



เหตุใดพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ (biobased) และพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (biodegradable) จึงไม่เป็นส่วนหนึ่งของการแก้ไขปัญหาคาที่จะลดขยะพลาสติก

การตรวจสอบข้อเท็จจริง

On behalf of:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety

of the Federal Republic of Germany



ผู้เขียน

Clara Löw

Siddharth Prakash

Kevin Stuber-Rousselle

สถาบัน Oeko-Institut e.V.

การติดต่อ

Info@oeko.de

www.oeko.de

สำนักงานใหญ่ที่เมือง Freiburg

P. O. Box 17 71

79017 Freiburg

ที่อยู่

Merzhauser Straße 173

79100 Freiburg

Phone +49 761 45295-0

สำนักงานที่กรุง Berlin

Borkumstraße 2

13189 Berlin

Phone +49 30 405085-0

สำนักงานที่เมือง Darmstadt

Rheinstraße 95

64295 Darmstadt

Phone +49 6151 8191-0

สารบัญ

สารบัญภาพ	2
สารบัญตาราง	2
ข้อเท็จจริงที่สำคัญที่สุดเจ็ดประการและสรุปคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกัน (บทสรุปผู้บริหาร)	3
1. ภูมิหลัง	5
2. การเข้าใจพลาสติกชีวภาพประเภทต่างๆ	6
2.1 วัสดุที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ	7
2.2 พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ	9
3. มาตรฐานและการรับรอง	12
4. การประเมินคุณค่าเพิ่มของพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ	16
4.1 มุมมองด้านสิ่งแวดล้อม	16
4.1.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของวัสดุที่ผลิตจากธรรมชาติ	16
4.1.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของวัสดุที่ย่อยสลายได้ที่หมดอายุการใช้งาน	20
4.2 มุมมองของผู้บริโภคและสุขภาพ	20
4.3 มุมมองของการจัดการช่วงการหมดอายุการใช้งาน	21
5. สถานการณ์และการพัฒนาเฉพาะประเทศ	23
5.1 มาเลเซีย	23
5.2 ไทย	24
5.3 สหภาพยุโรป	25
6. บทสรุปและการดำเนินการที่สำคัญ	28
รายการอ้างอิง	30
ภาคผนวก	35

สารบัญภาพ

ภาพ 2-1: พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ประเภทต่างๆ	6
ภาพ 2-2: จากพืชถึงโพลีเมอร์	7
ภาพ 2-3: ขั้นตอนการย่อยสลายทางชีวภาพของโพลีเมอร์	10
ภาพ 3-1: การออกใบรับรองผลิตภัณฑ์พลาสติกชีวภาพ	12
ภาพ 3-2: การรับรองความสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ	14
ภาพ 4-1: การเปรียบเทียบพลาสติก ในส่วนของศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (A) การใช้ที่ดิน (B) และการใช้ น้ำ (C) สำหรับการผลิต	18
ภาพ 4-2: ผังการตัดสินใจสำหรับวัสดุประเภทต่างๆ ช่วงหมดอายุการใช้งาน (มีแนวโน้มว่าลูกศรจะหนาขึ้น)	22
ภาพ 5-1: ปริมาณและสัดส่วนการใช้โพลีเมอร์ประเภทพลาสติกในสหภาพยุโรป	26
ภาพ 6-1: ข้อเสนอแนะสำหรับการเกี่ยวข้องกับพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติก ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ	29
ภาพ A-2: รายการตรวจสอบการอ้างประเด็นสิ่งแวดล้อมในการประเมินการอ้างผลิตภัณฑ์สีเขียว สำหรับประเภทผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง	38

สารบัญตาราง

ตาราง 2.1 : ความแตกต่างระหว่างพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและพลาสติกที่ไม่ย่อยสลาย ได้ทางชีวภาพ จากแหล่งกำเนิดของวัตถุดิบ	9
ตาราง 2.2: ระยะเวลาการย่อยสลายของโพลีเมอร์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ	11
ตาราง 3.1: การเปรียบเทียบข้อกำหนดด้านมาตรฐานสำหรับการย่อยสลายที่แตกต่างกัน	14
ตาราง 4.1: จุดร้อนของผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและการเปรียบเทียบระหว่างโพลีเมอร์ที่ผลิต จากวัสดุจากธรรมชาติและโพลีเมอร์จากฟอสซิล ในกรณีศึกษาหกกรณี	19
ตาราง 5.1: สถานภาพปัจจุบันของพลาสติกชีวภาพในมาเลเซีย	23
ตาราง 5.2: ข้อกำหนดด้านกฎหมายของผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในประเทศ สมาชิกสหภาพยุโรปต่างๆ	27
ตาราง A-1: การย่อยสลายทางชีววิทยาของพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในสภาวะแวดล้อม ที่แตกต่างกัน	35
ตาราง A-2: มาตรฐาน ISO และ CEN ที่สำคัญ ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ของพลาสติก	36

โครงการส่งออกเทคโนโลยีสีเขียว (Export Initiative for Green Technologies)

โครงการส่งออกเทคโนโลยีสีเขียว (Export Initiative for Green Technologies)

โครงการระดับโลกของ GIZ เรื่อง “การสนับสนุนโครงการส่งออกเทคโนโลยีสีเขียว” เป็นการดำเนินการความพยายามในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของกระทรวงสิ่งแวดล้อม คุ่มครองธรรมชาติ ความปลอดภัยทางปรมาณู และการคุ้มครองผู้บริโภคแห่งสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (BMUV) โครงการส่งออกของกระทรวงสิ่งแวดล้อมมีเป้าหมายที่จะส่งออกความชำนาญที่มีอยู่ในเยอรมนี และสนับสนุนการพัฒนาที่ยั่งยืนทั่วโลก โครงการดังกล่าว ครอบคลุมหัวข้อต่างๆ เช่น การจัดการขยะที่ไม่มีประสิทธิภาพ มลพิษทางอากาศและน้ำ หรือโครงสร้างพื้นฐานที่สนับสนุนการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน ประเทศพันธมิตรประกอบด้วย อียิปต์ จอร์แดน อินเดีย ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย และยูเครน มาตรการของโครงการเน้นการเสริมสร้างความชำนาญทางเทคนิคและสถาบัน และวางรากฐานสำหรับการแนะนำและการใช้เทคโนโลยีที่ปกป้องสิ่งแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศ ที่ “ผลิตในเยอรมนี”

“โครงการทำงานร่วมกันเพื่อการลดพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทิ้งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Collaborative Action for Single-Use Plastic Prevention in Southeast Asia หรือ CAP SEA)” เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานระดับโลกของ GIZ เรื่อง “การสนับสนุนโครงการส่งออกเทคโนโลยีสีเขียว” ที่มุ่งเน้นการป้องกันการเกิดขยะพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทิ้ง (SUP) ระบบใช้บรรจุภัณฑ์แบบใช้ซ้ำ และดำเนินการในประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย

[สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมของกิจกรรมของโครงการ CAP SEA โปรดดาวน์โหลดเอกสารได้ที่นี้](#)

ข้อเท็จจริงที่สำคัญที่สุดเจ็ดประการและสรุปคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกัน (บทสรุปผู้บริหาร)

	ข้อเท็จจริง	สรุปคำอธิบาย
1	ในการอ้างอิงถึงพลาสติกนั้น “ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ” มีความหมายเดียวกับคำว่า “ผลิตจากแหล่งกำเนิดธรรมชาติ” หรือ “ผลิตจากวัตถุดิบธรรมชาติ” วัสดุเหล่านี้เป็นผลผลิตจากการเกษตร เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง ฝ้าย อ้อย มันฝรั่ง หรือใบปาล์ม หรือจะจากการทำการเกษตร นอกจากนี้ “ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ” ไม่ได้หมายความว่า วัตถุดิบจะหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ 100 %	ในทางตรงกันข้าม พลาสติกดั้งเดิมทำจากฟอสซิล เช่น ทำจากน้ำมันดิบ โดยปกติ ได้มีการนำวัตถุดิบตั้งต้นที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติที่ผสมกับวัสดุจากฟอสซิล ไปใช้ การผสมกันดังกล่าว เรียกว่า “ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ” ซึ่งอาจย่อยสลายในธรรมชาติไม่ได้ หรือนำไปรีไซเคิลไม่ได้ พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติประเภทต่างๆ เหมาะสมสำหรับนำไปทำผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคที่แตกต่างกัน เช่น ภาชนะใส่อาหาร หรือถุงเก็บขยะอินทรีย์ โปรดอ่านเพิ่มเติมในบทที่ 2.1
2	จากการประเมินวัฏจักรชีวิต การใช้พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติแทนพลาสติกทำจากฟอสซิล ไม่ส่งผลในการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญ เพียงแต่ผลกระทบเปลี่ยน พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่ำกว่า แต่มีศักยภาพในส่วนของการปรับกรดสูงกว่า นอกจากนี้ ยังใช้พื้นที่มากกว่า พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ จะแนะนำให้ใช้ก็ต่อเมื่อทำจากขยะจากการทำการเกษตรกรรม	นอกจากนี้ ระเบียบวิธีวิจัยของการประเมินวัฏจักรชีวิต ประเมินความหลากหลายทางชีวภาพต่ำอย่างเป็นระบบ อีกทั้งไม่พิจารณาผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ (การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การปลูกพืชเชิงเดี่ยว) ซึ่งเหมือนปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการชะล้างของวัสดุอันตราย การทิ้งขยะและไมโครพลาสติก ที่ไม่สามารถประเมินได้โดยวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต การแนะนำให้ใช้ทรัพยากรหมุนเวียนจากขยะเกษตรกรรม อยู่บนความเข้าใจที่ว่า ผลผลิตทางการเกษตรที่รับประทานได้ ควรใช้เป็นอาหารก่อนอื่น โปรดอ่านเพิ่มเติมในบทที่ 4.1.1
3	พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรม และย่อยสลายในสภาพแวดล้อม / ในครัวเรือน ในการย่อยสลายในสภาพแวดล้อม ผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ ผู้บริโภคที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพอื่นที่จริงจะไม่ย่อยสลายทั้งหมด และย่อยสลายไม่เร็วเท่าในโรงงานที่ย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรม	ในโรงงานบำบัดขยะอินทรีย์ สภาพการย่อยสลายสามารถปรับได้ทางเทคนิค ในส่วนของอากาศ (หรือการขาดอากาศ) จำนวนและประเภทของอาหาร microbiotic และความเป็นกรด (pH) เป็นต้น ในธรรมชาติ สภาพแวดล้อมจะเสถียรน้อยกว่าในโรงงานบำบัด และแตกต่างตามประเภทของดิน และระบบน้ำจืดหรือน้ำทะเล จำนวนพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ และที่ย่อยสลายภายใต้สภาวะแวดล้อมต่างๆ จะถูกจำกัดเป็นอย่างมาก เช่น พลาสติก PHA จะย่อยสลาย ~70 % ใน 660 วันในดิน ในขณะที่ PCL จะย่อยสลายในน้ำจืดกว่า 90% ใน 30 วัน ส่วนการแตกสลายเชิงกลจะเกิดขึ้น เช่น ในทรายหรือในเกลือ (ในน้ำทะเล) ซึ่งจะนำไปสู่การแตกเป็นชิ้นเล็กๆ และก่อให้เกิดไมโครพลาสติก โปรดอ่านเพิ่มเติมในบทที่ 2.2
4	การใช้วัตถุดิบตั้งต้นชีวมวล ไม่ได้หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายจะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ถึงแม้วัตถุดิบจะย่อยสลายได้ทางชีวภาพก็ตาม	การย่อยสลายได้ทางชีวภาพไม่ได้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ แต่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางเคมีของโพลิเมอร์แต่เพียงอย่างเดียว พันธะเคมีบางตัวเท่านั้นที่สามารถแตกตัวได้ทางชีวภาพ เช่น ด้วยเอนไซม์และด้วยทางจุลชีววิทยา มีตัวอย่างของพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ พลาสติกที่ไม่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ รวมทั้งตัวอย่างของพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพทำจากฟอสซิล โปรดอ่านเพิ่มเติมในบทที่ 2.2
5	มีมาตรฐานของการย่อยสลายได้ทางชีวภาพในเชิงอุตสาหกรรมของพลาสติก และการรับรองของบุคคลที่สามสำหรับการย่อยสลายได้ ในสภาวะแวดล้อมมากมาย และยังมีมาตรฐานเกี่ยวกับสัดส่วน แหล่งกำเนิด และการปลูกอย่างยั่งยืนของชีวมวลในโพลิเมอร์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ	มาตรฐานเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญ อย่างไรก็ตาม ไม่ควรมองว่าเป็นคำตอบเดียวของการแก้ไขปัญหาของพลาสติกชีวภาพ เช่น เป็นการยากที่จะแยกแยะการให้ใบรับรองของบุคคลที่สาม จากการกล่าวอ้างของบริษัทใดโดยเฉพาะ หรือการกล่าวอ้างด้วยตัวเอง เกี่ยวกับการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ โปรดอ่านเพิ่มเติมในบทที่ 3

	ข้อเท็จจริง	สรุปคำอธิบาย
6	สหภาพยุโรปตระหนักถึงความสำคัญของการออกข้อบังคับเกี่ยวกับพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ และกำลังอยู่ในระหว่างดำเนินการให้ออกกฎหมายที่เกี่ยวข้อง	คณะกรรมการยุโรปประกาศกรอบนโยบายที่เกี่ยวกับการจัดหาที่แหล่งกำเนิด การติดตามและการใช้พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและที่สลายตัวได้ทางชีวภาพ ข้อเสนอดังกล่าวคาดว่าจะตีพิมพ์ออกมาในช่วงปี 2021 โปรดอ่านเพิ่มเติมในบทที่ 5.3
7	พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ บ่อยครั้ง ได้รับการส่งเสริมให้เป็นทางเลือกแก้ปัญหามลพิษพลาสติก ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน ยังไม่ช่วยลดปริมาณขยะหรือปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยที่มีอยู่	ในทางทฤษฎี การย่อยสลายจะดีกว่าการรีไซเคิล ซึ่งก็จะดีกว่าการทิ้งในทางปฏิบัติ เป็นการสันนิษฐานว่า มีการคิดและการเก็บพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ แยกออกจากกัน ความซับซ้อนของขั้นตอนการคิดแยกจะเพิ่มขึ้น จากความจริงที่ว่า พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติบางชนิดก่อให้เกิดปัญหาในโรงงานรีไซเคิลสำหรับพลาสติกดั้งเดิม นอกจากนี้ พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติชนิดอื่นบางชนิดและพลาสติกดั้งเดิม ที่มีโครงสร้างทางเคมีเหมือนกัน สามารถรีไซเคิลด้วยกันได้ อีกทั้งวัสดุที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพจำเป็นต้องขนส่งไปยังโรงงานที่ย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรม ดังนั้น จึงต้องปรับกระบวนการ เช่น ในส่วนของการย่อยสลายซึ่งจะต้องใช้เวลาสำหรับพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพนานกว่า ขยะอินทรีย์ อีกหนึ่งข้อบังคับเบื้องต้น คือ วัสดุต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดของการย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นหนึ่งในมาตรฐานการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ มาเลเซียขาดโรงงานที่ย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรมโดยทั่วไปในไทย โรงงานที่ย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรมมีอยู่แห่งเดียวในกรุงเทพฯ ประเทศส่วนใหญ่ทั่วโลกไม่มีมาตรการการแยกอย่างเพียงพอสำหรับขยะอินทรีย์ (ที่เปียก) และขยะในครัวเรือนที่แห้ง โปรดอ่านเพิ่มเติมในบทที่ 4.1.2 และบทที่ 5

สิ่งสำคัญมากที่สุดที่จะต้องดำเนินการ มีห้าประเด็นดังนี้:

1. ในโครงการจัดการขยะ ควรให้ความสำคัญกับการป้องกันการเกิดขยะ มากกว่าการส่งเสริมให้มีการนำพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติกลับมาใช้ใหม่ พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ไม่ควรมองว่าเป็นหนทางในการแก้ปัญหาขยะจากพลาสติก
2. ใช้ถุงขยะใส่อาหารย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ได้รับการรับรอง เพื่อแยกขยะมูลฝอยเปียกและแห้ง เช่น ขยะอาหารที่มีฉลากสิ่งแวดล้อมประเภทที่ 1 หรือถุงรับรองจากบุคคลที่สามที่เป็นอิสระและเชื่อถือได้ ไม่แนะนำให้ใช้พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในผลิตภัณฑ์อื่นๆ ดังนั้น จึงไม่ควรกระตุ้นการใช้พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ
3. ใช้เฉพาะขยะจากภาคเกษตรและผลพลอยได้เป็นวัตถุดิบ สำหรับพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ
4. สร้างความโปร่งใสที่จำเป็นและสื่อสารอย่างชัดเจนไปยังสาธารณชนผ่านทางมาตรฐาน ฉลาก และการทดสอบว่า วัสดุที่เกี่ยวข้องออกแบบมาสำหรับการสลายตัวทางชีวภาพในโรงงานย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรม การย่อยสลายในครัวเรือน หรือการย่อยสลายในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ
5. ลงทุนในการคิดแยกขยะจากแหล่งกำเนิด เทคโนโลยีการคิดแยก และโรงงานจัดการขยะอินทรีย์

1. ภูมิหลัง

บรรจุภัณฑ์ใช้ครั้งเดียวและใช้แล้วทิ้งทำให้เกิดความสับสนในมุมมองของผู้บริโภค ซึ่งเป็นความจริง เช่น บรรจุภัณฑ์อาหารซ็อกลับบ้าน อย่างไรก็ตาม ปริมาณพลาสติกที่ใช้เป็นจำนวนมากนำไปสู่ผลกระทบเชิงลบมากมาย จากความขัดแย้งระหว่างมุมมองเชิงนิเวศน์ ของพลาสติกใช้ครั้งเดียว และความสับสนของบรรจุภัณฑ์พลาสติกประเภทนี้ จึงได้มีการหารือเรื่องพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพให้เป็นทางเลือกแทนพลาสติกจากฟอสซิลมาระยะหนึ่งแล้ว ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมบ่อยครั้งมาจากพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ เหตุผล ก็คือมีการเข้าใจว่า “ชีวภาพ” หมายถึง “เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม” โดยถูกมองว่า เป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับทดแทนพลาสติกดั้งเดิม ซึ่งได้มีการวิจัยผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม ทางเลือกที่เข้าใจกันนี้ ก่อให้เกิด ผลลัพธ์และปัญหามากมาย การใช้พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพหรือพลาสติกที่ผลิตด้วยวัสดุจากธรรมชาติแทน พลาสติกดั้งเดิมตัวต่อตัว เป็นสิ่งที่แคบเกินไป เพราะมันไม่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงใดๆ ของปริมาณขยะ หรือการลดผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อมในระยะยาว ภูมิหลังและเหตุผลของการประเมินและการวิเคราะห์เรื่องดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของรายงานฉบับนี้

รายงานฉบับนี้ จัดทำโดยสถาบัน Wuppertal-Institut ของเยอรมนี กลุ่มผู้อ่านเป้าหมายของรายงาน คือ ผู้มีอำนาจตัดสินใจทางการเมือง และบริษัทต่างๆ ในไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย ปัจจุบัน กลุ่มผู้อ่านเป้าหมายในประเทศที่กล่าวมาข้างต้น ได้รับการสนับสนุนจากโครงการโมดูลของ GIZ ชื่อ CAP SEA (Collaborative Action for Single-Use Plastic Prevention in South-east Asia หรือโครงการทำงานร่วมกันเพื่อการลดพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวภายในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้) ทั้งนี้ วัตถุประสงค์ของโครงการ CAP SEA คือ การสนับสนุนการลดขยะพลาสติก และส่งเสริมระบบบรรจุภัณฑ์ที่น่ากลับมาใช้ใหม่ ในไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย โดยเน้นต้นน้ำและรวมเข้าไปในบริบทของเศรษฐกิจหมุนเวียนที่กว้างกว่า เพื่อให้คำปรึกษาเชิง กลยุทธ์แก่รัฐบาล

CAP SEA ได้รับการสนับสนุนทางการเงินจากกระทรวงสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ธรรมชาติ และความปลอดภัยนิวเคลียร์ของรัฐบาล

สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน และเป็นส่วนหนึ่งของโครงการระดับโลกเพื่อสนับสนุน “โครงการส่งออกเทคโนโลยีสีเขียว”(“Export Initiative for Green Technologies”) โดย GIZ เป็นหน่วยปฏิบัติหลัก และระยะเวลาการดำเนินการจากเดือนสิงหาคม 2019 ถึงเดือนมีนาคม 2023

รายงานฉบับนี้จัดทำขึ้น เพื่อให้ความช่วยเหลือง่ายๆ แก่องค์กรพันธมิตรของโครงการ CAP SEA ในการดำเนินงาน ความรู้ภูมิหลังด้านวิทยาศาสตร์ของพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ จะทำให้พันธมิตรหลักเลี่ยงการใช้ผลิตภัณฑ์ทางเลือกที่น่าผิดหวัง โดยใช้ผลิตภัณฑ์ทางเลือกใช้ครั้งเดียวทดแทน ผลิตภัณฑ์พลาสติกดั้งเดิม และบรรจุภัณฑ์ใช้ครั้งเดียว อาจทดแทนได้ เช่น โดยผลิตภัณฑ์ทางเลือกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติหรือที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ แต่รายงานฉบับนี้ มีเป้าหมายที่จะสร้างความตระหนักถึงความจำเป็นในการต้องพิจารณาการแลกเปลี่ยนในบริบทดังกล่าว นอกจากนี้ ยังต้องพิจารณาผลลัพธ์ของการตัดสินใจใช้วัสดุ ในส่วนของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการบำบัดหลังการหมดอายุการใช้งาน

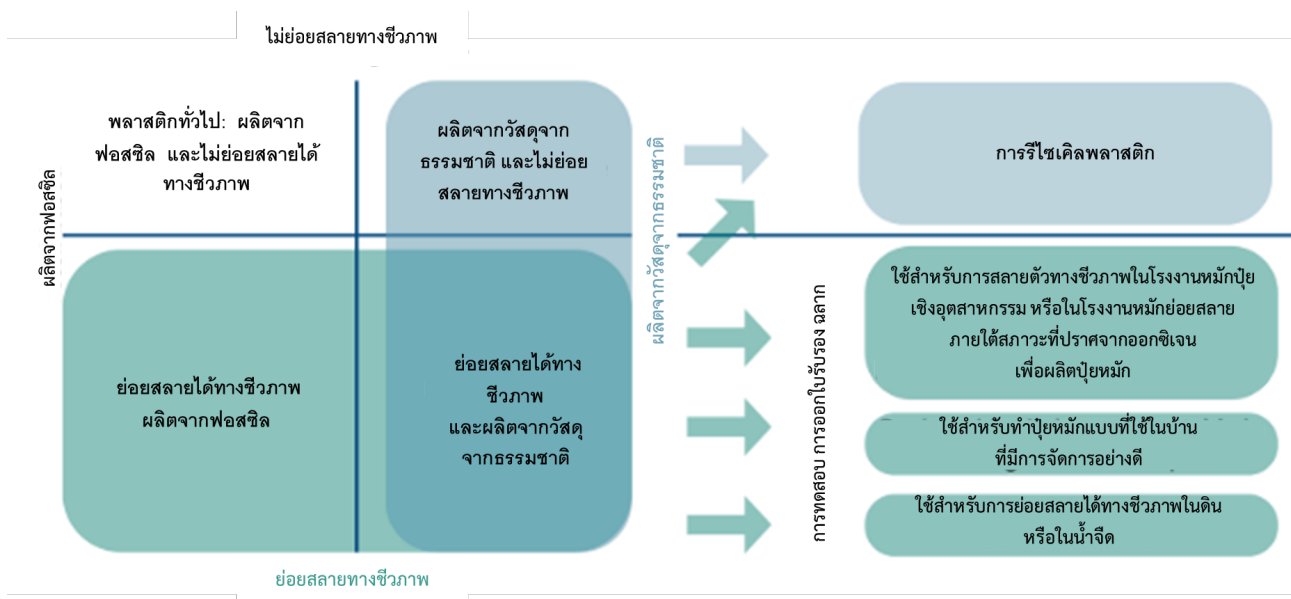
2. การเข้าใจพลาสติกชีวภาพประเภทต่างๆ

คำว่า พลาสติกชีวภาพ ครอบคลุมลักษณะที่ต่างกัน 2 ลักษณะของวัสดุพลาสติก ประการแรก คือ แหล่งกำเนิดของปัจจัยการผลิตในการผลิตพลาสติก ซึ่งในกรณีนั้น ชีวภาพ หมายถึง ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ อีกประการหนึ่ง คือ ลักษณะการย่อยสลายของพลาสติกในระยะการหมดอายุการใช้งาน ซึ่งในกรณีนั้น ชีวภาพ หมายถึง ที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ คำว่า พลาสติกชีวภาพ บ่อยครั้งใช้อย่างไม่สอดคล้องกัน คือ บางครั้งใช้อธิบายทั้งลักษณะของวัสดุ กล่าวคือ แหล่งกำเนิดทางธรรมชาติของวัสดุ และการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ส่วนในบริบทอื่นๆ พลาสติกชีวภาพหมายความถึงหนึ่งในสองลักษณะนี้เท่านั้น

