

ผลต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมของไมโครพลาสติกและนาโนพลาสติก

(Effect of microplastic and nanoplastic on health and environment)

อาจารย์ ดร. ภาณุ.ผกาทิพย์ รื่นระเริงศักดิ์

ภาควิชาเกษตรกรรม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ปัจจุบันมีการผลิตและใช้พลาสติกมากขึ้นในแทบทุกกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นในการก่อสร้างอาคาร ในระบบประปา ระบบขนส่งมวลชน หรือส่วนตัว ในวัสดุตกแต่งบ้าน ในอุปกรณ์ทางการแพทย์ ในอุปกรณ์กีฬา ยารักษาโรค และที่ใช้มากที่สุดคือในภาชนะใส่อาหารและน้ำดื่ม จากการใช้พลาสติกที่มากมายของคนทั้งโลกนี้ ทำให้มีขยะพลาสติกเป็นจำนวนมากซึ่งกำลังเป็นปัญหาใหญ่ของโลกอยู่ในขณะนี้ ประเทศไทยสร้างขยะพลาสติกปีละประมาณ 2.1 ล้านตัน คิดเป็นปริมาณ 12% ของขยะทั้งหมดของประเทศ และมีเพียงประมาณ 25% ของขยะพลาสติกนี้เท่านั้นที่สามารถถูกนำไปรีไซเคิล (Recycle) แล้วนำกลับมาใช้ได้อีกนอกจากนั้นจะถูกทำการฝังกลบ โดยขยะส่วนใหญ่มักเป็นภาชนะบรรจุอาหารและน้ำซึ่งมีส่วนผสมของ Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Polystyrene (PS), Polymethyl methacrylate (PMMA), Polymethyl pentene (PMP) และ Polyethylene terephthalate (PET) เป็นต้น มลภาวะจากขยะพลาสติกกำลังเป็นปัญหาที่นำวิกฤตของประเทศไทย

ตัวอย่างสำคัญของมลภาวะทางทะเลเกิดขึ้นจากขยะพลาสติกคือ เกาะขยะที่เกิดจากการรวมตัวของขยะทางทะเลที่ลอยอยู่ในมหาสมุทรแปซิฟิก (Pacific ocean) รู้จักกันในชื่อ “Five Gyre” กินพื้นที่มากกว่า 1.6 ล้านตารางกิโลเมตร ประกอบไปด้วยขยะประมาณ 79,000 เมตริกตัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นชิ้นส่วนของพลาสติก ประเภท Thermoplastic, Thermoset, Elastomers ซึ่งเมื่อถูกกัดกร่อนโดยธรรมชาติและแสงแดดจะเกิด Photodegradation จนกลายเป็น Microplastic และ Nanoplastic ซึ่งกระบวนการย่อยสลายนี้สามารถเกิดได้ทั้งบนดินและในน้ำจืดและน้ำเค็ม Microplastic และ Nanoplastic ที่เกิดขึ้นในทะเลสามารถผ่านเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารของมนุษย์และสามารถสะสมอยู่ในสัตว์ทะเลชนิดต่างๆรวมทั้งนกที่หากินทางทะเล และสาหร่ายทะเล เป็นต้น จากผลการวิจัยเมื่อเร็วๆ นี้พบว่าการตรวจพบ Nanoplastic ในปลาทะเลและผลการวิจัยเพื่อศึกษาการกระจายตัวของอนุภาคนาโนพลาสติกในปลาทะเลพบว่านาโนพลาสติกสามารถผ่าน Blood brain barrier และสามารถทำให้เกิดความผิดปกติทางพฤติกรรมการว่ายน้ำของปลาได้ จากผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสาร Microplastic และ Nanoplastic ที่เกิดจากการย่อยสลายของขยะพลาสติกกำลังเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเราได้ และน่าจะเป็นปัญหาสำคัญสำหรับประเทศที่มีขยะพลาสติกจำนวนมากอย่างประเทศไทย

