บทความ: ความท้าทายในการควบคุมการผลิตและใช้พลาสติกที่เติมสารอ๊อกโซ่ (Oxo-degradable/Oxo-biodegradable plastics)

ศุภกิจ สุทธิเรืองวงศ์ [1] และ สุจิตรา วาสนาดำรงดี [2]

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

[2] สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การอ้างอิง: ศุภกิจ สุทธิเรืองวงศ์ และ สุจิตรา วาสนาดำรงดี. (2564). ความท้าทายในการควบคุมการผลิตและใช้พลาสติกที่เติมสารอ๊อกโซ่ (Oxo-degradable/Oxo-biodegradable plastics). วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 25 (ฉบับที่ 3).

1. บทนำ

พลาสติกที่เติมสารอ๊อกโซ่ (Oxo-degradable หรือ Oxo-biodegradable plastics) นั้น ในเชิงวิชาการ คือ พลาสติกที่เติมสารที่จะทำให้เกิดกระบวนการออกซิเดชั่น (Oxidation) หรือกระบวนการย่อยสลายได้ด้วยแสง ความร้อน ฯลฯ แล้วแตกตัวเป็นชิ้นเล็ก ซึ่งยังไม่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ชี้ชัดว่าชิ้นส่วนพลาสติกที่แตกออกนี้จะสามารถถูกย่อยโดยเอ็นไซม์ของจุลินทรีย์ได้โดยกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพ ถ้ากระบวนการเหล่านี้อาศัยระยะเวลาที่ยาวนานเกินกว่าระยะเวลาที่ผู้ผลิตพลาสติกอ๊อกโซ่กล่าวอ้าง กระบวนการนี้ย่อมจะทำให้เกิดปัญหาพลาสติกขนาดเล็ก (ไมโครพลาสติก) สะสมและตกค้างในสิ่งแวดล้อมและเพิ่มความเสี่ยงของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในห่วงโซ่อาหารของมนุษย์ (รายละเอียดใน EU Report 2016; Bioplastics Division of Plastics Industry Association, 2018) ด้วยเหตุนี้ในช่วงปลายปี พ.ศ. 2560 องค์กรต่าง ๆ ทั้งภาคธุรกิจ กลุ่มพลาสติก เอ็นจีโอ นักวิทยาศาสตร์ นักวิชาการ และมหาวิทยาลัยกว่า 150 องค์กรได้ร่วมกันออกแถลงการณ์เพื่อเรียกร้องให้รัฐบาลทั่วโลกแบนหรือห้ามใช้พลาสติกที่เติมสารอ๊อกโซ่ (Ellen MacArthur Foundation, 2019)