การสลายตัวได้ทางชีวภาพ (compostability) และ การย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (biodegradability) หรือสลายตัวได้ทางชีวภาพ (compostable) และ ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (biodegradable) ก็มีการใช้อย่างไม่สอดคล้องกันในกรณีส่วนใหญ่และใน รายงานฉบับนี้ หากไม่ระบุเป็นอย่างอื่น การย่อยสลายได้ทางชีวภาพของพลาสติกจะหมายถึง พลาสติกที่ย่อยสลายทางชีวภาพในระบบ อุตสาหกรรม (industrially compostable plastics)

ดังนั้น ประการแรก เราต้องจัดหาศัพท์และตัวเลขอธิบาย (ภาพ 2-1) ของสำนักงานสิ่งแวดล้อมยุโรป (European Environment Agency) (2020) ภาพ 2-1 อธิบายการรวมกันที่เป็นไปได้สี่ประการของลักษณะทั้งสองประการ (แหล่งกำเนิดและการย่อยสลายได้ของวัสดุ) ในเมทริกซ์ด้านซ้ายมือ ส่วนทางด้านขวามือ ตัวเลขจะแสดงเส้นทางการหมดอายุการใช้งาน ซึ่งวัสดุสามารถเดินตามได้ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของมัน

ภาพ 2-1 : พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติประเภทต่างๆ



ที่มา: EEA 2020

- พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ผลิตทั้งหมดหรือบางส่วนจากวัตถุดิบเชิงชีววิทยา ตรงกันข้ามกับวัตถุดิบจากฟอสซิล (น้ำมัน) ที่ใช้ในพลาสติกดั้งเดิม (หรือที่เรียกว่า พลาสติกจากฟอสซิล)

- พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ สามารถผลิตได้ทั้งจากวัตถุดิบที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ หรือจากฟอสซิล พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ “ได้รับการออกแบบให้ย่อยสลายได้ทางชีวภาพด้วยวิธีเฉพาะในสภาวะแต่ละประเภท (น้ำ ดิน ปุ๋ยหมัก เป็นต้น)” ทั้งนี้ การย่อยสลายได้ทางชีวภาพแยกได้เป็นสองประเภท ดังนี้:

- “พลาสติกที่ย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม ได้รับการออกแบบให้ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในสภาวะของโรงงานย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม หรือโรงงานการหมักสลายภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจนเชิงอุตสาหกรรม พร้อมขั้นตอนการหมักสลายที่ตามมา”

- ประการที่สอง “พลาสติกที่สลายตัวได้ทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมที่บ้าน ซึ่งได้รับการออกแบบให้ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในสภาพของการทำปุ๋ยหมักที่จัดการเป็นอย่างดีที่บ้าน หรือในสภาพแวดล้อมกลางแจ้ง” (ในที่นี้ ส่วนใหญ่ มีอุณหภูมิต่ำกว่าในโรงงานย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม)

• กลุ่มย่อย คือ พลาสติกแตกสลายได้ชนิดอ็อกโซ พลาสติกประเภทนี้ “ครอบคลุมสารเติมแต่งที่ผ่านทางปฏิกิริยาออกซิเดชัน นำไปสู่การแตกของวัสดุเป็นไมโครพลาสติก หรือการแตกสลายทางเคมี”

บทต่อไปนี้จะเน้นหนึ่งในสองลักษณะของพลาสติกชีวภาพ

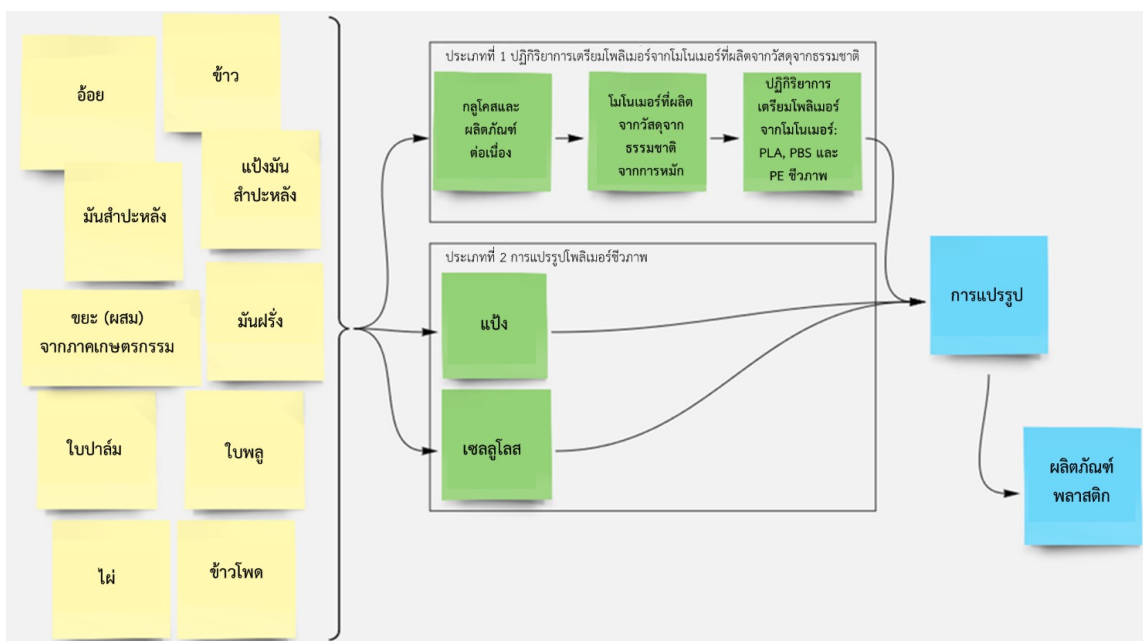
2.1 วัสดุที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ

พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ส่วนใหญ่หรือทั้งหมด ผลิตจากวัตถุดิบธรรมชาติ ดังนั้น คำว่า วัตถุดิบที่หมุนเวียน จะใช้เหมือน กับ ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ในบริบทของยุโรป คำว่า ชีวภาพ จะใช้โดยสอดคล้องกับคำจำกัดความของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ตามที่ระบุในมาตรฐาน EN 16575:2014 วัตถุดิบเป็นพืชที่อุดมด้วยแป้งหรือ เซลลูโลส เช่น ข้าวโพด อ้อย หนัญมิสแคนเกส (หนัญหวนประเภทหนึ่ง) และบางครั้ง ไม้ ในทางตรงกันข้ามกับวัตถุดิบที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ พลาสติกดั้งเดิมมาจากฟอสซิล โดยสกัดจากน้ำมันดิบ คำว่า ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ไม่ได้หมายความว่า วัตถุดิบจะเป็นวัสดุหมุนเวียน 100% พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ยังสามารถใช้ในคอมโพสิตที่มีส่วนประกอบของพลาสติกจากปิโตรเลียม สัดส่วนร้อยละอาจไม่ได้สื่อสารอย่างชัดเจนไปยังผู้บริโภค (โปรดดูบทที่ 3)

ในยุโรป พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ใช้บ่อยที่สุดในบรรจุภัณฑ์อาหาร (52 % หรือ 1.26 เมตริกตัน ของตลาด พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติทั้งหมด ในปี 2019) และยังใช้ในสาขาอื่นๆ เช่น สิ่งทอ (10%), สินค้าผู้บริโภค (10 %) ยานยนต์ (7 %) เกษตรกรรม (7 %) สารเคลือบและกาว (7 %) การก่อสร้าง (4 %) และอื่นๆ (3%) (Brizga et al. 2020)

โพลิเมอร์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติประเภทต่างๆ ผลิตด้วยวิธีต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางเคมี (ชีวภาพ) ของวัตถุดิบนั้น

ภาพ 2-2: ภาพรวม: จากพืชถึงโพลิเมอร์



ที่มา: จัดทำโดยผู้เขียน

จากข้อมูลของ Letcher (2020) สามารถแยกกระบวนการผลิตวัสดุที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ 2 ประเภท ดังนี้:

- ปฏิกิริยาการเตรียมโพลิเมอร์จากโมโนเมอร์จากวัสดุธรรมชาติ (Polymerization of biobased monomers) (เช่น polylactic acid (PLA), polybutyl succinate (PBS), polyethylene ชีวภาพ (PE ชีวภาพ); ประเภทที่ 1 ในภาพ 2-2) และ
- การแปรรูปของโพลิเมอร์ชีวภาพ (Processing of biopolymers) (เช่น ลิกนิน โปรตีน ยาง เซลลูโลส และแป้ง; ประเภทที่ 2 ในภาพ 2-2)

คำว่า โพลิเมอร์ หมายถึงพลาสติกที่ผลิตจากสายโซ่ยาว ("poly" = มาก) ของโมโนเมอร์ที่เชื่อมกันทางเคมี สารหลายประเภทสามารถใช้เป็นโพลิเมอร์ เช่น lactic acid, ethylene หรือกลูโคส (และอื่นๆ อีกมาก) แต่อย่างน้อยโครงสร้างทางเคมีจะต้องมีปฏิกิริยาทางเคมีสองประเภทที่แตกต่างกันกับโมเลกุลอื่นในสารเดียวกัน เพื่อทำให้เกิดสายโซ่

ในส่วนของการผลิตพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติสองประเภทที่แตกต่างกัน และที่เป็นตัวแทนที่สำคัญที่สุดในแต่ละประเภท Letcher (2020) อธิบายเพิ่มเติม ดังนี้:

โพลิเมอร์ที่สำคัญที่สุด ที่ได้จาก ปฏิกิริยาการเตรียมโพลิเมอร์จากโมโนเมอร์จากวัสดุธรรมชาติ ได้แก่ PLA, PBS และ PE ชีวภาพ (เช่น พลาสติกประเภท drop-in โปรดดูคำอธิบายข้างล่าง) เมื่อได้รับโพลิเมอร์ การแปรรูปทางเทคนิคเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติก จะ เหมือนกับเทอร์โมพลาสติกจากฟอสซิล เช่น PET, PE เป็นต้น อย่างไรก็ตาม มันไม่มีโครงสร้างทางเคมีที่เหมือนกัน เพราะ โมโนเมอร์เทอร์โมพลาสติกจากฟอสซิลแตกต่างกัน

- PLA ได้จากปฏิกิริยาการเตรียมโพลิเมอร์จากโมโนเมอร์ (polymerization) ของ lactic acid ที่ได้จากการหมักของคาร์โบไฮเดรต ส่วนใหญ่เป็นแป้ง เช่น จากข้าวโพด มันสำปะหลัง หรืออะจากเกษตรกรรม ในทางทฤษฎี lactic acid สามารถผลิตได้จากทรัพยากรฟอสซิล อย่างไรก็ตาม ไม่ใช่แนวทางปฏิบัติตามปกติ

- PBS เป็นโคโพลิเมอร์ทำจากโมโนเมอร์ succinic acid (SA) และ 1,4-butanediol (1,4-BDO) โมโนเมอร์ได้จากการหมักของทรัพยากรคาร์โบไฮเดรต ส่วนใหญ่คือแป้ง อย่างไรก็ตาม โมโนเมอร์ทั้งสอง (succinic acid และ 1,4-butanediol) ก็สามารถมาจากฟอสซิล จุดแข็งของ PBS คือ การขึ้นรูปที่ง่าย เช่น การฉีดขึ้นรูป การอัดรีดขึ้นรูป และการเป่าขึ้นรูป โดยใช้อุปกรณ์ดั้งเดิมและคุณสมบัติเชิงกลที่ดี เช่น การต้านทาน ความแข็งแรง/ความแข็งแรง หรือความยืดหยุ่น

- พลาสติกประเภท Drop-in เป็นโพลิเมอร์ประเภทดั้งเดิม เช่น polyethylene (PE), polyethylene terephthalate (PET), polyamides (PA) ที่ทำจากโมโนเมอร์จากแหล่งกำเนิดธรรมชาติ เช่น polyethylene ผลิตจากปฏิกิริยาการเตรียมโพลิเมอร์จากโมโนเมอร์ของเอทิลีน ซึ่งเอทิลีนดังกล่าวสามารถทำจากน้ำมันดิบ หรือในกรณีของดีเซลชีวภาพจาก เอทานอลชีวภาพ ดังนั้น PE ชีวภาพ เป็น polyethylene ซึ่งทำจากเอทานอลชีวภาพ 100 % หนึ่งดีพิมพ์ มีโรงงานผลิตเพียงแห่งเดียวในโลก สำหรับ PE ชีวภาพ (ในบราซิล) ซึ่งผลิตเอทานอลชีวภาพจากอ้อย

ในประเภทของโพลิเมอร์ชีวภาพ เซลลูโลสและแป้งมีความสำคัญมากที่สุด (และใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุด) ในการผลิตพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ

- เซลลูโลส เช่น ไม้ ไม่สามารถแปรรูปเป็นเทอร์โมพลาสติก โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะเป็นไปได้หากผ่านวิธีแก้ปัญหเฉพาะหรือหลังการทำให้เกิดสารอนุพันธ์ (derivatization) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างกลุ่ม hydroxyl ในโครงสร้างของเซลลูโลส กับโมเลกุลที่มีปฏิกิริยาบางประเภท ซึ่งต่อมาเปลี่ยนลักษณะของโมเลกุล ทำให้โมเลกุลต้องผ่านอุณหภูมิที่สูงขึ้นระหว่างการแปรรูปที่ใช้ความร้อน หากปราศจากกระบวนการทำให้เกิดสารอนุพันธ์ เซลลูโลสจะย่อยสลายได้ง่ายในอุณหภูมิที่สูง พลาสติกจากเซลลูโลสสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ หากสารตั้งต้นสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

- แป้ง เช่น จากมันฝรั่ง มันสำปะหลัง เช่นกัน ไม่เหมาะที่จะนำไปขึ้นรูปเป็นเทอร์โมพลาสติก มันต้องปรับทางเคมีเพื่อกลายเป็นแป้งเทอร์โมพลาสติก (thermoplastic starch หรือ TPS) หรือใช้ในส่วนผสม ที่เรียกว่า ส่วนผสมของแป้ง (starch blends)

- TPS บริสุทธิ์มีความอ่อนไหวสูงต่อความชื้น ดังนั้น จึงไม่เหมาะสมสำหรับการใช้ในโพลิเมอร์ส่วนใหญ่

- ในส่วนผสมของแป้ง แป้งทำงานเหมือนสารเติมเต็มในพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ส่วนใหญ่จาก PLA หรือพลาสติกจากฟอสซิล อย่างไรก็ตาม การรวมแป้งกับ PLA ยังอยู่ในระยะการวิจัย แต่ส่วนผสมของแป้งกับพลาสติกจากฟอสซิล ที่มีปริมาณของแป้ง กว่า 50 % เป็นโพลิเมอร์ชีวภาพจากแป้งที่นิยมใช้มากที่สุด หากส่วนผสมของแป้งมีส่วนประกอบที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ 100 % กล่าวคือ ไม่มีส่วนผสมของโพลิเมอร์จากฟอสซิลที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ โพลิเมอร์จากแป้งจึงจะสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ในปฏิบัติ สำหรับส่วนผสมของแป้ง ส่วนประกอบดังกล่าวพบได้ยากมากในปัจจุบัน ดีที่สุด หากจะสันนิษฐานว่า ส่วนผสมของแป้งไม่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

• PHA (polyhydroxyalkanoates) น่าสนใจเพิ่มขึ้นมา โพลีเมอร์ชีวภาพดังกล่าว สังเคราะห์โดย แบคทีเรียหลายร้อยตัว โดยเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีของเหลวในเซลล์ (intracellular) ทั้งนี้ ต่างจากเซลลูโลสหรือแป้ง PHAs ขึ้นรูปได้ เหมือนเทอร์โมพลาสติกดั้งเดิม ผ่านทางการฉีดขึ้นรูปหรือการอัดรีดขึ้นรูป

2.2 พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ สามารถทำจากวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น แป้ง เซลลูโลส หรือคาร์โบไฮเดรต เช่น ได้จากมันฝรั่ง มันสำปะหลัง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม พลาสติกจากฟอสซิลบางประเภท ก็ย่อยสลายได้ทางชีวภาพเช่นกัน ดังนั้น จึงไม่ใช่ว่าความจริงที่พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพทั้งหมดจะผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ

ตาราง 2.1: ความแตกต่างระหว่างพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและพลาสติกที่ไม่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากแหล่งกำเนิดของวัตถุดิบ

	ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ*	ที่ไม่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ
พลาสติกชีวภาพ	PLA, PHA, PBS, พลาสติกทำจากเซลลูโลส ลิกนิน และแป้ง (รวม TPS) และส่วนผสม หากไม่มีส่วนผสมและสารเติมแต่งที่ไม่ย่อยสลายได้	พลาสติกประเภท Drop-in เช่น PE ชีวภาพ PET ชีวภาพ PA ชีวภาพ เป็นต้น
พลาสติกจากฟอสซิล	PBS, polyvinyl alcohol (PVA), polycaprolactone (PCL), polybutylenadipate terephthalate (PBAT) เป็นต้น	PE, PP, PET, PS, PVC, PA, PUR และอื่นๆ

หมายเหตุ: * ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในการย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรม
ที่มา: ปรับปรุงจาก Brizga et al. 2020

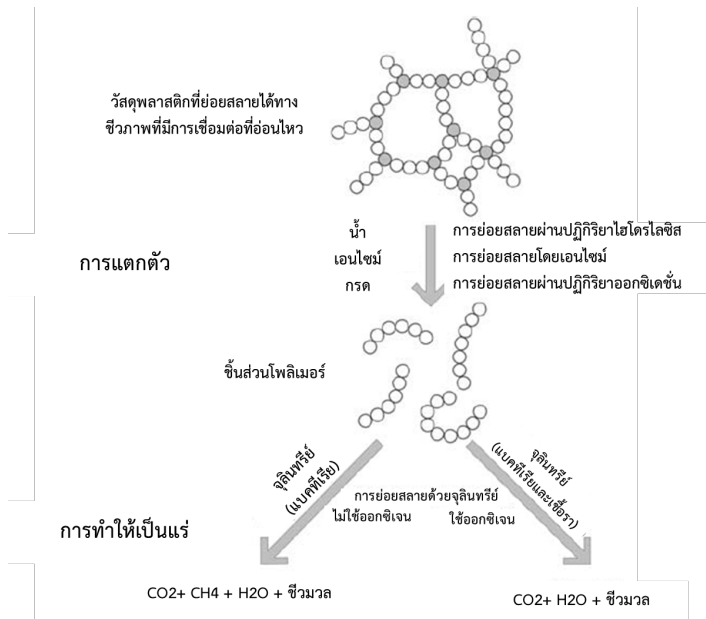
ประเภทการใช้ทั่วไปของพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ได้แก่:

- บรรจุภัณฑ์ เช่น บรรจุภัณฑ์อาหารช็อกโกแลตบ้าน ถุงเล็กๆ ตาข่าย ถาด เป็นต้น สำหรับผลไม้ ผัก ไข่ และเนื้อสด
- ผลิตภัณฑ์สำหรับงานจัดเลี้ยง หากเก็บแยกจากขยะพลาสติกชนิดอื่น จะสามารถย่อยสลายได้ด้วยกัน (ในระบบอุตสาหกรรม) กับอาหารที่เหลือหลังการใช้
- ถุงขยะที่ใช้เก็บขยะอินทรีย์และถุงซ้อปิ้ง
- फिल्मคลุมดินที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ
- การใช้ทางการแพทย์

“พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพส่วนใหญ่ออกแบบเพื่อให้ย่อยสลายทางชีวภาพภายใต้สภาวะเฉพาะ ส่วนใหญ่โดยปกติจะอยู่ในโรงงานที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม ที่ซึ่งอุณหภูมิสูงกว่า 50 °C เป็นสัปดาห์หรือเดือน” ดังนั้น พลาสติกที่ย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรมและพลาสติกที่ย่อยสลายทางชีวภาพในครัวเรือน (industrial and home compostable plastic) สามารถแยกกันได้ จากสภาพการมีปฏิสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน (เช่น อุณหภูมิ ส่วนประกอบของจุลินทรีย์ การมีออกซิเจน เป็นต้น) ในสภาพที่ควบคุม (ในระบบอุตสาหกรรม) เปรียบเทียบกับสภาพที่ไม่ควบคุม (ที่เป็นธรรมชาติ)

โดยทั่วไป กระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพของโพลีเมอร์ เป็นผลของการแตกตัว ตามด้วยการเปลี่ยนเป็นแร่ของชิ้นส่วนในระยะแรก พันธะทางเคมีบางตัวในสายโซ่โพลีเมอร์ จะแตก ภายใต้ความร้อน ความชื้น แสงอาทิตย์ และ/หรือเอนไซม์ นำไปสู่สายโซ่โพลีเมอร์ที่สั้นลง (การแตกตัว) ประการที่สอง ชิ้นส่วนพลาสติกจะถูกทำให้แตกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยโดยจุลินทรีย์ เช่น ในสภาวะที่ใช้หรือไม่ใช้ออกซิเจน ในดิน หรือในน้ำ สภาพแวดล้อม (ของการทิ้ง) เหล่านี้ ต่างกันไปตามจุลินทรีย์ที่สามารถทำให้โพลีเมอร์แตกตัว (การเปลี่ยนเป็นแร่) ขั้นตอนทั้งสอง คือ การแตกตัวและการเปลี่ยนเป็นแร่ เป็นสิ่งจำเป็นเบื้องต้นที่พลาสติกจะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ โปรดดูภาพ 2-3 (Letcher 2020)

