสติกตกค้างริมถนน ที่ว่าง หรือริมตลิ่ง ไม่ทิ้งพลาสติกกลางแจ้งให้รับแสงแดดเป็นเวลานาน และไม่เผาขยะพลาสติกด้วยตัวเอง การกระทำสิ่งเล็ก ๆ เช่นนี้ในชีวิตประจำวันของประชาชนทุกคนทุกครัวเรือน เป็นหนทางสำคัญในการลดปริมาณไมโครพลาสติกได้อย่างแน่นอน

ชุมชนทั้งชุมชนย่อมทำได้มากกว่าเพียงครัวเรือนเดียว กิจกรรมที่ชุมชนทำร่วมกันได้มีตัวอย่างเช่น จัดกิจกรรมรณรงค์ คัดแยกขยะพลาสติก ตั้งจุดรับซื้อวัสดุรีไซเคิล จัดตั้งธนาคารขยะพลาสติก ให้ความรู้แก่เด็กและครอบครัว จัดวันเก็บขยะก่อนทิ้ง จัดให้มีกิจกรรมความร่วมมือกับธุรกิจรีไซเคิลในท้องถิ่น กิจกรรมเหล่านี้ช่วยลดขยะพลาสติก สร้างชุมชนที่สะอาด และสร้างรายได้เสริมจากวัสดุรีไซเคิลไปพร้อมกัน งานวิจัยชี้ว่า การสร้างระบบจัดเก็บและนำกลับมาใช้ใหม่ที่เข้มแข็ง จะเป็นหนึ่งในวิธีที่ได้ผลมากที่สุดในการลดการรั่วไหลของขยะพลาสติกสู่แหล่งน้ำ (Gómez-Sanabria & Lindl, 2024) ตัวอย่างความสำเร็จของชุมชน เกิดขึ้นที่ชุมชนบ้านไผ่ จังหวัดระยอง ซึ่งชาวบ้านได้ตั้ง “ธนาคารขยะ” ขึ้น โดยคัดแยกวัสดุรีไซเคิลก่อนนำไปทิ้ง แทนที่จะทิ้งรวมกันทั้งหมด นำส่วนที่มีค่าไปใช้ใหม่ และนำขยะพลาสติกบางส่วนมาแปรรูปเป็นของใช้ในครัวเรือนและงานหัตถกรรม ส่วนขยะที่ใช้ใหม่ไม่ได้จะถูกส่งไปกำจัดอย่างเหมาะสมแทนการนำไปทิ้งหรือเผา แนวทางนี้ช่วยลดขยะพลาสติกที่รั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม สร้างความสะอาด และสร้างรายได้เสริมให้แก่ชุมชนไปพร้อมกัน (บ้านเมือง, ๒๕๖๗) บทเรียนสำคัญจากตัวอย่างนี้คือ เมื่อคนในชุมชนเห็นว่า ขยะพลาสติกมีคุณค่า และการคัดแยกช่วยให้มีรายได้เสริมจริง พวกเขาจะดูแลรักษาระบบนั้นด้วยตนเอง เพราะระบบดังกล่าวให้ประโยชน์แก่พวกเขาโดยตรง กล่าวคือ การจัดการขยะพลาสติกที่ดีไม่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีราคาแพง แต่เริ่มจากความร่วมมือของทุกคน ในชุมชนเอง

ตามแนวคิด “เศรษฐกิจหมุนเวียน” พลาสติกใช้แล้วสามารถนำกลับมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้อย่างไร้ที่ติ การนำกลับมาใช้ใหม่เป็นเพียงแนวทางอย่างหนึ่ง ไม่ใช่คำตอบทั้งหมด แนวทางอีกอย่างหนึ่งที่ดีกว่าคือการลดการใช้พลาสติกที่ไม่จำเป็นตั้งแต่ต้นทาง ควบคู่ไปกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้น่ากลับมาใช้ใหม่ได้ง่าย เช่น การออกแบบให้ใช้พลาสติกชนิดเดียว ลดการผสมสีหรือสารเคลือบ เมื่อผู้ผลิต ผู้ขาย และผู้บริโภคร่วมด้วยช่วยกันคนละไม้คนละมือ วงจรของพลาสติกก็จะหมุนเวียนได้ยาวนานขึ้น และขยะพลาสติกที่จะกลายเป็นไมโครพลาสติกก็จะลดลงตามไปด้วย

## บทสรุป

การมุ่งเน้นเพียงการยกเลิกการใช้พลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้งนั้น เป็นการมองข้ามต้นเหตุที่แท้จริงของการเกิดไมโครพลาสติก ทั้งยังต้องแลกกับการสูญเสียประโยชน์มากมายที่พลาสติกมอบให้แก่เศรษฐกิจและสังคม แนวทางที่ยั่งยืนกว่าคือการบริหารจัดการอย่างบูรณาการของทุกภาคส่วน โดยที่แต่ละภาคส่วนมีบทบาทดังภาพที่ ๒