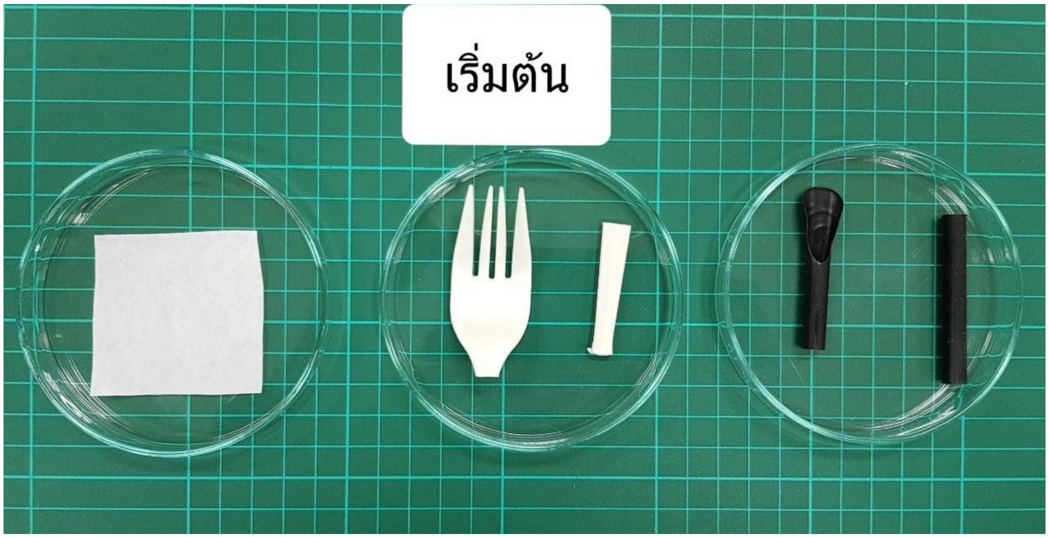
นอกจากนี้ พลาสติกทั่วไป (อาทิเช่น PE, PP, PS, PET, PVC) ที่เติมสารอ๊อกโซ่ยังไม่เหมาะกับการใช้ซ้ำ (เพราะอาจแตกเป็นชิ้นในระหว่างเก็บ) การรีไซเคิล (เมื่อปะปนกับพลาสติกทั่วไปจะทำให้กระบวนการพลาสติกรีไซเคิลมีคุณภาพที่ควบคุมไม่ได้หรือด้อยลงโดยเฉพาะอายุการเก็บ) หรือแม้กระทั่งการฝังร่วมกับขยะอินทรีย์ หรือการกำจัดแบบฝังกลบ (European Commission, 2018) แต่ผู้ผลิตจะอ้างข้อดีของพลาสติกที่เติมสารอ๊อกโซ่เมื่อนำไปฝังกลบ ว่าการแตกตัวของพลาสติกจะช่วยลดปริมาตรขยะที่ฝังกลบ อย่างไรก็ตามผู้แต่งอยากเน้นว่ายังไม่มีงานวิจัยที่รายงานให้เห็นถึงความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและกระบวนการสลายตัวในสถานฝังกลบนี้ ทั้งนี้สหภาพยุโรปได้ออกกฎหมายห้ามผลิตและใช้พลาสติกที่เติมสารอ๊อกโซ่และพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทิ้งอื่น ๆ เมื่อปี ค.ศ.

2019 ซึ่งจะมีผลบังคับใช้ในเดือนกรกฎาคม 2021[1] ส่วนประเทศไทยกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ประกาศเป้าหมายที่จะห้ามการผลิตและใช้พลาสติกที่เติมสารอ๊อกโซ่มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 แต่ยังไม่มีกฎหมายรองรับนโยบายการห้ามใช้ดังกล่าว บทความนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อที่จะอธิบายลักษณะพลาสติกที่เติมสารอ๊อกโซ่และความท้าทายในการตรวจหา เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาแนวทางการออกมาตรการควบคุมการผลิตและใช้พลาสติกดังกล่าวในประเทศไทย

2. คำจำกัดความของพลาสติกที่เติมสารอ๊อกโซ่

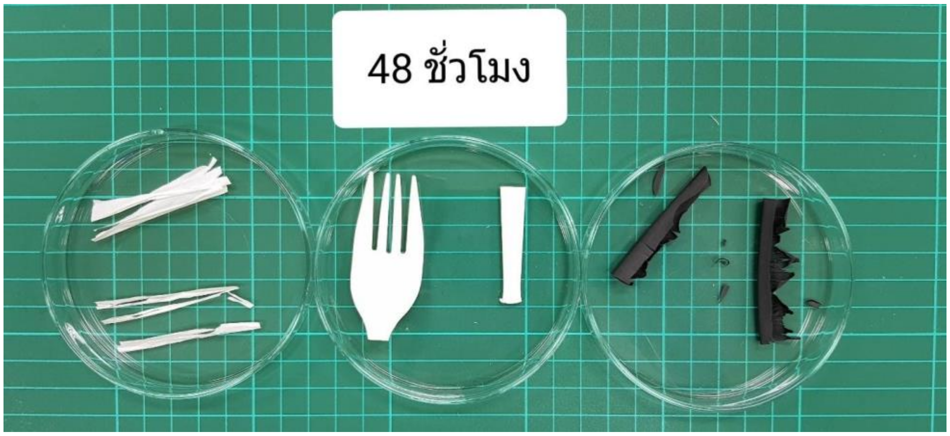
สารเติมแต่งอ๊อกโซ่ (Oxo additives) เป็นชื่อเรียกกลุ่มของสารประกอบซึ่งมีหลายชนิด สารประกอบกลุ่มนี้เมื่อเติมลงไปในพลาสติกจะเกิดปฏิกิริยา Oxidative cleavage หมายถึง การเกิดการแตกออกของพันธะคาร์บอนกับคาร์บอนและมีการสร้างพันธะใหม่ระหว่างคาร์บอนกับออกซิเจนขึ้นมาแทน การเกิดปฏิกิริยานี้จะส่งผลให้พลาสติกที่ประกอบด้วยสายคาร์บอนที่ยาวมีขนาดที่เล็กลง ประกอบกับมีโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างจากเดิม ในทางกายภาพจะสามารถสังเกตเห็นได้ เช่น พลาสติกที่เป็นผลิตภัณฑ์เดิมมีการแตกออกเป็นชิ้นเล็กและอาจมีขนาดเล็กมากจนเป็นไมโครพลาสติก ดังแสดงในภาพที่ 1-4 ปฏิกิริยานี้ส่วนใหญ่อาศัยปัจจัยทางกายภาพเป็นตัวเร่ง เช่น รังสียูวี หรือแสงในช่วงกลางวัน ความร้อน ความชื้น ซึ่งเรียกกระบวนการดังกล่าวนี้ว่า Oxo-degradation จากภาพจะเห็นได้เช่นกันว่าในกรณีที่ฉายรังสียูวีในเวลาที่เท่ากัน รูปร่างและชนิดพลาสติกก็มีผลต่อการแตกออกของผลิตภัณฑ์ เช่น ฟิล์มจะสามารถแตกออกได้เร็วกว่า เป็นต้น