ภาพ 2-3 ขั้นตอนการย่อยสลายทางชีวภาพของโพลิเมอร์



ที่มา: Letcher 2020

ตามที่กล่าวแล้ว สำหรับการเปลี่ยนเป็นแร่ จุลินทรีย์สามารถทำให้พันธะเคมีแตกตัวได้ 2 วิธี คือ ในสภาพที่มีออกซิเจนสูง และในสภาพที่ปราศจากออกซิเจน เส้นทางการย่อยสลายทางชีวภาพทั้งสองเส้น ไม่เพียงแต่แตกต่างจากปริมาณออกซิเจนที่มี อยู่ในจุลินทรีย์เท่านั้น แต่ยังแตกต่างในประเภทของจุลินทรีย์และผลิตภัณฑ์ที่ย่อยสลาย หากจะกล่าวอย่างง่าย วัสดุที่ย่อยสลายได้ ทางชีวภาพทางเคมีส่วนใหญ่ประกอบด้วยอะตอม C-, H- และ O-(1) หากมีออกซิเจนในบรรยากาศ (O₂) อย่างเพียงพอ ในระหว่างการมีปฏิกิริยา (การใช้ ออกซิเจน) วัสดุจะมีปฏิกิริยา เพื่อทำให้เกิด CO₂ และ H₂O แต่จากการไม่มีออกซิเจน (O₂) ในกระบวนการย่อยที่ปราศจากอากาศ ไม่ใช่อะตอม C- และ H- ทั้งหมด “ที่จะหาอะตอม O- ได้อย่างเพียงพอ” เพื่อทำให้เกิด CO₂ และ H₂O ในทางตรงกันข้าม มันจะรวมและก่อให้เกิด CH₄ และมีเทน ดังนั้น จุลินทรีย์จะมีบทบาทในการเร่งปฏิกิริยา (ด้านพลังงาน)

เมื่อถ่ายทอดปฏิกิริยาทางเคมีระดับจุลภาคไปสู่สภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ ก็จะตระหนักว่าเป็นระบบที่ซับซ้อน เพราะมีดิน และชั้นหินอุ้มน้ำประเภทต่างๆ ปริมาณและส่วนประกอบของจุลินทรีย์ สภาพแวดล้อม (เช่น อุณหภูมิ ระดับ O₂ ค่าของ pH หรือประเภทของสารอาหาร) และ ที่ท้ายที่สุด การละลายน้ำของโพลิเมอร์ มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายตัว เป็นที่น่าสังเกตว่า สภาพที่มีอากาศ คาดว่าจะอยู่ในดินส่วนใหญ่ ในขณะที่ในน้ำ จะมีทั้งสภาพที่มีอากาศหรือที่ปราศจากอากาศ ขึ้นอยู่กับ ความลึกของน้ำ และการตกของแสง (Umweltbundesamt 2018)

ผู้เขียนรายงานดังกล่าว (Umweltbundesamt 2018) ทำการวิจัยและรวบรวมวรรณกรรมด้านเทคนิค (ตาราง 2.2) สรุปว่า ระยะเวลาในการย่อยสลายทางชีวภาพ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก (2) ระยะเวลาในการย่อยสลายของ Polylactic acid (PLA) อยู่ที่ 6-9 สัปดาห์ ในการย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรม แต่ไม่พบว่าย่อยสลายในดิน น้ำจืด หรือน้ำเค็ม ส่วน TPS และ PCL ย่อยสลายโดยใช้ระยะเวลาประมาณ 50 วัน ในโรงงานย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรม และในน้ำจืด อย่างไรก็ตาม จะใช้เวลาหลายเดือนกว่าจะย่อยสลายในดินและในน้ำทะเล จากข้อมูลของผู้เขียน TPS, PCL และ PHA สามารถย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะไร้อากาศ มีเพียง PLA ที่ย่อยสลายในอุณหภูมิ > 50 °C. ส่วนโพลีเอสเตอร์ เช่น PBS และ PBAT ไม่สามารถย่อยสลายได้ในสภาวะที่ไร้อากาศ (Umweltbundesamt 2018)

ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการย่อยสลายได้ทางชีวภาพในสภาวะแวดล้อมที่โล่ง สามารถดูได้ในรายงานจากหน่วยงานที่ปรึกษาทางวิทยาศาสตร์ของยุโรป (Science Advice for Policy by European Academics) (SAPEA 2020)

(1) ความแตกต่างของอะตอมออกซิเจน (-O-) ในโครงสร้างโพลิเมอร์และออกซิเจน (O₂) ในบรรยากาศของห้องที่ทำปฏิกิริยา จะเกี่ยวข้องกันในมุมมองทางเคมี

(2) การเก็บตัวอย่างของสถานที่ในการศึกษา ครอบคลุมภูมิภาคต่างๆ กล่าวคือ เวียดนาม จีน ยุโรปใต้และกลาง สหรัฐฯ และออสเตรเลีย

ตาราง 2.2: ระยะเวลาการย่อยสลายของโพลิเมอร์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

การย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ในสภาวะแวดล้อมต่างๆ	ระยะเวลาการย่อยสลายโดยประมาณของโพลิเมอร์ต่างๆ					
	TPS	PHA	PCL	PLA	PBAT	PBS
ย่อยสลายได้ทางชีวภาพภายใต้สภาวะของการย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรม (58 ± 2 °C)	1-1.5 เดือน	1-1.5 เดือน	1-1.5 เดือน	~ 2 เดือน	~ 2 เดือน	~ 5 เดือน
ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในดิน (20-28 °C)	7-12 เดือน	7-12 เดือน	7-12 เดือน	> 1 ปี	7-12 เดือน	ไม่ระบุ
ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในน้ำจืด (20-25 °C)	< 2 เดือน	< 2 เดือน	< 2 เดือน	> 1.5 ปี	>1.5 ปี	3 เดือน
ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในน้ำทะเล (30 °C)	< 6 เดือน	< 6 เดือน	< 6 เดือน	>1.5 ปี	>1.5 ปี	ไม่ระบุ

หมายเหตุ: รายละเอียดตัวเลขเพิ่มเติมใน ตาราง A-1 (หน้า 35)
ที่มา: Umweltbundesamt 2018

ในโรงงานบำบัดขยะอินทรีย์ เป็นไปได้ที่จะให้คำจำกัดความเชิงเทคโนโลยีของสภาพแวดล้อมของการย่อยสลายทางชีวภาพ เช่น การปรับสภาพสำหรับการย่อยสลายที่ใช้หรือไม่ใช้อากาศ เช่น มีอากาศ (หรือไม่มี) ปริมาณและประเภทของอาหารธรรมชาติ (microbiotic) และ pH ส่วนในสภาพที่มีอากาศ จะมีการใช้คำว่า 'โรงงานที่ย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม' ในขณะที่ในการนิยามสภาพแวดล้อมที่ปราศจากอากาศ โรงงานดังกล่าวจะหมายถึง 'โรงงานการหมักสลายภายใต้สภาวะที่ไร้อากาศเชิงอุตสาหกรรม' ระดับของการย่อยสลายและระยะเวลาของการที่โพลิเมอร์จะย่อยสลายได้ทางชีวภาพต่างๆ จะขึ้นอยู่กับกระบวนการย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรมแบบใช้อากาศ ในระยะเวลาเฉพาะ ดังแสดงในตาราง 2.2 และตาราง A-1 (ก)

เป็นสิ่งสำคัญที่จะตั้งข้อสังเกตว่า การย่อยสลายได้ทางชีวภาพไม่ได้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ แต่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางเคมีของผลิตภัณฑ์ ขึ้นอยู่กับว่า มีเพียงพืชรากเคมีบางตัวที่สามารถแตกตัวได้ทางชีววิทยา เช่น โดยเอนไซม์และทางจุลชีววิทยา การใช้วัตถุดิบตั้งต้นชีวมวล ไม่ได้หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นปลายจะย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ถึงแม้ว่าวัตถุดิบจะย่อยสลายได้ทางชีวภาพก็ตาม เช่น พลาสติกประเภท drop-in เช่น PE ชีวภาพ ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ แต่ไม่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ในทางตรงกันข้าม พลาสติกจากพอลิเอสเทอร์ เช่น polycaprolactone (PCL) หรือ polyvinyl alcohol (PVA) ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ตัวอย่างของส่วนผสมทั้ง 4 อยู่ในเมทริกซ์ในภาพ 2-1

ในทางทฤษฎี การย่อยสลายจะดีกว่าการรีไซเคิล ซึ่งจะยิ่งดีกว่าการทิ้ง ในทางปฏิบัติ จะสันนิษฐานว่า เป็นการคิดและการเก็บพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและที่ย่อยสลายไม่ได้ทางชีวภาพ แยกจากกัน ความซับซ้อนในขั้นตอนการคิดแยกจะ เพิ่มขึ้นเนื่องจากพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติบางชนิด ก่อให้เกิดปัญหาในโรงงานรีไซเคิลพลาสติกดั้งเดิม และพลาสติก ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติบางชนิดและพลาสติกดั้งเดิมที่มีโครงสร้างทางเคมีเหมือนกัน สามารถรีไซเคิลด้วยกันได้ นอกจากนี้ วัสดุที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ จะต้องขนส่งไปยังโรงงานย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรม ผลก็คือ จะต้องมีการปรับ กระบวนการผลิต เช่น สำหรับพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ระยะเวลาในการย่อยสลายจะนานกว่าขยะอินทรีย์ ข้อกำหนดเบื้องต้นอีกประการหนึ่ง คือ วัสดุจะต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดของการย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม ตามหนึ่งในมาตรฐานการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (โปรดดูบทที่ 3)

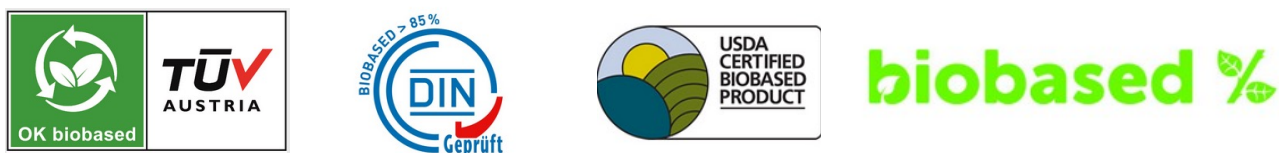
ในบริบทของพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ จะมีการกล่าวถึง พลาสติกแตกสลายได้ชนิดออกโซ บ่อยๆ อย่างไรก็ตาม "พลาสติกแตกสลายได้ชนิดออกโซ เป็นโพลิเมอร์ดั้งเดิมจากพอลิเอสเทอร์ (เช่น PE, PP, PS เป็นต้น) ที่มีการเติมสารเติมแต่งลงไป (ปกติเป็นสารประกอบอินทรีย์) ซึ่งจะเป็นตัวเร่งการย่อยสลายของโพลิเมอร์เมื่อสัมผัสความร้อนและ/หรือแสง"(Letcher 2020) ในสหภาพยุโรป การนำผลิตภัณฑ์จากพลาสติกแตกสลายได้ชนิดออกโซเข้าสู่ตลาด เป็นข้อห้าม ตามมาตรา 5 ของระเบียบ ว่าด้วยการใช้พลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวของสหภาพยุโรป (Directive (EU) 2019/904 2019) พลาสติกที่แตกสลายได้ชนิด ออกโซ ไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดของการย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม และ/หรือในครัวเรือน ในมาตรฐานต่างๆ เมื่อผ่านการขูดเชิงกล พลาสติกดังกล่าวจะแตกสลายอย่างรวดเร็วเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ ซึ่งอยู่ในกลุ่มของไมโครพลาสติก อย่างไรก็ตาม พลาสติกประเภทนี้จะไม่แตกสลายทั้งหมด (ไม่มีการเปลี่ยนเป็นแร่ธาตุ) ชิ้นไมโครพลาสติกของพลาสติกแตกสลายได้ชนิดออกโซ ก็ยังคงอยู่ในสิ่งแวดล้อม ซึ่งวัสดุดังกล่าวไม่เหมาะสำหรับการนำกลับมาใช้ใหม่ที่มีประสิทธิภาพในระยะยาว หรือสำหรับการรีไซเคิลเชิงกล เพราะสารเติมแต่งทำให้เกิดการสูญเสียสมบัติเชิงกลอย่างรวดเร็ว (Aldas et al. 2018)

3. มาตรฐานและการรับรอง มาตรฐานและการรับรองวัตถุดิบที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ

ผลิตภัณฑ์โพลีเมอร์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ สามารถรับรองได้สองวิธีที่เสริมกัน ประการแรก ในส่วนของการใช้ชีวมวลอย่างแท้จริง ในส่วนของสัดส่วนของทรัพยากรหมุนเวียน และประการที่สอง ในส่วนของสภาวะที่ชีวมวลเติบโต ดังนั้น การรับรองสองประเภทที่แตกต่างกัน สามารถแบ่งออกได้ ดังนี้ (ก) การรับรองการใช้วัตถุดิบหมุนเวียนในโพลีเมอร์ ด้านหนึ่ง และ (ข) การรับรองการปลูกและแหล่งกำเนิดของชีวมวลที่ใช้ บนหลักเกณฑ์ของความยั่งยืน อีกด้านหนึ่ง

ตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 2.1 ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ไม่ได้หมายความว่า วัตถุดิบดังกล่าวจะหมุนเวียน 100 % พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ สามารถผสมกับพลาสติกจากปิโตรเลียม เช่น การรับรองโดยบุคคลที่สาม โดย DIN CERTCO ให้การรับรองพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ตามมาตรฐาน CEN/TS 16137 (3) , ISO 16620 (4) และ EN 16785-1 (5) ภายใต้มาตรการดังกล่าว บริษัทต่างๆ สามารถตรวจสอบสัดส่วนขั้นต่ำของวัสดุที่ผลิตจากธรรมชาติ 20 % , 50 % หรือ 85 % (DIN CERTCO 2021) มาตรการรับรองที่เปรียบเทียบกันได้ มีอยู่ในเบลเยียม (TÜV Austria Belgium 2021) เรียกว่า OK biobased ส่วนในสหรัฐฯ มีโครงการ BioPreferred Program ริเริ่มโดยกระทรวงเกษตรของสหรัฐฯ (โปรดดูภาพ 3-1)

ภาพ 3-1: การออกใบรับรองผลิตภัณฑ์พลาสติกชีวภาพ



ที่มา: TÜV Austria Belgium 2021, DIN CERTCO 2021, US Department of Agriculture 2021

สัดส่วนร้อยละอาจไม่แสดงและเป็นที่เข้าใจอย่างชัดเจนสำหรับผู้บริโภค ทั้งนี้ ผู้บริโภคไม่ทราบข้อมูล เช่น 20 % ของการรับรอง (โปรดดูบทที่ 4.1.1) หน่วยงานสิ่งแวดล้อมของเยอรมนี (Umweltbundesamt 2017) สรุปได้ว่า ความสำคัญเชิงนิเวศของการรับรองของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ มีข้อจำกัด เนื่องจากการไม่มีการแยกแยะระหว่างประเภทต่างๆ ของวัตถุดิบหมุนเวียนหรือแหล่งกำเนิดทางภูมิศาสตร์ของมัน ดังนั้น เพื่อรับมือกับความท้าทายดังกล่าว การรับรองการปลูกและแหล่งกำเนิดของชีวมวล จึงเป็นทางเลือก เพื่อเปรียบเทียบใบรับรองต่างๆ สำหรับวัสดุที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ การศึกษาของหน่วยงานสิ่งแวดล้อมของเยอรมนี (Umweltbundesamt 2019) ศึกษาความเหมาะสมในการรับรองที่เชื่อถือได้ของวัตถุดิบธรรมชาติภายใต้ฉลากสิ่งแวดล้อม Blue Angel ของเยอรมัน หลักเกณฑ์ของการศึกษานี้ จะเป็นหลักประกันว่า การปกป้องสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับสูง จากความทะเยอทะยานสูงของฉลาก Blue Angel ดังนั้น จึงได้แนะนำใบรับรองของ RSB (Roundtable on Sustainable Biomaterials) โดยไม่มีข้อจำกัดใดๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ระบบการรับรอง ISCC (6) Plus สามารถอ้างอิงได้ว่าไม่ขัดแย้งกับฉลาก Blue Angel เป็นเวลาห้าปี ตั้งแต่ปี 2019 หลังจากนั้น มันจะถูกประเมินว่า หลักเกณฑ์ที่ปรับให้เป็นปัจจุบันของ ISCC Plus ยังสอดคล้องกับหลักเกณฑ์ที่สูงเกี่ยวกับการปกป้องสิ่งแวดล้อมในการศึกษาดังกล่าวหรือไม่ ในทางตรงกันข้าม ไม่ว่า Bonsucro, REDcert (สหภาพยุโรป) และระบบ SAN (Sustainable Agriculture Network of the Rainforest Alliance Certification System) จะไม่ได้รับคำแนะนำ เพื่อรวมเข้าไปในหลักเกณฑ์ที่ร่างไว้ของฉลาก Blue Angel เนื่องจากมาตรการรับรองเหล่านี้ไม่สามารถบรรลุหลักเกณฑ์การตรวจสอบของการศึกษานี้

(3) CEN/TS 16137 “พลาสติก - การกำหนดปริมาณคาร์บอนที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ”

(4) ISO 16620 “พลาสติก - ปริมาณที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ”

(5) EN 16785-1 “ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ - ปริมาณที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ – ตอน 1: การกำหนดปริมาณที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ โดยการวิเคราะห์คาร์บอนกับมันตรังสี และการวิเคราะห์ธาตุเคมี”

(6) การรับรองคาร์บอนและการพัฒนาอย่างยั่งยืนระหว่างประเทศ

มาตรฐานและการรับรองการสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

ถึงแม้มาตรฐานและการรับรองมีอยู่สำหรับการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ในการย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม มีเพียงไม่กี่ประเทศ เช่น ออสเตรเลีย (AS 5810)(7) และฝรั่งเศส (NFT 51-800)(8) ที่มีมาตรฐานสำหรับการย่อยสลายทางชีวภาพในครัวเรือน และไม่มีมาตรฐานสากล (เช่น ISO) ที่ระบุสภาพของการย่อยสลายทางชีวภาพในครัวเรือน

มาตรฐานการย่อยสลายได้ทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรมและโดยไม่ใช้อากาศ ปรากฏข้างล่างนี้ โปรดดูรายการของมาตรฐานที่มีความสำคัญมากที่สุดในภาคผนวกในรายงานฉบับนี้ (ตาราง A-2) การย่อยสลายทางชีวภาพภายใต้สภาวะที่ปราศจากอากาศ ยังไม่ต้องใช้ในการรับรอง แต่สามารถกำหนดเป็นทางเลือกได้

- **ทั่วโลก:** มาตรฐาน ISO 18606 “บรรจุภัณฑ์และสิ่งแวดล้อม การรีไซเคิลแบบอินทรีย์” และ ISO 17088 “ข้อกำหนดของ พลาสติกที่สลายตัวได้ทางชีวภาพ”

- **ยุโรป:** มาตรฐาน EN 13432 “บรรจุภัณฑ์ – ข้อกำหนดของบรรจุภัณฑ์ที่นำกลับมา ผ่านทางการสลายตัวและการย่อย สลายได้ทางชีวภาพ มาตรการทดสอบและหลักเกณฑ์การประเมินสำหรับการยอมรับขั้นสุด ก๊าซของบรรจุภัณฑ์”และ EN 14995 “พลาสติก – การประเมินความสามารถในการสลายตัว มาตรการทดสอบและข้อกำหนด”

- **สหรัฐฯ:** มาตรฐาน ASTM D6400 “ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับฉลากของพลาสติกที่ออกแบบเพื่อการย่อยสลายแบบใช้อากาศ ในโรงงานเทศบาลหรือโรงงานอุตสาหกรรม”

- **ออสเตรเลีย:** มาตรฐาน AS 4736 “พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับการทำปุ๋ยหมักและการบำบัดจุลินทรีย์อื่นๆ”

มาตรฐานเหล่านี้เหมือนกัน ทั้งนี้ ลักษณะทางเคมีของวัสดุ ลักษณะของการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ การแตกตัวและข้อกำหนด ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน์ นับเป็นหลักเกณฑ์หลัก 4 ประการภายใต้มาตรฐานของการย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม (Letcher 2020):

1. คุณสมบัติทางเคมี: “ผลิตภัณฑ์จะต้องประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุอย่างน้อย 50 % และไม่เกินข้อจำกัดของสารอันตรายหลายตัว ซึ่งจะเปลี่ยนไปตามมาตรฐานที่แตกต่างกัน”
2. การย่อยสลายได้ทางชีวภาพ: “ผลิตภัณฑ์ควรย่อยสลายทางชีวภาพได้อย่างน้อย 90 % ภายในเวลา 6 เดือน ภายใต้สภาวะ ควบคุมการหมักทางชีวภาพ” ดังนั้น 90 % ของคาร์บอนควรเปลี่ยนเป็น CO₂
3. การแตกตัว: ภายใน 12 สัปดาห์ ชิ้นส่วนควรแตกตัวได้อย่างเพียงพอ เพื่อสังเกตเห็นส่วนประกอบที่มองไม่เห็น ภายใต้สภาวะควบคุมการหมักทางชีวภาพ
4. ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน์: ปุ๋ยหมักที่มาจาก การย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม ไม่ควรเสี่ยงต่อการสร้างผลกระทบเชิงลบต่อการงอกและการเติบโตของพืช

นอกจากมาตรฐานของโพลิเมอร์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในการย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรมแล้ว มาตรฐานในการประเมินสภาพแวดล้อมของการย่อยสลาย เช่น ในดินและในน้ำ ก็ยังมีอยู่ แต่แตกต่างกันในส่วนองเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ที่กำหนดอย่างน้อย 90 % ของวัสดุ (โปรดดูตาราง 3.1)

(7) AS 5810 “พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับการทำปุ๋ยหมักที่บ้าน”

(8) NFT 51-800 “ข้อกำหนดของพลาสติกที่เหมาะสมสำหรับการทำปุ๋ยหมักที่บ้าน”

ตาราง 3.1 : การเปรียบเทียบข้อกำหนดด้านมาตรฐานสำหรับการย่อยสลายที่แตกต่างกัน

วัตถุประสงค์ของการทดสอบ	บรรทัดฐาน/มาตรฐาน	ข้อกำหนดของความสามารถในการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ
การย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม	EN 13432, ISO 17088*, EN 14995, ISO 18606*, ASTM D6400*, AS 4736	การย่อยสลายอย่างต่ำ 90 % หลัง 6 เดือนเป็นอย่างมาก
การย่อยสลายทางชีวภาพในครัวเรือน	AS 5810, NF T 51-800	การย่อยสลายอย่างต่ำ 90 % หลัง 12 เดือนเป็นอย่างมาก
การย่อยสลายทางชีวภาพในดิน	EN 17033	การย่อยสลายอย่างต่ำ 90 % หลัง 24 เดือนเป็นอย่างมาก
การย่อยสลายทางชีวภาพในน้ำจืด	EN 13432, EN 14995 ปรับตัวในน้ำจืด; EN 14987 (โพลีเมอร์ที่ละลายได้ในน้ำและกระจายตัว)	การย่อยสลายอย่างต่ำ 90 % หลัง 56 วันเป็นอย่างมาก
การย่อยสลายทางชีวภาพในน้ำทะเล	ASTM D7081	การย่อยสลายอย่างต่ำ 90 % หลัง 6 เดือนเป็นอย่างมาก

* จะแยกการทดสอบส่วนประกอบ หากหนัก > 1 % โดยน้ำหนัก
ที่มา: รวบรวมโดย Umweltbundesamt 2018

ฉลากบางชนิดรับรองการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ จากหนึ่งในมาตรฐานสำหรับพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (โปรดดูภาพ 3-2)

ภาพ 3.2: การรับรองการสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

การย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม	
การย่อยสลายทางชีวภาพในครัวเรือน	
การย่อยสลายทางชีวภาพในสภาวะตามธรรมชาติ เช่น ในดินและในน้ำ	

ที่มา: TÜV Austria Belgium 2021, DINCERTCO 2021, Biodegradable Products Institute 2020

