ELLEN MACARTHUR FOUNDATION

บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลัก

บทบาทที่อาจมีในการจัดการมลพิษจากพลาสติกแบบยืดหยุ่นขนาดเล็กในตลาดที่มีอัตราการรั่วไหลของขยะสูง

สารบัญ

00 บทสรุปสำหรับผู้บริหาร 5

01 บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษที่ได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ: หนึ่งในเครื่องมือที่มีคุณค่าภายใต้กลยุทธ์เศรษฐกิจหมุนเวียนในภาพรวม 11

02 บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษ มีทั้งประโยชน์ที่ได้รับที่เป็นไปได้ ข้อจำกัด และความเสี่ยง 16

03 เกณฑ์สำคัญ 6 ประการสำหรับบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลัก ซึ่งได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ 24

04 การลดช่องว่าง: นวัตกรรมที่จำเป็นต้องมี 32

05 สิ่งที่จำเป็นต่อการขยายการใช้บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักซึ่งได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ 36

ภาคผนวก 39

เกี่ยวกับรายงานฉบับนี้

วัตถุประสงค์ของรายงานฉบับนี้

การจัดการกับขยะและมลพิษจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นเป็นสิ่งจำเป็นต่อการแก้ไขปัญหามลพิษจากพลาสติก จากการทำงานของมูลนิธิเอลเลน แมคอาเธอร์ ตลอดทศวรรษที่ผ่านมา ซึ่งนำไปสู่การจัดทำวาระด้านพลาสติกสำหรับภาคธุรกิจ ค.ศ. 2030 ได้ระบุว่าประเด็นดังกล่าวเป็นหนึ่งในสามอุปสรรคเชิงระบบที่สำคัญต่อการบรรลุเศรษฐกิจหมุนเวียนและการลดมลพิษจากพลาสติก การจัดการกับประเด็นนี้เป็นลำดับความสำคัญสูงสุดสำหรับผู้มีบทบาทจำนวนมากในภาคอุตสาหกรรม

เมื่อบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักในฐานะแนวทางหนึ่งของการแก้ปัญหาได้รับความสนใจเพิ่มขึ้น คำถามสำคัญต่างๆ ก็เริ่มเกิดขึ้นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับ ความเสี่ยง และข้อจำกัด รวมถึงมาตรการใดบ้างที่สามารถเร่งการพัฒนาและการนำโซลูชันเหล่านี้ไปใช้ได้อย่างเกิดประโยชน์

รายงานฉบับนี้มีเป้าหมายที่จะมีส่วนช่วยอย่างไร

รายงานฉบับนี้นำเสนอวิสัยทัศน์และแนวทางกำกับสำหรับบทบาทที่บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักอาจมีในการจัดการมลพิษจากพลาสติกแบบยืดหยุ่นขนาดเล็กในตลาดที่มีอัตราการรั่วไหลของขยะสูง รายงานฉบับนี้ช่วยสร้างความสอดคล้องร่วมกันเกี่ยวกับช่วงเวลาและเงื่อนไขที่กระดาษสามารถมีส่วนช่วยได้ ควบคู่ไปกับแนวทางอื่นๆ

รายงานฉบับนี้ยังระบุสิ่งที่จำเป็นต่อการทำให้วิสัยทัศน์และแนวทางกำกับดังกล่าวเกิดขึ้นได้จริง รวมถึงแนวทางในการเร่งนวัตกรรมด้านการออกแบบ การผลิต และการจัดหาที่มีความรับผิดชอบ ตลอดจนการดำเนินการจากภาคธุรกิจและผู้กำหนดนโยบายเพื่อจัดให้มีระบบคุ้มครองที่เหมาะสม

ข้อค้นพบดังกล่าวอ้างอิงจากข้อมูล ข้อคิดเห็น และความเชี่ยวชาญจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลากหลายกลุ่มอย่างกว้างขวาง ผู้เชี่ยวชาญมากกว่า 60 คนจากองค์กรพัฒนาเอกชน แบรนด์ต่างๆ ผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษและพลาสติก รวมถึงนักวิชาการ ได้ร่วมให้ข้อคิดเห็นและข้อมูลเชิงลึก งานวิจัยจากแนวร่วมการดำเนินการด้านขยะพลาสติกของเครือข่ายอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภคโลกได้ถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบสำหรับงานนี้ โดยได้รับการสนับสนุนจากการทบทวนทางเทคนิคเฉพาะด้านเกี่ยวกับเนื้อหาด้านความสามารถในการทำปุ๋ยหมักและการย่อยสลายทางชีวภาพที่ Normec OWS ดำเนินการ ข้อมูลดังกล่าวได้รับการสังเคราะห์โดยมูลนิธิเอลเลน แมคอาเธอร์ ร่วมกับการวิจัยภาคสนามและการวิเคราะห์ของมูลนิธิเอง การมีส่วนร่วมอย่างกว้างขวางดังกล่าวนี้ช่วยให้มั่นใจได้ว่าข้อสรุปสะท้อนมุมมองจากภาคอุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์อย่างหลากหลาย โดยรวบรวมองค์ความรู้จากหลายด้าน ได้แก่ การตัดไม้ทำลายป่า การจัดการขยะ สารเคมีอันตราย ภาคการจัดการขยะนอกระบบ ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ และนวัตกรรมด้านบรรจุภัณฑ์จากทั่วโลก

ขอบเขตของรายงานฉบับนี้

รายงานฉบับนี้มุ่งเน้นบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กในตลาดที่มีอัตราการรั่วไหลของขยะสูง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ผลกระทบจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นรุนแรงที่สุด และมีโอกาสในการแก้ไขปัญหามากที่สุด โดยบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักนั้น เราหมายถึงบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ผลิตจากวัสดุฐานเซลลูโลสเป็นหลัก ไม่ว่าจะมาจากเส้นใยไม้หรือเส้นใยที่ไม่ใช่ไม้ และมักมีการผสานคุณสมบัติเพื่อการใช้งาน เช่น การเคลือบผิว การลามิเนต สารเติมแต่ง กาว และหมึกพิมพ์

ขยะพลาสติกแบบยืดหยุ่นเป็นปัญหาระดับโลก แต่ลักษณะของความท้าทาย และแนวทางแก้ไขที่จำเป็นนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมากตามบริบทของแต่ละพื้นที่ ในบางประเทศ บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นส่วนใหญ่สามารถเก็บรวบรวมได้ แต่โดยทั่วไปสุดท้ายแล้วก็ต้องถูกเผา ทำลาย ถูกฝังกลบ หรือถูกส่งออกไปยังต่างประเทศ[1] ในขณะที่บางประเทศมีอัตราการเก็บรวบรวมต่ำและมีการจัดการขยะที่ไม่เหมาะสมอย่างแพร่หลาย ส่งผลให้เกิดการรั่วไหลของขยะสู่สิ่งแวดล้อมในระดับสูง ในตลาดที่มีอัตราขยะรั่วไหลสูง ซึ่งผู้จัดเก็บขยะนอกระบบมีบทบาทสำคัญในระบบการกู้คืนขยะ มูลค่าต่ำของบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็กทำให้แทบไม่มีใครเก็บรวบรวมบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็กที่มักกลายเป็นมลพิษในสิ่งแวดล้อม ตลาดหลายแห่งเหล่านี้เป็นประเทศที่มีรายได้ระดับปานกลางค่อนไปทางต่ำถึงระดับปานกลางค่อนไปทางสูง ซึ่งความต้องการใช้บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นกำลังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว[2] ซองขนาดเล็กได้รับความนิยมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในตลาดเหล่านี้ เนื่องจากผู้บริโภคให้คุณค่ากับความสะดวก ราคาถูก และการจัดเก็บง่าย

ตลาดที่มีระบบการเก็บรวบรวมขยะอย่างเป็นทางการและมีอัตราการรั่วไหลของขยะต่ำ ไม่ได้อยู่ในขอบเขตของรายงานฉบับนี้ การใช้วัสดุทางเลือกใดๆ ในตลาดเหล่านี้ควรได้รับการพิจารณาอย่างรอบคอบในระดับเดียวกัน และอยู่ภายใต้มาตรฐานที่เข้มงวดสูงเทียบเท่ากัน

การวิเคราะห์นี้มุ่งเน้นบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กที่มีขนาด A5 หรือเล็กกว่า เช่น ซองขนาดเล็ก ซองห่อ ถุงซอง และซองทรงหมอนขนาดเล็ก โดยพิจารณาบรรจุภัณฑ์ปฐมภูมิแบบธุรกิจสู่ผู้บริโภค (B2C)[3] ซึ่งเป็นสัดส่วนขนาดใหญ่ของมลพิษจากบรรจุภัณฑ์[4] รูปแบบบรรจุภัณฑ์เหล่านี้มักใช้กับสินค้าในชีวิตประจำวัน เช่น ขนมขบเคี้ยว ลูกกวาด แชมพู น้ำมันปรุงอาหาร กาแฟ และนม

รายงานฉบับนี้ไม่ได้กำหนดหรือชี้นำการตัดสินใจสำหรับธุรกิจ ผลิตภัณฑ์ กลุ่มผู้บริโภค หรือประเทศใดๆ เป็นการเฉพาะ แต่รายงานนี้นำเสนอหลักการชี้นำเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเป็นกรณีๆ ไป ซึ่งควรดำเนินการโดยการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่อย่างมาก โดยตระหนักว่าผลลัพธ์ขึ้นอยู่กับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ ระบบการจัดการขยะในท้องถิ่น และบริบททางสังคมและเศรษฐกิจเป็นสำคัญ หลักฐานยังคงปรากฏขึ้นในหลายพื้นที่ ดังนั้น รายงานฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นจุดเริ่มต้น มากกว่าจะเป็นคู่มือที่สรุปชี้ขาด และเรายินดียอมรับงานวิจัยเพิ่มเติมที่สอดคล้องกับบริบทเฉพาะของแต่ละพื้นที่

วัสดุบรรจุภัณฑ์ทุกประเภทควรได้รับการพิจารณาอย่างรอบคอบในระดับที่เท่าเทียมกันและอยู่ภายใต้มาตรฐานที่เข้มงวดสูงเทียบเท่ากัน แม้ว่ารายงานฉบับนี้จะมุ่งเน้นบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลัก แต่วัสดุอื่นใดก็ตามควรได้รับการประเมินภายใต้มาตรฐานที่เข้มงวดในระดับเทียบเคียงกัน เพื่อให้มั่นใจว่าสามารถบรรลุประโยชน์ที่อาจเกิดขึ้นได้ และมีการลดหรือจัดการความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องอย่างจริงจัง

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักมีศักยภาพในการช่วยจัดการกับหนึ่งในแหล่งกำเนิดมลพิษจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ท้าทายที่สุด นั่นคือ บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กในตลาดที่มีอัตราการรั่วไหลของขยะสูง

การจัดการกับความท้าทายนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือหลายรูปแบบร่วมกัน กระดาษอาจเป็นหนึ่งในเครื่องมือสำคัญเหล่านี้ แต่ก็ต่อเมื่อ "ได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ" เพื่อหลีกเลี่ยงการแก้ปัญหาหนึ่งแต่ไปสร้างปัญหาอีกชุดหนึ่งขึ้นมาแทน

นวัตกรรมที่มีแนวโน้มดีเริ่มเกิดขึ้นแล้ว แต่บรรจุภัณฑ์กระดาษที่สามารถตอบสนองข้อกำหนดเหล่านี้ยังไม่มีอยู่ในระดับขนาด ต้นทุน และประสิทธิภาพที่จำเป็นในปัจจุบัน ดังนั้น รายงานฉบับนี้จึงเรียกร้องให้มีการลงทุนด้านนวัตกรรมอย่างเร่งด่วนและเป็นระบบ โดยยึดตามเกณฑ์สำคัญ 6 ประการที่กำหนดความหมายของ "ได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ" เพื่อพัฒนาทางเลือกบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง

จำเป็นต้องมีความก้าวหน้าเพิ่มเติมอย่างเร่งด่วนเพื่อจัดการกับมลพิษจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นขนาดเล็ก บรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นที่มีน้ำหนักเบา ใช้งานได้ดี สะดวก และคุ้มค่า จึงกลายเป็นบรรจุภัณฑ์ที่พบได้ทั่วไป และเป็นหมวดหมู่บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่เติบโตเร็วที่สุด[5] แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นประเภทที่จัดการหลังการใช้งานได้ยากที่สุด เนื่องจากมีขนาดเล็กและมูลค่าต่ำ บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กจึงแทบไม่ถูกเก็บรวบรวมในทางปฏิบัติ โดยเฉพาะในตลาดที่มีระบบเก็บรวบรวมขยะอย่างไม่เป็นทางการ บรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นคิดเป็น 80% ของบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ไหลลงสู่มหาสมุทร และมีอัตราการรีไซเคิลต่ำที่สุดประเภทหนึ่งในระดับโลก[6]

การจัดการกับความท้าทายนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือหลายรูปแบบร่วมกัน โดยไม่มีวิธีแก้ไขเพียงวิธีเดียว เนื่องจากขนาดของบรรจุภัณฑ์เป็นอุปสรรคหลักต่อการเก็บรวบรวม เมื่อเป็นไปได้ จึงควรมีการให้ความสำคัญกับโอกาสในการลดการพึ่งพาบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กเป็นลำดับแรก ในกรณีที่ยังคงใช้บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่น การเปลี่ยนไปใช้วัสดุทางเลือกใดๆ ควรดำเนินควบคู่กับความพยายามในการขยายระบบการเก็บรวบรวมและการรีไซเคิลที่มีประสิทธิภาพ รวมถึงการสนับสนุนผู้จัดเก็บขยะซึ่งมีบทบาทสำคัญในหลายพื้นที่ที่มีอัตราการรั่วไหลของขยะสูง ไม่ควรออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้หลุดรอดสู่สิ่งแวดล้อม

บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักซึ่งได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบมีศักยภาพที่จะเป็นเครื่องมือเพิ่มเติมที่มีคุณค่า ข้อได้เปรียบพื้นฐานเหนือบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากพลาสติกเป็นหลักคือสามารถออกแบบให้รีไซเคิลได้ง่ายกว่าและสามารถย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย[7] ในพื้นที่ที่มีอัตราการรั่วไหลของขยะสูง สิ่งนี้อาจช่วยลดมลพิษจากพลาสติกที่ตกค้างอยู่ยาวนาน ในกรณีที่ไม่พึงประสงค์ที่บรรจุภัณฑ์หลุดรอดไปสู่สิ่งแวดล้อม และยังอาจเปิดโอกาสให้เกิดเส้นทางการรีไซเคิลในอนาคต หากมีการปรับปรุงระบบการเก็บรวบรวมและการคัดแยกอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากทุกแนวทางในการจัดการมลพิษจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นล้วนมีความท้าทายและข้อจำกัด การมีเครื่องมือเพิ่มเติมอีกหนึ่งอย่างจึงเป็นประโยชน์

จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักจะต้องได้รับการออกแบบและจัดหาวัตถุดิบอย่างมีความรับผิดชอบ เพื่อหลีกเลี่ยงการก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมใหม่ๆ อย่างมีนัยสำคัญ การเปลี่ยนไปใช้กระดาษอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงในตัวเองได้ เช่น การมีส่วนทำให้เกิดการเสื่อมโทรมของป่าไม้และการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ[8] การใช้น้ำในปริมาณสูง และการปล่อยก๊าซมีเทนเมื่อถูกฝังกลบในพื้นที่ที่ไม่มีการจัดการที่เหมาะสม การออกแบบที่มีการใช้ชั้นเคลือบโพลิเมอร์หรือองค์ประกอบทางเคมีที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ หรือมีสารเคมีที่น่ากังวล อาจยังคงก่อให้เกิดมลพิษที่ตกค้างอยู่ยาวนาน และก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านสารเคมีที่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องมีปริมาณมาก การประเมินและลดความเสี่ยงเหล่านี้ในเชิงรุกจึงเป็นหัวใจสำคัญในการทำให้มั่นใจว่าบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักสามารถก่อให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง

เกณฑ์สำคัญ 6 ประการเป็นตัวกำหนดบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กที่ทำจากกระดาษเป็นหลักซึ่งได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ เมื่อพิจารณาร่วมกัน เกณฑ์เหล่านี้ให้กรอบกำกับและแนวทางที่ชัดเจนสำหรับผู้พัฒนา นวัตกร ธุรกิจ และนักลงทุน โดยแสดงให้เห็นว่ากระดาษสามารถมีบทบาทที่มีคุณค่าได้อย่างไร พร้อมทั้งช่วยลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น เกณฑ์เหล่านี้ช่วยให้มั่นใจได้ว่าการเปลี่ยนมาใช้บรรจุภัณฑ์จากกระดาษนั้น:

- ไม่ก่อให้เกิดการเสื่อมโทรมของป่าไม้
- ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมระหว่างการผลิตให้น้อยที่สุด
- ตอบสนองความต้องการด้านเทคนิค ด้านเศรษฐกิจ และความต้องการของผู้บริโภค
- สามารถเข้ากันได้กับการรีไซเคิลในระบบท้องถิ่นเมื่อมีการเก็บรวบรวม
- ไม่ก่อให้เกิดการปล่อยสารเคมีอันตรายหรือมลพิษจากพลาสติกที่ตกค้างอยู่ยาวนาน
- ไม่บั่นทอนความพยายามในการลดการพึ่งพาบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็ก

บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลัก ควร...

เพื่อปลดล็อกโอกาสนี้ จำเป็นต้องมีนวัตกรรมและการขยายขนาดอย่างมีนัยสำคัญ
ในปัจจุบัน ยังไม่มีบรรจุภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองเกณฑ์ทั้ง 6 ประการได้สำหรับการใช้งานส่วนใหญ่ ความก้าวหน้าในระยะแรกส่งสัญญาณถึงแรงขับเคลื่อนที่แท้จริง แต่ยังจำเป็นต้องมีนวัตกรรมเพิ่มเติมอย่างมากและการประหยัดต่อขนาดเพื่อขยายขอบเขตการใช้งาน[9] ที่บรรจุภัณฑ์กระดาษที่ได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบจะกลายเป็นทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ทั้งในเชิงเทคนิคและเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การผสานความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพเข้ากับข้อกำหนดด้านประสิทธิภาพการใช้งานและความสามารถในการรีไซเคิลยังคงเป็นความท้าทายด้านนวัตกรรม

ช่องว่างในปัจจุบันระหว่างการบรรลุเป้าหมายนี้กับบรรจุภัณฑ์ที่พร้อมใช้งานในตลาด ควรเป็นแรงผลักดันให้เกิดการนวัตกรรม การลงทุน และการทดลองนำร่องตั้งแต่ตอนนี้ แทนที่จะเป็นเหตุให้ลดถอยลง
การพัฒนาและนำบรรจุภัณฑ์กระดาษที่ได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบไปใช้จะไม่เกิดขึ้นได้ในชั่วข้ามคืน จะมีขั้นตอนระหว่างทางในช่วงเปลี่ยนผ่าน[10] ขั้นตอนเหล่านี้ควรได้รับการออกแบบอย่างตั้งใจและมุ่งไปสู่การบรรลุเกณฑ์ทั้ง 6 ประการในท้ายที่สุด

จำเป็นต้องมีการดำเนินการใน 4 ด้านสำคัญ เพื่อเร่งการพัฒนาบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กที่ทำจากกระดาษเป็นหลัก ซึ่งได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบและเพื่อสร้างมาตรการกำกับดูแลที่จำเป็นสำหรับการใช้งานอย่างมีความรับผิดชอบ:

เร่งนวัตกรรม ไปสู่โซลูชันจากกระดาษซึ่งสามารถตอบโจทย์เกณฑ์สำคัญทั้งหมด

จัดตั้งระบบการเก็บรวบรวมและรีไซเคิลที่มีประสิทธิภาพและครอบคลุมในสังคม สำหรับบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักโดยเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการขยะอย่างครบวงจร

รับประกันเรื่องห่วงโซ่อุปทานเส้นใยยั่งยืน และการปกป้องป่าไม้ ทั้งในระดับบริษัทและระดับระบบ

พัฒนาและให้ความสำคัญกับแนวทางแก้ไขอื่นๆ (การเลิกใช้และการใช้ซ้ำ) ในทุกเรื่องที่สามารถดำเนินการ

การยุติมลพิษจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นขนาดเล็กและการสร้างเศรษฐกิจหมุนเวียน จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือระยะยาวและความมุ่งมั่นอย่างต่อเนื่อง จากทั้งภาคอุตสาหกรรมและผู้กำหนดนโยบาย หากดำเนินการอย่างเหมาะสม บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักซึ่งได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบสามารถมีส่วนช่วยแก้ไขปัญหามลพิษจากพลาสติกและสร้างเศรษฐกิจหมุนเวียน อันเป็นประโยชน์ต่อทั้งผู้คนและโลกใบนี้

เพื่อให้การสนับสนุน

มูลนิธิเอลเลน แมคอาเธอร์ ขอขอบคุณองค์กรและบุคคลต่างๆ ที่ได้มีส่วนร่วมอย่างสำคัญในการพัฒนาวาระนี้ตลอดช่วงหกเดือนที่ผ่านมาผ่านการทบทวนหลายรอบ การประชุมกลุ่มทำงาน และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

พันธมิตรด้านแนวคิดเชิงกลยุทธ์

Canopy

นันทินี กุมาร
สมาพันธ์อุตสาหกรรมแห่งอินเดีย

ศาสตราจารย์ เการัฟ โกเอล
สถาบันเทคโนโลยีแห่งอินเดีย เดลี

ศาสตราจารย์ เอ็ม เรซา คอร์โดวา
สำนักงานวิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติอินโดนีเซีย (BRIN) และสมาคมอัลฟา

WIEGO

WRAP

WWF

คณะทำงานและผู้เชี่ยวชาญอื่นๆ ที่ได้ให้คำปรึกษา

ผู้เชี่ยวชาญมากกว่า 60 คนจากองค์กรพัฒนาเอกชน แบรนด์ต่างๆ ผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษและพลาสติก รวมถึงนักวิชาการได้ร่วมให้ข้อคิดเห็นและข้อมูลเชิงลึกการทบทวนทางเทคนิคของส่วนที่เกี่ยวข้องดำเนินการโดย Carbon Trust, Food Packaging Forum และ Normec OWS

องค์กรที่ให้การรับรอง

ผู้ให้การรับรองจากภาคเอกชน

ศาสตราจารย์ เการัฟ โกเอล และ ดร. จอห์น วิลเลียมส์

ผู้ให้การรับรองสนับสนุนวิสัยทัศน์และข้อเสนอแนะโดยรวมของสิ่งพิมพ์ฉบับนี้ รายงานฉบับนี้สะท้อนประเด็นที่มีความเห็นสอดคล้องกันในวงกว้าง แต่ไม่จำเป็นต้องสะท้อนมุมมองโดยละเอียดของทุกองค์กรที่ให้การรับรองในทุกแง่มุมของการวิเคราะห์หรือข้อสรุป และไม่ได้หมายความว่าองค์กรที่ให้การรับรองใดๆ จะตกลงดำเนินการใดๆ ไม่ว่าจะเป็นรายบุคคลหรือร่วมกัน

“ฉันรู้สึกยินดีกับรายงานฉบับนี้ ซึ่งยอมรับว่าทางเลือกที่ทำจากกระดาษเป็นหลักอาจช่วยลดมลพิษจากพลาสติกที่ตกค้างอยู่ยาวนานได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบและสอดคล้องกับโครงสร้างพื้นฐานในท้องถิ่นรวมถึงบริบทของแต่ละภูมิภาคเท่านั้น รายงานฉบับนี้ยังชี้ให้เห็นอย่างถูกต้องว่าการเปลี่ยนวัสดุเพียงอย่างเดียวไม่ใช่ทางลัดสู่ความยั่งยืน และประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริงขึ้นอยู่กับปัจจัยเหล่านี้”

ศาสตราจารย์ เอ็ม เรซา คอร์ไดวา
สำนักงานวิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติอินโดนีเซีย (BRIN)