[1] ระเบียบว่าด้วยการลดผลกระทบของผลิตภัณฑ์พลาสติกต่อสิ่งแวดล้อม (Directive (EU) 2019/904 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment) มาตรา 5 ห้ามการใช้ (Ban) หรือลดการบริโภคพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทิ้ง 10 ชนิด ได้แก่ 1) ก้านสำลี 2) อุปกรณ์รับประทานอาหาร (ช้อนส้อม มีด ตะเกียบ) 3) จานชาม 4) หลอด 5) แท่งคนเครื่องดื่ม 6) ก้านลูกโป่ง 7) บรรจุภัณฑ์อาหารชนิดโฟม (Expanded polystyrene) 8) บรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดโฟม 9) ถ้วยเครื่องดื่มชนิดโฟม และ 10) ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกชนิด Oxo-degradable มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 3 กรกฎาคม ค.ศ. 2021 (รายละเอียดกฎหมายดูใน https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/904/oj)



ภาพที่ 1 ชิ้นงานก่อนฉายรังสี UV

ภาพที่ 2 ชิ้นงานหลังจากฉายรังสี UV เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 3 ชิ้นงานหลังจากฉายรังสี UV เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง

ภาพที่ 4 ชิ้นงานหลังจากฉายรังสี UV เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง

สำหรับพลาสติกที่ใส่สารกลุ่มนี้ เราเรียกว่า Oxo-degradable plastics[2] หรือบางครั้งจะถูกอ้างในชื่อ Triggered degradation plastics ซึ่งนิยามโดยสำนักงานมาตรฐานยุโรป (European Committee for Standardization: CEN) ในเอกสาร TR15351 ขณะที่ปัจจุบันมีพัฒนาการปรากฏเพิ่มขึ้นอีกของสารในกลุ่มใกล้เคียงกันนี้ คือกลุ่มที่ทำให้เกิด Oxo-biodegradation ที่มักเรียกกันว่า Oxo-biodegradable plastics ซึ่งโดยความหมายของ CEN จะเพิ่มเรื่อง Cell-mediated หรือการพึ่งพาเซลล์จุลินทรีย์ในกระบวนการ ดังนั้น การเติมพลาสติกกลุ่มนี้ก็จะทำให้เกิดทั้ง Oxidative cleavage และ Cell-mediated ไปพร้อมกันและต่อเนื่องกัน นอกจากนี้ ‘Pro-oxidant additives’ (PA) เป็นอีกชื่อเรียกหนึ่งที่รู้จักและใช้เรียกสารที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาอ๊อกซิเดชั่นโดยมีความร้อน และ/หรือรังสียูวี เป็นตัวกระตุ้น