ตัวอย่างที่สำคัญของการใช้มาตรฐานการย่อยสลายได้ทางชีวภาพสำหรับโพลีเมอร์ในยุโรป คือ การรับรองถุงที่ย่อยสลายได้ ทางชีวภาพสำหรับการเก็บขยะอินทรีย์/ขยะครัวเรือนเปียก สถานะทางกฎหมายสำหรับถุงขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ แตกต่างกันไปในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป เช่น ในเยอรมนี กฎหมายขยะชีวภาพ (Biowaste Act) โดยทั่วไป จะอนุญาตให้ใช้ถุงพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ สำหรับการเก็บขยะอินทรีย์จากครัวเรือน ที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน EN 14995 หรือ EN 13432 และส่วนใหญ่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม ระเบียบที่กำหนดในระดับเทศบาลอาจแตกต่างกัน เช่น การไม่มีโรงงานย่อยสลายพลาสติกในระบบอุตสาหกรรม การนำถุงพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพมาใช้ในการเก็บขยะอินทรีย์ ร่วมกับการจัดให้มีการเก็บขยะอินทรีย์แยก เป็นเรื่องราวของความสำเร็จในอิตาลี ‘กฎหมายปี 2006 ระบุว่า ปุ๋ยหมักต้องเก็บแยก อาจใช้ถังหรือถุงที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ตั้งแต่นั้น ปริมาณที่เก็บก็เพิ่มจาก 2 ล้านตันเป็น 4.2 ล้านตัน สมาคมผู้หมักได้จัดให้มีเครื่องหมายคุณภาพ และเมื่อปี 2013 ปุ๋ยหมักคุณภาพสูง 78 % ผลิตจากขยะที่เก็บโดยรัฐบาลท้องถิ่น’ (Moffett 2013)

4. การประเมินคุณค่าเพิ่มของพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

บทนี้จะกล่าวถึงปัญหาของคุณค่าเพิ่มที่เกี่ยวข้องกับพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ นอกจากนี้ จะเน้นทางเลือกการบำบัดขยะในส่วนของผลกระทบของการใช้วัสดุดังกล่าวจากมุมมองที่ต่างกัน 3 มุม คือ มุมมองด้านสิ่งแวดล้อม มุมมองด้านผู้บริโภค และมุมมองด้านการจัดการช่วงการหมดอายุการใช้งาน ซึ่งมุมมองดังกล่าวสะท้อนประเด็นทั่วไป เสริมด้วยมุมมองเฉพาะประเทศอีกด้วย

4.1 มุมมองด้านสิ่งแวดล้อม

ในบริบทของมุมมองด้านสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ มีคำถามสองคำถามที่แตกต่างกันดังนี้:

1. อะไรคือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของวัสดุที่ผลิตจากธรรมชาติ เทียบกับพลาสติกจากฟอสซิล
2. วัสดุที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพให้ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมใด ในช่วงการหมดอายุการใช้งาน

เป็นสิ่งสำคัญที่จะสังเกตว่า คำถามทั้งหมดเกี่ยวข้องกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะตอบได้ก็ในบริบทของภายในประเทศเท่านั้น ช่วงการหมดอายุการใช้งานของพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ขึ้นอยู่กับการคิดแยก การเก็บ และความสามารถในการรีไซเคิล และโรงงานย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรมในบริบทเฉพาะประเทศ นอกจากนี้ การใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ที่เกี่ยวเนื่องกับการปลูกวัสดุที่ผลิตจากธรรมชาติ ก็ขึ้นอยู่กับการทำเกษตรกรรมทั่วไปเป็นอย่างมาก ในบางภูมิภาค การปลูกพืชเชิงเดี่ยวอาจเป็นเรื่องปกติสำหรับพืชบางพันธุ์ เช่น ข้าวสาลีหรือปาล์ม ในทางตรงกันข้าม เกษตรกรรมพื้นบ้านอาจใช้กับพืช ซึ่งรวมมันสำปะหลังและมันฝรั่ง อย่างไรก็ตาม ในอีกภูมิภาคหนึ่ง สินค้าและการทำเกษตรกรรมทั่วไปก็อาจแตกต่างกัน

นอกจากบทย่อยสองบทดังต่อไปนี้ การศึกษาเบื้องต้นของการเลือกวัสดุจากการประเมินวัฏจักรชีวิตของสถาบัน Oeko-Institut จัดให้มีข้อมูลเพิ่มเติม (GIZ และ Oeko-Institut e.V. 2021b)

4.1.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของวัสดุที่ผลิตจากธรรมชาติ

พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติไม่มีความยั่งยืนมากไปกว่าพลาสติกดั้งเดิม การใช้พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติแทนพลาสติกจากฟอสซิล ไม่ได้ทำให้เกิดการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญ เพียงแต่ผลกระทบเปลี่ยน Ita-Nagy et al. (2020) วิเคราะห์การศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตจำนวนหนึ่ง ที่เปรียบเทียบพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและจากฟอสซิล ผู้เขียนสรุปว่า “โดยปกติ พลาสติกชีวภาพแสดงให้เห็นว่า มีผลกระทบต่อการใช้ที่ดินของสภาพภูมิอากาศต่ำกว่าพลาสติกจากฟอสซิล [...] อย่างไรก็ตาม วัสดุดังกล่าวแสดงให้เห็นการะที่สูงกว่าของประเภทสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเก็บเกี่ยวและการปลูกวัตถุดิบชีวภาพ ซึ่งรวมประเภทของการประเมินวัฏจักรชีวิต ที่เกี่ยวกับน้ำ เช่น มลภาวะจากธาตุอาหารพืช และอากาศ เช่น การทำลายชั้นโอโซน หรือการเกิดหมอกควันทางเคมี”

โดยปกติ การประเมินวัฏจักรชีวิตเป็นระเบียบวิธีการวิจัยที่เป็นที่รู้จัก เพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในหมู่ผู้กำหนดนโยบาย การประเมินประโยชน์และความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติมีความซับซ้อน และการประเมินวัฏจักรชีวิตครอบคลุมเพียงบางส่วนของสถานการณ์ทั้งหมด ปัญหาเพิ่มเติมอีก 3 ประการ ที่เกี่ยวกับพื้นฐานของวัสดุมีดังนี้:

- จากความท้าทายของการสร้างแบบจำลอง การเปลี่ยนการใช้ที่ดิน (land use change หรือ LUC)(9)

เป็นประเภทการประเมิน วัฏจักรชีวิตที่ได้มีการดำเนินการในวงแคบเท่านั้น อย่างไรก็ตาม Piemonte and Gironi (2011) ‘เน้นอิทธิพลที่สำคัญของการ เปลี่ยนการใช้ที่ดินต่อศักยภาพในการเกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential หรือ GWP) ทั่วโลกของวัสดุที่ผลิตจาก ธรรมชาติ’ และชี้ไปที่ ‘ความสำคัญของการใช้ระยะชีวมวลหรือชีวมวลที่เติบโตบนที่ดินเกษตรกรรมที่เสื่อมโทรมและรกร้าง เพื่อผลิตพลาสติกชีวภาพที่ให้ประโยชน์ต่อค่า GWP ได้ อย่างทันทีและอย่างยั่งยืน’

(9) กฎระเบียบพลังงานทดแทนของสหภาพยุโรป (EU Renewable Energy Directive หรือ RED) ให้คำจำกัดความของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยตรง ว่า “เกิดขึ้นเมื่อการผลิตวัตถุดิบเริ่มต้น นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงจากสิ่งปกคลุมดิน พื้นที่ป่า ทุ่งหญ้า พื้นที่ชุ่มน้ำ บ้านเรือน หรือที่ดินอื่น ไปยังพื้นที่เพาะปลูก หรือพื้นที่เพาะปลูกยืนต้น” การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินทางอ้อมมีคำจำกัดความดังนี้: “เมื่อทุ่งหญ้าและพื้นที่เกษตรกรรม จากเดิมเพื่อป้อนตลาดอาหารและอาหารสัตว์ ถูกเปลี่ยนไปเป็นการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ แต่ความต้องการที่ไม่ใช่เชื้อเพลิงก็ยังมีอยู่ ผ่านทางการผลิตในปัจจุบันที่เข้มข้น หรือการนำที่ดินที่ไม่ใช่สำหรับเกษตรกรรม ไปใช้สำหรับการผลิตที่อื่น กรณีหลัง คือ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินทางอ้อม [...]”

- เป็นที่เข้าใจว่า มีการหาหรือที่เหมือนกับการอภิปรายเป็นเวลานานมาแล้ว เรื่อง “อาหารหรือเชื้อเพลิง” ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ การจัดแบ่งของการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น ไม่ว่าที่ดินจะใช้ในการปลูกเพื่อผลิตอาหารหรือชีวมวล และไม่ว่าอาหารที่ปลูกและผลิต เช่น แป้งมันสำปะหลัง จะใช้ในการผลิตพลาสติกแทนการผลิตเป็นอาหารหรือไม่ ประเด็นเหล่านี้มีความสำคัญต่อการอภิปรายเกี่ยวกับเป้าหมายที่ 2 ของ SDG คือ การปราศจากความหิวโหย และความมั่นคงทางอาหาร

- ผู้เขียนทำการศึกษการประเมินผลกระทบของวัสดุที่ผลิตจากธรรมชาติ (European Commission 2018b) และยอมรับว่า ‘ผลผลิตที่สูงในบราซิลและสหรัฐฯ เป็นผลของการปลูกพืชเชิงเดี่ยวขนาดใหญ่ ที่ขึ้นอยู่กับพันธุ์พืชที่มีการตกแต่งทางพันธุกรรม ที่มีผลกระทบในทางลบ และที่ไม่ได้รวมอยู่ในการประเมินวัฏจักรชีวิต ด้วยเหตุผลทางระเบียบวิธีการวิจัยและการมีข้อมูล’ สรุปก็คือ การปลูกพืชเชิงเดี่ยว ซึ่งรวมการใช้พันธุ์พืชที่มีการตกแต่งทางพันธุกรรม น้อย และยาฆ่าแมลง นำไปสู่การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งโดยทั่วไปเป็นการยากที่จะประเมินในเชิงปริมาณ

Piemonte และ Gironi (2011) สรุปว่า ควรมีการใช้แทนพลาสติกจากขยะภาคเกษตร เช่น ชานอ้อย ใบปาล์มขยะผสมในภาคเกษตร มากกว่าการใช้วัสดุจากธรรมชาติ ที่สามารถนำไปเป็นอาหารได้

ภาพ 4-1 (หน้า 24) เปรียบเทียบโพลิเมอร์ที่แตกต่างกัน ในส่วนของศักยภาพในการเกิดภาวะโลกร้อน (ก) การใช้ที่ดิน (v) และการใช้น้ำ (ค) สำหรับการผลิต (เม็ดพลาสติกโพลิเมอร์) ของโพลิเมอร์ดั้งเดิม เทียบกับโพลิเมอร์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ จากการศึกษาของ Brizga et al. (2020) พลาสติกดั้งเดิมส่วนใหญ่ (PUR, PA, PVC, PS, PET, HDPE, LDPE และ PP) มีผลกระทบที่ต่ำกว่าต่อการใช้ที่ดินและน้ำ ตามที่เห็นได้จาก (v) ทั้งนี้ เป็นเพราะผลกระทบต่ำของโรงกลั่นเชื้อเพลิงจากฟอสซิลที่มีต่อการใช้ที่ดินและน้ำ ทั้งนี้ ผลกระทบขึ้นอยู่กับขั้นตอนทางเคมีที่เปี่ยมเฉพาะโพลิเมอร์ เช่น ปฏิกิริยาการเตรียมโพลิเมอร์จากโมโนเมอร์ (polymerization) ของ PUR และ PA การใช้น้ำจะสูงกว่าโพลิเมอร์ชนิดอื่นเล็กน้อย หากเปรียบเทียบพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติประเภทต่างๆ จะสังเกตเห็นว่า พลาสติกประเภท drop-in (‘xxx ชีวภาพ’) มีผลกระทบในส่วนของการใช้ที่ดินและน้ำ สูงกว่าพลาสติก PBS และ PBAT จากเซลลูโลสและจากแป้ง หากพิจารณาแบบข้อผิดพลาด ทั้ง PLA และ PHA เปรียบเทียบได้กับพลาสติกประเภท drop-in ดังนั้น ผลกระทบต่อการใช้ที่ดินและน้ำเป็นอิสระจากประเภทการผลิตพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ตามที่กล่าวในบทที่ 2.1 (กระบวนการ polymerization ของโมโนเมอร์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ซึ่งรวมพลาสติกประเภท drop-in และ PBS และ PLA และการแปรรูปโพลิเมอร์ชีวภาพ ซึ่งรวมโพลิเมอร์จากเซลลูโลสและจากแป้ง) ในส่วนของปล่อยแก๊ส CO₂ ผลกระทบของพลาสติกดั้งเดิมจะสูงกว่าพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ และในส่วนของพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ แบบข้อผิดพลาดที่กว้าง แสดงให้เห็นถึงผลการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตที่มีความหลากหลายสูง ที่ประเมินในการศึกษาที่เป็นการวิเคราะห์ห่อหุ้มนี้ สันนิษฐานว่า ความแตกต่างมาจากแหล่งกำเนิดของวัตถุดิบ ระยะห่างในการขนส่ง ประเภทการผลิต และสมมุติฐานพื้นฐาน

สำหรับตัวเลขจริงทั่วโลก พลาสติกประมาณ 170 ล้านตันใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ทุกปี (คิดเป็น 44 % ของการใช้พลาสติกทั่วโลก) การใช้พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติแทนพลาสติกจากปิโตรเคมี จะทำให้ต้องใช้ข้าวโพด 613 เมตริกตัน (54 % ของการผลิตทั่วโลกในปัจจุบัน) ละหุ่ง 1.8 เมตริกตัน (12 เท่าของการผลิตทั่วโลกในปัจจุบัน) และไม้ 21.3 เมตริกตัน (ประมาณ 0.8 % ของการผลิตไม้ก่อนกลบทั่วโลก) เพื่อตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตที่ต้องพึ่งที่ดินเหล่านี้ จะต้องใช้ที่ดินอย่างต่ำ 61 ล้านเฮกตาร์ (ซึ่งมากกว่าพื้นที่ทั้งหมดของไทย) และต้องใช้น้ำอย่างน้อย 388.8 พันล้านลูกบาศก์เมตร (มากกว่าการดึงน้ำจืดของสหภาพยุโรปมาใช้ 60 % ต่อปี) (Brizga et al. 2020)

การศึกษาของคณะกรรมการการยุโรป (2018b) ประเมินจุดร้อนด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ และเปรียบเทียบกับผลกระทบของพลาสติกที่เป็นเชื้อเพลิงจากฟอสซิล ใน 7 กรณีศึกษาเกี่ยวกับวงจรชีวิต การตัดเล็มพืชสวน (ไม่รวม ในตาราง 4.1) จากเหตุผลของการใช้ที่ต่ำ ด้วยเครื่องตัดใช้ครั้งเดียว ถุงใส่ของใช้ครั้งเดียว ฟลัมบรรจุภัณฑ์อาหาร ซ้อนส้อมใช้ครั้งเดียว และฟิล์มคลุมดินที่ใช้ในเกษตรกรรม รวมอยู่ในการศึกษา ตาราง 4.1 แสดงภาพรวมของผลของการนี้ศึกษา โดยทั่วไป พบว่า ในช่วงอายุ (จากการผลิตวัตถุดิบขึ้นต้นจนถึงการหมดอายุการใช้งาน) ผลกระทบสิ่งแวดล้อมทั้งหมด 30-60 % ของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ อาจมีส่วนในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การทำลายสภาวะชีวภาพ (แสดงให้เห็นผลกระทบที่เกี่ยวกับการสกัดและการใช้ทรัพยากร) และความเป็นพิษต่อมนุษย์ ประเภทผลกระทบทั้งสามนี้เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานที่สูงและการปล่อยแก๊สโดยตรงในช่วงการหมดอายุการใช้งาน ในขณะที่ Brizga et al. เน้น “การผลิต” ในส่วนของวงจรชีวิตชีวมวล การศึกษาสำหรับคณะกรรมการการยุโรปพบว่า ‘ในช่วงของวงจรชีวิตทั้งห้าช่วง ตั้งแต่การผลิตชีวมวลไปจนถึงการหมดอายุการใช้งาน (10) ช่วงของการผลิตโพลิเมอร์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและโคโพลิเมอร์ทำจากเชื้อเพลิงจากฟอสซิล รวมทั้งการแปรรูปพลาสติกมีผลกระทบสูงสุด ทั้งนี้เพราะมีการใช้พลังงานมากกว่าในขั้นตอนทางอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการผลิตชีวมวล

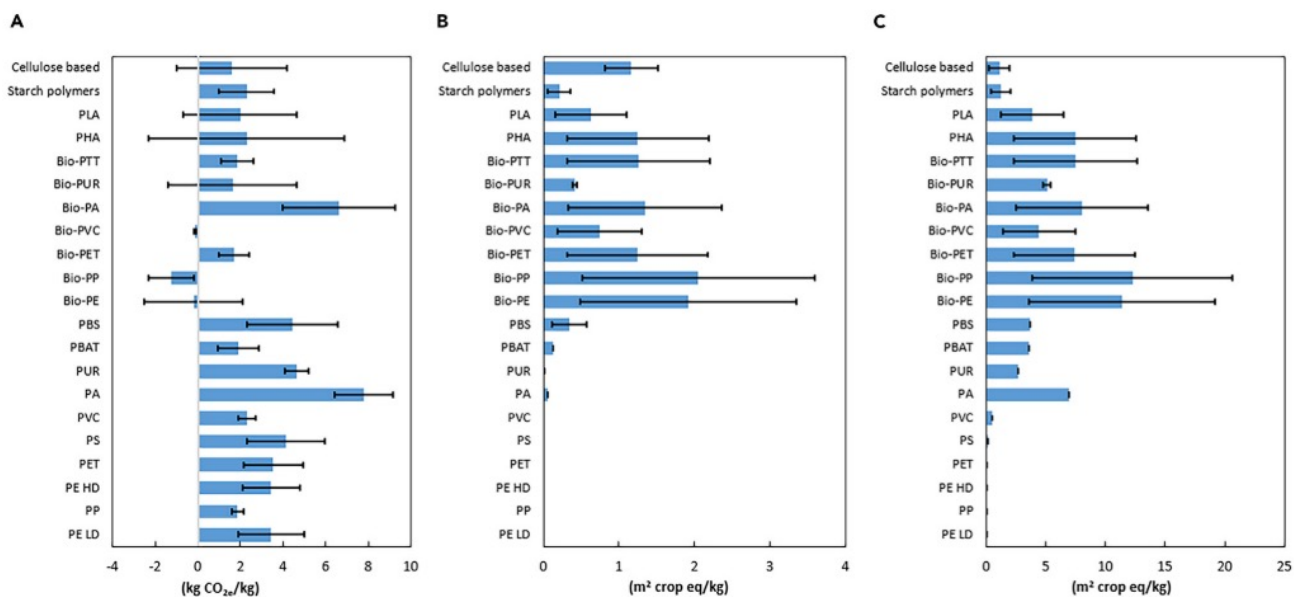
เช่นเดียวกับการศึกษาอื่นๆ ที่เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ทำจากทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรที่ไม่ใช่ธรรมชาติ ผู้เขียนรายงานดังกล่าวของคณะกรรมการการยุโรป (2018b) เน้นจุดอ่อนของการประเมินวัฏจักรชีวิตในบริบทของการประเมินนี้ ประเด็นต่อไปนี้มีอิทธิพลอย่างสูงต่อความหลากหลายทางชีวภาพและความเป็นพิษต่อนิเวศน์ แต่ไม่รวม เนื่องจากข้อมูลมีจำกัด:

(10) 1 – การผลิตชีวมวล 2 – การผลิตโพลิเมอร์ 3 – การแปรรูปพลาสติก 4 – การขนส่ง และ 5 – การหมดอายุการใช้งาน

- การปลูกพืชเชิงเดี่ยวขนาดใหญ่ จากพันธุ์พืชที่มีการตัดต่อทางพันธุกรรม
- การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยทางอ้อม
- ยาฆ่าแมลงที่ใช้
- การขัดแย้งทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ที่ดิน
- ผลกระทบจากการกักขัง และ
- ผลกระทบจากไมโครพลาสติก (11)

การศึกษาเดียวกัน (European Commission 2018b) ศึกษาตัวอย่างสองกรณีของวัตถุดิบตั้งต้นจากพืช แก่นพืชผลที่ปลูก ดังนี้ (1) คลียัดพืชสวนทำจากเปลือกมันสำปะหลัง และ (2) ถั่ว PP ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ทำจากน้ำมันประกอบอาหาร ในส่วนของ (1): ส่วนผสมของแป้ง เช่น โคลิโมอร์ของโพลิเมอร์จากฟอสซิลและที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ใช้ในการผลิตคลียัดพืชสวน เนื่องจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ จะมาจากส่วนประกอบที่มาจากเชื้อเพลิงจากฟอสซิล ประโยชน์ของการลดผลกระทบจากการผลิตวัตถุดิบตั้งต้นจากพืชจะมีน้อย ผู้เขียนเน้นว่า ‘จำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนามากยิ่งขึ้น ในเรื่องเทคโนโลยีการแปรรูปและวัสดุ ก่อนที่จะบรรลุการปรับปรุงที่สำคัญของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในส่วนของ (2): ‘PP ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ จากน้ำมันประกอบอาหาร ทำให้มีศักยภาพในการเกิดภาวะโลกร้อนต่ำกว่าถั่วที่ทำจาก PLA [...] โดยประโยชน์จะมาจากผลกระทบที่ต่ำของวัตถุดิบตั้งต้นและขั้นตอนการแปรรูปพลาสติก’ เป็นที่เห็นชัดว่า วัสดุดังกล่าว เช่น เปลือกมันฝรั่งและน้ำมันประกอบอาหาร ไม่สามารถจัดหาให้กับตลาดโลกได้ในปัจจุบัน

ภาพ 4-1: การเปรียบเทียบพลาสติก ในส่วนของศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (ก) การใช้ที่ดิน (ข) และการใช้น้ำ (ค) สำหรับการผลิต



หมายเหตุ: สันนิษฐานว่า ความเป็นพิษต่อมนุษย์และระบบนิเวศน์ เป็นอีกประเภทผลกระทบที่เกี่ยวข้อง ที่ไม่มีข้อมูลอย่างเพียงพอ ดังนั้น จึงไม่รวมอยู่ในการทบทวน
ที่มา: Brizga et al. 2020

(11) ผลกระทบทางกายภาพจากไมโครพลาสติก เช่น การจذبตัว ผลกระทบทางเคมี เช่น ผ่านทางสารเติมแต่งที่ไม่เป็นที่รู้จัก และผลกระทบทางชีววิทยาจากไมโครพลาสติก เช่น เป็นพาหะของเชื้อโรค

ตาราง 4.1 : จุดร้อนของผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและการเปรียบเทียบระหว่างโพลีเมอร์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและโพลีเมอร์จากฟอสซิล ในกรณีศึกษาหกกกรณี