“รายงานฉบับนี้ซึ่งมีหลักฐานและข้อมูลจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียให้การสนับสนุนได้วางกรอบเบื้องต้นเกี่ยวกับความท้าทายและเงื่อนไขสำคัญในการเปลี่ยนศักยภาพของบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักให้กลายเป็นความจริงที่สามารถขยายใช้ได้ในวงกว้าง รายงานนี้ยังเน้นย้ำอย่างชัดเจนถึงความจำเป็นในการผสานการเลือกใช้วัสดุอย่างรอบคอบและนวัตกรรมวัสดุที่ก้าวล้ำ เข้ากับความร่วมมืออย่างลึกซึ้งและการประเมินบนฐานข้อมูลเพื่อพัฒนาโซลูชันบรรจุภัณฑ์ที่สามารถปกป้องทั้งตัวผลิตภัณฑ์และโลกของเรา”

ศาสตราจารย์ เการัฟ โกเอล
สถาบันเทคโนโลยีแห่งอินเดีย เดลี

“ในอินโดนีเซีย ซึ่งบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กมักหลุดรอดจากระบบการเก็บรวบรวมและก่อให้เกิดการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม เราจำเป็นต้องมีทางออกที่ใช้ได้จริงอย่างเร่งด่วน ทางเลือกบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักซึ่งได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบได้รับการพัฒนาภายใต้มาตรการคุ้มครองที่เข้มแข็ง และขยายการใช้งานผ่านนวัตกรรมสามารถเป็นส่วนเสริมที่สำคัญต่อการลดการใช้ การใช้ซ้ำ การรีไซเคิล และการลงทุนในระบบจัดการขยะที่ครอบคลุมทุกภาคส่วน รายงานฉบับนี้ให้กรอบแนวทางที่ชัดเจนว่า โซลูชันจากกระดาษจะสามารถสร้างประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมได้เมื่อใดและอย่างไรโดยไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงที่ไม่ตั้งใจ ถึงเวลาแล้วสำหรับการดำเนินการร่วมกันอย่างประสานสอดคล้องจากภาคอุตสาหกรรม ผู้กำหนดนโยบาย และชุมชน เพื่อเร่งนวัตกรรม ปกป้องป่าไม้ เสริมความเข้มแข็งให้ระบบการเก็บรวบรวม และขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบวัสดุหมุนเวียนอย่างแท้จริงที่ทำงานได้เพื่อผู้คน เศรษฐกิจ และโลกของเรา”

วิธารมิกา อากุง หุ้นส่วนและหัวหน้าสำนักงานอินโดนีเซีย
SYSTEMIQ

“รายงานฉบับนี้ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่า บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักสามารถเป็นเครื่องมือที่มีคุณค่า แต่ก็ต่อเมื่อได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ และถูกนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของกลยุทธ์เศรษฐกิจหมุนเวียนที่กว้างขึ้น สิ่งนี้ควรถูกมองว่าไม่ใช่เพียงการเปลี่ยนวัสดุ แต่เป็นความท้าทายในการเปลี่ยนแปลงระบบ ซึ่งต้องอาศัยนวัตกรรม ความร่วมมือในห่วงโซ่อุปทาน และการประสานนโยบายที่เข้มแข็ง เพื่อให้สามารถลดมลพิษจากบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นได้อย่างมีนัยสำคัญในตลาดที่มีอัตราการรั่วไหลของขยะสูง”

แอนโทนี เปอร์รอตตา หุ้นส่วนด้านความยั่งยืนและเศรษฐกิจเชิงฟื้นฟู
PA CONSULTING

“กระดาษที่ได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสมและได้รับการจัดหาจากแหล่งที่มีความรับผิดชอบ ตามที่ระบุไว้ในรายงานฉบับนี้ เป็นหนึ่งในทางเลือกที่สามารถใช้รับมือกับมลพิษจากพลาสติกได้ อย่างไรก็ตาม เราจำเป็นต้องมีนวัตกรรมเพิ่มเติมเพื่อขยายขนาดการใช้งานและขอบเขตการประยุกต์ใช้ของบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลัก รวมถึงเทคโนโลยีด้านการเคลือบผิวและกาว เราหวังว่ารายงานฉบับนี้จะช่วยชี้ให้เห็นความจำเป็นในการลงทุนและนวัตกรรมเพิ่มเติมในด้านนี้ รวมทั้งการกำหนดกรอบกำกับที่จำเป็น”

แอลลิสัน หลิน รองประธานระดับโลกด้านโลกที่ยั่งยืน
MARS

“Nestlé เชื่อว่าบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักสามารถมีบทบาทที่มีคุณค่าในการช่วยลดการใช้พลาสติกบริสุทธิ์และลดของเสียรวมถึงมลพิษจากบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นได้ รายงานฉบับนี้ช่วยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีวิสัยทัศน์ร่วมกันที่จำเป็นอย่างยิ่งและมีชุดเกณฑ์ที่ชัดเจน เพื่อให้มั่นใจว่าโซลูชันบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักนั้นได้รับการพัฒนาและนำไปใช้อย่างมีความรับผิดชอบ เราขอเรียกร้องให้ทุกภาคส่วนในห่วงโซ่คุณค่าและผู้กำหนดนโยบายเข้าร่วมดำเนินการร่วมกับเราเพื่อเร่งนวัตกรรมให้สอดคล้องกับเกณฑ์เหล่านี้ พร้อมทั้งให้ความสำคัญกับระบบการเก็บรวบรวมและการรีไซเคิลสำหรับบรรจุภัณฑ์ทุกประเภท”

ณิลส์ เดอโมเร็กซ์ หัวหน้าฝ่ายพัฒนาบรรจุภัณฑ์ระดับโลก
NESTLÉ

“ภาคธุรกิจ รัฐบาล สถาบันการเงิน และภาคประชาสังคม ต่างก็มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนความเป็นเศรษฐกิจหมุนเวียนของบรรจุภัณฑ์ให้เดินหน้าต่อไป เราหวังว่ารายงานฉบับนี้จะช่วยทำให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายมีความสอดคล้องกันภายใต้วิสัยทัศน์ร่วมและชุดเกณฑ์สำคัญ เพื่อขับเคลื่อนบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษอย่างมีความรับผิดชอบ ในฐานะหนึ่งในกลไกที่เป็นไปได้สำหรับการสนับสนุนเศรษฐกิจหมุนเวียน”

เดวิด วี อัลเลน รองประธานฝ่ายบรรจุภัณฑ์ยั่งยืน
PEPSICO

“บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักรุ่นถัดไปเป็นหนึ่งในประเด็นสำคัญที่ Unilever ให้ความสำคัญ และยังเป็นลำดับความสำคัญของทั้งอุตสาหกรรมด้วย รายงานฉบับนี้ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนถึงบทบาทสำคัญที่กระดาษจะมีในอนาคต และสิ่งที่จำเป็นต่อการขยายโซลูชันให้เกิดขึ้นในวงกว้าง ทั้งในแง่ที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค เป็นสิ่งที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น และมีความเป็นไปได้ในเชิงธุรกิจ”

ปาโบล คอสตา หัวหน้าฝ่ายบรรจุภัณฑ์ระดับโลก ด้านดิจิทัลและการเปลี่ยนแปลงองค์กร

UNILEVER

“บริษัทที่ต้องการใช้บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นให้ยั่งยืนมากขึ้น ไม่ควรรีบเปลี่ยนจาก “ปัญหาพลาสติก” ไปสู่ “ปัญหากระดาษ” แทน “รายงานฉบับนี้ให้ภาพรวมที่ดีเกี่ยวกับทางเลือกและข้อควรระวัง ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในช่วงเวลาที่แหล่งเส้นใยไม้ที่ยั่งยืนมีข้อจำกัดมากขึ้นเรื่อยๆ และกระดาษบริสุทธิ์จำนวนมากยังมีส่วนประกอบของเส้นใยจากป่าที่มีความเสี่ยงสูง”

นิโคล ไรครอฟต์ ผู้อำนวยการบริหาร

CANOPY

“ซองพลาสติกและบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นขนาดเล็กแบบอื่นๆ ถูกผลิตและจำหน่ายเป็นจำนวนหลายพันล้านชิ้นทั่วโลก และเป็นหนึ่งในรูปแบบบรรจุภัณฑ์ใช้ครั้งเดียวที่มีแนวโน้มรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อมมากที่สุด ซึ่งส่งผลให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องและก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อระบบนิเวศและสุขภาพของมนุษย์ รายงานฉบับนี้นำเสนอแนวทางที่ชัดเจนและอิงหลักฐานในการลดผลกระทบดังกล่าว รวมถึงการลดการพึ่งพาพลาสติกแบบดั้งเดิม และการพัฒนาทางเลือกที่เป็นเส้นใยและกระดาษซึ่งได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบเพื่อสนับสนุนการหมุนเวียนทรัพยากรให้มากยิ่งขึ้น”

ดร. มานูเอล บรุนเนอร์ ผู้จัดการอาวุโส ด้านนวัตกรรมวัสดุที่ยั่งยืนและการลงทุน

มูลนิธิ MINDEROO

“เนื่องจากผู้จัดเก็บขยะมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในห่วงโซ่การรีไซเคิล การดำเนินมาตรการใดๆ ต่อห่วงโซ่คุณค่าจึงต้องออกแบบอย่างรอบคอบ โดยพิจารณาอย่างถี่ถ้วนว่าผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อวิถีการดำรงชีพของผู้ดูแลเศรษฐกิจหมุนเวียนเหล่านี้คืออะไร ดังนั้น ฉันรู้สึกยินดีต่อแนวคิดที่ผ่านการพิจารณาอย่างรอบคอบซึ่งอยู่เบื้องหลังรายงานเรื่อง “บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลัก: บทบาทที่อาจมีในการรับมือกับมลพิษจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นขนาดเล็กในตลาดที่มีอัตราการรั่วไหลสูง ขณะที่เราผลักดันไปสู่ความเป็นเศรษฐกิจหมุนเวียนมากยิ่งขึ้น เราไม่อาจละทิ้งเป้าหมายของความครอบคลุมและการมีส่วนร่วมที่มากขึ้นได้”

โซเนีย ดิแอส ผู้เชี่ยวชาญด้านของเสีย

WIEGO

“บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กเป็นหนึ่งในแหล่งสำคัญของมลพิษพลาสติก โดยเฉพาะในตลาดที่มีอัตราการรั่วไหลสูง ทำให้เป็นหนึ่งในความท้าทายเร่งด่วนที่สุดที่เรากำลังเผชิญอยู่ การเปลี่ยนวัสดุมีบทบาทสำคัญในการรับมือกับวิกฤตนี้ แต่ต้องดำเนินการอย่างรอบคอบ ควบคู่กับแนวทางการลดการใช้และการใช้ซ้ำ เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบแลกเปลี่ยนที่ไม่ได้ตั้งใจ รายงานฉบับนี้ได้จัดให้มีกรอบกำกับที่จำเป็นอย่างยิ่งและแนวทางปฏิบัติที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้มั่นใจว่าการเปลี่ยนผ่านไปสู่บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักจะดำเนินการอย่างมีความรับผิดชอบและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมอย่างแท้จริง”

เอริน ไซมอน รองประธานและหัวหน้าฝ่ายขยะพลาสติกและธุรกิจ กองทุนสัตว์ป่าโลก

WWF

01

บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษที่ได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ: หนึ่งในเครื่องมือภายใต้กลยุทธ์เศรษฐกิจหมุนเวียนในภาพรวม

จำเป็นต้องใช้แนวทางหลายประการที่เสริมกัน เพื่อรับมือกับขยะและมลพิษจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นขนาดเล็กในตลาดที่มีอัตราการรั่วไหลสูง แนวทางเหล่านี้สามารถจัดกลุ่มแบบกว้างๆ ได้เป็นสองแนวทางหลัก:

- **ลดการพึ่งพาบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็ก**ผ่านรูปแบบการจัดส่งและรูปแบบบรรจุภัณฑ์ทางเลือกที่หลีกเลี่ยงการใช้บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็ก เช่น ระบบปลอดบรรจุภัณฑ์ รูปแบบการใช้ซ้ำ หรือรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีการรีไซเคิลอย่างแพร่หลาย
- **ออกแบบบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ยังคงจำเป็นให้สอดคล้องกับเศรษฐกิจหมุนเวียน เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม** การเลือกใช้วัสดุเป็นส่วนสำคัญของเรื่องนี้ รวมถึงบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพสำหรับการรีไซเคิล บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพสำหรับการทำปุ๋ยหมัก และบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นที่สามารถรีไซเคิล

บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักซึ่งได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ มีศักยภาพที่จะเป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าในยุทธศาสตร์เศรษฐกิจหมุนเวียนที่กว้างขึ้นเช่นนี้ สิ่งนี้เป็นจริงอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในกรณีที่มีความเสี่ยงต่อการรั่วไหลสูง และยังไม่สามารถลดการพึ่งพาบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กได้ในทันที

การกำหนดแนวทางที่เหมาะสมที่สุดเป็นเรื่องที่ซับซ้อน เรื่องนี้จำเป็นต้องมีการวิจัยอย่างละเอียดและการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในระดับท้องถิ่น และส่วนนี้ได้ให้แนวทางระดับภาพรวมเพื่อสนับสนุนการประเมินเชิงลึกที่เฉพาะตามบริบทนั้นๆ

ในทุกกรณี การขยายระบบโครงสร้างพื้นฐานด้านการเก็บรวบรวม การคัดแยก และการรีไซเคิลที่มีประสิทธิภาพเป็นสิ่งจำเป็น สิ่งนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการลดการรั่วไหลและเพื่อให้มั่นใจว่าบรรจุภัณฑ์ทั้งหมดจะไม่หลุดรอดสู่สิ่งแวดล้อม และยังคงหมุนเวียนอยู่ภายในระบบเศรษฐกิจ

ลดการพึ่งพาบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็ก

ควรให้ความสำคัญกับรูปแบบการจัดส่งทางเลือก เช่น รูปแบบการใช้ซ้ำและระบบปลอดบรรจุภัณฑ์ ในกรณีที่มีความเป็นไปได้และก่อให้เกิดประโยชน์[11] บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กจัดการได้ยากเมื่อกลายเป็นขยะ ไม่ว่าจะทำจากวัสดุชนิดใดก็ตาม การหลีกเลี่ยงการสร้างขยะบรรจุภัณฑ์ตั้งแต่ต้นเป็นวิธีที่ตรงที่สุดในการจัดการกับขยะและมลพิษ

ในกรณีที่ไม่สามารถใช้รูปแบบการจัดส่งทางเลือกอื่นได้ การเปลี่ยนจากบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กสำหรับหนึ่งหน่วยบริโภคไปใช้บรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่ที่สามารถรีไซเคิลได้อย่างแพร่หลายสามารถช่วยลดมลพิษ บรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีมูลค่าวัสดุสูงสำหรับผู้จัดเก็บขยะ สามารถสร้างแรงจูงใจให้เกิดการเก็บรวบรวมเพื่อนำไปรีไซเคิล การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งรวมถึงผลลัพธ์ในช่วงปลายอายุการใช้งานนั้นมีความจำเป็นต่อการทำความเข้าใจถึงข้อแลกเปลี่ยนระหว่างการใช้วัสดุและความเป็นไปได้ที่จะเกิดมลพิษ

ตามหลักฐานมีการบ่งชี้ว่าการลดการพึ่งพาบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กโดยใช้รูปแบบการจัดส่งและรูปแบบบรรจุภัณฑ์ทางเลือกอื่นนั้นสามารถทำได้จริงในระยะใกล้ ผลิตภัณฑ์จำนวนมากที่จำหน่ายในซองขนาดเล็กแบบใช้ครั้งเดียว เช่น ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดในบ้าน ผลิตภัณฑ์ดูแลส่วนบุคคล หรือ นม มีจำหน่ายอยู่แล้วในรูปแบบที่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ หรือในบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่ที่สามารถรีไซเคิลได้อย่างแพร่หลายในตลาดเดียวกัน งานวิจัยหลายชิ้นยังแสดงให้เห็นว่าการที่ไม่สามารถซื้อสินค้าในปริมาณที่มากขึ้นได้ ไม่ได้เป็นอุปสรรคต่อการเปลี่ยนไปใช้รูปแบบบรรจุภัณฑ์อื่นสำหรับผู้บริโภคจำนวนมาก[12] ยกตัวอย่างเช่น ในประเทศฟิลิปปินส์ ผู้บริโภคครึ่งหนึ่งในกลุ่มครัวเรือนที่มีรายได้สูงสุด 10% ใช้ผลิตภัณฑ์ดูแลส่วนบุคคลแบบซอง ขณะที่ผู้บริโภคหนึ่งในสามของกลุ่มรายได้ต่ำสุดไม่ได้ใช้รูปแบบดังกล่าว[13] สำหรับสินค้าบางประเภท บรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่ก็มักเป็นที่นิยม แม้ในกลุ่มผู้บริโภคที่มีรายได้ต่ำ[14] สิ่งนี้บ่งชี้ว่ามีโอกาสในระยะใกล้ในการส่งเสริมรูปแบบบรรจุภัณฑ์ทางเลือกให้กับผู้บริโภคในสัดส่วนที่มากขึ้นสำหรับสินค้าบางประเภท

ความร่วมมือ นโยบาย และการพัฒนาเศรษฐกิจในวงกว้าง สามารถช่วยลดการใช้บรรจุภัณฑ์ขนาดเล็กได้มากยิ่งขึ้นในระยะยาว การขยายรูปแบบธุรกิจที่เน้นการนำบรรจุภัณฑ์กลับมาใช้ซ้ำ สามารถช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงนี้ได้ พร้อมทั้งสร้างประโยชน์ทางธุรกิจอย่างมีนัยสำคัญ[15] แม้ว่าการทดลองใช้ระบบการนำกลับมาใช้ซ้ำในขนาดเล็กจะแสดงให้เห็นถึงศักยภาพที่ดี แต่ก็ยังคงมีขอบเขตการดำเนินงานที่จำกัด[16] โครงการริเริ่มในระดับอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ร่วมกับมาตรการเชิงนโยบาย สามารถช่วยขยายการนำโซลูชันเหล่านี้ไปใช้ในวงกว้าง โดยช่วยแก้ไขอุปสรรคที่บริษัทแต่ละแห่งไม่สามารถจัดการได้เพียงลำพัง ในขณะเดียวกัน เป็นที่คาดการณ์กันว่าการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่องในตลาดที่มีอัตราการรั่วไหลของขยะสูงจะช่วยลดสัดส่วนของผู้บริโภคที่ต้องพึ่งพาบรรจุภัณฑ์แบบแบ่งหน่วยขนาดเล็กเพื่อเข้าถึงสินค้าได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารสำหรับอ่านเพิ่มเติม

WWF และมูลนิธิเอลเลน แมคอาเธอร์ การนำกลับมาใช้ซ้ำในประเทศกำลังพัฒนาในซีกโลกใต้ (2025)

ออกแบบบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่เหลือให้สอดคล้องกับเศรษฐกิจหมุนเวียน การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากไม่สามารถหลีกเลี่ยงการใช้บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นได้ทั้งหมด บรรจุภัณฑ์ที่ยังคงใช้อยู่ควรถูกออกแบบให้สามารถรีไซเคิลวัสดุได้ หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีอันตราย และลดโอกาสการเกิดมลพิษจากพลาสติกที่ตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมในระยะยาว การหลีกเลี่ยงมลพิษจากพลาสติกที่ตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นระยะเวลานานมีความสำคัญอย่างยิ่งในภูมิภาคที่ระบบการเก็บรวบรวมและการจัดการขยะสำหรับบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็กยังไม่สามารถขยายตัวได้ในระยะใกล้ และมีแนวโน้มสูงที่จะเกิดการรั่วไหลของขยะสู่สิ่งแวดล้อม

ในกรณีที่ไม่สามารถใช้ทางเลือกอื่นแทนบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กได้ การปรับปรุงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นจึงเป็นแนวทางหลักในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในสินค้าบางประเภท การหาทางเลือกรูปแบบบรรจุภัณฑ์อื่นที่สามารถทดแทนบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นได้ยังเป็นเรื่องยากในอนาคตอันใกล้ โดยเฉพาะในกรณีที่ไม่ต้องการบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่ และรูปแบบการเติมซ้ำทำได้ยาก เช่น อาหารบางชนิดที่ออกแบบมาสำหรับการบริโภคระหว่างเดินทาง

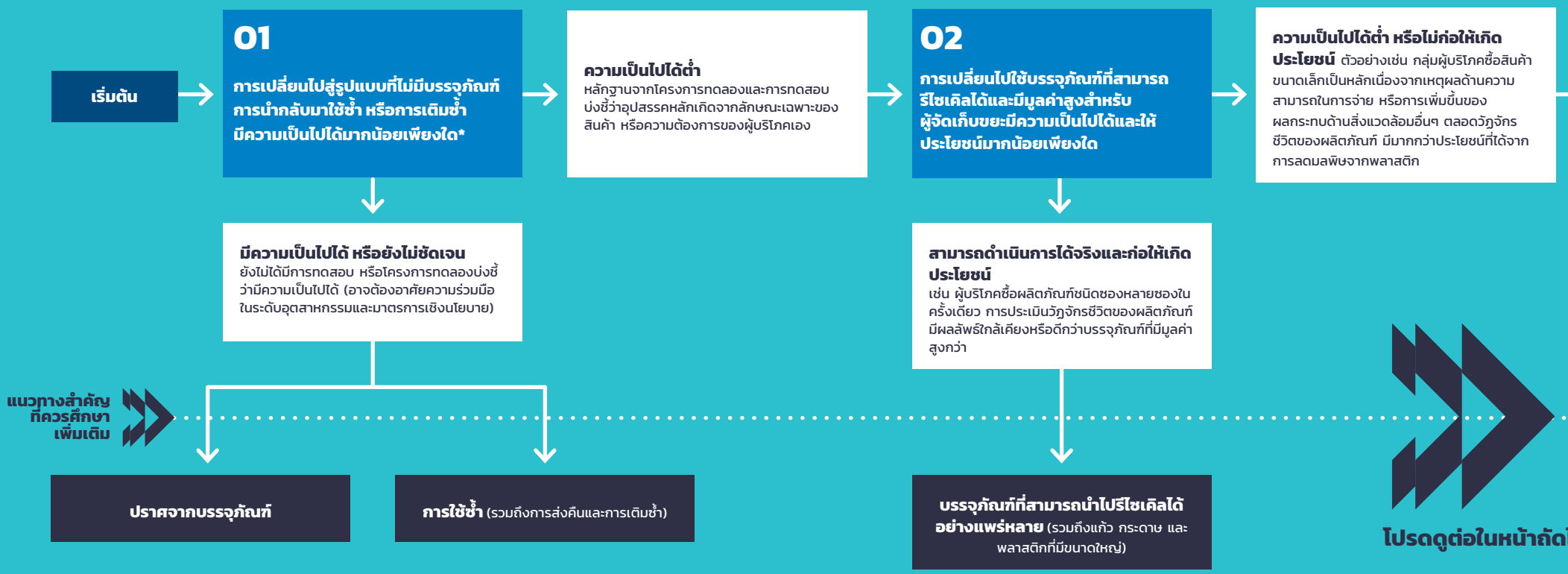
การเลือกใช้วัสดุเป็นองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่น และตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุดจะแตกต่างกันไปตามบริบทการใช้งาน ประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณา ได้แก่ การจัดหาวัสดุและการผลิตอาจทำให้ความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมหรือสังคมในภูมิภาคเพิ่มขึ้นหรือไม่ ความเป็นไปได้ทั้งในด้านเทคนิคและเชิงพาณิชย์ของบรรจุภัณฑ์ รวมถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของบรรจุภัณฑ์ โดยพิจารณาจากโครงสร้างพื้นฐานด้านการจัดการขยะในพื้นที่และผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานของบรรจุภัณฑ์

แทบจะไม่มีคำตอบที่ "ถูกต้อง" อย่างเป็นกลางเพียงคำตอบเดียวในการเลือกใช้วัสดุ โดยมักต้องพิจารณาการแลกเปลี่ยนข้อดีข้อเสียและใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจ ควรประเมินประโยชน์ที่ได้รับ ข้อจำกัด และความเสี่ยงของแต่ละทางเลือก โดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและลำดับความสำคัญในพื้นที่นั้นๆ ด้วยเหตุนี้ ความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของผลกระทบในแต่ละด้าน เช่น มลพิษจากพลาสติกที่ตกค้างยาวนาน การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) หรือการใช้น้ำ จึงอาจแตกต่างกันไปตามบริบท นอกจากนี้ การประเมินเหล่านี้อาจต้องอาศัยข้อมูลที่ยังไม่ครบถ้วนหรือสมมติฐานเกี่ยวกับอนาคต เช่น ช่วงเวลาและรูปแบบที่ระบบการจัดการขยะจะสามารถขยายตัวได้ในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์หนึ่งๆ

บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักที่ได้รับการออกแบบอย่างรับผิดชอบ อาจเป็นทางเลือกที่มีคุณค่าในกรณีที่มีความเสี่ยงสูงต่อการรั่วไหลของขยะสู่สิ่งแวดล้อม ในบริบทดังกล่าว บรรจุภัณฑ์ประเภทนี้สามารถช่วยหลีกเลี่ยงมลพิษจากพลาสติกที่ตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้ อีกทั้งยังเอื้อต่อการรีไซเคิลเมื่อระบบการเก็บรวบรวมและการคัดแยกขยะในท้องถิ่นมีการพัฒนาดีขึ้นในอนาคต

นวัตกรรมในการออกแบบบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นควรดำเนินควบคู่ไปกับการลงทุนอย่างต่อเนื่องในรูปแบบการจัดส่งทางเลือกอื่น ในหลายกรณี รูปแบบการนำกลับมาใช้ซ้ำและรูปแบบการจัดส่งอื่นๆ อาจมีบทบาทสำคัญมากขึ้นในระยะยาว อย่างไรก็ตาม ความสำเร็จของแนวทางเหล่านี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของบริษัทเพียงแห่งเดียว ปัจจัยดังกล่าวอาจรวมถึงโครงสร้างพื้นฐานที่ใช้ร่วมกันระหว่างอุตสาหกรรม มาตรการเชิงนโยบาย ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภค ห่วงโซ่อุปทาน และสภาพแวดล้อมด้านการค้าปลีก ในกรณีเหล่านี้ ที่ซึ่งทางเลือกอื่นเป็นเป้าหมายในระยะยาว การปรับปรุงการออกแบบบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กสามารถช่วยจัดการความเสี่ยงในระยะใกล้ได้ แต่แนวทางดังกล่าวควรดำเนินควบคู่ไปกับความร่วมมือในระดับอุตสาหกรรมและการผลักดันเชิงนโยบายเพื่อเอาชนะอุปสรรคในการขยายรูปแบบการจัดส่งทางเลือกอื่นในระยะยาว

ลดการพึ่งพาบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้



โปรดดูต่อในหน้าถัดไป

ความเป็นไปได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น โลจิสติกส์ กฎระเบียบ และความเป็นไปได้ทั้งในเชิงเทคนิคและเชิงพาณิชย์

ออกแบบบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ยังคงใช้อยู่ให้สอดคล้องกับเศรษฐกิจหมุนเวียน

ต่อเนื่องจากหน้าก่อนหน้า

03
ตัวเลือกบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นใดบ้างที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้โดยไม่เพิ่มความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อมหรือสังคม

- ปัจจุบันมีใช้งานอยู่ ใช้งานได้จริง และมีความคุ้มค่าในเชิงพาณิชย์หรือไม่
- สามารถพัฒนาได้ก่อนที่บรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นขนาดเล็กจะถูกรีไซเคิลในระดับขนาดใหญ่หรือไม่
- สามารถพัฒนาได้โดยไม่ทำให้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมรุนแรงขึ้นหรือไม่ (เช่น แรงกดดันต่อทรัพยากรป่าไม้หรือแหล่งน้ำในพื้นที่ที่ขีดจำกัดทางนิเวศกำลังถูกคุกคาม)

04
ตัวเลือกใดมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำกว่า เมื่อพิจารณาจากผลลัพธ์การจัดการเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานในระยะใกล้

- บรรจุภัณฑ์มีแนวโน้มที่จะรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อมมากน้อยเพียงใด (ขึ้นอยู่กับขนาด ความสามารถในการรีไซเคิล และมูลค่าของวัสดุ)
- มีแนวโน้มมากน้อยเพียงใดที่จะเกิดการฝังกลบหรือการเผาที่ไม่มีการจัดการอย่างเหมาะสม

05
ตัวเลือกใดมีแนวโน้มให้ผลลัพธ์ด้านการจัดการเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานที่มีศักยภาพดีกว่าในอนาคต

- การรีไซเคิลกระดาษ การรีไซเคิลพลาสติกแบบยืดหยุ่น และการทำปุ๋ยหมัก มีแนวโน้มและความเร็วในการขยายตัวในระดับท้องถิ่นมากน้อยเพียงใด
- บรรจุภัณฑ์ได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับระบบรีไซเคิลหรือระบบทำปุ๋ยหมักในท้องถิ่นที่คาดว่าจะมีหรือไม่

แนวทางสำคัญที่ควรศึกษาเพิ่มเติม

ข้อพิจารณาที่ใช้ประกอบการเลือกวัสดุ:

	03	04	05
กระดาษที่สามารถรีไซเคิลและสามารถย่อยสลายได้	หากมีความเป็นไปได้ทางเทคนิค และความเสี่ยงด้านป่าไม้และทรัพยากรน้ำสามารถจัดการได้ในตลาดเป้าหมาย	หากมีแนวโน้มว่าอัตรามลพิษจะยังคงสูงต่อเนื่อง และมีโอกาสเกิดการฝังกลบที่ไม่มีการจัดการอย่างเหมาะสมน้อยกว่า	หากคาดว่าอัตราการเก็บรวบรวมและการรีไซเคิลของกระดาษจะสูงกว่าพลาสติก
สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (ไม่ใช่กระดาษเป็นหลัก)	หากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำกว่ากระดาษ และมีความเป็นไปได้ทางเทคนิคมากกว่า	หากมีแนวโน้มว่าอัตรามลพิษจะยังคงสูงต่อเนื่อง และมีโอกาสเกิดการฝังกลบที่ไม่มีการจัดการอย่างเหมาะสมน้อยกว่า	หากคาดว่าโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการทำปุ๋ยหมักจะขยายตัว และจะไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนต่อระบบรีไซเคิลในท้องถิ่น
พลาสติกที่สามารถรีไซเคิลได้และไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ	หากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำกว่าทางเลือกที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ หรือทางเลือกดังกล่าวไม่มีความเป็นไปได้ทางเทคนิค	หากอัตรามลพิษจากพลาสติกต่ำกว่ากระดาษอย่างมีนัยสำคัญ และมีโอกาสเกิดการเผาน้อยกว่า	หากคาดว่าอัตราการเก็บรวบรวมและการรีไซเคิลของพลาสติกจะสูงกว่ากระดาษ

หมายเหตุ:

- การประเมินนี้ใช้กับพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อมในระดับสูง ภูมิภาคอื่นๆ ที่มีบริบทแตกต่างกันมาก ยังไม่ได้รับการศึกษารายละเอียดเชิงลึกในรายงานฉบับนี้
- การประเมินควรระบุให้เฉพาะเจาะจงตามประเภทสินค้า กลุ่มผู้บริโภค ช่องทางจำหน่าย และตลาด เนื่องจากคำตอบอาจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตามบริบทเหล่านี้ ดังนั้น จำเป็นต้องมีหลักฐานจำนวนมากและการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในท้องถิ่น เพื่อให้สามารถตอบคำถามเหล่านี้ได้อย่างถูกต้อง หลักฐานและคำตอบที่ได้อาจเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา
- การประเมินไม่ได้มีจุดมุ่งหมายให้เป็นแบบกำหนดตายตัว และมักอยู่ในลักษณะต่อเนื่องเป็นสเปกตรัม แต่การประเมินมีจุดมุ่งหมายเพื่อชี้ให้เห็นและจัดลำดับความสำคัญของประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณา
- อาจมีหลายแนวทางที่เกี่ยวข้องและสามารถดำเนินการควบคู่กันได้
- แม้กรอบนี้จะได้รับการออกแบบขึ้นเป็นหลักเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของแบรนด์ แต่ผู้กำหนดนโยบายก็สามารถใช้คำถามเหล่านี้เพื่อระบุกรณีที่ควรมีการส่งเสริมและสนับสนุนแนวทางที่แตกต่างกันได้

02

บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษ มีทั้งประโยชน์ที่ได้รับที่เป็นไปได้ ข้อจำกัดและความเสี่ยง

ประโยชน์ที่ได้รับ: แนวทางเพื่อหลีกเลี่ยงมลพิษจากพลาสติกที่ตกค้างอยู่ยาวนาน

ในตลาดที่มีอัตราการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อมสูง ประโยชน์หลักที่เป็นไปได้ของบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ใช้กระดาษเป็นหลัก คือไม่ก่อให้เกิดมลพิษจากพลาสติกที่ตกค้างอยู่ยาวนาน ในกรณีที่ไม่พึงประสงค์ซึ่งบรรจุภัณฑ์ไหลลงสู่สิ่งแวดล้อม ในระยะยาว บรรจุภัณฑ์เหล่านี้อาจสามารถนำมารีไซเคิลได้ในพื้นที่เหล่านี้เช่นกัน หากสามารถแก้ไขความท้าทายด้านการเก็บรวบรวมและการคัดแยก ซึ่งบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นขนาดเล็กก็เผชิญปัญหาเดียวกันได้

ขณะเดียวกัน บรรจุภัณฑ์ที่ใช้กระดาษเป็นหลักก็อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงอื่นๆ เช่น การเสื่อมโทรมของป่าไม้และการใช้น้ำในปริมาณสูง ซึ่งต้องมีการจัดการอย่างรอบคอบ เพื่อหลีกเลี่ยงการแก้ปัญหาหนึ่งแต่กลับสร้างปัญหาอีกประการหนึ่ง หากไม่ได้รับการพัฒนาและนำไปใช้อย่างมีความรับผิดชอบ อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมรูปแบบใหม่อย่างมีนัยสำคัญ และอาจให้ประโยชน์ในการปรับปรุงที่น้อยมากหรือแทบไม่มีเลยเมื่อเทียบกับพลาสติกที่ถูกนำมาแทนที่

การทำความเข้าใจประโยชน์ ข้อจำกัด และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นเหล่านี้ เป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้มั่นใจว่าบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักได้รับการพัฒนาและนำไปใช้ได้อย่างมีความรับผิดชอบ หัวข้อนี้วิเคราะห์ผลกระทบที่สำคัญที่สุด โดยอ้างอิงงานวิจัยอิสระและความเชี่ยวชาญจากภาคอุตสาหกรรม องค์กรพัฒนาเอกชนและสถาบันการศึกษา โดยมุ่งเน้นปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากที่สุดต่อการตัดสินใจสำหรับบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นขนาดเล็ก ข้อค้นพบเหล่านี้เป็นพื้นฐานของเกณฑ์สำคัญ 6 ประการสำหรับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักอย่างมีความรับผิดชอบซึ่งนำเสนอไว้ในหัวข้อถัดไป

ทางเลือกที่ได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบและสามารถย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน อาจช่วยลดมลพิษจากพลาสติกที่ตกค้างยาวนานได้อย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าเป้าหมายระยะยาวคือการหยุดการรั่วไหลของขยะโดยสิ้นเชิง แต่การขยายระบบการเก็บรวบรวม การคัดแยก และการรีไซเคิลที่ครอบคลุม มักต้องใช้เวลา งบประมาณ และมาตรการเชิงนโยบายอย่างมาก จนกว่าจะถึงเวลานั้น การออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สามารถย่อยสลายทางชีวภาพอย่างสมบูรณ์ ในกรณีที่ไม่พึงประสงค์ซึ่งบรรจุภัณฑ์หลุดรอดไปสู่สิ่งแวดล้อม สามารถช่วยลดมลพิษจากพลาสติกที่อยู่ตกค้างอยู่ยาวนาน และจำกัดการสะสมของขยะในสิ่งแวดล้อมเมื่อเวลาผ่านไป[17,18] สิ่งนี้สามารถช่วยลดผลกระทบทางกายภาพหลายประการที่เกี่ยวข้องกับมลพิษดังกล่าว เช่น การที่สัตว์กินขยะพลาสติก การถูกปกคลุมของแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต และความเสียหายจากน้ำท่วมที่เกิดจากท่อระบายน้ำอุดตัน[19] แม้จะไม่มีวิธีใดที่สามารถรับประกันได้ว่าบรรจุภัณฑ์จะสามารถย่อยสลายทางชีวภาพอย่างสมบูรณ์ภายในระยะเวลาที่กำหนดหรือในทุกสภาพแวดล้อม[20] แต่การปฏิบัติตามมาตรฐานข้อกำหนดที่มีอยู่ในปัจจุบันสำหรับการย่อยสลายได้ในระบบปุ๋ยหมักภายในครัวเรือน[21] และการย่อยสลายในสภาพแวดล้อมทางทะเล น้ำจืด และดิน ถือเป็นตัวชี้วัดทดแทนที่ดีที่สุดในปัจจุบัน[22] ข้อกำหนดมาตรฐานเหล่านี้สามารถช่วยให้มั่นใจได้ว่า บรรจุภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมดมีแนวโน้มที่จะคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าอย่างมาก และก่อให้เกิดอันตรายน้อยกว่าบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นทั่วไปที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมจริงส่วนใหญ่