3. สารเติมแต่งที่ใช้ในพลาสติกอ๊อกโซ่

สารในกลุ่ม Pro-oxidant additives (PA) เป็นสารกลุ่มใหญ่และซับซ้อน จากการทบทวนและสืบค้นรายงานจากหลายแหล่ง พบเพียงชื่อกลุ่มสารหรือสารประกอบกว้าง ๆ ไม่มีรายงานโครงสร้างและชื่อทางเคมีที่บ่งชี้ได้ นอกจากนี้ การเติมสารกลุ่มนี้มักจะไม่ได้เติมชนิดใดชนิดหนึ่ง แต่เติมหลายตัวประกอบกันทำให้การตรวจวิเคราะห์และการควบคุมอาจทำได้ยาก อีกประการหนึ่งที่สำคัญคือสารในกลุ่มเหล่านี้จะมีบางชนิดที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมอื่นหรือแม้แต่ในอุตสาหกรรมพลาสติกอยู่แล้ว แต่มิได้ใช้ในการทำให้พลาสติกแตกออกเป็นชิ้นเล็ก

[2] คำอื่น ๆ ที่นิยมใช้สำหรับเรียกพลาสติกกลุ่มนี้ ได้แก่ Oxo-degradable plastic, Oxo-fragmentable plastic, Oxo-biodegradable plastic, ODP, Oxo-plastics, Pro-oxidant additives containing plastics, PAC, Pro-oxidants, Prodegradants

อีกทั้งการผสม PA ลงไปในพลาสติกนั้นสามารถทำได้โดยการผสมไประหว่างการแปรรูปหรือการขายเป็น Master batches ที่อาจเรียกว่า 'หัวเชื้อ' ซึ่งผู้ผลิตจะถามผู้แปรรูปพลาสติกว่าจะใช้พลาสติกตัวใด แล้วผสม PA ลงไปในปริมาณที่เข้มข้นสูงให้ผู้แปรรูปไปเจือจางเอง ในกรณีนี้ การตรวจจับก็จะเป็นไปได้ยากขึ้นไปอีกเพราะไม่ได้เปิดเผยชื่อสารเคมี (ส่วนใหญ่ ผู้แปรรูปในประเทศจะจัดซื้อในรูป 'หัวเชื้อ' ที่ได้กล่าวมานี้)

ในทางการค้า PA ประกอบด้วยสารในกลุ่มเกลือของโลหะหนัก (Transition metal salts) และสารประกอบเชิงซ้อน (Metal complexes) เช่น เกลือของเหล็ก แมงกานีส และโคบอลต์ (Fe, Mn, Co salts) และยังมีกลุ่มอื่น เช่น สารประกอบอินทรีย์ชนิดไม่อิ่มตัว (Unsaturated organic compounds) และ Dithiocarbamates เป็นต้น ในเอกสารงานวิจัยส่วนใหญ่ได้อ้างถึงเกลือของเหล็ก แมงกานีส และ โคบอลต์ หรือสารประกอบเชิงซ้อนว่าเป็น PA ทั่วไป นอกจากนี้จากการทบทวนสิทธิบัตรที่มีจำนวนมากสามารถทำให้ตรวจสอบกลับได้ว่ามีสารกลุ่มใดบ้างที่เป็นสารที่ใช้ในทางการค้า ซึ่งพบว่ารวมไปถึง Ketone copolymers, Unsaturated alcohols and esters, **β**-diketones, Benzophenones และ Photosensitizers อื่นๆ (Ammala et al., 2011)

การเติมสารเหล่านี้ในพลาสติกบางประเภทก็ก่อให้เกิดปรากฏการณ์อ๊อกโซ่แบบไม่ได้ตั้งใจเช่นกัน ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือกระสอบสาน PP ที่มีการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตในปริมาณมาก เมื่อนำไปใช้เป็นกระสอบบรรจุทรายแล้วตากแดดในสภาวะที่รุนแรงอย่างในการทำทำนบกันน้ำทะเลหรือน้ำท่วม พบว่าไม่ถึง 1 ปีกระสอบสานนี้ก็แตกกลายเป็นชิ้นเล็ก ๆ จำนวนมากปะปนกับทรายและดินโดยรอบ ลักษณะนี้เป็นการเกิดไมโครพลาสติกจากผลการใช้กระสอบ PP ซึ่งมาจากการเติมสารบางประเภททำให้ PP เกิดการเร่งแตกตัวเป็นชิ้นได้เร็วขึ้นกว่าที่ PP เองจะแตกตัวเองตามธรรมชาติ