กรณีศึกษา	โพลีเมอร์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ	จุดร้อนของผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับโพลีเมอร์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ	โพลีเมอร์จากฟอสซิล	การเปรียบเทียบระหว่างโพลีเมอร์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและโพลีเมอร์ที่เป็นพลังงานจากฟอสซิล
ขวดเครื่องดื่ม	PET ชีวภาพ 30 %	ขวดมีผลกระทบสูงที่สุดในการผลิตชีวมวล เมื่อเทียบกับกรณีศึกษาอื่นๆ จากการเก็บเกี่ยวอ้อยในบราซิล (28 % ของผลกระทบตั้งแต่ต้นจนจบ) กระบวนการ polymerization ของ ethylene glycol และ terephthalic acid คิดเป็น 50 % ของผลกระทบ สำหรับทั้ง PET ชีวภาพและ PET ที่เป็นพลังงานจากฟอสซิล การรีไซเคิลเป็นเทคโนโลยีช่วงการหมดอายุการใช้งานที่ดีที่สุด	PET	การใช้ PET ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ แทน PET จากฟอสซิล ในขวดเครื่องดื่ม นำไปสู่การลดศักยภาพของภาวะโลกร้อน และการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล อย่างไรก็ตาม อาจเป็นการเพิ่มการใช้ซ้ำและการปรับปรุง (Benavides et al. 2018)
ถ้วยเครื่องดื่มใช้ครั้งเดียว	PLA ก	การแปรรูปจากอ้อยหรือข้าวโพดเป็นโพลีเมอร์ PLA มีผลกระทบอย่างมาก โดยคิดเป็น 40-60 % ของขั้นตอนการใช้พลังงาน (สำหรับขั้นตอนการให้น้ำให้ร้อน) และการใช้สารเคมี ผลกระทบอื่นๆ ได้แก่ การขนส่ง PLA จากไทยไปยุโรป จากการปนเปื้อนอาหารที่ต่ำ (เช่น เทียบกับฟิล์มบรรจุภัณฑ์อาหารและชิ้นส่วน) ศักยภาพในการลดผลกระทบของ PLA รีไซเคิลจะมากกว่า PLA ที่ย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรม	PET; PP	ถ้วย PLA และถ้วยกระดาษที่เคลือบด้านด้วย PLA ไม่จำเป็นต้องเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าพลาสติกจากฟอสซิล (OVAM 2006; Changwathan und Gheewala 2020) ศักยภาพของค่า GWP ที่ต่ำกว่าของโพลีเมอร์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติก จะบ่งชี้ว่าผลกระทบที่สูงกว่าในประเภทผลกระทบอื่นๆ เช่น การปรับปรุง ปลายทางจากภาชนะบรรจุอาหาร และความเป็นพิษต่อมนุษย์ (Harst et al. 2014)
ถุงใส่ของใช้ครั้งเดียว	ส่วนผสมของแป้ง	การผลิตส่วนผสมของแป้ง (โคโพลิเมอร์ชีวภาพและทำจากฟอสซิล) ก่อให้เกิดผลกระทบ 80 % ดังนั้น ผลกระทบจากโคโพลิเมอร์ที่ทำจากฟอสซิลเชื้อเพลิงจึงมีมากกว่า การย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรมเป็นทางเลือกของช่วงการหมดอายุการใช้งานที่เป็นที่นิยมมากที่สุดสำหรับถุงใส่ของทำจากพลาสติกจากแป้ง หากย่อยสลายได้ทางชีวภาพทั้งหมด	LDPE	ถุงช้อปปิ้งใช้ครั้งเดียวผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและ (ทำจากข้าวโพด) มีค่า GWP การปรับปรุง และมลภาวะไนโตรเจน สูงกว่าถุงทำจาก PP ใช้ครั้งเดียวทำจากฟอสซิล ในสิงคโปร์ (Khoo et al. 2010) สาเหตุหลัก เกิดจากความต้องการพลังงานสูงในช่วงการผลิต
ฟิล์มบรรจุภัณฑ์อาหาร	PLA ก	โปรดดูถ้วยเครื่องดื่มใช้ครั้งเดียว แต่มีการปนเปื้อนของอาหารสูงกว่า หากมีการใช้การย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม สำหรับฟิล์มบรรจุภัณฑ์อาหารทำจาก PLA ทั้งหมด ผลกระทบโดยรวมจะลดลง 25 % หรือ 30 % เทียบกับการเผาไหม้ในเตาเผาหรือขยะฝังกลบ	PP	ระบบโครงข่ายไฟฟ้าผสม ที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์อาหาร จะส่งผลต่อการดำเนินงาน บรรจุภัณฑ์อาหารจาก PLA ที่ผลิตโดยโครงข่ายไฟฟ้าของไทย มีค่า GWP การปรับปรุง และการเกิดหมอกควันทางเคมี สูงกว่า เมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์อาหาร ทำจาก PS (Suwanmanee et al. 2013)
ช้อนส้อมใช้ครั้งเดียว	PLA ก	โปรดดูฟิล์มบรรจุภัณฑ์อาหาร	PS	[-] จ
ฟิล์มคลุมดินใช้ในเกษตรกรรม	ส่วนผสมของแป้ง	โปรดดูถุงใส่ของใช้ครั้งเดียว อย่างไรก็ตาม การย่อยสลายในดินที่จุดกำเนิดสันนิษฐานว่า เป็นฉากทัศน์ที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด และสำหรับช่วงการหมดอายุการใช้งานด้วย หากสันนิษฐานว่ามีการรีไซเคิล ผลกระทบของช่วงการหมดอายุการใช้งาน มีความอ่อนไหวสูงกับปริมาณดินที่เก็บพร้อมพลาสติก	LDPE	[-] จ

(ก) ทำจากข้าวโพด (สหรัฐอเมริกา) และอ้อย (ไทย)

(ข) ผลกระทบตั้งแต่ต้นจนจบ ครอบคลุมวงจรชีวิตห้าขั้นตอน คือ การผลิตชีวมวล การผลิตโพลีเมอร์ การแปรรูปพลาสติก การขนส่ง และการหมดอายุการใช้งาน

(ค) ผลกระทบของช่วงตั้งแต่ต้นจนจบถึงผู้ใช้ การหมดอายุการใช้งาน และการใช้ที่ดิน (ง) ปัจจุบัน PET ชีวภาพมาจากบริษัท Braskem เท่านั้น (บราซิล)

(จ) ไม่ได้ศึกษารายละเอียด

หมายเหตุ: ไม่รวมผลกระทบจากการกักขัง การปลูกพืชเชิงเดี่ยวขนาดใหญ่จากพันธุ์พืชที่มีการตัดต่อทางพันธุกรรม และการเปลี่ยนการใช้ที่ดินทางอ้อม จากข้อจำกัดของข้อมูลที่มีอยู่

ที่มา: European Commission 2018b; Benavides et al. 2018; Changwathan und Gheewala 2020; Harst et al. 2014; Khoo et al. 2010; OVAM 2006; Suwanmanee et al. 2013

4.1.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของวัสดุที่ย่อยสลายได้ที่หมดอายุการใช้งาน

พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ บ่อยครั้งถูกส่งเสริมให้เป็นหนทางในการแก้ไขปัญหาของปริมาณขยะพลาสติก อย่างไรก็ตาม มันไม่สามารถลดปริมาณขยะและมีความเป็นไปได้ที่จำกัดในการแก้ปัญหาของการจัดการขยะมูลฝอย ในขณะที่ขยะที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพสำหรับขยะอินทรีย์สามารถสนับสนุนการแยกขยะเปียกและแห้ง พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ต้องใช้ความพยายามเพิ่มขึ้นในการคัดแยกชิ้นส่วนขยะพลาสติก สำหรับการรีไซเคิล ทั้งนี้ พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพมีจุดอ่อนที่เด่นชัดดังนี้ (Brizga et al. 2020; Oakes 5 พย 2019; EEA 2020; Umweltbundesamt 2018; DUH 2018a):

- ปริมาณของพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ย่อยสลายภายใต้สภาวะแวดล้อมต่างๆ เช่น การย่อยสลายของพลาสติกโดยการทำปุ๋ยหมักแบบที่ใช้ในบ้าน ในน้ำเค็ม เป็นต้น มีข้อจำกัดมาก (โปรดดูตาราง 2.2 และตาราง A-1) นอกจากนี้ พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ต้องใช้การบำบัดพิเศษ เพื่อย่อยสลายภายในระยะเวลาที่เหมาะสมจนถึง 6 เดือน ในการย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม) เวลาที่ต้องใช้ในการย่อยสลาย จะยาวกว่าขยะอินทรีย์อื่นๆ ซึ่งนำไปสู่ปัญหาการจัดการสำหรับผู้ประกอบการกิจการโรงงานหมัก (DUH 2018a) นอกจากนี้ การย่อยสลายไม่ก่อให้เกิดซากพืชใดๆ
- ในกระบวนการรีไซเคิล โพลีเมอร์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพเข้ากันไม่ได้กับโพลีเมอร์อื่นๆ อีกหลายชนิด (เช่น polyolefin และ PET) ซึ่งจะเป็นปัญหาสำหรับผู้ประกอบการรีไซเคิล เพราะการที่มีโพลีเมอร์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในวัตถุดิบตั้งต้นของการรีไซเคิล จะเป็นภาวะมลพิษ และลดคุณภาพของโพลีเมอร์รีไซเคิล (โปรดดูบทที่ 0)
- คำว่า "ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ" ให้ความรู้สึกทั่วไปว่า พลาสติกสามารถย่อยสลายได้ทั้งหมด ซึ่งไม่เป็นความจริง ดังนั้น จึงเสี่ยงที่ผู้บริโภคจะทิ้งพลาสติกในสภาพแวดล้อมเปิดอย่างไม่ระวัง นำไปสู่ การทิ้งขยะ และการกระจายของไมโครพลาสติก
- ความเสถียรของพลาสติกที่ไม่ย่อยสลายทางชีวภาพ ทำให้เป็นไปได้ที่จะนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ได้หลายครั้งหลังการรีไซเคิล ซึ่งเป็นจุดแข็งเชิงนิเวศน์เหนือพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ซึ่งจากปฏิกิริยาของการย่อยสลายทางชีววิทยาเบื้องต้น ทำให้วัสดุสูญเสียน้ำหนักและคุณค่า
- เนื่องจากพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพส่วนใหญ่เป็นพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวกับวัสดุจากธรรมชาติ จึงมีบทบาทสำคัญสำหรับพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

ในระยะยาว “ประสิทธิภาพของ [พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ] จะแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมให้กับการสะสมขยะมูลฝอย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ การเกิดขึ้นของเทคโนโลยีการคัดแยกขยะที่มีราคาไม่แพง และการลงทุนในโรงงานกำจัดขยะอินทรีย์ (การหมักทำปุ๋ย และการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน)” (Dilkes-Hoffman et al. 2019)

ในระยะสั้น พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ มีจุดแข็งของการใช้เฉพาะ เช่น สำหรับการคัดแยกขยะอาหารสำหรับการทำปุ๋ยหมัก ตรงนี้ ขยะพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ อาจมีจุดแข็ง เมื่อใช้ในการกระตุ้นการแยกขยะเปียกจากจุดกำเนิด (Oakes 5 พย 2019) ‘ตัวอย่างของการปฏิบัติที่เป็นเลิศ คือ เกาหลีใต้ ซึ่งได้เพิ่มอัตราการรีไซเคิลขยะอาหาร จากเพียง 2% ในปี 1995 เป็น 95% เกาหลีใต้ประสบความสำเร็จโดยใช้นโยบายและมาตรการต่างๆ เช่น การห้ามส่งอาหารไปขยะฝังกลบแทนที่จะให้มีถังเก็บขยะอาหาร เพื่อผู้บริโภคจำเป็นต้องซื้อขยะที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพเพื่อทิ้งอาหาร’ (Kim 2019) อิตาลีก็เป็นอีกหนึ่งตัวอย่างที่ดังของการใช้ขยะที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ เพื่อคัดแยกขยะอาหาร (Moffett 2013)

4.2 มุมมองของผู้บริโภคและสุขภาพ

ผู้บริโภคหลายรายพยายามทำความเข้าใจกับคำกล่าวอ้างด้านสิ่งแวดล้อมและฉลาก และไม่เห็นความแตกต่างระหว่างฉลากอิสระของบุคคลที่สาม และคำกล่าวอ้างของตนเอง สำนักงานสิ่งแวดล้อมยุโรป (EEA 2020) สรุปว่า “ความแตกต่างระหว่าง ‘ที่สลายตัวได้ทางชีวภาพในโรงงานย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรม’ ‘ที่ย่อยสลายทางชีวภาพในครัวเรือน’ ‘ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในดิน/น้ำจืด/น้ำเค็ม’ และ ‘ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ’ ไม่ง่ายต่อการเข้าใจ” ECOS อธิบายเหตุผลของปรากฏการณ์ดังกล่าวว่า “เมื่อไม่มีกฎหมายที่ชัดเจนเฉพาะเกี่ยวกับคำกล่าวอ้างสีเขียว บริษัทต่างๆ จึงมีอิสระในการใช้ภาษาที่คลุมเครือ [...] คำกล่าวอ้างสีเขียวยังใช้ในการหลีกเลี่ยงข้อห้ามทางกฎหมายของผลิตภัณฑ์ [...]” (ECOS; Rethink Plastic; # breakfreefromplastic 2021) เช่น จากการสำรวจในเยอรมนี 58 % ของผู้ตอบแบบสำรวจคิดว่า ‘พลาสติกชีวภาพ’ ทั้งหมด สลายตัวได้ทางชีวภาพ” (Blesin et al. 2017) การสำรวจของ Consumers International และ UNEP พบว่า ฉลากและใบรับรองไม่ช่วยผู้บริโภคเสมอไปในการตัดสินใจซื้อด้วยข้อมูลที่เพียงพอ (UNEP 2020) ในการประเมินคำกล่าวอ้างด้านการสลายตัวทางชีวภาพ การย่อยสลายได้ทางชีวภาพ และปริมาณวัสดุจากธรรมชาติ สำหรับบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ ECOS et al. เสนอรายการตรวจสอบคำกล่าวอ้าง (โปรดดูภาคผนวก และภาพ A-2)

อีกปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้น คือ ไม่ใช่พลาสติกทุกประเภทที่โฆษณาว่าย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ได้รับการรับรองจากมาตรฐานที่มีอยู่ (ภาพ 3-2) เมื่อการรับรองทดสอบวัสดุ เพื่อดูสารเติมแต่งที่เป็นอันตรายจากการขึ้นรูปใหม่ พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ไม่ได้รับการรับรอง อาจเป็นเส้นทางเข้าไปในสิ่งแวดล้อมของสารเติมแต่งดังกล่าว หากไม่ใช้อย่างถูกต้องวิธี (ผ่านทางขยะมูลฝอยของเทศบาล)

ในส่วนของอันตรายของสารที่โดยทั่วไปเกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์พลาสติก Groh et al. (2019) พบว่า ในจำนวนสารเคมี 906 ชนิด ที่โดยปกติเชื่อมโยงกับบรรจุภัณฑ์พลาสติก มี 63 ชนิดที่มีอันตรายสูงสุดต่อสุขภาพมนุษย์ และ 68 ชนิดที่มีอันตรายสูงสุดต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ สาร 7 ใน 906 ชนิด ยังถูกจัดให้เป็นสารพิษตกค้างยาวนาน สะสมในสิ่งมีชีวิต และเป็นพิษ หรือสารตกค้างยาวนานมากและสะสมในสิ่งมีชีวิตมาก และ 35 ชนิดเป็นสารเคมีที่รบกวนการทำงานของต่อมไร้ท่อ ที่สหภาพยุโรป เป็นที่สังเกตว่า สารเหล่านี้บางชนิดอาจก่อให้เกิดอันตรายมากกว่าหนึ่งกลุ่ม บรรจุภัณฑ์ชีวภาพประกอบด้วยสารดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นทำ (บางส่วน) จากวัสดุที่มีปริมาณรีไซเคิลหรือที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติหรือไม่ก็ตาม (Geueke et al. 2018; Zimmermann et al. 2020) Zimmermann et al. (2020) ศึกษาบรรจุภัณฑ์อาหารที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ เช่น ถั่ว ถั่วลิสง ถั่วเหลือง และพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติดังกล่าวประกอบด้วยระดับของสารเคมี ที่เหมือนกับพลาสติกจากฟอสซิล ซึ่งรวมบางชนิดที่มีลักษณะเป็นพิษ Strakova et al. (2021) พบผลลัพธ์ที่เปรียบเทียบกันได้ “ความหนาแน่นสูงสุด [ของ polyfluorinated alkyl substances (PFAS)] จะพบอยู่เสมอในผลิตภัณฑ์ที่เป็นเส้นใยในรูปแบบ เช่น ชาม จาน กล่องอาหาร ที่โฆษณาว่า เป็นผลิตภัณฑ์ใช้แล้วทิ้งที่ย่อยสลายทางชีวภาพ หรือที่สลายตัวทางชีวภาพ [...]” หากวัสดุย่อยสลาย สารเติมแต่งดังกล่าวและผลิตภัณฑ์ที่ย่อยสลายจะเข้าสู่วงจรของชีวมวล หากชีวมวลดังกล่าวใช้สำหรับเกษตรกรรม สารเติมแต่งอันตรายและผลิตภัณฑ์ที่ย่อยสลาย อาจทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพผู้บริโภค

4.3 มุมมองของการจัดการช่วงการหมดอายุการใช้งาน

ท้ายที่สุด บทนี้จะตั้งคำถามว่า วัสดุที่ผลิตจากธรรมชาติหรือที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ อะไรดีกว่ากัน ในมุมมองของช่วงการหมดอายุการใช้งาน

วิธีที่สะดวกในการกำหนดว่า วัสดุจะจบลงในสายธารของขยะใด อยู่ในภาพ 4-2 ทั้งนี้ จากวัสดุหลักของผลิตภัณฑ์ พิจารณาตัดสินใจจะช่วยระบุช่วงการหมดอายุที่เป็นไปได้มากที่สุด ซึ่งทำให้เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มของการเลือกวัสดุ สำหรับเส้นทางการทิ้งบางเส้นทาง

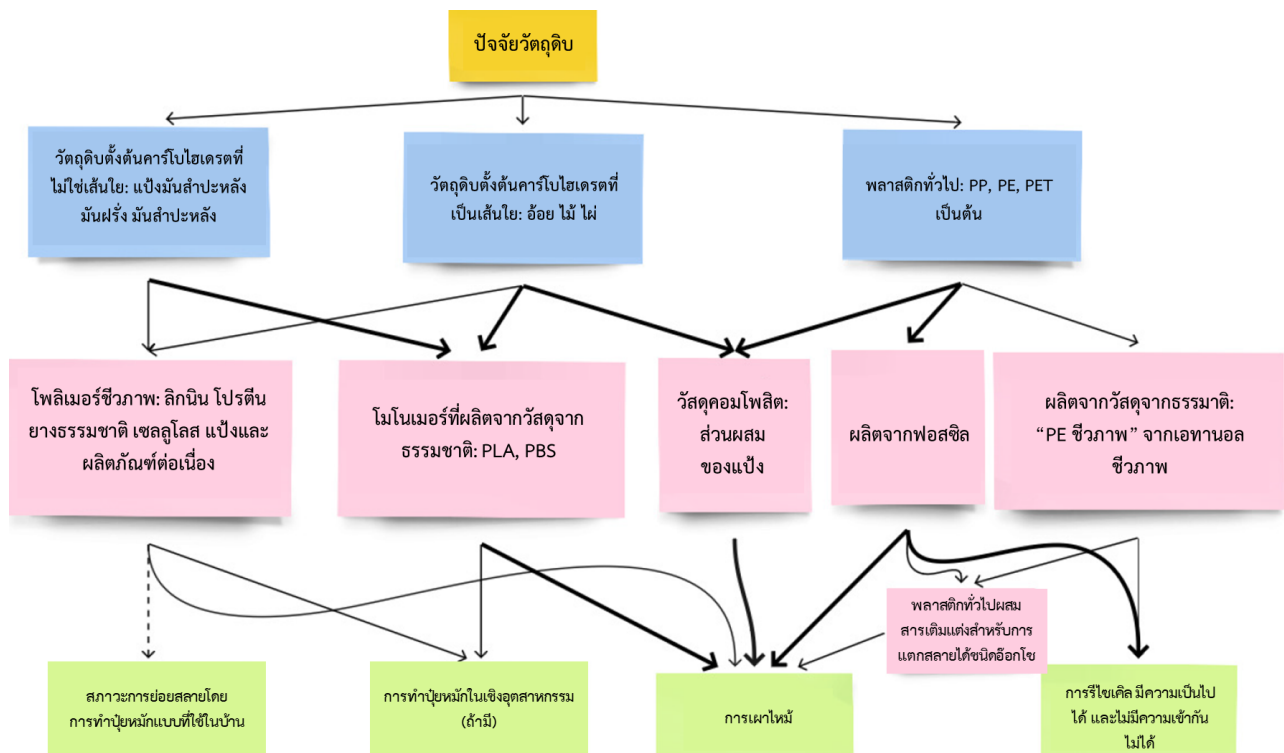
ในขั้นตอนแรก วัสดุหลักอาจมาจากหนึ่งในสามกลุ่มนี้ คือ พลาสติกดั้งเดิม วัสดุติดตั้งต้นคาร์โบไฮเดรตที่เป็นเส้นใย และวัสดุติดตั้งต้นคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เส้นใย โพลีเมอร์ประเภทต่างๆ สามารถพิจารณาในขั้นตอนที่สอง จากขั้นตอนที่สอง เส้นทางช่วงการหมดอายุการใช้งานโดยทั่วไป สามารถระบุว่าเป็นผลลัพธ์ มีการแบ่งเส้นทางช่วงการหมดอายุการใช้งานออกเป็นสี่เส้นทางที่แตกต่างกัน คือ การรีไซเคิล การเผาไหม้ การย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม และการย่อยสลายทางชีวภาพในครัวเรือนหรือ ในสภาพแวดล้อม ลูกศรที่หนาแน่นกว่าในภาพ 4-2 แสดงให้เห็นความเป็นไปได้ที่สูงกว่าสำหรับทางเลือก จากมุมมองของสิ่งแวดล้อม และผู้บริโภคที่กล่าวมาแล้ว อาจสรุปได้ว่า การย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ ปัจจุบัน พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ไม่ได้ถูกออกแบบสำหรับการย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อม การย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรมจะเป็นทางเลือก หากมีพืชที่เหมาะสมเท่านั้น (โปรดดูสถานการณ์ภายในประเทศที่น่าสนใจในบทที่ 5) ดังนั้น สองฉากทัศน์ของช่วงการหมดอายุการใช้งานที่เป็นไปได้อย่างมากที่สุด คือ การเผาไหม้ และการรีไซเคิล (เชิงกล) ผู้รีไซเคิลพลาสติกดั้งเดิม ไม่นิยมพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ในสายธารการป้อน วัสดุติดตั้งต้น ส่วนที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในคอมพาวนด์ที่ผ่านการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ (recyclates) ในพลาสติกดั้งเดิม มีผลเชิงลบต่อคุณสมบัติสุดท้าย เช่น ความแข็งแรงและความคงทนของผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้คอมพาวนด์ที่ผ่านการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

ตัวอย่าง คือ PLA (0.1 %) ในการรีไซเคิลของ PET: Alaerts et al. (2018) อธิบายว่า PLA และ PET ละลายที่อุณหภูมิต่างกัน เมื่อ PET ละลายที่ 255°C ในระหว่างการรีไซเคิลเชิงกล ส่วนที่เป็น PLA ได้อยู่เหนือจุดหลอมเหลวของมัน (155°C) เป็นเวลาค่อนข้างนาน PLA เริ่มจะย่อยสลายในขณะที่ PET ยังอยู่ในขั้นตอนการละลาย ผลก็คือ คอมพาวนด์ที่ผ่านการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่เริ่มจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เนื่องจากทั้ง PLA และ PET ไม่สามารถผสมกันได้ในสภาพที่เป็นของแข็ง การรวมเป็นแผ่น และความทึบแสงหรือหมอกอาจเกิดขึ้นได้ เมื่อขึ้นรูปคอมพาวนด์ที่ผ่านการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์จาก PET เป็นพลาสติก สำหรับโพลีเมอร์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพอีกชนิดหนึ่ง คือ PHB (poly-3-hydroxybutyrate) ซึ่งเป็นโพลีเมอร์ PHA ที่พบอย่างแพร่หลายมากที่สุด Alaerts et al. สรุปว่า ‘หากมัน [PHB] จะจบลงในขั้นตอนการป้อนเข้าการผลิต rPET (เช่น ผ่านทางชิ้นส่วนที่เป็นขวด) จะพบกับประเด็นเดียวกันกับ PLA ในส่วนของการอาจมีการรีไซเคิลเชิงกลของ PET’ ทั้งนี้ จุดหลอมเหลวของ PHB คือ 180°C (Alaerts et al. 2018)