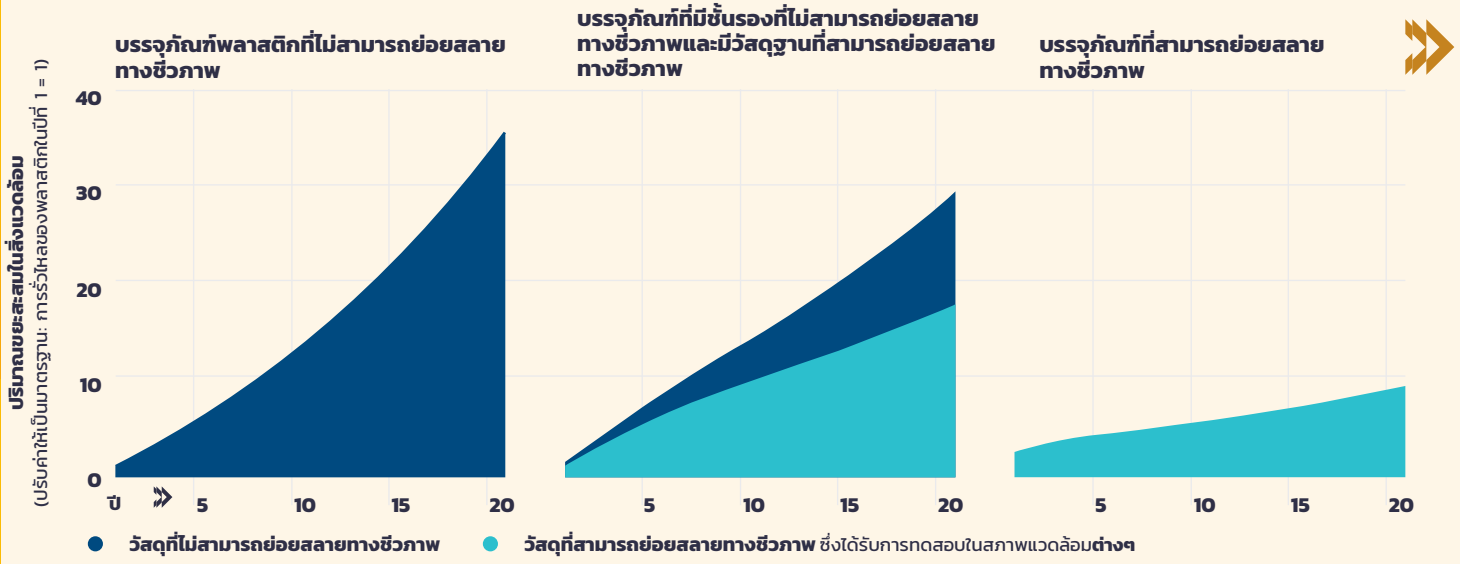
อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะผ่านมาตรฐานการย่อยสลายทางชีวภาพก็ไม่ได้หมายความว่าจะไม่มีผลเสีย การหยุดการรั่วไหลโดยสิ้นเชิงจึงยังคงเป็นเป้าหมายระยะยาว สภาพจริงแตกต่างจากการทดสอบในห้องแล็บ: การย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพจริงมักช้ากว่า อาจไม่เกิดขึ้นในทุกสภาพแวดล้อม (เช่น บนถนน) และขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ความชื้น และสภาพจุลินทรีย์ จำเป็นต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจพลวัตเหล่านี้ให้ดียิ่งขึ้น การคาดการณ์ (ดูรูปที่ 1) แสดงให้เห็นว่า แม้บรรจุภัณฑ์จะได้รับการออกแบบให้สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ แต่มลพิษโดยรวมยังคงเพิ่มขึ้นตามเวลา หากยอดขายเพิ่มขึ้นและอัตราการเก็บรวบรวมไม่ดีขึ้น ซึ่งตอกย้ำว่าการปรับปรุงระบบการเก็บรวบรวมยังคงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการหยุดมลพิษอย่างแท้จริง

การสื่อสารกับผู้บริโภคอย่างชัดเจนเป็นสิ่งสำคัญเพื่อลดความเสี่ยงของการทิ้งขยะเรี่ยราดที่อาจเพิ่มขึ้น การศึกษาระยะแรกยังชี้ให้เห็นว่าผู้บริโภคบางส่วนอาจมีแนวโน้มทิ้งบรรจุภัณฑ์ลงในสิ่งแวดล้อมโดยตรงมากขึ้น หากเชื่อว่าบรรจุภัณฑ์นั้นสามารถย่อยสลายทางชีวภาพ[23,24] อย่างไรก็ตาม แม้จะคำนึงถึงการเพิ่มขึ้นของการทิ้งขยะเรี่ยราดแล้ว การสะสมของขยะโดยรวมในสิ่งแวดล้อมก็ยังมีแนวโน้มต่ำกว่ามากสำหรับบรรจุภัณฑ์ที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ (ดูรูปที่ 1)[25] อย่างไรก็ตาม ไม่ควรออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้หลุดรอดสู่สิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุนี้ จึงแนะนำไม่ให้สื่อสารหรือระบุคุณสมบัติการย่อยสลายทางชีวภาพบนบรรจุภัณฑ์ แต่ควรมุ่งเน้นการสื่อสารกับผู้บริโภคเกี่ยวกับแนวทางการทิ้งหรือกำจัดที่ชัดเจนและเหมาะสมกับบริบท โดยสอดคล้องกับระบบการเก็บรวบรวม การรีไซเคิล หรือการทำปุ๋ยหมักที่มีอยู่ในพื้นที่

รูปที่ 1 การคาดการณ์การสะสมในสิ่งแวดล้อมของวัสดุบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นประเภทต่างๆ

บรรจุภัณฑ์ที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพอาจทำให้การสะสมของขยะในสิ่งแวดล้อมลดลงอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละปี แต่ปริมาณขยะที่รั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อมโดยรวมจะยังคงเพิ่มขึ้นหากไม่มีการปรับปรุงระบบการเก็บรวบรวม

การวิเคราะห์แบบย่อเพื่อใช้ประกอบการอธิบาย



สมมติฐาน

บรรจุภัณฑ์ 3 ประเภทถูกนำมาใช้ในพื้นที่ที่เดิมไม่มีขยะสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อม:

- บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากพลาสติกทั่วไป ซึ่งไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ
- บรรจุภัณฑ์ที่มีชั้นรองที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพอยู่ด้านหนึ่งและมีวัสดุฐานที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ
- บรรจุภัณฑ์ที่เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานด้านการย่อยสลายในระบบปุ๋ยหมักภายในครัวเรือนและการย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมทางทะเล น้ำจืด และดิน

ยอดขายบรรจุภัณฑ์เพิ่มขึ้น 5% ในแต่ละปี สอดคล้องกับอัตราการเติบโตของตลาดที่คาดการณ์ไว้สำหรับบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่น

บรรจุภัณฑ์ที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพมีน้ำหนักมากกว่าสินค้าพลาสติกที่เทียบเท่ากัน 1.5 เท่า และชั้นรองที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพคิดเป็น 20% ของน้ำหนักบรรจุภัณฑ์

อัตราการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อมมีความคงที่ตลอดเวลา โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงในอัตราการเก็บรวบรวมและการทิ้งขยะเรี่ยราด อัตราการทิ้งขยะเรี่ยราดของบรรจุภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพสูงกว่าบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ 10% ซึ่งสะท้อนถึงความแตกต่างที่อาจเกิดขึ้นในพฤติกรรมการกำจัดขยะ[26] เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบได้ น้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ ซึ่งถูกทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมในปีแรกถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1

อัตราการย่อยสลายทางชีวภาพในสิ่งแวดล้อม:

- เมื่อรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อมแล้ว วัสดุที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพจะคงอยู่และสะสมเพิ่มขึ้นตามเวลา (แสดงด้วยสีน้ำเงินเข้ม)
- บรรจุภัณฑ์ที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมทางทะเล น้ำจืด ดิน และระบบปุ๋ยหมักภายในครัวเรือน จะค่อยๆ ย่อยสลายลง (แสดงด้วยสีฟ้า) การวิเคราะห์นี้ตั้งสมมติฐานว่าบรรจุภัณฑ์เดิมจะย่อยสลายทางชีวภาพได้ 60% หลังจาก 1 ปี ย่อยสลาย 80% หลังจาก 2 ปี ย่อยสลาย 90% หลังจาก 3 ปี และย่อยสลาย 95% หลังจาก 4 ปี หลังจาก 4 ปี บรรจุภัณฑ์ที่เหลือจะย่อยสลายทางชีวภาพในอัตรา 50% ต่อปี อัตรานี้ช้ากว่าที่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะในห้องปฏิบัติการอย่างมีนัยสำคัญ
- สำหรับบรรจุภัณฑ์ที่มีชั้นรองที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพและมีวัสดุฐานที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ วัสดุฐานจะย่อยสลายช้ากว่าบรรจุภัณฑ์ที่สามารถย่อยสลายได้ทั้งหมด ประมาณ 60% เนื่องจากชั้นรองทำให้พื้นที่ผิวที่สามารถเกิดการย่อยสลายทางชีวภาพลดลง หากวัสดุฐานมีชั้นรองที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพอยู่ทั้งสองด้าน (ซึ่งไม่ได้ตั้งสมมติฐานไว้ในการวิเคราะห์นี้) กระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพก็จะช้าลงอย่างมีนัยสำคัญอีกครั้ง

การตีความผลลัพธ์

เมื่อเวลาผ่านไป บรรจุภัณฑ์ที่เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานด้านการย่อยสลายได้ในระบบปุ๋ยหมักภายในครัวเรือนและการย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมต่างๆ จะทำให้ปริมาณการสะสมรวมลดลงอย่างมาก เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักมีน้ำหนักมากกว่าและมีแนวโน้มรั่วไหลมากกว่าพลาสติก เมื่อเกิดการรั่วไหล กระดาษที่รั่วไหลออกไปจึงมีส่วนทำให้เกิดมวลของวัสดุที่หลุดรอดสู่สิ่งแวดล้อมมากกว่าในช่วงแรก อย่างไรก็ตาม เมื่อเวลาผ่านไป พลาสติกที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพจะยังคงสะสมเพิ่มขึ้นทุกปี ขณะที่บรรจุภัณฑ์ที่เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานด้านการย่อยสลายได้ในระบบปุ๋ยหมักภายในครัวเรือนและการย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมต่างๆ จะค่อยๆ ย่อยสลายไป

บรรจุภัณฑ์ที่มีชั้นรองที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพและมีวัสดุฐานที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ ส่งผลให้เกิดระดับของขยะใกล้เคียงกับบรรจุภัณฑ์ที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ เนื่องจากการย่อยสลายที่ช้าลงอย่างมากจากชั้นรองดังกล่าว และน้ำหนักบรรจุภัณฑ์ที่มากกว่าบรรจุภัณฑ์ที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ

ในทุกสถานการณ์ ปริมาณการรั่วไหลต่อปีและการสะสมของขยะโดยรวมยังคงเพิ่มขึ้น หากยอดขายเพิ่มขึ้นและอัตราการเก็บรวบรวมไม่ดีขึ้น ซึ่งตอกย้ำถึงความสำคัญของการหยุดการรั่วไหลโดยสิ้นเชิงในที่สุด

นี่เป็นแบบจำลองเชิงแนวคิดแบบย่อ แบบจำลองที่มีรายละเอียดมากขึ้นเกี่ยวกับการสะสมของไมโครพลาสติกและการเกิดก๊าซ CO2 ของวัสดุที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพและวัสดุที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพบางชนิดเมื่อกลายเป็นขยะในสิ่งแวดล้อม โดยคำนึงถึงความแตกต่างของอัตราการทิ้งขยะ สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากงานวิจัยของบรูเวอร์ เอ็ม ที และคณะ (2024)[27] แบบจำลองนี้มุ่งเน้นที่การสะสมขยะในสิ่งแวดล้อม และไม่ได้พิจารณาผลกระทบจากการจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การฝังกลบ และการเผาทำลาย