4. ความท้าทายของการตรวจสอบและควบคุมพลาสติกอ๊อกโซ่

แม้ว่าจะไม่สามารถบ่งชี้โดยการสืบค้นทบทวนในเวลาอันสั้นได้ทั้งหมดเนื่องจากสารในกลุ่มมีจำนวนมากและหลายชนิด แต่จากการทบทวนวรรณกรรมจะพบว่าบริษัทที่ผลิตสารเติมแต่ง (PA) ที่ใช้ในพลาสติกอ๊อกโซ่แสดงดังในตารางที่ 1 ซึ่งจากตารางจะเห็นว่ายังมีองค์ประกอบที่เราไม่ทราบ (ไฮไลท์สีเหลือง) เช่น Symphony's d2w และ EcoLogic's EcoOne เป็นต้น การไม่ทราบทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพจะทำให้ไม่สามารถหาวิธีการในการตรวจสอบและควบคุมที่มีประสิทธิภาพได้ อีกข้อสังเกตคือสารประกอบบางชนิดใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติกเพื่อทำหน้าที่อื่น เช่น สีหรือต้านทานแบคทีเรีย แต่ก็มีผลทางปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเช่นกัน เช่น ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ของบริษัท Adpast; A. Schulman เป็นต้น

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของ PA ทางการค้าและ Masterbatches ที่ไม่ระบุองค์ประกอบ

ชื่อบริษัท	ชื่อทางการค้าของสารเติมแต่ง	องค์ประกอบทางเคมีของ PA	สิทธิบัตรที่อ้างถึง	เวปไซด์
Add-X	Addiflex	Transition metal salt: Mn, Fe, Cu, Co, and Ni	Forsberg et al. 2007	http://www.addxbiotech.com/company.aspx
Adpast; A. Schulman	PDEG275, PDEG555, PDEG222	Transition metal compound/pigments: TiO_2, ZnO, $ZnSO_4$, lithopone, Fe/Sb/Pb/Cr oxides, cobalt blue, iron blue, ultramarines, manganese violet	Schulman Plastics 2006	http://www.adplast.pt/products/oxo-degradation-masterbatches/ http://www.adplast.pt/products/photo-degradable-masterbatches/
AkzoNobel	EvCote	Transition metal salt: Ti, V, Cr,Mn, Fe, Co, Ni, Cu – carboxylic acid salt	Brackman 1974	https://www.akzonobel.com/en/for-media/media-releases-and-features/akzonobel-creates-worlds-first-fully-compostable-and
Archer Daniels Midland			*Not found*	*https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0027629984&origin=inward&txGid=e6600d1cd918c334b384eb87fdb76941*
Bhavin industries	*Coraplast Degradable PD1001, PD1002*		*Not found*	*https://www.coraplast.co.in/products/additivemasterbatch.htm*
Bio-TEC	EcoPure	Furanones: 2(3H)-Furanone dihydro-4,5-dimethyl; 4,5-dimethyl-5H-furan-2-one; 3,4,5-trimethyl-5H-furan-2-one	Lake and Adams 2008	http://www.goecopure.com/how-ecopure-biodegrades-plastic-products-in-landfills.aspx
EcoLogic	*Eco-One*		*Not found*	*http://ecologic-llc.com/*
EcoPoly Solutions	*OxoElite*		*Not found*	*http://www.ecopolysolutions.com/*
EnerPlastic LCC	EP OBD	Transition metal stearates: Co, Mn, Fe stearates	Rahman 2012	http://www.enerplastics.com/products/oxo-biodegradable/
ENSO Plastics	*Restore*		*Not found*	*https://www.ensoplastics.com/Products/Products.html*