ไมโครพลาสติก และนาโนพลาสติกคืออะไร

ไมโครพลาสติกและนาโนพลาสติก เป็นชิ้นส่วนพลาสติกขนาดเล็กมากที่อาจมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ซึ่งสามารถปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม โดยไม่ได้หมายถึงพลาสติกประเภทใดประเภทหนึ่งเป็นการเฉพาะ แต่หมายถึงเศษพลาสติกใดๆ ที่มีขนาดตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่ง EFSA 2016(European Food Safety Authority) ได้ให้คำนิยามของไมโครพลาสติกและนาโนพลาสติก ไว้ว่าไมโครพลาสติกคืออนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 100nm ถึง 5mm และนาโนพลาสติก คืออนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง น้อยกว่า 100 nm

ไมโครพลาสติก และนาโนพลาสติกสามารถเกิดจาก 2 แหล่งกำเนิด คือ

1. Primary source คือ ไมโครพลาสติก และนาโนพลาสติก ที่เกิดจากการผลิตไมโคร-และนาโนพลาสติกโดยตรงจากโรงงานตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น พวงไมโครบิดส์ในโพลีเอทิลีน, เครื่องสำอาง, สครับขัดผิว หรือยาสีฟัน เป็นต้น

2. Secondary source คือ ไมโครพลาสติก และนาโนพลาสติกที่เกิดจากพลาสติกขนาดใหญ่แตกหักหรือผุกร่อนจากคลื่นแสงอาทิตย์หรือแรงบีบอัด จนกลายเป็นชิ้นเล็กๆ

กระบวนการย่อยสลายพลาสติกในธรรมชาติและความเป็นพิษ

พลาสติกแต่ละชนิดมีปัจจัยในการย่อยสลายแตกต่างกัน เช่น oxo-biodegradable plastic คือ พลาสติกที่แตกตัวโดยอาศัยปฏิกิริยาออกซิเดชันในอากาศ photo-biodegradable plastic คือ พลาสติกที่แตกตัวเมื่อเจอแสง ultraviolet (UV) แต่การย่อยสลายนี้จะไม่เกิดขึ้นภายในบ่อฝังกลบขยะ หรือในพื้นที่มืด เนื่องจากไม่ได้รับแสง UV ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการแตกตัว และ hydro-biodegradable plastic คือ พลาสติกที่อาศัยความชื้นเป็นตัวแปรในการย่อยสลาย จากปัจจัยดังกล่าวที่กล่าวมาทั้งหมด ทำให้พลาสติกที่มีขนาดใหญ่สามารถถูกย่อยสลายกลายเป็นไมโครพลาสติก และนาโนพลาสติก ตามลำดับ

ระหว่างการผลิตพลาสติกมักมีการเติมสารเติมแต่ง (Additives) เช่น 2-Aminobenzamide, Tris (2,4 di-tert-butylphenyl) phosphite (DTBP), Stearyl 3- (3,5 di-tert-butyl- 4-hydroxyphenyl) propionate (DTBH) เพื่อเพิ่มคุณลักษณะของพลาสติก เช่น สี ความโปร่ง และเพิ่มความทนต่อการถูกทำลายจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น โดยสารเติมแต่งที่นิยมใช้มากที่สุดในพลาสติกคือสารให้ความยืดหยุ่น (Plasticizer) เมื่อเติมลงในผลิตภัณฑ์พลาสติก จะไปแทรกระหว่างโมเลกุลของพลาสติกและลดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล จึงสามารถเพิ่มความอ่อนนุ่มแก่พลาสติก พลาสติกไซเซออร์ที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือสารกลุ่มพทาเลท (Phthalates) ได้แก่ Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP), Dibutylphthalate (DBP), Butylbenzyl phthalate (BBP), Diisononyl phthalate (DINP) และ Diisodecyl phthalate (DIDP) ดังนั้นเมื่อพลาสติกเกิดการเสื่อมสลาย จากการถูกทำลายโดยปัจจัยในการย่อยสลายแตกต่างกัน เช่น รังสี UV จากแสงแดด, ความร้อน หรือ พลังงานคลื่นต่างๆ ซึ่งสามารถทำให้เกิดการปลดปล่อยสารให้ความยืดหยุ่น และ สารปรุงแต่งอื่นๆ ที่ใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตพลาสติกออกมากับไมโครพลาสติกและนาโนพลาสติกด้วย โดยความเป็นพิษของไมโครพลาสติกและนาโนพลาสติกส่วนใหญ่จะขึ้นกับปริมาณสารสารให้ความยืดหยุ่นที่ปล่อยออกมา ซึ่งสารกลุ่มที่ใช้นี้คือสารกลุ่ม Phthalates ซึ่งหากมีการปนเปื้อนในอาหารและสิ่งแวดล้อมรวมถึงส่งผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ในระยะยาว โดยค่าความเป็นพิษของสารกลุ่ม Phthalates และสารปรุงแต่งอื่นๆที่มีความเป็นพิษสูงจากการทำการวิจัยในสัตว์ทดลองสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างความเป็นพิษของสารให้ความยืดหยุ่น และสารปรุงแต่งอื่นๆที่มีความเป็นพิษสูงในสัตว์ทดลอง