ข้อจำกัด: ความท้าทายด้านการเก็บรวบรวมและการรีไซเคิลยังคงมีอยู่

บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กมีอัตราการเก็บรวบรวมต่ำมาก ไม่ว่าจะทำจากวัสดุชนิดใดก็ตาม ขนาดที่เล็กและมูลค่าต่ำทำให้ในทางปฏิบัติมักไม่ค่อยมีการเก็บรวบรวม โดยทั่วไปมีอัตราต่ำกว่า 5% ในอินเดีย และต่ำกว่า 1% สำหรับบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นหลายวัสดุในอินโดนีเซีย[28,29] แรงงานต้องเก็บซองกระดาษขนาดเล็กมากกว่า 60 ซอง จึงจะมีมูลค่าเทียบเท่ากับขวด PET หนึ่งขวด[30] นี่เป็นความท้าทายพื้นฐานด้านเศรษฐศาสตร์และขนาดของบรรจุภัณฑ์ ไม่ใช่เรื่องของการเลือกใช้วัสดุ

หากอัตราการเก็บรวบรวมไม่เพิ่มขึ้น มลพิษก็มีแนวโน้มที่จะยังคงอยู่ในระดับที่มีนัยสำคัญ คาดการณ์ว่าปริมาณมวลรวมของขยะที่รั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อมจะเพิ่มขึ้น ไม่ว่าบรรจุภัณฑ์จะทำจากพลาสติกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพหรือกระดาษที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพก็ตาม (ดูรูปที่ 1) ดังนั้น การเปลี่ยนวัสดุจึงไม่ควรทำให้ความพยายามในการขยายระบบการใช้ซ้ำ การเติมซ้ำ หรือรูปแบบที่ไม่ใช้บรรจุภัณฑ์ลดลง และไม่ควรลดความสำคัญของการพัฒนาระบบการเก็บรวบรวมและการรีไซเคิลที่มีประสิทธิภาพสำหรับบรรจุภัณฑ์ทุกประเภท

แม้ว่าจะสามารถออกแบบให้รีไซเคิลวัสดุทั้งสองชนิดได้ แต่ในทางปฏิบัติไม่ได้หมายความว่าจะถูกรีไซเคิลจริงเสมอไป ตัวอย่างเช่น บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเคลือบเป็นหลัก ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานการรีไซเคิล เช่น 4Evergreen สามารถนำไปแปรรูปได้ในโรงงานผลิตกระดาษแบบดูเพล็กซ์ ซึ่งคิดเป็นประมาณหนึ่งในสี่ของกำลังการผลิตของโรงงานกระดาษในอินเดีย[31] ในทำนองเดียวกัน บรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นที่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบเพื่อการรีไซเคิลที่เกี่ยวข้องก็สามารถนำไปรีไซเคิลได้ อย่างไรก็ตาม ตราบใดที่ยังไม่ได้จัดให้มีระบบการเก็บรวบรวม การคัดแยก และการรีไซเคิล และยังไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจก็มีแนวโน้มว่าจะไม่มีการนำบรรจุภัณฑ์ไปรีไซเคิลในทางปฏิบัติ

กระดาษมีข้อได้เปรียบด้านกำลังการรีไซเคิลที่มีอยู่แล้วมากกว่าพลาสติกแบบยืดหยุ่น หากสามารถแก้ไขความท้าทายด้านการเก็บรวบรวมได้ ในหลายภูมิภาค กระดาษแข็งและกระดาษที่ไม่เคลือบผิวมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจเพียงพอมาแต่เดิม จึงมีการเก็บรวบรวมและนำไปรีไซเคิลได้แม้ในระดับต่ำ และในหลายประเทศ กำลังการรีไซเคิลที่มีอยู่สามารถรองรับปริมาณกระดาษเสียภายในประเทศที่เพิ่มขึ้นได้ ตัวอย่างเช่น โรงงานกระดาษในอินเดีย[32] และอินโดนีเซีย[33] ปัจจุบันยังต้องพึ่งพาการนำเข้ากระดาษเสียจากต่างประเทศ ในอินเดีย กำลังการผลิตของโรงงานกระดาษชนิดดูเพล็กซ์ อาจสามารถรองรับการเปลี่ยนจากพลาสติกแบบยืดหยุ่นไปเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักได้สูงสุดประมาณ 15% ภายในปี 2040[34]

การรีไซเคิลบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นทั้งที่ทำจากกระดาษและพลาสติกต่างก็มีข้อจำกัดด้านวัสดุโดยธรรมชาติ ในการรีไซเคิลกระดาษและการรีไซเคิลพลาสติกเชิงกล เส้นใยและพอลิเมอร์จะเสื่อมสภาพลงในแต่ละรอบการรีไซเคิล ซึ่งหมายความว่ามีจำนวนรอบการรีไซเคิลที่เป็นไปได้ทางเทคนิคอย่างจำกัด ก่อนที่จะไม่สามารถนำมาใช้ในงานบรรจุภัณฑ์ได้อีก การใช้งานบางประเภท รวมถึงงานที่ต้องการสมรรถนะเชิงกลสูง คุณสมบัติการกั้นหรือความปลอดภัยในการสัมผัสอาหาร จำเป็นต้องใช้เส้นใยที่มีคุณภาพสูง การควบคุมสุขอนามัยอย่างเข้มงวด และการตรวจสอบย้อนกลับ ซึ่งกระดาษและพลาสติกหลังการใช้งานของผู้บริโภคในปัจจุบันมักไม่สามารถรองรับได้ การรีไซเคิลเชิงเคมีมีศักยภาพในการนำบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นกลับมารีไซเคิลเป็นพลาสติกคุณภาพสูงได้ อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปอัตราผลได้ของวัสดุมักต่ำ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมักสูงกว่าการรีไซเคิลเชิงกล และกำลังการรีไซเคิลเชิงเคมีที่มีอยู่ในปัจจุบันยังมีจำกัดมาก[35] ดังนั้น แม้จะสามารถลดการใช้วัตถุดิบใหม่ได้อย่างมาก แต่ระบบรีไซเคิลบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นไม่ว่าจะเป็นกระดาษหรือพลาสติก ก็ยังต้องพึ่งพาการป้อนวัตถุดิบใหม่ โดยเฉพาะสำหรับการใช้งานที่มีความท้าทายมาก เช่น บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่น

ทั้งในกรณีของบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่เป็นกระดาษและพลาสติก ขนาดที่เล็ก การปนเปื้อน และคุณภาพวัสดุที่ต่ำ อาจบั่นทอนความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการรีไซเคิล ลักษณะเหล่านี้ทำให้ทั้งในด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์ การรวบรวม การคัดแยก และการรีไซเคิลบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นให้ได้เป็นวัสดุทุติยภูมิคุณภาพสูงเป็นเรื่องที่ท้าทาย แม้ในพื้นที่ที่มีระบบเก็บรวบรวมขยะอย่างครอบคลุม บรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กก็อาจไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจในการคัดแยกและรีไซเคิล น้ำมัน แชมพู ผง และสิ่งตกค้างอื่นๆ อาจทำให้โรงงานคัดแยกปฏิเสธวัสดุที่รับเข้ามาได้ หลักฐานจากอินเดียแสดงให้เห็นว่าอัตราการคัดทิ้งพลาสติกอาจสูงถึง 25%[36] ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการปนเปื้อนสามารถบั่นทอนผลผลิตจากการรีไซเคิลและความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจโดยรวม ความไวต่อความชื้นอาจรบกวนการเก็บรวบรวมและการรีไซเคิลกระดาษ โดยเฉพาะในช่วงฤดูมรสุม[37]

การทำปุ๋ยหมักทั้งในระดับอุตสาหกรรมและในครัวเรือนเป็นทางเลือกปลายทางของบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักที่ได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบรองรับก่อน โครงการที่ประสบความสำเร็จ ได้แก่ พื้นที่ที่อยู่อาศัยปลอดขยะในเดลี[38] และระบบหมุนเวียนแบบปิด เช่น ภายในวิทยาเขตของวิทยาลัย อย่างไรก็ตาม แม้จะต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างต่ำ โครงสร้างพื้นฐานสำหรับการทำปุ๋ยหมักยังคงมีอยู่อย่างจำกัดในภูมิภาคส่วนใหญ่ ในพื้นที่ที่มีโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการทำปุ๋ยหมักอยู่แล้ว ก็ยังไม่อาจทดแทนความจำเป็นของระบบการเก็บรวบรวมที่มีประสิทธิภาพได้

ท้ายที่สุด การปรับปรุงการเก็บรวบรวมและการรีไซเคิลหรือการทำปุ๋ยหมักสำหรับบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็ก จำเป็นต้องอาศัยการเปลี่ยนแปลงทั้งระบบ ความริเริ่มขนาดใหญ่เพื่อปรับปรุงอัตราการเก็บรวบรวมและการคัดแยก รวมทั้งการออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยปรึกษากับผู้รีไซเคิลในท้องถิ่นจะมีความสำคัญอย่างยิ่ง ควรออกแบบมาตรการเหล่านี้เพื่อให้มั่นใจว่าการเปลี่ยนผ่านจะเป็นธรรมสำหรับแรงงานทุกคน มาตรการเชิงนโยบายมีความสำคัญอย่างยิ่ง มาตรการต่างๆ เช่น ระบบความรับผิดชอบของผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพ (EPR) มาตรฐานการออกแบบให้สามารถรีไซเคิลได้ที่บังคับใช้ และการกำหนดสัดส่วนขั้นต่ำของวัสดุรีไซเคิล ล้วนสามารถช่วยปรับปรุงระบบการเก็บรวบรวมและความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของการรีไซเคิล อย่างไรก็ตาม สำหรับบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็ก ปัจจุบันแทบไม่มีตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่ามาตรการดังกล่าวเพียงพอที่จะปิดช่องว่างระหว่างต้นทุนในการเก็บรวบรวม คัดแยก และรีไซเคิล กับมูลค่าตลาดของวัสดุรีไซเคิลที่ได้ หากไม่มีการลงทุนร่วมกันและการดำเนินมาตรการเชิงนโยบาย ความท้าทายด้านการเก็บรวบรวมและการรีไซเคิลก็จะยังคงอยู่ ไม่ว่าบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กจะทำจากกระดาษหรือพลาสติกก็ตาม

ความเสี่ยง: ประเด็นสำคัญที่ต้องจัดการ

การเปลี่ยนจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกมาเป็นบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักก่อให้เกิดความเสี่ยงหลายประการที่จำเป็นต้องได้รับการบริหารจัดการอย่างจริงจัง ความเสี่ยงบางประการเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องเป็นการเฉพาะกับการจัดหาวัตถุดิบและการผลิตกระดาษ ความเสี่ยงอื่นๆ เป็นผลกระทบที่ไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้กับทั้งพลาสติก กระดาษ และวัสดุอื่นๆ ความเสี่ยงเหล่านี้ถูกกำหนดโดยวิธีการออกแบบ การจัดหาวัตถุดิบ และการจัดการบรรจุภัณฑ์เมื่อสิ้นสุดการใช้งาน มากกว่าการเลือกใช้วัสดุเพียงอย่างเดียว