ชื่อบริษัท	ชื่อทางการค้าของสารเติมแต่ง	องค์ประกอบทางเคมีของ PA	สิทธิบัตรที่อ้างถึง	เวปไซด์
EPI	TDPA10	Transition metal stearates: Co, Ce, Fe stearates	Garcia and Gho 1998	http://www.epi-global.com/
EPI	epi10	Transition metal carboxylate: Ce, Co, Fe, Mg, Al, Sb, Ba, Bi, Cd, Cr, Cu, Ga, La, Pb, Li, Mg, Hg, Mo, Ni, K, Ag, Na, Sr, Sn, W, V, Y, Zn, Zr, rare earths Preferred: stearate	Garcia and Gho 1996, 1995	http://www.epi-global.com/
EPI	epi10	Transition metal complexes: Mn, Ce, Cr, Cu, Ni, Co , Fe, Mo, W, V with carboxylates: stearates, laurates and synthetic branched chain C4–C18 carboxylates Preferred: Co, O/N-coordinated complexes	Scott 2004	http://www.epi-global.com/
EPI	epi10	Transition metal carboxylate: Al, Sb, Ba, Bi, Cd, Ce, Cr, Co, Cu, Ga, Fe, La, Pb, Li, Mg, Mn, Hg, Mb, Ni, K, Ag, Na, Sr, Sn, W, V, Y, Zn, Zr, rare earths. Preferred: Fe/Co/Mn/V stearate, Ferric 12-hydroxy-stearate	Baciu and Gho 2009	http://www.epi-global.com/
Lifeline Technologies	*OX1014*		*Not found*	*http://www.lifelinetechnologies.in/oxo_photobiodegradable.html*
Maskom	*M 85701*		*Not found*	*http://www.maskom.com.tr/en/?page=katki-masterbatch*
Perf Go Green	*GoGreen*		*Not found*	
Phoenix Plastics	*Gaia Element Oxo 480*		*Not found*	*http://phoenixplastics.com/products/*

ชื่อบริษัท	ชื่อทางการค้าของสารเติมแต่ง	องค์ประกอบทางเคมีของ PA	สิทธิบัตรที่อ้างถึง	เวปไซต์
Poly materia	'Biotransformation'	Transition metal complexes: Fe, Mn, Cu, Co, Ce	Wallis et al. 2018; Chapman et al. 2018	https://polymateria.com/
Programmable Life Inc.	P-Life	Photodegradant: aliphatic or aromatic ketones, quinones, peroxides, hydroperoxides, azo compounds, organic dyes, latent sensitizers, aromatic hydrocarbons Chemical degradent: transition metal complex	Downie 2002	http://www.p-life.com.hk/en/page/WsPage.php?news_id=1
Symphony Environmental	*d2w*		*Not found*	*https://www.symphonyenvironmental.com/solutions/oxobiodegradable-plastic/*
Techmer PM		Unsaturated organic compounds: alkoxylated ethylenically unsaturated natural oils, alkoxylated ethylenically unsaturated fatty-acids, alkoxylated ethylenically unsaturated fatty-acid esters, alkoxylated ethylenically unsaturated fatty-alcohols, alkoxylated ethylenically unsaturated fatty-alcohol esters	Taylor and Haffner 1994	https://www.techmerpm.com/industries/agriculture/
Trioplast	*Actimais, Actigreen M7*		*Not found*	*https://www.trioplast.com/en/products-solutions/horticulture-film/*
Wells Plastics	Reverte	Transition metal salt: with tartrate, stearate, oleate, citrate, and chloride	Barclay 2011	https://wellsplastics.com/Products/biodegradables/

ชื่อบริษัท	ชื่อทางการค้าของสารเติมแต่ง	องค์ประกอบทางเคมีของ PA	สิทธิบัตรที่อ้างถึง	เวปไซด์
Willow Ridge Plastics	WRP	Copolymer: from olefin and acrylate/acetate monomers	Willett 1992	http://www.willowridgeplastics.com/

หมายเหตุ: แถบสีเหลืองคือ สารเติมแต่ง (PA) ที่ใช้ในพลาสติกอ๊อกโซ่ที่ผู้ผลิตไม่ระบุองค์ประกอบทางเคมี

ที่มา: ดัดแปลงจาก The Federal Office for the Environment (FOEN)(2020)