สารเคมี	ความเป็นพิษต่อร่างกาย/สิ่งมีชีวิต	Lethal doses (LD ₅₀)
Isophthalic acid	Acute oral toxicity (Rat)	LD ₅₀ > 5000 mg/kg
	Acute inhalation toxicity (Rat)	LC ₅₀ > 11.37 g/m ³
	Acute dermal toxicity (Rabbit)	LD ₅₀ > 2000 mg/kg
	Repeated doses <u>13-week feeding study:</u> Slight increase in the incidence of crystalluria and renal pathology (mild hydronephrosis, pelvic calcification). NOAEL = 0.5% or 250 mg/kg-day, LOAEL = 1.6% or 800 mg/kg-day. <u>4-week inhalation study:</u> No significant effects up to 10 mg/m ³ , 6 hours per day, 5 days per week.	
DEHP	Acute oral toxicity (Rat)	LD ₅₀ > 20,000 mg/kg
	Acute inhalation toxicity (for 4 hrs in rats)	LC ₅₀ > 10.6 g/m ³
	Repeated oral doses Critical organs are the testis and the kidney. <u>The effects on the kidneys:</u> increased absolute and relative kidney weights, incidence and severity of mineralization of the renal papilla, incidence of tubule cell pigments, and incidence of chronic progressive nephropathy. <u>The effects on the liver:</u> hepatomegaly due to hepatocyte proliferation, peroxisome proliferation and hepatocellular tumors.	
2-Aminobenzamide	Acute Oral Toxicity (Bird - wild)	LD ₅₀ > 1000 mg/kg
	Acute Intraperitoneal (Rat)	LD ₅₀ > 400 mg/kg
	2-aminobenzamide was found to reduce the induction of hemoglobin synthesis in murine erythroleukemia cells.	
DTBP	Acute oral toxicity (Rat, mouse, hamster)	LD ₅₀ > 6000 mg/kg
	Acute dermal toxicity (Rabbit)	LD ₅₀ > 2000 mg/kg
	Repeated oral doses	

	<u>13-week feeding study</u> : No adverse effects were seen at 1000 mg/kg/day, the highest dose tested.	
DTBH	Acute oral toxicity (Rat)	LD ₅₀ > 10,000 mg/kg
	Acute dermal toxicity (Rat)	LD ₅₀ > 2000 mg/kg
	Oral admin in male & female rats produced both liver enlargement and induction of hepatic microsomal xenobiotic metabolism, including cytochrome p450, mixed-function oxidase enzymes and udp-glucuronosyltransferase.	

ข้อกำหนดปริมาณไมโครพลาสติก และนาโนพลาสติก

ประเทศไทยยังไม่ได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพของอาหารและบรรจุภัณฑ์รวมถึงการกำหนดปริมาณการปนเปื้อนของ plasticizer ยกเว้น ในฟิล์มยืดห่อหุ้มอาหารที่ทำจากพลาสติก PVC ซึ่งได้มีการกำหนดใน มอก .1136-2536 โดยระบุว่าห้ามใส่สาร DEHP ลงไปในผลิตภัณฑ์ ขณะที่กฎหมายระหว่างประเทศ โดยเฉพาะกลุ่มในประเทศยุโรป ได้มีการกำหนดบังคับใช้กฎหมายด้านวัสดุและสิ่งของที่สัมผัสอาหาร (Food contact materials) เพื่อป้องกันสารอันตรายที่สามารถหลุดลอกออกจากวัสดุสัมผัสอาหารเหล่านี้และสามารถเกิดการปนเปื้อนสู่อาหารได้ โดยสหภาพยุโรปได้กำหนดค่า tolerable daily intake (TDI) ของสารกลุ่มพทาเลททั้ง 3 ชนิด ไว้ดังนี้ Di-isonylphthalate (DINP) มีค่า TDI = 0.15 mg/kg/bw, Di-isodecylphthalate (DIDP) มีค่า TDI = 0.15 mg/kg/bw และ Di- (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) มีค่า TDI = 0.05 mg/kg/bw