ภาพที่ ๒ บทบาทของภาคส่วน ๓ ภาคส่วนในการจัดการขยะพลาสติก

การสนับสนุนและส่งเสริมการบริโภคพลาสติกอย่างรับผิดชอบ เช่น การสนับสนุนและส่งเสริมให้ใช้พลาสติกเท่าที่จำเป็นและนำกลับมาใช้ซ้ำ การให้ความรู้และสร้างความตระหนักรู้แก่ประชาชนทุกคน รวมถึงการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม โดยแนะนำว่า เมื่อใช้เสร็จสิ้นแล้วต้องทิ้งขยะพลาสติกลงในภาชนะรองรับที่ถูกต้อง ควรคัดแยกขยะพลาสติกก่อนทิ้ง และไม่เผาขยะพลาสติกเป็นอันตราย ทั้งหมดนี้มีความสำคัญอย่างยิ่ง

การสนับสนุนและส่งเสริมให้ชุมชนเข้มแข็ง มีโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการจัดการขยะพลาสติกที่มีประสิทธิภาพ ตั้งแต่ระบบการจัดเก็บที่เหมาะสม การคัดแยกอย่างถูกต้องเพื่อป้องกันการเล็ดลอดของขยะพลาสติกลงสู่ท่อระบายน้ำและแหล่งน้ำ การฝังกลบ และหากมีการนำกลับมาใช้ใหม่ ต้องนำขยะพลาสติกที่คัดแยกแล้วไปใช้ใหม่อย่างถูกต้องตามหลักเทคโนโลยี

รัฐบาลในฐานะผู้บริหารประเทศควรขยายความรับผิดชอบไปถึงผู้ผลิตและองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชน ให้มีส่วนร่วมในการสนับสนุนประชาชนและชุมชนให้สามารถจัดการขยะพลาสติกอย่างเป็นระบบ รวมถึงดำเนินการในลักษณะเดียวกันภายในทุกองค์กร

การดำเนินการของทุกภาคส่วนจะส่งผลดีอย่างยั่งยืนแก่การลดปริมาณขยะพลาสติกและไมโครพลาสติกที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม การกระทำเล็ก ๆ ทุกอย่างจากทุกภาคส่วนล้วนช่วยปกป้องแหล่งน้ำ ผืนดิน อาหาร น้ำดื่ม และสุขภาพของทุกคน เมื่อเราจัดการขยะพลาสติกอย่างรับผิดชอบในวันนี้ เราก็กำลังปกป้องสุขภาพและสิ่งแวดล้อมสำหรับตัวเราและลูกหลานของเราทั้งในวันนี้และวันข้างหน้า

## เอกสารอ้างอิง

บ้านเมือง. (๒๕๖๓). ธนาคารขยะแปรรูปธนาคารขยะบ้านไผ่ รับฝากขยะจากภายในชุมชนเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะ <https://www.banmuang.co.th>.

รุ่งกานต์ นุ้ยสินธุ์, และ สุดา เกียรติกำจรวงศ์. (๒๕๖๔). ผลกระทบของไมโครพลาสติกและนาโนพลาสติกต่อสิ่งแวดล้อม. *Science and Engineering Connect*, ๔๘(๒), ๙๓-๑๓๐.

Gómez-Sanabria, A., & Lindl, F. (2024). Potential of stronger waste management policies to reduce plastic leakage. *Nature Communications*, 15, 5443.

Jenner, L. C., Rotchell, J. M., Bennett, R. T., Cowen, M., Tentzeris, V., & Sadofsky, L. R. (2022). Detection of microplastics in human lung tissue using  $\mu$ FTIR spectroscopy. *Science of the Total Environment*, 831, 154907.

- Landrigan, P. J., Raps, H., Cropper, M., Bald, C., Brunner, M., Canonizado, E. M., et al. (2023). The Minderoo-Monaco Commission on Plastics and Human Health. *Annals of Global Health*, 89(1), 23.
- Leslie, H. A., van Velzen, M. J. M., Brandsma, S. H., Vethaak, A. D., Garcia-Vallejo, J. J., & Lamoree, M. H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environment International*, 163, 107199.
- Prata, J. C., da Costa, J. P., Lopes, I., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2020). Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *Science of the Total Environment*, 702, 134455.
- Ragossnig, A. M., & Agamuthu, P. (2021). Plastic waste: Challenges and opportunities. *Waste Management & Research*, 39(5), 629–630.
- Vethaak, A. D., & Legler, J. (2021). Microplastics and human health. *Science*, 371(6530), 672–674.
- World Health Organization. (2019). *Microplastics in drinking-water*. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization. (2022). *Dietary and inhalation exposure to microplastics*. Geneva: World Health Organization.
- Winterstetter, A., Grodent, M., Kini, V., Ragaert, K., & Vrancken, K. C. (2021). A review of technological solutions to prevent or reduce marine plastic litter in developing countries. *Sustainability*, 13(9), 4894.
- Yee, M. S.-L., Hii, L.-W., Looi, C. K., Lim, W.-M., Wong, S.-F., Kok, Y.-Y., Tan, B.-K., Wong, C.-Y., & Leong, C.-O. (2021). Impact of microplastics and nanoplastics on human health. *Nanomaterials*, 11(2), 496.