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า สารที่ใช้เป็นสารเติมแต่ง (PA) ที่ใช้ในพลาสติกอ๊อกโซ่นั้นได้มีการใช้ในหน้าที่อื่น ๆ เช่น เป็นสารให้สี สารหล่อลื่น ตัวเร่งปฏิกิริยาในการสังเคราะห์พอลิเมอร์ และการปรับแต่งสมบัติของพลาสติก เช่น ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) และซิงค์ออกไซด์ (ZnO) ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 2 ซึ่งแสดงสารที่ใช้ในงานต่าง ๆ และยังใช้เป็นสารที่เป็น PA ได้ ดังนั้นการที่จะใช้ชื่อสารเคมีหรือสูตรเคมีมาเพื่อบังคับไม่ให้เกิดการนำเข้าหรือนำมาใช้งานนั้นจึงเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก

ตารางที่ 2 สารที่ทำหน้าที่อื่นในอุตสาหกรรมพลาสติก และสามารถใช้เป็น PA ได้

ประเภท	หน้าที่	ตัวอย่าง	
Transition metal salts	Catalyst	Ti, V, Mg chloride Cr oxides Ti, Zr, Hf, metallocenes, Al, Ni, Pd, Co, Fe, V complexes	(Kissin 2008)
Transition metal salts	Colorant	Ti, Zn, Fe, Sb, Pb, Cr oxides, $ZnSO_4$, Mixed metal oxide, lithopone, cobalt blue, iron blue, ultramarines, manganese violet, mercury cadmium reds,	(Gardner 2005; Sheftel 2000; SpecialChem 2019; Charvat 2004; Schulman Plastics 2006)
Transition metal stearates	Acid scavenger / Catalyst capture	Al, Ca, Mg, Cu, Zn stearates	(SpecialChem 2019)
Transition metal stearates	Lubricant / Release Agent	Al, Ba, Mg, Zn, Pb, Ca, Cd, (Ni, Fe, Mn, Co, Cr,Cu) stearates	(SpecialChem 2019)
Unsaturated organic compounds	Modifier	Peroxides, hydroperoxides	(Arkema 2019)
Unsaturated organic compounds	Colorant	Quinones, Azo compounds, Organic dyes, Latent sensitizers	(Abetz 2005; Downie 2002)

ประเภท	หน้าที่	ตัวอย่าง	
Unsaturated organic compounds	Degradation product of other additives	Quinones (TP from phenol antioxidants)	(Pospíšil 1988)

ที่มา: The Federal Office for the Environment (FOEN)(2020)

5. บทสรุป

กล่าวโดยสรุป สารเติมแต่งที่ใส่ในพลาสติกอ๊อกโซ่หรือสารในกลุ่ม PA ที่นิยมใช้หลักจะมี 2 กลุ่มคือ 1) โลหะหนักทั้งในรูปแบบเกลือและสารประกอบเชิงซ้อน 2) สารอินทรีย์ที่ไม่อิ่มตัว ปัญหาและความท้าทายของการพิสูจน์ทราบว่าเป็นสารเติมแต่งอ๊อกโซ่หรือไม่นั้น คือดำเนินการพิสูจน์ได้ยาก และทางเลือกในการควบคุมสารเติมแต่ง (PA) ที่ใช้ในพลาสติกอ๊อกโซ่แบ่งได้เป็น 2 ทางเลือก คือ

1. ห้ามการใช้สารโดยระบุชื่อสูตรและสารเคมี ในกรณีนี้จะพบว่า อุปสรรคคือการที่สารเคมีนั้นสามารถใช้ในอุตสาหกรรมพอลิเมอร์ หรืออุตสาหกรรมอื่นในหน้าที่อื่นด้วย

2. ห้ามโดยระบุชื่อทางการค้าที่ทราบว่าเป็น PA อย่างชัดเจน แต่ก็จะมีปัญหาในกรณีที่มีการใช้ชื่อการค้าใหม่ ๆ วิธีนี้อาจจะทำไปพร้อม ๆ กับการให้ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าแสดงชื่อสารเคมีที่สำคัญควบคู่ไป