นอกจากนี้ประเทศที่เป็นสมาชิกของสหภาพยุโรป ได้แก่ ออสเตรีย เดนมาร์ก ฝรั่งเศส ฟินแลนด์ เยอรมนี กรีซ อิตาลี และสวีเดน ได้กำหนดกฎระเบียบสำหรับเด็กเล่นที่นำเข้าไปหรือจำหน่ายในประเทศเหล่านี้ว่า ต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานความปลอดภัยของของเล่นเด็ก ภายใต้กฎหมาย Safety of toys (EN 71) ซึ่งครอบคลุมสินค้าของเล่นเด็กทุกประเภทสำหรับเด็กที่อายุต่ำกว่า 14 ปี โดยกำหนดว่า ในกระบวนการผลิตสินค้าของเล่นเด็กเหล่านี้ ห้ามใช้สารประกอบกลุ่มพทาเลท 6 ประเภท ได้แก่ DNIP, DIDP, Di-n-octylphthalate (DNOP), DEHP, BBP และ DBP ใน PVC เพื่อผลิตเป็นสินค้าของเล่นเด็กทุกชนิดที่เด็กสามารถใส่เข้าปากได้ รวมทั้งผลิตภัณฑ์อื่นๆที่ใช้ในการดูแลเด็กอีกด้วย เพื่อความปลอดภัยของเด็ก

จากข้อมูลเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่ามีความจำเป็นเร่งด่วนของประเทศในการดูแลมาตรฐานคุณภาพของอาหารและบรรจุภัณฑ์อาหาร ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลเพื่อช่วยลดความเสี่ยงต่อการได้รับสารพิษในกลุ่มพทาเลท รวมถึง additives อื่นๆ รวมถึงควรช่วยกันร่วมมือเพื่อลดปริมาณขยะพลาสติกซึ่งเป็นต้นกำเนิดของไมโครพลาสติก และนาโนพลาสติกที่สามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

1. PlasticsEurope. Plastics – the facts 2019. [report]. In, EuPC. Brussels: Plastics Europe; 2019.
2. Costa JP. Micro and nanoplastics in the environment: research and policymaking. *Curr Opin Environ Sci Health* 2018; 1: 12-16.
3. Yousif E, Haddad R. Photodegradation and photostabilization of polymers, especially polystyrene: review. *Springerplus* 2013; 398: 3-32.
4. Blair RM, Waldron S, Phoenix V, Lindsay CG. Micro- and nanoplastic pollution of freshwater and wastewater treatment systems. *Springer Sci Rev* 2017; 5: 19-30.
5. Hahladakis JN, Velis CA, Weber R, Iacovidou E, Purnell P. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. *J Hazard Mater* 2018; 344: 179-99.
6. Yong CQ, Valiyaveetill S, Tang BL. Toxicity of microplastics and nanoplastics in mammalian systems. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17: 1-24.
7. European commission. The safety of medical devices containing DEHP-plasticized PVP or other plasticizers on neonate and other groups possibly a risk. *Health & Consumer Protection* 2007: 2-84.
8. Renner G, Schmidt TC, Schram J. Analytical methodologies for monitoring micro (nano) plastics: Which are fit for purpose. *Curr Opin Environ Sci Health* 2018; 1: 55-61.
9. The European Commission. Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food. Luxembourg: European Communities Official Publications; 2011.
10. European Food Safety Authority. Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA CONTAM Panel* 2016; 14(6): 4501.
11. กัณฐมณี ก้อนทอง, ชญานิษฐ์ คำภูมิ. การพัฒนาสารนาโนโพรบ (Nano-device) สำหรับตรวจจับปริมาณไมโคร-และนาโนพลาสติก [โครงการพิเศษปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2562.