จุดหลอมเหลวของ HDPE, LDPE และ PP อยู่ที่ 135 °C, 110°C และ 160°C ตามลำดับ (Chemgapedia 2021) เป็นที่คาดว่า ผลที่สังเกตจากการปนเปื้อนของ PLA ในคอมพาวนด์ที่ผ่านการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์จาก PET ที่มาจากความแตกต่างของจุดหลอมเหลว ($\Delta 100^{\circ}\text{C}$) ไม่น่าจะเกิดขึ้นสำหรับโพลิเมอร์ดังกล่าว ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดย Åkesson (2021) จากการศึกษา (Åkesson et al. 2021)(13) ความจริงก็คือ คาดว่า PET เป็นโพลิเมอร์ที่มีความอ่อนไหวมากที่สุด ต่อส่วนผสมของ TPS ที่มีปริมาณน้อยในการรีไซเคิลเชิงกล มีการอธิบายว่า กลุ่มโพลิเมอร์ในแกนหลักของ PET มีความอ่อนไหวต่อกลุ่ม hydroxyl ที่มีอยู่ในโครงสร้างของ TPS กลุ่ม hydroxyl โจมตีพันธะทางเคมีในโครงสร้างของ PET ซึ่งนำไปสู่การย่อยสลายของ PET และนำไปสู่ ‘คุณสมบัติเชิงกลที่ด้อยลงมา’

Åkesson et al. สรุปว่า เนื่องจากมีโพลิเมอร์หลายชนิดในตลาด ทั้งจากฟอสซิลและที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ จึงเป็นการยากที่จะกำหนดขอบเขตที่โพลิเมอร์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ จะถูกความการรีไซเคิลเชิงกลของโพลิเมอร์ดั้งเดิม พลาสติกทุติยภูมิยังถูกปนเปื้อนโดยโพลิเมอร์ดั้งเดิมอื่นๆ ซึ่งมีผลกระทบต่อลักษณะทางกลและทางกายภาพของเม็ดพลาสติกทุติยภูมิ โปรดดูการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับปริมาณที่รีไซเคิล (GIZ และ Oeko-Insitut e.V. 2021a) ซึ่งไม่ได้สรุปว่า การปนเปื้อนของโพลิเมอร์ชีวภาพอาจนำไปสู่การลดคุณสมบัติทางความร้อนและเชิงกลเป็นอย่างมาก จากการที่โพลิเมอร์ย่อยสลายได้ทางชีวภาพแต่เพียงอย่างเดียว

ภาพ 4-2: พิจารณาตัดสินใจสำหรับวัสดุประเภทต่างๆ ช่วงหมดอายุการใช้งาน (มีแนวโน้มว่าลูกศรจะหนาขึ้น)



ที่มา: จัดทำโดยผู้เขียน

(13) ผู้เขียนพบว่า ‘ความทนต่อแรงดึงและโมดูลัสของ PE ค่อนข้างจะไม่ถูกรบกวน อย่างไรก็ตาม การยืดออกลดลงอย่างมาก การเพิ่ม TPS/PLA 5% ไปใน HDPE จะลดการยืดออก จากประมาณ 1,300 % เป็น 150 % ทั้งนี้ PP ค่อนข้างจะอ่อนไหวมากกว่า HDPE ซึ่งจะได้เห็นได้โดยเฉพาะจากแรงกระแทกแบบ Charpy และการเพิ่ม TPS/PLA 5% ไปใน PP แรงกระแทกแบบ Charpy จะลดจากประมาณ 56 เป็น 21 กิโลจูล/ตารางเมตร’ ความทนต่อแรงดึง โมดูลัส การยืดออก และแรงกระแทกแบบ Charpy เป็นคุณสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกลทั่วไปของโพลิเมอร์ที่เป็นที่สนใจในการแปรรูปวัสดุ

5.สถานการณ์และการพัฒนาเฉพาะประเทศ

ไม่ว่าผลิตภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติจะให้ประโยชน์หรือทำให้เสี่ยงจะเชื่อมกับการจัดการขยะ (พลาสติก) ของสถานการณ์เฉพาะประเทศ ดังนั้น สถานการณ์ในประเทศของประเทศไทยของโครงการ CAP SEA จะอธิบายในบทย่อข้างล่างนี้:

5.1 มาเลเซีย

การศึกษาเมื่อเร็วๆ นี้ ประเมินโอกาสและอุปสรรคของตลาดพลาสติก (หมุนเวียน) ในมาเลเซีย ซึ่งรวมสถานการณ์ปัจจุบันของพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (World Bank Group 2021a) สถานการณ์ของพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติในมาเลเซีย สรุปได้ในตาราง 5.1

ตาราง 5.1: สถานภาพปัจจุบันของพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติในมาเลเซีย

การผลิตเม็ดพลาสติกจากวัสดุจากธรรมชาติในท้องถิ่น	มากถึง 12,000 ตันต่อปี (14) นำโดยบริษัทเอสโตรเซีย SECOS Group และองค์กร SIRIM ของมาเลเซีย
ปริมาณการใช้ภายในประเทศของมาเลเซีย	10–20% ของเม็ดพลาสติกจากวัสดุจากธรรมชาติที่ผลิตในมาเลเซีย จะใช้ในประเทศ ส่วนที่เหลือจะส่งออกไปตลาดต่างๆ ทั่วโลก เช่น สหรัฐฯ สหภาพยุโรป ญี่ปุ่น เกาหลี และจีน
การนำไปใช้	การนำไปใช้จริงเพียงสำหรับบรรจุภัณฑ์และ/หรือการใช้ที่สัมผัสอาหาร เช่น ถ้วยเครื่องดื่ม หลอด ซ้อนส้อม กุญแจ และถุงใส่ของ และการใช้ที่จำกัดในตลาดผ้าฝ้ายที่ไม่ทอ เช่น หน้ากากอนามัย

ที่มา: World Bank Group 2021a

รายงานของธนาคารโลกระบุว่า ‘พลาสติกชีวภาพคาดว่าจะมีบทบาทที่สำคัญมากยิ่งขึ้นในการตัดสินใจจัดหาบรรจุภัณฑ์ที่ยั่งยืนสำหรับเจ้าของแบรนด์ที่สำคัญต่างๆ ในมาเลเซียในอนาคต’ (World Bank Group 2021a) ตามที่ได้กล่าวไว้ในรายงานฉบับนี้ การออกมาตรฐานและการรับรองเป็นหัวใจที่จะให้หลักประกันของการย่อยสลายได้ทางชีวภาพและการป้องกันไม่ให้ใครพลาสติกและสารอันตรายเข้าสู่สายธารของขยะอินทรีย์ และสภาพแวดล้อมรอบข้าง ในมาเลเซีย มีหลักเกณฑ์ 2 ชุด สำหรับฉลากสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ (ก) สำหรับพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและที่สลายตัวได้ทางชีวภาพ และวัสดุบรรจุภัณฑ์พลาสติกชีวภาพ (ECO 001:2018) และ (ข) สำหรับผลิตภัณฑ์ชีวมวลที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและที่สลายตัวได้ทางชีวภาพ สำหรับการใช้สัมผัสอาหาร (ECO 009:2016) หลักเกณฑ์ดังกล่าวครอบคลุมข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ตัวอย่างเช่น การทดสอบการย่อยสลาย มีวัตถุประสงค์ที่จะแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของพลาสติกที่จะคงอยู่ในสภาพแวดล้อม มีการทดสอบสารตกค้างสำหรับปริมาณโลหะที่เป็นพิษ และความแตกต่างของมาตรฐานระหว่างการสลายตัวในสภาวะแวดล้อม/ที่บ้าน และการสลายตัวในระบบอุตสาหกรรม ตั้งแต่การทบทวนหลักเกณฑ์ฉลากสิ่งแวดล้อมในปี 2018 พลาสติกที่แตกตัวเมื่อเจอแสง และที่ย่อยสลายได้ชนิดออกซิโซ ไม่สามารถได้รับฉลากสิ่งแวดล้อมอีกต่อไปในส่วนของการพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ความท้าทายในมาเลเซีย มีดังต่อไปนี้:

- จำเป็นต้องมีความโปร่งใสและการรณรงค์กับสาธารณชน เพื่อลดความสับสนที่สาธารณชนมีอยู่ในส่วนของความแตกต่างระหว่างคำต่างๆ ที่เกี่ยวกับการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (เช่น ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ที่สลายตัวได้ทางชีวภาพ และที่แตกสลายได้ชนิดออกซิโซ)

- ปัจจุบัน ไม่มีวิธีใดที่จะป้องกันการนำเข้าพลาสติกที่แตกสลายได้ชนิดออกซิโซเข้ามาในมาเลเซีย จากการขาดการรับรองหรือการประกาศสำหรับพลาสติกที่แตกสลายได้ชนิดออกซิโซ นอกจากนี้ ผู้ผลิตถุงพลาสติกสามารถใช้พลาสติกที่แตกสลายได้ชนิดออกซิโซ เพราะขาดการประกาศที่ผูกมัดและมาตรฐานการผลิตถุง พลาสติก

(14) ผู้ผลิตพลาสติกในมาเลเซียผลิตเม็ดพลาสติก 2.45 ล้านตัน

• ไม่มีกลไกที่เหมาะสมสำหรับการเก็บขยะอาหาร จากบ้านเรือนที่อยู่อาศัยและสถาบันอื่นๆ ปัจจุบัน การแยกขยะอาหาร/อินทรีย์จากจุดกำเนิด ไม่ใช่มาตรการบังคับสำหรับครัวเรือนหรือสถานที่เกิดขยะอื่นๆ ดังนั้น ถุงพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพสำหรับคัดแยกขยะในครัวเรือนที่เปียกและแฉะ ไม่สามารถแสดงศักยภาพ จากการวาดเครือข่ายโครงสร้างพื้นฐานการบำบัดขยะอินทรีย์ในระดับอุตสาหกรรม: จากข้อมูลของ UNEP (2017) “ประเทศดังกล่าวไม่มีโรงงานเติมรูปแบบ/เชิงพาณิชย์สำหรับบำบัดขยะอาหาร/อินทรีย์”

ในมาเลเซีย จนถึงปัจจุบัน ไม่มีแผนที่นำทางของพลาสติกชีวภาพโดยเฉพาะ อย่างไรก็ตาม การดำเนินการเกี่ยวกับพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ได้บรรจุอยู่ในแผนที่นำทางที่มุ่งสู่การปลอดพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทิ้งของมาเลเซีย (Malaysian Roadmap Towards Zero Single-Use Plastics (MESTECC 2018):

• ระยะที่ 2 ในปี 2022

- การใช้ถุงชีวภาพทั่วประเทศอย่างกว้างขวางแทนถุงพลาสติก และจำหน่ายเป็นสินค้าที่มีรหัสสินค้าที่มีการจำแนกประเภทสินค้า
- ‘การงดใช้หลอดดูดน้ำ’ ยังดำเนินการต่อไป และขยายไปยังสถานที่ที่ไม่ประจำ จะมีการนำหลอดดูดที่มีฉลากสิ่งแวดล้อมมาใช้ (ECO001-สอดคล้อง) ซึ่งรวมหลอดดูดสำหรับเครื่องดื่มที่เป็นกล่อง
- ขอบเขตการขยายผลิตภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและที่สลายตัวได้: บรรจุภัณฑ์อาหาร พลาสติก ช้อนส้อม ภาชนะใส่อาหาร สำลู่และหู ถุงที่ใช้บรรจุของหลายอย่าง และกระถางต้นไม้ รวมทั้งปุ๋ยละลายช้า

• ระยะที่ 3 (2026-2030)

- การเพิ่มเป็นอย่างมากของปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์ทางเลือกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและที่สลายตัวได้ในท้องถิ่นสำหรับการบริโภคในท้องถิ่น
- ขอบเขตการขยายผลิตภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและที่สลายตัวได้: เครื่องมือแพทย์ใช้ครั้งเดียว (เช่น สายสวน) ผ้าอ้อม ผ้าอนามัย และพลาสติกใช้ครั้งเดียวอื่นๆ ที่ไม่สามารถเข้าไปในเศรษฐกิจหมุนเวียน
- ชุดทดสอบที่รวดเร็วสำหรับหลักเกณฑ์ฉลากสิ่งแวดล้อม สำหรับพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและที่สลายตัวได้ และวัสดุบรรจุภัณฑ์พลาสติกชีวภาพ (ECO001-สอดคล้อง)

แนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของการใช้พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของรัฐบาล ตามที่กำหนดในแผนที่นำทางสู่การปลอดพลาสติกใช้ครั้งเดียวทิ้ง อย่างไรก็ตาม การย่อยสลายที่สมบูรณ์ในสภาวะแวดล้อมของพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ไม่ได้เป็นจริง ยิ่งกว่านั้น การจัดการช่วงการหมดอายุการใช้งานในประเทศไม่ทำให้ได้ประโยชน์จากพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ เป็นที่น่าสังเกตว่า การคัดแยกขยะจากจุดกำเนิดและการเก็บขยะชุมชนแยกออกจากขยะจากกิจกรรมพาณิชย์ เช่น ขยะอินทรีย์ เป็นเงื่อนไขเบื้องต้นที่สำคัญ นอกจากนี้การศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติไม่ได้มีประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมเหนือกว่าพลาสติกจากฟอสซิล เพียงแต่นำไปสู่การเปลี่ยนภาระระหว่างประเภทผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน (โปรดดูการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการเลือกวัสดุจากการประเมินวัฏจักรชีวิต และ Prakash et al. 2021) ในส่วนนั้น สรุปว่าแนวโน้มตลาดยังคงอย่างเห็นได้ชัดกับข้อเสนอแนะในบทที่ 6 กล่าวคือ พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ว่า จะเป็นการแก้ปัญหาขยะภายในประเทศ ที่เกี่ยวกับการใช้ครั้งเดียว แต่จำเป็นต้องมีแนวทางว่า พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุที่ผลิตจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ จะสามารถสนับสนุนเศรษฐกิจหมุนเวียนได้เมื่อไรและอย่างไร และมีจุดอ่อนอย่างไร

5.2 ไทย

ตั้งแต่สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติของไทยได้จัดทำแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพตามแผนที่นำทางแห่งชาติ (National Roadmap for the Development of Bioplastic Industry) (National Innovation Agency 2008) ในปี 2008 ไทยก็ได้เพิ่มปริมาณการผลิตพลาสติกเป็นอย่างมาก ทั้งพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ รวมทั้งพลาสติกดั้งเดิม ไทยมีปริมาณการผลิตที่สูงที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ ประมาณ 95,000 ตันสำหรับพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ต่อปี และ 33.3 ล้านตันของพลาสติกดั้งเดิมต่อปี ในปี 2018 (World Bank Group 2021b)

ในส่วนของพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ อุตสาหกรรมพลาสติกของไทยส่วนใหญ่ ผลิต PLA และ PBS (โปรดดูบทที่ 2.1) ดังเช่นในมาเลเซีย สัดส่วนของเม็ดพลาสติกจากวัสดุจากธรรมชาติที่ผลิตในไทย จะใช้ในประเทศ 10-20 % และที่เหลือจะส่งออก จากข้อมูลของสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติของไทย และจนถึงปัจจุบันนี้ ไทยมี ‘ความทะเยอทะยานที่จะเป็นศูนย์กลางพลาสติกชีวภาพที่สำคัญในภูมิภาค สอดคล้องกับความเติบโตที่คาดการณ์ไว้ของอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพของโลก’ ทั้งนี้ อุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพของไทยได้รับการสนับสนุนอย่างกว้างขวาง เช่น จากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (Thailand Board of Investment 2014; 2019)

ในส่วนของการกำหนดมาตรฐานพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้พิมพ์มาตรฐานสำหรับพลาสติกที่สลายตัวได้ อย่างไรก็ตาม ไทยยังขาดโรงงานย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรมสำหรับวัสดุอินทรีย์ (ยกเว้นโรงงานหนึ่งแห่งในกรุงเทพฯ) ดังนั้น พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ จึงถูกนำไปทิ้งในขยะฝังกลบ โดยไม่มีการแทรกแซงสำหรับการนำไปทำปุ๋ยเพิ่มเติม ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาเพราะ ตามปกติ PLA และ PBS จำเป็นต้องใช้อุณหภูมิขั้นต่ำ 60°C ความชื้น และสารตั้งต้นอินทรีย์สำหรับการย่อยสลายแบบใช้อากาศ จากการขาดโรงงานย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรมในไทย พลาสติกชีวภาพที่ใช้ในประเทศไม่ย่อยสลายทางชีวภาพในขั้นตอนหลังการบริโภค จากการขาดการประกาศหรือมาตรฐานพลาสติกที่ย่อยสลายได้ชนิดอ็อกโซ จึงก่อให้เกิดปัญหาเพิ่มขึ้นไปอีก ถึงแม้ว่าจะถูกห้ามตั้งแต่ต้นปี 2020 จากข้อมูลของธนาคารโลก (2021b) รายงานฉบับเดิมยังระบุว่า รัฐบาลยังไม่มีแผนปฏิบัติการเกี่ยวกับการห้ามพลาสติกที่ย่อยสลายได้ชนิดอ็อกโซ สถานการณ์ดังกล่าวทำให้เกิดการท้าทายที่เปรียบเทียบกันได้กับมาเลเซีย ดังนี้:

- จำเป็นต้องมีความโปร่งใสและการรณรงค์กับสาธารณชน เพื่อลดความสับสนของสาธารณชน ในส่วนของความแตกต่างระหว่างคำต่างๆ ที่เกี่ยวกับการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (เช่น ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ที่สลายตัวได้ทางชีวภาพ และที่แตกสลายได้ชนิดอ็อกโซ)

- ปัจจุบัน ไม่มีวิธีใดที่จะป้องกันการใช้และการนำเข้าพลาสติกที่แตกสลายได้ชนิดอ็อกโซ จากการขาดมาตรฐานการรับรอง หรือการประกาศสำหรับพลาสติกที่แตกสลายได้ชนิดอ็อกโซ

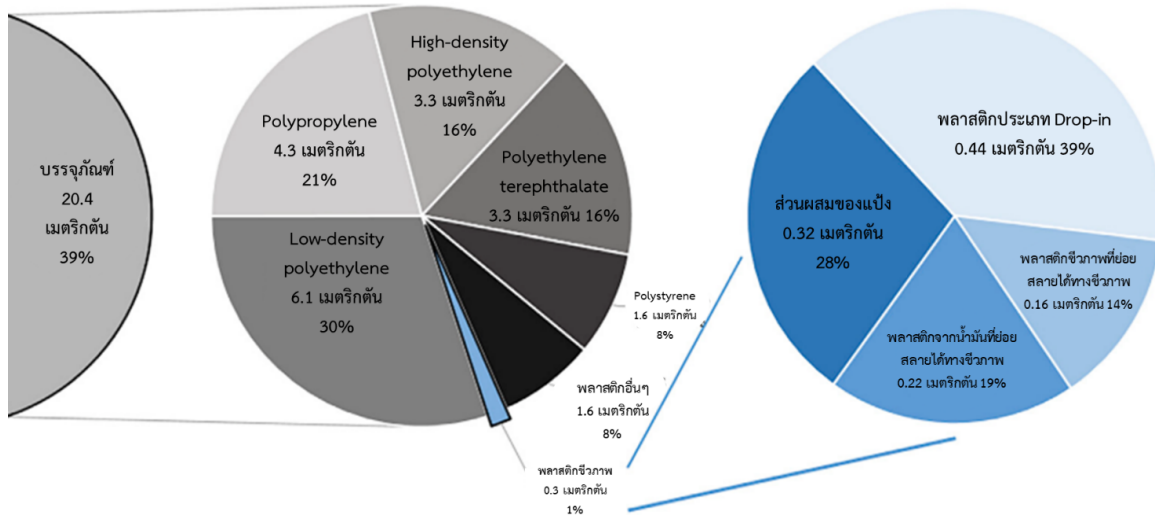
- จากข้อมูลของ UNEP (2017) ‘มีความยุ่งยากในการได้มาซึ่งขยะอินทรีย์ที่แยกจากจุดกำเนิดอย่างสม่ำเสมอ ต้องใช้เทคโนโลยีที่คุ้มค่าสำหรับการใช้ประโยชน์จากชีวมวล เทคโนโลยีการบำบัด เช่น การทำปุ๋ยหมัก [...] จะต้องดำเนินการซ้ำ เพื่อลดปริมาณขยะมูลฝอยชุมชน (MSW)’

- ถุงพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ สำหรับการคัดแยกขยะในครัวเรือนที่เปียกและแห้ง ไม่สามารถแสดงศักยภาพจากการขาดโรงงานย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรมสำหรับวัสดุอินทรีย์ (ยกเว้นโรงงานหนึ่งแห่งในกรุงเทพฯ) ดังเช่น ในมาเลเซีย แต่ในสถานการณ์ที่เรียกว่า พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ มีบทบาทสำคัญสำหรับผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์พลาสติกในไทย จนถึงปัจจุบัน ไทยยังขาดแนวทางว่าพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ จะสามารถสนับสนุนเศรษฐกิจหมุนเวียนได้เมื่อไหร่และอย่างไร และอะไรคือจุดอ่อน เช่น การบำบัดช่วงการหมดอายุการใช้งานที่เหมาะสมสำหรับพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ยังไม่มีในไทย และตามที่กล่าวแล้วในบทที่เกี่ยวกับมาเลเซีย การศึกษาวิจัยจักรชีวิตแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ไม่มีประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมเหนือกว่าพลาสติกจากฟอสซิล การใช้พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติมากกว่าทางเลือกจากฟอสซิล เพียงแต่นำไปสู่การเปลี่ยนการระหว่างประเภทผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (โปรดดู GIZ และ Oeko-Institut e.V. 2021b) สรุปได้ว่า แนวโน้มของตลาดจัดกับข้อเสนอแนะในบทที่ 6 อย่างเห็นได้ชัด ในเรื่องนี้ จะไม่เกิดประโยชน์ที่คาดหวังในส่วนของลดปริมาณขยะและประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม ตรงกันข้ามที่ยังไม่มีนโยบายสนับสนุนที่จำเป็น เช่น การติดฉลากภาคบังคับ มาตรฐาน และการปฏิบัติด้านจัดการขยะ (โรงงานเก็บ คัดแยก และบำบัดขยะอินทรีย์ที่แยกออกจากกัน)

5.3 สหภาพยุโรป

พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ มีปริมาณ 1 % (0.3 ล้านตัน) ของบรรจุภัณฑ์พลาสติก 20.4 ล้านตันที่บริโภคในสหภาพยุโรป (โปรดดูภาพ 5-1) การผลิตพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติคิดเป็น 2.43 ล้านตันของการผลิตพลาสติกทั่วโลก ในปี 2019 โดยเอเชียมีส่วนการผลิตพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติสูงสุด (45 %) ตามด้วยยุโรป 25 %

ภาพ 5-1: ปริมาณและสัดส่วนการใช้โพลีเมอร์ประเภทพลาสติกในสหภาพยุโรป



ที่มา: ตัวเลขจาก PlasticsEurope และ European Bioplastics อ้างอิงใน Brizga et al. (2020)