ในด้านการควบคุมและการตรวจสอบจะทำได้ยากเนื่องมาจากหลายสาเหตุเช่น 1) ผู้นำเข้าและผู้ผลิตอาจจะใส่สารมากกว่า 1 ชนิดทำให้การตรวจวัดมีค่าใช้จ่ายสูงและยังใส่ในปริมาณน้อยทำให้ตรวจวัดได้ยาก 2) การแจ้งข้อมูลสารของผู้นำเข้าและผู้ผลิตว่าเป็นสารที่ใช้ในอุตสาหกรรมอื่นหรือใช้ในหน้าที่อื่น (แต่ข้อเท็จจริงสารบางตัวสามารถทำหน้าที่แตกสลายพลาสติกได้เร็วขึ้นโดยที่ผู้ผลิดเองก็ไม่ทราบ) และ 3) การนำเข้าหรือผลิตในรูปแบบหัวเชื้อ (Master batches) สามปัญหานี้จึงเป็นเรื่องท้าทายในการตรวจสอบและควบคุมพลาสติกที่เติมสารอ๊อกโซ่

การแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ คือ 1) ในการตรวจพิสูจน์ จะต้องวิจัยและพัฒนาวิธีการขึ้นมาใหม่ เช่น การหาวิธีตรวจโดยอ้อม ยกตัวอย่างเช่น การฉายรังสียูวีและกำหนดสภาวะที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์อ๊อกโซ่นี้ 2) การกำหนดมาตรฐานปลายทางเป็นข้อบังคับ เช่น มาตรฐานที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลเกี่ยวกับการสลายตัวได้ทางชีวภาพว่าการสลายตัวเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมาตรฐานสากลที่เป็นเรื่องการสลายตัวทางชีว ภาพในสภาวะจำกัดที่ผู้ผลิตพลาสติกอ๊อกโซ่หยิบยกมานั้น มิได้รวมถึงการทดสอบความเป็นพิษในธรรมชาติ ตัวอย่างมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับสำหรับพลาสติกสลายตัวได้ทางชีวภาพ ได้แก่ ISO 17088 (มอก. 17088), EN 13432 หรือ ASTM 6400 เป็นต้น 3) บ่อยครั้งที่เราพบการใช้คำว่า “Biodegradable” อย่างฟุ่มเฟือยเพราะทุกอย่างสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (Biodegradable) แต่ไม่มีระยะเวลาที่แน่นอนและกำหนดได้ และยังพบว่าการใช้คำนี้ทำให้ผู้บริโภคหรือผู้ใช้เข้าใจคลาดเคลื่อน ผลิตภัณฑ์ที่ใช้คำนี้มีทั้งกลุ่ม Compostable plastics (PLA, PBS, PBAT, TPS) กลุ่ม Oxo-biodegradable plastics และกลุ่มพลาสติกทั่วไปที่เติมแป้งหรือเส้นใยธรรมชาติ ดังนั้น

การเลิกใช้คำว่า “Biodegradable” บนฉลากพลาสติกที่จะทำให้เกิดความสับสนนี้จึงเป็นสิ่งจำเป็น แต่สามารถใช้คำว่า “Compostable plastic” ซึ่งอ้างอิงจากมาตรฐานได้ แต่จะส่งผลให้ภาคเอกชนมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการทดสอบและการตรวจ ยกเว้นมีการทำมาตรฐานที่ใช้ภายในประเทศหรืองานวิจัยออกมาเพื่อให้แน่ใจว่าเป็นพลาสติกในกลุ่มที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมทั้งทางดิน น้ำและอากาศในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

Ellen MacArthur Foundation (2019). Oxo-degradable plastic packaging is not a solution to plastic pollution, and does not fit in a circular economy. New Plastics Economy. https://www.newplasticseconomy.org/about/publications/oxo-statement

Federal Office for the Environment (FOEN)(2020). The identity of oxo-degradable plastics and their use in Switzerland. https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/458995.

Ammala A., Bateman S., Dean K., Petinakis E., Sangwan P., Wong S., Yuan Q., Yu L., Patrick C. and Leong K.H. (2011). An overview of degradable and biodegradable polyolefins. Prog. Polym. Sci. 36 (8), 1015-1049.DOI: 10.1016/j.progpolymsci.2010.12.002.