ในจำนวนพลาสติกสี่ประเภทที่นำเสนอในแผนภูมิวงกลมสีฟ้า (ในภาพข้างบน) พลาสติกประเภท drop-in (39 %) ส่วนใหญ่เป็นพลาสติกที่ไม่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ สำหรับส่วนผสมของแป้ง (28 %) การย่อยสลายได้ทางชีวภาพไม่ชัดเจน เพราะขึ้นอยู่กับสารที่ผสมกับแป้ง เพื่อให้เกิดส่วนผสม สำหรับหนึ่งในสาม (19 % ของพลาสติกจากฟอสซิล บวก 14 % ของพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ) การย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (เชิงอุตสาหกรรม) ได้รับการยืนยัน

สถานการณ์ด้านกฎหมายของพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในยุโรป สรุปได้ดังต่อไปนี้

โดยทั่วไป กรอบการจัดการของเสียของสหภาพยุโรป (EU Waste Framework Directive) (WFD; Directive 2008/98/EC 2008 ปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัย ในปี 2015 and 2018) พร้อมลำดับชั้นขยะ ที่เป็นเครื่องมือสำคัญ (มาตรา 4) เป็นกฎหมายที่ครอบคลุมประเด็นที่เกี่ยวข้องกับขยะ ดังนั้น ลำดับชั้นของขยะ 5 ชั้น จึงใช้กับพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพเช่นกัน กล่าวคือ การป้องกัน ตามด้วยการนำกลับมาใช้ใหม่ ภายใต้สภาวะเฉพาะเจาะจง การรีไซเคิลวัสดุ (ปัจจุบันนำไปใช้กับพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพน้อยมาก) การย่อยสลายในระบบอุตสาหกรรมและในครัวเรือน การนำขยะกลับมาใช้เป็นพลังงาน ผ่านทางการเผาไหม้ในเตาเผา (ร่วมกัน) และขยะฝังกลบ (15) บทบัญญัติเพิ่มเติมใช้กับบรรจุภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ที่ส่วนใหญ่ถูกควบคุม ผ่านทางระเบียบที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์และของเสียที่เกิดจากบรรจุภัณฑ์ (Packaging and Packaging Waste Directive) (PPWD; Directive 94/62/EC 1994 ปรับปรุงให้ทันสมัยในปี 2018 และการทบทวนที่วางแผนไว้) โดยเฉพาะ

มาตรา 8a ครอบคลุมการติดฉลากที่ได้มาตรฐาน สำหรับถุงใส่ของพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและที่สลายตัวทางชีวภาพ

ภาคผนวก II เกี่ยวกับองค์ประกอบ [...] ของบรรจุภัณฑ์ มีข้อกำหนดดังนี้

- ‘บรรจุภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ไม่ควรติดฉลากการเก็บที่แยกกัน และขั้นตอนการสลายตัวหรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง’
- ‘ขยะบรรจุภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ จะสามารถผ่านการย่อยสลายทางกายภาพ เคมี ความร้อน หรือ ชีววิทยา ซึ่งจะทำให้ ปุ๋ยหมักสำเร็จรูปส่วนใหญ่ ในท้ายที่สุดจะย่อยสลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ชีวมวล และน้ำ’

ระเบียบพลาสติกใช้ครั้งเดียว (Single-Use Plastic Directive หรือ SUPD) (SUPD; Directive (EU) 2019/904 2019) เน้นการลดผลกระทบของผลิตภัณฑ์พลาสติกบางชนิดต่อสิ่งแวดล้อม บทบัญญัติทุกข้อใช้กับพลาสติกใช้ครั้งเดียวที่ซึ่งพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพถูกรวมเป็นกลุ่มย่อยที่มีบทบัญญัติเฉพาะ กล่าวคือ “พลาสติกที่ผลิตด้วยโพลีเมอร์ธรรมชาติที่ดัดแปลง หรือพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุที่ผลิตโดยวัสดุจากธรรมชาติ จากฟอสซิล หรือสารตั้งต้น

(15) จากข้อมูลของกระทรวงสิ่งแวดล้อมของรัฐบาลกลาง (2019) ของเยอรมนี น้อยกว่า 1 % ของขยะบรรจุภัณฑ์พลาสติกจะถูกนำไปยังขยะฝังกลบ สันนิษฐานว่า เหมือนกับบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพเช่นกัน

สังเคราะห์ที่ไม่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ควรอยู่ภายใต้การพิจารณาของบทบัญญัตินี้ ดังนั้น คำจำกัดความที่ปรับของพลาสติกจึงควรครอบคลุมผลิตภัณฑ์ที่ยางจากโพลีเมอร์ และพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ไม่ว่าจะมีจากชีวมวลหรือมีวัตถุประสงค์ที่จะให้ย่อยสลายทางชีวภาพ เมื่อเวลาผ่านไปก็ตาม” (Directive (EU) 2019/904 2019) ถึงแม้จะยังไม่มีบทบัญญัติกฎหมายในสหภาพยุโรป เกี่ยวกับพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ และที่สลายตัวได้ทางชีวภาพ ประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปหลายประเทศได้มีการออกนโยบายดังกล่าวแล้วซึ่งส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับถุงใส่ขยะชีวภาพ (60 % ของผลิตภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ถูกควบคุม โปรดดูตาราง 5.2)

ตาราง 5.2: ข้อกำหนดด้านกฎหมายของผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปต่างๆ

ประเทศ	ข้อกำหนดด้านกฎหมายของผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ
อิตาลี	ถุงพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ที่สอดคล้องกับมาตรฐาน EN 13432 และปริมาณขั้นต่ำของวัตถุดิบที่หมุนเวียน ได้รับการยกเว้นจากข้อกำหนดการลดถุงพลาสติกที่ทำจากวัสดุพลาสติก
ฝรั่งเศส	ถุงพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ที่สอดคล้องกับมาตรฐาน EN 13432 ได้รับการยกเว้นจากการห้ามการใช้ถุงพลาสติก ที่ออกมาเมื่อปี 2016
ไซปรัส	ถุงขยะที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ได้รับการจัดลำดับความสำคัญ ภายใต้ข้อกำหนดการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ ซึ่งนำไปสู่สิทธิประโยชน์ทางการเงินโดยทางอ้อม
เยอรมนี	ถุงพลาสติกที่ได้รับการรับรองจากมาตรฐาน EN 13432 อาจใช้ในการเก็บขยะชีวภาพ ยกเว้นสำหรับข้อกำหนดของขยะในภูมิภาคฟิล์มที่ใช้ในเกษตรกรรม ทำจากพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ตามมาตรฐาน EN 13432 ได้รับอนุญาตให้เป็นทางเข้าในโรงงานทำปุ๋ยหมัก
ออสเตรีย	ค่าธรรมเนียม EPR สำหรับวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ที่วางจำหน่ายในตลาด ต่ำกว่าวัสดุที่ทำจากพลาสติกเดิม

ที่มา: EPA Network 2018

จากการใช้ยุทธศาสตร์การจัดการกับพลาสติก (EU Plastics Strategy) (European Commission 2018a) และแผนดำเนินการเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy Action Plan) (European Commission 2020) คณะกรรมาธิการยุโรปประกาศกรอบนโยบายเกี่ยวกับแหล่งกำเนิด การคัดลอก และการใช้พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ และการใช้พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและพลาสติกที่สลายตัวได้ทางชีวภาพ ข้อเสนอคาดว่าจะตีพิมพ์ในปี 2021 จากข้อมูลของสำนักงานสิ่งแวดล้อมยุโรป กรอบกฎหมายดังกล่าวควรครอบคลุม กฎที่เป็นหนึ่งเดียวกันในการระบุและการคัดลอกพลาสติกที่สลายตัวได้ทางชีวภาพ และพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ นอกจากนี้ ยังเป็นพื้นฐานในการกำหนดว่า ควรใช้พลาสติกดังกล่าวในด้านใดเพื่อให้ได้ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม ประโยชน์ดังกล่าวคาดว่าจะครอบคลุมถุงขยะชีวภาพ สินค้าที่ติดกับขยะชีวภาพ เช่น สติกเกอร์บนผัก ผลไม้สด เป็นต้น หรือฟิล์มคลุมดินที่ใช้ในเกษตรกรรม ถึงแม้จะครอบคลุมเพียงการย่อยสลายได้ทางชีวภาพของพลาสติก กลุ่มที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์แห่งชาติต่างๆ ของสหภาพยุโรป (16) (SAPEA 2020) เสนอว่า กฎหมายใหม่ควรมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้:

- ใช้ คำจำกัดความร่วมกัน ของการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ
- จำกัดการใช้พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพกลางแจ้ง สำหรับการใช้เฉพาะ ในที่ซึ่งไม่สามารถลด นำกลับมาใช้ใหม่ หรือรีไซเคิลได้
- อย่างมองว่า พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพเป็นการแก้ปัญหามลพิษที่ไม่เหมาะสมหรือการทิ้งขยะ
- สนับสนุนการพัฒนา การทดสอบและการรับรองที่สอดคล้องกัน สำหรับการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ และ
- ส่งเสริมการจัดหาข้อมูลที่แม่นยำ เกี่ยวกับคุณสมบัติ การใช้และการทิ้งที่เหมาะสม รวมทั้งข้อจำกัดของพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ให้แก่กลุ่มผู้ใช้ที่เกี่ยวข้อง

(16) โครงการการให้คำปรึกษาเชิงนโยบายด้านวิทยาศาสตร์โดยนักวิชาการยุโรป (Science Advice for Policy by European Academics หรือ SAPEA) เป็นส่วนหนึ่งของกลไกการให้คำปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Advice Mechanism) ของคณะกรรมาธิการยุโรป โดย SAPEA ให้คำปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์ที่เป็นอิสระ แก่คณะกรรมาธิการยุโรป เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ

6. บทสรุปและการดำเนินการที่สำคัญ

สรุปได้ว่า การทดแทนวัสดุจากฟอสซิลต่างๆ ด้วยวัสดุทางเลือกที่ผลิตจากธรรมชาติไม่เหมาะสมที่จะแก้ไขปัญหามลพิษที่เกิดจากพลาสติก นอกจากนี้ การทดแทนดังกล่าวไม่น่าไปสู่ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมที่จำเป็น ในการแก้ไขปัญหามลพิษจากพลาสติกและขยะบรรจุภัณฑ์ อีกทั้งวัสดุที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ จะไม่ทำลายลำดับชั้นของขยะ (waste hierarchy) ที่ซึ่งการหลีกเลี่ยงการเกิดขยะเป็นสิ่งที่ดีที่สุด เมื่อเทียบกับทางเลือกอื่นๆ

นอกเหนือจากการนำเสนอข้อมูลภูมิหลัง รายงานฉบับนี้มีเป้าหมายที่จะอธิบายความเสี่ยงต่างๆ และข้อโต้แย้งต่างๆ ที่เกี่ยวกับพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ผู้ทำการศึกษาได้จัดทำข้อสรุปซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานสิ่งแวดล้อมของรัฐบาลกลางเยอรมัน (German Federal Environment Agency หรือ UBA) (2017) ในส่วนของพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ มีดังนี้:

- การทดแทนพลาสติกดั้งเดิมด้วยพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม แต่เป็นการเปลี่ยนการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม ในขณะที่พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติมีผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนที่ต่ำกว่า แต่ก็ยังเป็นต้นทุนของการปรับเกรดที่มากกว่า และการใช้ที่ดินที่เข้มข้นมากขึ้น ประการหลังก่อให้เกิดปัญหา เช่น การใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงมากขึ้น ความขัดแย้งของการใช้ที่ดิน ในบริบทของการผลิตอาหาร ดังนั้น มันอาจก่อให้เกิดผลกระทบมากขึ้นต่อการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพและการย่อยสลายในดิน

- ไม่ใช่วัสดุที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติทั้งหมด ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ 100 % เหตุผลเป็นเพราะการรับรองและการติดตามของปริมาณที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติในพลาสติก มีความเป็นไปได้ด้วยสัดส่วน 20 % , 50 % หรือ 85 % ของวัตถุดิบธรรมชาติที่ใช้ ความแตกต่างดังกล่าวเสี่ยงต่อการทำให้ผู้บริโภคสับสนมากยิ่งขึ้น

- ควรพิจารณาเรื่องการรับรองแหล่งกำเนิดและการปลูกที่ยั่งยืนของชีวมวล นอกจากสัดส่วนของชีวมวลที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ ในส่วนของพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ มีดังนี้:

- โดยทั่วไป ทั้งพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและพลาสติกดั้งเดิม กระบวนการทางกายภาพ เคมี และชีววิทยา นำไปสู่การแตกตัวของพลาสติกในสภาพแวดล้อม ถึงแม้ว่าวัสดุจะย่อยสลายอย่างน้อย 90 % ในท้ายที่สุด แต่ในปัจจุบัน ชิ้นส่วนเล็กๆ รวมทั้งสารอันตรายที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนพลาสติกเล็กๆ อาจชะล้างหรือเกิดผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์

- โครงสร้างพื้นฐานของการจัดการขยะปัจจุบัน ไม่ได้ปรับตัว สำหรับการนำกลับคืนมาของพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพคุณภาพสูง ไม่ว่าจะเป็นยุโรป (โปรดดูบทที่ 5.3) หรือในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (โปรดดูบทที่ 5.1 และ 5.2) มีคำถามว่าการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานดังกล่าวสมเหตุสมผลหรือไม่ เมื่อพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ มีคุณค่าที่จำกัดสำหรับการรีไซเคิล

- การแก้ไขขยะจำนวนมาก ผ่านทางพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ทิ้ง ในการจัดการขยะอินทรีย์ ไม่สอดคล้องกับลำดับชั้นของขยะ จึงควรพิจารณาการลด การนำกลับมาใช้ใหม่ และการรีไซเคิลบรรจุภัณฑ์มากกว่า

การประเมินวัสดุพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพไม่ใช่เรื่องง่าย ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกวัสดุสำหรับพลาสติก เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม การแลกเปลี่ยนที่เป็นไปได้และทางเลือกเฉพาะของการ หมดอายุ ในบริบทของท้องถิ่น ภาพ 6-1 นำเสนอข้อมูลภาพรวมของการดำเนินการที่สำคัญที่สุด ในส่วนของพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ประเด็นดังกล่าวไม่ต้องการประเมินต่อไป แต่อาจเป็นข้อเสนอแนะในระยะสั้น

ภาพ 6-1: ข้อเสนอแนะห้าประการ เกี่ยวกับพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ



โครงการด้านการจัดการขยะ: ควรให้ความสำคัญกับการป้องกันการเกิดขยะ มากกว่าการส่งเสริมให้มีการนำพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติกลับมาใช้ใหม่ พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ไม่ควรมองว่าเป็นการแก้ปัญหาภาวะจากพลาสติก



ใช้ถุงขยะอาหารย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ได้รับการรับรอง เพื่อแยกขยะมูลฝอยเปียกและแห้ง เช่น ถุงขยะอาหารที่มีฉลากสิ่งแวดล้อมประเภทที่ 1 หรือถุงของแห้งที่สามที่เป็นอิสระและที่เชื่อถือได้ ไม่แนะนำให้ใช้พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพอื่นๆ ดังนั้น จึงไม่ควรกระตุ้นการใช้พลาสติกที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติและพลาสติกที่ย่อยสลายได้



ใช้เฉพาะขยะจากภาคเกษตรและผลพลอยได้เป็นวัตถุดิบ สำหรับพลาสติกที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ



สร้างความโปร่งใสที่จำเป็นและสื่อสารอย่างชัดเจนไปยังสาธารณชนผ่านทางมาตรฐาน ฉลาก และการทดสอบ ว่าวัสดุที่เกี่ยวข้องออกแบบมาสำหรับการสลายตัวทางชีวภาพ ในโรงงานทำปุ๋ยหมักเชิงอุตสาหกรรม การทำปุ๋ยหมักในบ้าน หรือการหมักเป็นปุ๋ยในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ



ลงทุนในการคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิด เทคโนโลยีการคัดแยก และโรงงานจัดการขยะอินทรีย์

ที่มา: รวบรวมโดยผู้เขียน ผสมกับข้อเสนอแนะจาก EPA Network 2018

รายการอ้างอิง

- Åkesson, D.; Kuzhanthaivelu, G.; Bohlén, M. (2021): Effect of a Small Amount of Thermoplastic Starch Blend on the Mechanical Recycling of Conventional Plastics. In: *J Polym Environ* 29 (3), pp. 985–991. DOI: 10.1007/s10924-020-01933-2.
- Alaerts, L.; Augustinus, M.; van Acker, K. (2018): Impact of Bio-Based Plastics on Current Recycling of Plastics. In: *Sustainability* 10 (5), p. 1487. DOI: 10.3390/su10051487.
- Aldas, M.; Paladines, A.; Valle, V.; Pazmiño, M.; Quiroz, F. (2018): Effect of the Prodegradant-Additive Plastics Incorporated on the Polyethylene Recycling. In: *International Journal of Polymer Science* 2018, pp. 1–10. DOI: 10.1155/2018/2474176.
- BASF (2021): Renewable BDO. Online available at https://chemicals.basf.com/global/en/Intermediates/Renewable/Renewable_BDO.html, last accessed on 1 Jul 2021.
- Benavides, P. T.; Dunn, J. B.; Han, J.; Biddy, M.; Markham, J. (2018): Exploring Comparative Energy and Environmental Benefits of Virgin, Recycled, and Bio-Derived PET Bottles. In: *ACS Sustainable Chem. Eng.* 6 (8), pp. 9725–9733. DOI: 10.1021/acssuschemeng.8b00750.
- Biodegradable Products Institute (2020): The Compostable Logo Biodegradable Products Institute (ed.). Online available at <https://bpiworld.org/BPI-Public/Program.html/>, last accessed on 18 Oct 2021.
- Blesin, J. M.; Klein, F.; Emberger-Klein, A.; Scherer, C.; Menrad, K.; Möhring, W. (2017): Bevölkerungsrepräsentative Online-Befragung in Deutschland zu Biokunststoffen, 2017. Online available at <http://biokunststoffe-nachhaltig.de/files/Downloads/BiNa%20Working%20Paper%20zur%20Bevoelkerungsbefragung%202016.pdf>, last accessed on 5 Jul 2021.
- BMU (2019): Das BMU klärt auf zum Thema Plastikrecycling BMU (ed.). Online available at <https://www.bmu.de/meldung/das-bmu-klart-auf-zum-thema-plastikrecycling/>, last updated on 21 Jan 2019, last accessed on 20 Jul 2021.
- Brizga, J.; Hubacek, K.; Feng K. (2020): The Unintended Side Effects of Bioplastics: Carbon, Land, and Water Footprints. In: *One Earth* 3 (1), pp. 45–53. DOI: 10.1016/j.oneear.2020.06.016.
- Changwichan, K.; Gheewala, S. H. (2020): Choice of materials for takeaway beverage cups towards a circular economy. In: *Sustainable Production and Consumption* 22, pp. 34–44. DOI: 10.1016/j.spc.2020.02.004.
- Chemgapedia (2021), Polymere (only available in German) Chemgapedia (ed.). Online available at http://www.chemgapedia.de/vsengine/topics/de/Chemie/Makromolekulare_00032Chemie/Polymere/index.html, last accessed on 4 Aug 2021.
- Di Bartolo, A.; Infurna, G.; Dintcheva, N. T. (2021): A Review of Bioplastics and Their Adoption in the Circular Economy. In: *Polymers* 13 (8). DOI: 10.3390/polym13081229.
- Diana Ita-Nagy; Ian Vázquez-Rowe; Ramzy Kahhat; Gary Chinga-Carrasco; Isabel Quispe (2020): Reviewing environmental life cycle impacts of biobased polymers: current trends and methodological challenges. In: *Int J Life Cycle Assess* 25 (11), pp. 2169–2189. DOI: 10.1007/s11367-020-01829-2.
- Dilkes-Hoffman, L. S.; Pratt, S.; Lant, P. A.; Laycock, B. (ed.) (2019): The Role of Biodegradable Plastic in Solving Plastic Solid Waste Accumulation. Online available at <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813140-4.00019-4>, last accessed on 5 Jul 2021.

- DINCERTCO (2021): Certification of Products. Environmental Field. TÜV Rheinland (ed.). Online available at <https://www.dincertco.de/din-certco/en/main-navigation/products-and-services/certification-of-products/environmental-field/overview-environmental-field/>, last accessed on 2 Jul 2021.
- Directive (EU) 2019/904 (2019): European Parliament and Council. 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, Directive (EU) 2019/904. Online available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019L0904&qid=1626788028899>, last accessed on 20 Jul 2021.
- Directive 2008/98/EC (2008): European Parliament and Council. DIRECTIVE 2008/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 November 2008 on waste, Directive 2008/98/EC. Online available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02008L0098-20180705&qid=1626786033590>, last accessed on 20 Jul 2021.
- Directive 94/62/EC (1994): European Parliament and Council. Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging waste, Directive 94/62/EC. Online available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1598004553872&uri=CELEX:31994L0062>, last accessed on 21 Aug 2020.
- DUH (ed.) (2018a). Bioplastics, Myths and facts, 2018.
- DUH (ed.) (2018b): kunitzsch, c. Bioplastik in der Kompostierung, Erbebnisbericht - Umfrage, 2018.
- ECOS; Rethink Plastic; #breakfreefromplastic (ed.) (2021). Too good to be true?, A study of green claims on plastic products, 2021. Online available at <https://ecostandard.org/wp-content/uploads/2021/07/ECOS-RPa-REPORT-Too-Good-To-Be-True.pdf>, last accessed on 18 Oct 2021.
- EEA (ed.) (2020). Biodegradable and compostable plastics — challenges and opportunities, 2020. Online available at <https://www.eea.europa.eu/publications/biodegradable-and-compostable-plastics/download>, last accessed on 13 Jan 2021.
- EPA Network (ed.) (2018): Maier, N. Biodegradable Plastics, Approaches and experiences from 16 Members of the EPA Network, 2018. Online available at https://epanet.eea.europa.eu/reports-letters/reports-and-letters/ig-plastics_working-paper_biodegradable-plastics.pdf/view, last accessed on 13 Jul 2021.
- European Commission (ed.) (2018a). A European Strategy for Plastic in a Circular Economy, 2018. Online available at <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy-brochure.pdf>, last accessed on 7 Sep 2020.
- European Commission (ed.) (2018b). Environmental impact assessments of innovative bio-based products – Summary of methodology and conclusions, Task 1 of “Study on Support to R&I Policy in the Area of Bio-based Products and Services”, 2018, last accessed on 13 Jul 2021.
- European Commission (ed.) (2020): A new Circular Economy Action Plan, For a cleaner and more competitive Europe. COM(2020) 98 final. Online available at https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&format=PDF, last accessed on 1 Mar 2021.
- Geueke, B.; Groh, K.; Muncke, J. (2018): Food packaging in the circular economy: Overview of chemical safety aspects for commonly used materials. Journal of Cleaner Production, 193, 491-505. DOI: 10.1016/J.JCLEPRO.2018.05.005.
- GIZ and Oeko-Institut e.V. (ed.) (2021a): Löw, C.; Prakash, S.; Stuber-Rousselle, K. Why are biobased and biodegradable plastics not part of the solution to reduce plastic waste? – Checking the facts!, (expected in 10/2021), 2021.

- GIZ and Oeko-Institut e.V. (ed.) (2021b): Stuber-Rousselle, K.; Prakash, S.; Löw, C. LCA-based material choices, (expected in 10/2021), 2021.
- Groh, K. J.; Backhaus, T.; Carney-Almroth, B.; Geueke, B.; Inostroza, P. A.; Lennquist, A.; Leslie, H. A.; Maffini, M.; Slunge, D.; Trasande, L.; Warhurst, A. M.; Muncke, J. (2019): Overview of known plastic packaging-associated chemicals and their hazards. In: *Science of the Total Environment* 651, pp. 3253–3268. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.015.
- Harst, E.; Potting, J.; Kroeze, C. (2014): Multiple data sets and modelling choices in a comparative LCA of disposable beverage cups. In: *Science of the Total Environment* s 494–495, pp. 129–143. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2014.06.084.
- Khoo, H. H.; Tan, R. B. H.; Chng, K. W. L. (2010): Environmental impacts of conventional plastic and bio-based carrier bags. In: *The International Journal of Life Cycle Assessment* 15 (3), pp. 284–293. DOI: 10.1007/s11367-010-0162-9.
- Kim, M. S. (2019): The Country Winning The Battle On Food Waste Huffpost (ed.). Online available at https://www.huffpost.com/entry/food-waste-south-korea-seoul_n_5ca48bf7e4b0ed0d780edc54, last updated on 8 Aug 2019, last accessed on 5 Aug 2021.
- Letcher, T. M. (ed.) (2020): PLASTIC WASTE AND RECYCLING, Environmental impact, societal issues: ELSEVIER ACADEMIC Press. Online available at <https://www.elsevier.com/books/plastic-waste-and-recycling/letcher/978-0-12-817880-5>, last accessed on 16 Apr 2021.
- MESTECC, M. (ed.) (2018). Malaysias Roadmap Towards Zero Single-Use Plastics 2018-30. MINISTRY OF ENERGY, SCIENCE, TECHNOLOGY, ENVIRONMENT & CLIMATE CHANGE, 2018. Online available at <https://www.kasa.gov.my/resources/pelan-halatuju-plastik.pdf>, last accessed on 11 Nov 2021.
- Moffett, S. (2013): From plastic litter to high-quality compost, Horizon. The EU Research and Innovation Magazin European Commission (ed.). Online available at <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/plastic-litter-high-quality-compost>, last updated on 15 May 2013, last accessed on 5 Aug 2021.
- National Innovation Agency (ed.) (2008). National Roadmap for the Development of Bioplastic Industry, 2008-2012. Thailand., 2008. Online available at <http://mobile.stkc.go.th/book/12/pdf/download>, last accessed on 12 Nov 2021.
- Oakes, K. (5 Nov 2019): Why biodegradables won't solve the plastic crisis. In: BBC, 5 Nov 2019. Online available at <https://www.bbc.com/future/article/20191030-why-biodegradables-wont-solve-the-plastic-crisis>, last accessed on 5 Jul 2021.
- OVAM (ed.) (2006): Vercalsteren, A.; Spirinckx, C.; Geerken, T.; Claeys, P.; et al. Comparative LCA of 4 types of drinking cups used at events, 2006. Online available at https://www.natureworksllc.com/%7E/media/Files/NatureWorks/What-is-Ingeo/Why-it-Matters/LCA/OVAM_Cup_ComparativeLCA_FullReport_0206_pdf.pdf?la=en, last accessed on 12 Aug 2021.
- Piemonte, V.; Gironi, F. (2011): Land-use change emissions: How green are the bioplastics? In: *Environmental Progress & Sustainable Energy* 30, pp. 685–691. DOI: 10.1002/ep.10518.
- SAPEA - Science Advice for Policy by European Academies (ed.) (2020). Biodegradability of plastics in the open environment. Science Advice for Policy by European Academies, 2020. Online available at <https://www.sapea.info/topics/biodegradability-of-plastics/>, last accessed on 6 Jul 2021.

- Strakova, J.; Schneider, J.; Gingotti, N. (2021): Throwaway Packaging, Forever Chemicals, European wide survey of PFAS in disposable food packaging and tableware, 2021. Online available at <https://english.arnika.org/publications/throwaway-packaging-forever-chemicals-european-wide-survey-of-pfas-in-disposable-food-packaging-and-tableware>, last accessed on 20 May 2021.
- Suwanmanee, U.; Varabuntoonvit, V.; Chaiwutthinan, P.; Tajan, M.; Mungcharoen, T.; Leejarkpai, T. (2013): Life cycle assessment of single use thermoform boxes made from polystyrene (PS), polylactic acid, (PLA), and PLA/starch: cradle to consumer gate. In: The International Journal of Life Cycle Assessment 18 (2), pp. 401–417. DOI: 10.1007/s11367-012-0479-7.
- Thailand Board of Investment (ed.) (2014). Thailand Bio-Plastic Industry, 2014. Online available at https://www.boi.go.th/upload/content/AW_BOI-brochure2014-Bioplastics-20140507_51146.pdf, last accessed on 12 Nov 2021.
- Thailand Board of Investment (ed.) (2019). Bioplastics, 2019. Online available at <http://www.boi.go.th/upload/content/BioplasticsBrochure.pdf>, last accessed on 12 Nov 2021.
- TÜV Austria Belgium (2021): Green Marks. Online available at <https://www.tuv-at.be/de/green-marks/>, last accessed on 5 Aug 2021.
- Umweltbundesamt (ed.) (2017). Kurzposition Biokunststoffe, 2017. Online available at https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2503/dokumente/uba_kurzposition_biokunststoffe.pdf, last accessed on 13 Jul 2021.
- Umweltbundesamt (ed.) (2018): Burgstaller, M.; Potrykus, A.; Weißenbacher, J.; Kabasci, S.; Merrettig-Bruns, U.; Sayder, B. Gutachten zur Behandlung biologisch abbaubarer Kunststoffe, 2018. Online available at www.umweltbundesamt.de/publikationen/gutachten-zur-behandlung-biologisch-abbaubarer, last accessed on 3 Aug 2021.
- Umweltbundesamt (ed.) (2019): Hennenberg, K. J.; Wiegmann, K.; Fehrenbach, H.; Detzel, A.; Köppen, S.; Schlecht, S. Implementierung von Nachhaltigkeitskriterien für die stoffliche Nutzung von Biomasse im Rahmen des Blauen Engel, Teil 1: Machbarkeitsstudie zu übergreifenden Aspekten – Stoffliche Nutzung von Biomasse. Abschlussbericht (TEXTE 87/2019), 2019. Online available at https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-08-19_texte_87-2019_be_biomassenutzung_uebergreifende-aspekte.pdf, last accessed on 21 Dec 2020.
- UNEP (ed.) (2017). Waste Management in ASEAN Countries, 2017. Online available at <https://environment.asean.org/wp-content/uploads/2020/03/Summary-Report-Waste-Management-in-ASEAN-Countries-UNEP.pdf>, last accessed on 5 Aug 2021.
- UNEP (ed.) (2020). "Can I recycle this?", A Global Mapping and Assessment of Standards, Labels and Claims on Plastic Packaging, 2020.
- US Department of Agriculture (2021): BioPreferred US Department of Agriculture (ed.). Online available at <https://www.biopreferred.gov/BioPreferred/faces/Welcome.xhtml>, last accessed on 5 Aug 2021.
- World Bank Group (2021a): Market Study for Malaysia: Plastics Circularity Opportunities and Barriers (East Asia and Pacific Region Marine Plastics Series), 2021. Online available at <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35296>, last accessed on 16 Apr 2021.
- World Bank Group (2021b): Market Study for Thailand, Plastics Circularity Opportunities and Barriers (East Asia and Pacific Region Marine Plastics Series), 2021. Online available at <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35114>.

Zimmermann, L.; Dombrowski, A.; Völker, C.; Wagner, M. (2020): Are bioplastics and plant-based materials safer than conventional plastics? In vitro toxicity and chemical composition. In: Environment international 145, p. 106066. DOI: 10.1016/j.envint.2020.106066.

ภาคผนวก

ตาราง A-1: การย่อยสลายทางชีววิทยาของพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน

(ก) การย่อยสลายทางชีววิทยาของพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ภายใต้สภาวะย่อยสลายทางชีวภาพในระบบอุตสาหกรรม (50-60 °C)

วัสดุ	อุณหภูมิ	ระดับการย่อยสลาย	ระยะเวลา	แหล่งข้อมูล
TPS	58°C	80 %	45 วัน	Shin et al. 2004
ขวด PLA	58°C	84 %	58 วัน	Kale et al 2007b
PHA	55°C	~80 %	28 วัน	Tabasi und Ajji 2015
PBS/ส่วนผสมของแป้ง (ฟิล์ม)	58°C	100 %	45 วัน	Jayasekara et al 2003
PCL (500 µm ฟิล์ม)	58°C	40 %	45 วัน	Shin et al. 2004

(ข) การย่อยสลายทางชีววิทยาของพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในดิน

วัสดุ	อุณหภูมิ	ระดับการย่อยสลาย	ระยะเวลา	แหล่งข้อมูล
PLA (แผ่น 500 µm)	20°C	< 1 %	186 วัน	Fraunhofer Umsicht
PHA (ฟิล์ม 620 µm)	20°C	~70 %	660 วัน	Gomez & Michel 2013
PBS/TPS (แผ่น)	25°C	25 %	28 วัน	Adhikari et al. 2016
PCL	20-25°C	~20 %	125 วัน	Solaro et al. 1998

(ค) การย่อยสลายทางชีววิทยาของพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพในน้ำ

วัสดุ	อุณหภูมิ	ระดับการย่อยสลาย	ระยะเวลา	แหล่งข้อมูล
PLA (แผ่น 500 µm)	20°C	< 10 %	118 วัน	Fraunhofer Umsicht
TPS/เซลลูโลส	20-25°C	~ 80 %	55 วัน	Catia Bastioli 1998
PCL (แผ่น 500 µm)	20°C	> 90 %	28 วัน	Fraunhofer Umsicht

หมายเหตุ: ตัวเลขเป็นการวัดรายตัว ที่ขึ้นอยู่กับสภาวะ ในระหว่างการย่อยสลาย เช่น ประเภทของดิน ค่า pH ในสภาวะน้ำ เป็นต้น
ตัวเลขให้ข้อบ่งชี้ แต่สามารถพบตัวเลขที่แตกต่างกัน ในกรณีการเปลี่ยนระเบียบวิธีวิจัย
ที่มา: รวบรวมจาก Umweltbundesamt 2018

ตาราง A-2: มาตรฐาน ISO และ CEN ที่สำคัญ ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายได้ทางชีวภาพของพลาสติก

หัวข้อมาตรฐาน
EN ISO 10210:2017 พลาสติก — วิธีเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพของวัสดุพลาสติก (ISO 10210:2012)
EN 14995:2006 พลาสติก — การประเมินความสามารถในการสลายตัวได้ — มาตรฐานทดสอบและข้อกำหนด
EN 13432:2000 บรรจุภัณฑ์ — ข้อกำหนดสำหรับบรรจุภัณฑ์ที่นำกลับคืนมาผ่านทางการสลายตัว และการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ — มาตรฐานทดสอบและหลักเกณฑ์การประเมินในการยอมรับบรรจุภัณฑ์ขั้นสุดท้าย
EN 14046:2003 บรรจุภัณฑ์ — การประเมินการย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ใช้ออกซิเจนขั้นสุดท้ายของวัสดุบรรจุภัณฑ์ ที่อยู่ภายใต้สภาวะควบคุมการหมักทางชีวภาพ— วิธีการวิเคราะห์คาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมา
EN 17033:2018 พลาสติก — ฟิล์มคลุมดินที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ สำหรับใช้ในเกษตรกรรมและพืชสวน — ข้อกำหนดและวิธีทดสอบ
ISO 17088:2012 ข้อกำหนดของพลาสติกที่สลายตัวทางชีวภาพ
EN ISO 14855-1:2012 / EN ISO 14855-2:2018 การกำหนดการย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ใช้ออกซิเจนขั้นสุดท้ายของวัสดุพลาสติก ภายใต้สภาวะควบคุมการหมักทางชีวภาพ — วิธีการวิเคราะห์คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น — ส่วน 1: วิธีทั่วไป (ISO 14855-1:2012) — ส่วน 2: การวัดโดยน้ำหนักของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น ในการทดสอบในระดับห้องแล็บ (ISO 14855-2:2018)
EN ISO 16929:2019 พลาสติก — การกำหนดระดับการแตกสลายของวัสดุพลาสติก ภายใต้สภาวะควบคุมการหมักทางชีวภาพ ในการทดสอบในระดับต้นแบบ (ISO 16929:2019)
EN ISO 20200:2015 พลาสติก — การกำหนดความเข้มข้นของการแตกสลายของวัสดุพลาสติก ภายใต้สภาวะการหมักที่จำลอง ในการทดสอบในการทดสอบในระดับห้องแล็บ (ISO 20200:2015)
ISO 23977-1:2020 / ISO 23977-2:2020 พลาสติก—การกำหนดการย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ใช้ออกซิเจนของวัสดุพลาสติก ที่สัมผัสกับน้ำทะเล — ส่วน 1: วิธีการวิเคราะห์คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น — ส่วน 2: วิธีการวัดความต้องการออกซิเจนในเครื่องวัดปริมาณอากาศในการหายใจในระบบปิด
EN ISO 14853:2017 พลาสติก — การกำหนดการย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ไม่ใช้ออกซิเจนขั้นสุดท้ายในระบบน้ำ — วิธีการวัดการผลิตแก๊สชีวภาพ (ISO 14853:2016)
EN ISO 14851:2019 การกำหนดการย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ใช้ออกซิเจนขั้นสุดท้ายของวัสดุพลาสติกในระบบน้ำ — วิธีการวัดความต้องการออกซิเจนในเครื่องวัดปริมาณอากาศในการหายใจในระบบปิด (ISO 14851:2019)
EN ISO 14852:2018 การกำหนดการย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ใช้ออกซิเจนขั้นสุดท้ายในระบบน้ำ — วิธีการวิเคราะห์แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น (ISO 14852:2018)
EN 17417:2020 การกำหนดการย่อยสลายได้ทางชีวภาพขั้นสุดท้ายของวัสดุพลาสติกในระบบน้ำ ภายใต้สภาวะขาดออกซิเจน — วิธีการวัดการเพิ่มขึ้นของแรงดัน
EN ISO 10634:2018 คุณภาพน้ำ — การเตรียมและการบำบัดสารประกอบอินทรีย์ที่ละลายน้ำไม่ได้ สำหรับการประเมินที่ตามมาของการย่อยสลายได้ทางชีวภาพในระบบน้ำ (ISO 10634:2018)
EN ISO 14593:2005 คุณภาพน้ำ — การประเมินการย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ต้องใช้ออกซิเจนขั้นสุดท้ายของสารประกอบอินทรีย์ในระบบน้ำ — วิธีการวิเคราะห์คาร์บอนอินทรีย์ในภาชนะปิดผนึก (การทดสอบช่องว่างเหนือ CO ₂ (headspace test)) (ISO 14593:1999)
EN ISO 11733:2004 คุณภาพน้ำ — การกำหนดการกำจัดและการย่อยสลายได้ทางชีวภาพของสารประกอบอินทรีย์ในระบบน้ำ — การทดสอบการจำลองสถานการณ์ด้วยกระบวนการแอคทีฟเต็ดสลัดจ์ (Activated sludge) (ISO 11733:2004)
EN ISO 17556:2019 พลาสติก — การกำหนดการย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ต้องใช้ออกซิเจนขั้นสุดท้ายของวัสดุพลาสติกในดิน โดยการวัดความต้องการออกซิเจนในเครื่องวัดปริมาณอากาศในการหายใจ หรือปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น (ISO 17556:2019)
EN ISO 11266:2020 คุณภาพดิน — คู่มือการทดสอบในห้องแล็บสำหรับการย่อยสลายทางชีวภาพของสารเคมีอินทรีย์ในดินภายใต้บรรยากาศที่มีออกซิเจน (ISO 11266:1994)
EN ISO 15985:2017 พลาสติก — การกำหนดการย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจนขั้นสุดท้าย ภายใต้สภาวะการย่อยแบบไร้อากาศที่มีปริมาณสูง — วิธีการวิเคราะห์แก๊สชีวภาพที่ปล่อยออกมา (ISO 15985:2014)

หัวข้อมาตรฐาน
EN ISO 15985:2017 พลาสติก — การกำหนดการย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจนขั้นสุดท้าย ภายใต้สภาวะการย่อยแบบไร้อากาศที่มีปริมาณสูง — วิธีการวิเคราะห์เพื่อชี้นำชีวภาพที่ปล่อยออกมา (ISO 15985:2014)
EN ISO 18830:2017 พลาสติก — การกำหนดการย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ใช้ออกซิเจนของวัสดุพลาสติกที่ลอยไม่ได้ในพื้นที่ร่วมของน้ำทะเล/ตะกอนทราย — วิธีการวัดความต้องการออกซิเจนในเครื่องวัดปริมาณอากาศในการหายใจแบบปิด (ISO 18830:2016)
EN ISO 19679:2020 พลาสติก — การกำหนดการย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ใช้ออกซิเจนของวัสดุพลาสติกที่ลอยไม่ได้ในพื้นที่ร่วมของน้ำทะเล/ตะกอน — วิธีการวิเคราะห์เพื่อชี้นำคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น (ISO 19679:2020)
ISO 13975:2019 พลาสติก — การกำหนดการย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ไม่ใช้ออกซิเจนขั้นสุดท้ายของวัสดุพลาสติกในระบบการย่อยสลายเป็นตะกอนเหลวที่ควบคุม — วิธีการวัดการผลิตชีวมวล
ISO 22404:2019 พลาสติก — การกำหนดการย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ใช้ออกซิเจนขั้นสุดท้ายของวัสดุที่ลอยไม่ได้ และสัมผัสกับตะกอนน้ำเค็ม — วิธีการวิเคราะห์เพื่อชี้นำคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น
ISO/DIS 23517-1 (กำลังพัฒนา) พลาสติก — ฟิล์มคลุมดินที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ สำหรับใช้ในเกษตรกรรมและพืชสวน ส่วน 1: -ข้อกำหนดและวิธีทดสอบการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน์ และการควบคุมส่วนประกอบ

ที่มา: ตาราง 3 ใน Di Bartolo et al. 2021

ข้อมูลเพิ่มเติมของมาตรฐาน อยู่ในตาราง 4 (รายการมาตรฐานของ CEN และ ISO รายงานด้านเทคนิคและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์วัฏจักรชีวิตของพลาสติกชีวภาพ) ใน Di Bartolo et al. (2021)

ภาพ A-2: รายการตรวจสอบการอ้างประเด็นสิ่งแวดล้อมในการประเมินการอ้างผลิตภัณฑ์สีเขียวสำหรับประเภทผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

(a) ตรวจสอบการกล่าวอ้างการสลายตัวได้ทางชีวภาพ

ความเกี่ยวข้อง
✗ ไม่รวมผลิตภัณฑ์ที่โดยทั่วไป นำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือนำไปรีไซเคิลได้ ตามลำดับขั้นของการหมุนเวียน ✓ ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่โดยปกติมีส่วนประกอบของวัตถุดิบที่ย่อยสลายได้ สำหรับการใช้ ซึ่งจะเพิ่มหรืออำนวยความสะดวกให้การย่อยสลายอินทรีย์ ✓ ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่สลายตัวได้ทุกส่วนเท่านั้น แม้หลังการใช้ ✓ ใช้ในสถานที่ที่มีโครงสร้างพื้นฐานด้านกระบวนการหมักทำปุ๋ยในระดับใหญ่เท่านั้น ✓ มีวิธีการใช้เกี่ยวกับสภาวะการหมักทำปุ๋ยที่เหมาะสม (ระยะเวลาทางทฤษฎี อุณหภูมิ สภาพความชื้นในการหมักทำปุ๋ย สอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริง)
ความน่าเชื่อถือ
✓ ต้องแน่ใจว่าส่วนประกอบทั้งหมดที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ แยกทดสอบ และพิสูจน์ว่าสามารถสลายตัวได้
ความชัดเจน
✓ มีวิธีการใช้ให้กับผู้บริโภคเกี่ยวกับการทิ้งผลิตภัณฑ์ ระบุโดยตรงบนผลิตภัณฑ์ ✓ แยกแยะอย่างชัดเจนระหว่างการทำปุ๋ยหมักในบ้าน และการหมักปุ๋ยในเชิงอุตสาหกรรม ✓ กระตุ้นไม่ให้เกิดการทิ้งขยะอย่างชัดเจน ✓ ระบุสภาวะที่มีประสิทธิภาพสูงสุด (ระยะเวลา อุณหภูมิ ความชื้น) ที่ซึ่งเกิดการสลายตัว ✓ คาดการณ์เวลาอย่างระมัดระวังสำหรับการย่อยสลายได้ทางชีวภาพอย่างสมบูรณ์

(b) ตรวจสอบการกล่าวอ้างการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

ความเกี่ยวข้อง
✗ ไม่รวมผลิตภัณฑ์ที่ตั้งใจให้สลายตัวในสภาพแวดล้อมเฉพาะเท่านั้น (เช่น การทำปุ๋ยหมักเชิงอุตสาหกรรม) ✓ รวมผลิตภัณฑ์ที่ใช้ปกติ จะทิ้งในสภาพแวดล้อมเปิด แต่ไม่ใช่วิธีที่จะแก้ไขการทิ้งขยะ ✓ ใช้หากในส่วนประกอบที่อยู่ในพลาสติกสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพเท่านั้น รวมทั้งสารเติมแต่ง ✗ ไม่ควรใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีส่วนประกอบที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ✓ ครอบคลุมถึงสภาพในภูมิภาคที่มีผลต่อการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ซึ่งรวมสภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิดิน ความเค็มของน้ำ เป็นต้น
ความน่าเชื่อถือ
✓ ต้องแน่ใจว่าการทดสอบการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ครอบคลุมส่วนประกอบทั้งหมดที่อยู่ในผลิตภัณฑ์
ความชัดเจน
✓ ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สำหรับการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (ดิน น้ำ เป็นต้น) ✓ ระบุอย่างชัดเจนว่า ไม่ควรนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปทิ้งขยะ

(c) ตรวจสอบการกล่าวอ้างปริมาณที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ

ความเกี่ยวข้อง
✓ ใช้กับวัสดุที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ที่ได้จัดหาย่างยั่งยืนเท่านั้น ตามที่ระบุไว้ในมาตรฐาน ✓ หาข้อพิสูจน์ของคุณค่าความยั่งยืนที่สูงขึ้น จากการวิเคราะห์วงจรชีวิต ✗ ไม่รวมสารเติมแต่งที่ไม่ได้ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ จากปริมาณที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติที่รายงานไว้
ความน่าเชื่อถือ
✓ ต้องแน่ใจว่า ปริมาณที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติที่ได้รับการรับรอง จะอยู่ในผลิตภัณฑ์ (ผลิตภัณฑ์ที่ปริมาณที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติแทบทั้งหมดผ่านทางเครดิต หรือการตกแต่งบัญชี ไม่ควรรวมอยู่ด้วย)
ความชัดเจน
✓ ให้เปอร์เซ็นต์ที่แม่นยำ ของปริมาณที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ✓ ระบุอย่างชัดเจนว่า วัสดุชีวภาพ ผลิตอย่างยั่งยืน (ตามมาตรฐานเฉพาะ) และสื่อสารอย่างไม่มีข้อสงสัยถึงคุณค่าความยั่งยืนที่สูงกว่าของผลิตภัณฑ์ ✗ ไม่รวมคำพูดที่คลุมเครือหรือทำให้เข้าใจผิด เช่น 'พลาสติกหมุนเวียน' 'พลาสติกชีวภาพ' หรือ 'ปราศจากพลาสติก' เมื่อกล่าวถึงปริมาณที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ ✓ ต้องให้แน่ใจว่า วิธีการใช้เมื่อหมดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ จะแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน เพราะผู้บริโภคมักสับสนระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติ และผลิตภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ



Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Registered offices
Bonn and Eschborn

Friedrich-Ebert-Allee 32 + 36
53113 Bonn, Germany
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 – 5
65760 Eschborn, Germany
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

| www.giz.de