ความเสี่ยงเฉพาะของกระดาษ

แรงกดดันต่อป่าไม้ที่เพิ่มขึ้น

โลกกำลังเผชิญกับการตัดไม้ทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่าในวงกว้าง ซึ่งส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และชุมชนท้องถิ่น พร้อมทั้งก่อให้เกิดผลกระทบต่อเนื่องที่อาจทำให้ภัยพิบัติทางธรรมชาติรุนแรงยิ่งขึ้น ในหลายภูมิภาคที่มีป่าไม้ รวมถึงบางพื้นที่ของแคนาดา[39,40] ภูมิทัศน์ป่าที่มีการจัดการได้เปลี่ยนจากแหล่งดูดซับคาร์บอนมาเป็นแหล่งปล่อยคาร์บอนสุทธิ ความเสื่อมโทรมของป่าไม้สามารถทำให้เสถียรภาพของดินและการทำหน้าที่ของลุ่มน้ำอ่อนแอลง ส่งผลให้เกิดการกัดเซาะ ดินถล่ม และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ซึ่งยิ่งซ้ำเติมผลกระทบของเหตุการณ์สภาพอากาศรุนแรงต่อชุมชนท้องถิ่น สิ่งนี้ถูกระบุว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันในสุมาตราเมื่อไม่นานมานี้[41] การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่เกี่ยวข้องกับการจัดการป่าไม้อย่างไม่ยั่งยืน ยังอาจส่งผลกระทบเชิงลบต่อชุมชนท้องถิ่น โดยทำให้ชนพื้นเมืองและประชากรชนบทต้องย้ายถิ่นฐาน กระทบต่อวิถีการดำรงชีพ และบั่นทอนสิทธิด้านแรงงาน เมื่อความต้องการบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักเพิ่มขึ้น ความกดดันเหล่านี้ก็มีความเสี่ยงที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้น หากการจัดหาวัตถุดิบไม่ได้รับการบริหารจัดการอย่างรอบคอบ[42]

ลักษณะของความเสี่ยงเหล่านี้ รวมถึงมาตรการที่เหมาะสมในการจัดการ จะแตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาค ขึ้นอยู่กับธรรมาภิบาล สภาพป่าไม้ และแนวปฏิบัติในการจัดหาวัตถุดิบ ในบางภูมิภาค ธรรมาภิบาลที่อ่อนแอ การกำกับดูแลด้านกฎระเบียบที่ไม่เข้มแข็ง และสภาพของป่าไม้ที่มีอยู่ เชื่อมโยงกับความเสี่ยงที่สูงขึ้นต่อการเสื่อมโทรมของป่าและการตัดไม้ทำลายป่า ปัญหาการถือครองที่ดิน และผลกระทบทางสังคมที่เกี่ยวข้อง ในบางกรณี การจัดการสวนป่าอย่างรอบคอบบนพื้นที่ที่เสื่อมโทรมมาก่อนร่วมกับแนวปฏิบัติด้านการฟื้นฟู[43] ภายใต้หลักประกันด้านกฎหมาย สิ่งแวดล้อม และสังคมที่เข้มแข็ง สามารถช่วยปรับปรุงความหลากหลายทางชีวภาพและวิถีการดำรงชีพของชุมชนโดยรอบ[44]

ในระดับโลก ความต้องการไม้มีมากกว่าปริมาณการจัดหาอย่างรับผิดชอบอยู่แล้ว[45] และการคาดการณ์ว่าความต้องการเยื่อกระดาษและกระดาษที่เพิ่มขึ้นจะยิ่งเพิ่มแรงกดดันต่อป่าไม้มากขึ้น การทำไม้เป็นปัจจัยขับเคลื่อนการสูญเสียพื้นที่ปกคลุมของต้นไม้มากเป็นอันดับสาม โดยคิดเป็นประมาณหนึ่งในสี่ของการสูญเสียทั่วโลก รองจากการเกษตรถาวรและไฟป่า[46] และคาดว่ามีส่วนทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั่วโลกรายปีประมาณหนึ่งในสิบ[47] การผลิตกระดาษและผลิตภัณฑ์เส้นใยอายุการใช้งานสั้นอื่นๆ มีสัดส่วนเกือบหนึ่งในห้าของการทำไม้ทั้งหมดอยู่แล้ว ประมาณ 5 พันล้านต้นต่อปี[48] และคาดว่าความต้องการจะเพิ่มสูงขึ้นอีก[49]

หากไม่มีมาตรการบรรเทาผลกระทบที่เข้มข้น การเปลี่ยนจากพลาสติกไปสู่บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักในวงกว้างอาจทำให้ความต้องการกระดาษทั่วโลกเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะเป็นเพียงหนึ่งในหลายปัจจัยที่ขับเคลื่อนความต้องการไม้ทั่วโลก แต่ก็ไม่ใช่เรื่องเล็กน้อย การเปลี่ยนเพียง 10% ของปริมาณบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นทั่วโลกไปเป็นทางเลือกที่ทำจากกระดาษบริสุทธิ์ เทียบเท่ากับหนึ่งในห้าของปริมาณเยื่อไม้ที่ได้รับการรับรองทั้งหมดของโลกในปัจจุบัน[50]

แนวปฏิบัติในการจัดหาวัตถุดิบในปัจจุบันอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพภูมิอากาศ ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิถีการดำรงชีพ และแม้ในกรณีที่มีการรับรองอยู่แล้ว ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมก็อาจยังคงเกิดขึ้นได้ เยื่อไม้บริสุทธิ์ที่ใช้ในการผลิตกระดาษอาจมีถึงครึ่งหนึ่งที่มาจากป่าโบราณและป่าที่ใกล้สูญพันธุ์[51] ขณะที่ไม้กลมอุตสาหกรรมเพียง 23% เท่านั้นที่ได้รับการรับรองจาก Forest Stewardship Council (FSC)[52,53] เส้นใยที่ได้รับการรับรองช่วยลดความเสี่ยง แต่ไม่ได้รับประกันว่าจะมีผลกระทบต่ำเสมอไป เนื่องจากการตัดไม้ในป่าที่มีการจัดการสามารถทำให้ปริมาณคาร์บอนสะสมลดลง 30–50% เมื่อเทียบกับภูมิทัศน์ป่าธรรมชาติ และการฟื้นตัวอาจใช้เวลาหลายศตวรรษ[54] แนวปฏิบัติในการจัดการป่าไม้อย่างไม่มีความรับผิดชอบสามารถนำไปสู่ความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศป่าไม้และการลดลงของทรัพยากรป่าธรรมชาติ ส่งผลกระทบไม่เพียงต่อป่าที่ใกล้สูญพันธุ์หรือป่าดั้งเดิมเท่านั้น แต่ยังรวมถึงป่าทุกประเภท และเป็นปัจจัยที่ผลักดันให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ[55,56,57] นอกจากนี้ การมองเห็นหรือการตรวจสอบแหล่งที่มาของเส้นใยที่มีจำกัด ยังเป็นข้อจำกัดต่อประสิทธิภาพของการรับรองและการบังคับใช้นโยบาย และบั่นทอนความสามารถในการแยกแยะระหว่างการจัดหาที่มีความรับผิดชอบกับแนวปฏิบัติที่มีความเสี่ยงสูง

ยิ่งไปกว่านั้น ปริมาณการจัดหาที่ได้รับการรับรองอย่างรับผิดชอบก็ไม่ได้เพิ่มขึ้นทันกับความต้องการ ปริมาณการจัดหาที่ได้รับการรับรองอย่างน่าเชื่อถือแทบไม่เพิ่มขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา[58] และคาดว่าจะเติบโตช้ากว่าความต้องการเยื่อกระดาษถึง 50% ภายในปี 2040[59] ซึ่งหมายความว่าความต้องการกระดาษที่จัดหาจากแหล่งที่มีความรับผิดชอบที่เพิ่มขึ้นจากบางธุรกิจ มีแนวโน้มเพียงทำให้ปริมาณที่ได้รับการรับรองถูกเบี่ยงจากภาคตลาดอื่น มากกว่าจะทำให้ปริมาณการจัดหาโดยรวมเพิ่มขึ้น การรับรองที่เข้มแข็งยังคงเป็นเครื่องมือสำคัญในการเพิ่มความโปร่งใสของการจัดหาวัตถุดิบและการจัดการป่าไม้ แต่ยังจำเป็นต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความเสียหายต่อระบบนิเวศที่จะเกิดขึ้นต่อไป

ในระดับแต่ละธุรกิจ การนำแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดมาใช้ในด้านการลดการใช้ การจัดหาวัตถุดิบ การรีไซเคิล และการรับรอง เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง อย่างไรก็ตาม ควรมีมาตรการในระดับระบบที่กว้างขึ้นควบคู่กันไปเพื่อจัดการกับข้อจำกัดเชิงโครงสร้างด้านอุปทาน และส่งเสริมให้มีการนำแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดไปใช้อย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งภาคส่วน รายงาน Forest 500 ปี 2025 ชี้ให้เห็นช่องว่างนี้ โดยระบุว่า แม้จะมีบริษัทที่มีอิทธิพลจำนวนหนึ่งแสดงบทบาทผู้นำในการปกป้องป่าไม้ แต่เกือบครึ่งหนึ่งของบริษัทที่ใหญ่ที่สุด 500 แห่งที่เกี่ยวข้องกับห่วงโซ่อุปทานที่เชื่อมโยงกับป่าไม้ยังไม่มีนโยบายหรือคำมั่นในการไม่ตัดไม้ทำลายป่าสำหรับเยื่อกระดาษและกระดาษ[60] การดำเนินการที่จำเป็นทั้งในระดับธุรกิจและระดับระบบ ได้อธิบายไว้โดยละเอียดในหัวข้อถัดไปภายใต้ "เงื่อนไขสำคัญที่ 1: จัดหาจากแหล่งที่มีความรับผิดชอบ

ควรพิจารณาความเสี่ยงและผลกระทบจากการจัดหาวัตถุดิบสำหรับวัสดุทุกประเภท ไม่ใช่เฉพาะไม้เท่านั้น แม้ว่าการจัดหาบรรจุภัณฑ์กระดาษที่ทำจากไม้บริสุทธิ์จะพึ่งพาป่าไม้และที่ดินโดยตรง แต่วัตถุดิบประเภทอื่นก็มีผลกระทบและความเสี่ยงในรูปแบบอื่นเช่นกัน ตัวอย่างเช่น พลาสติกชีวภาพและเส้นใยทางเลือกอาจก่อให้เกิดความกังวลด้านการใช้ที่ดินและระบบอาหาร และควรมีการจัดหาวัตถุดิบภายใต้มาตรฐานที่เข้มแข็ง[61] แม้ว่ารายงานฉบับนี้จะมุ่งเน้นไปที่บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลัก แต่วัตถุดิบที่มาจากเชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการผลิตพลาสติกก็อาจก่อให้เกิดผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อความหลากหลายทางชีวภาพ[62] และชุมชนท้องถิ่น และควรได้รับการตรวจสอบอย่างเข้มงวดและอยู่ภายใต้มาตรฐานระดับสูงในทำนองเดียวกัน

การใช้น้ำในการผลิตกระดาษสูงกว่าการผลิตพลาสติก

การผลิตกระดาษมักใช้น้ำมากกว่าการผลิตพลาสติกอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าปริมาณการใช้น้ำจะแตกต่างกันอย่างมากระหว่างโรงงานผลิตของวัสดุทั้งสองประเภท แต่โดยทั่วไปแล้วการผลิตกระดาษมักใช้น้ำมากกว่าการผลิตพลาสติกหลายเท่าเมื่อเทียบในปริมาณน้ำหนักเท่ากัน[63,64] สะท้อนถึงความแตกต่างพื้นฐานของกระบวนการผลิต โดยการทำเยื่อและการแปรรูปเส้นใยต้องพึ่งพาน้ำเป็นตัวพาอย่างมาก ต่างจากการผลิตพลาสติกที่อาศัยความร้อนและปฏิกิริยาเคมีเป็นหลัก ความแตกต่างด้านการใช้น้ำอาจยิ่งเพิ่มขึ้นอีก เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักโดยทั่วไปใช้วัสดุในปริมาณมากกว่า เมื่อเทียบตามน้ำหนัก เมื่อเทียบกับทางเลือกที่เป็นพลาสติก ควรพิจารณาปริมาณการใช้น้ำขององค์ประกอบบรรจุภัณฑ์อื่นๆ (เช่น ชั้นกั้น สารยึดเกาะ และหมึกพิมพ์) ด้วยเมื่อประเมินผลกระทบโดยรวม

แม้จะมีการใช้มาตรการตามแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดแล้ว การผลิตกระดาษก็ยังคงใช้น้ำในปริมาณมากอยู่ดี ผู้ผลิตบางรายกำลังดำเนินการลดการใช้น้ำผ่านระบบหมุนเวียนแบบปิดและโครงการบริหารจัดการน้ำอย่างรับผิดชอบ[65] มาตรการเหล่านี้ช่วยลดการใช้น้ำและลดมลพิษและถือเป็นก้าวสำคัญ อย่างไรก็ตาม แม้จะมีการปรับปรุงดังกล่าว การผลิตกระดาษโดยทั่วไปก็ยังคงใช้น้ำมากกว่าการผลิตพลาสติก

ผลกระทบจากการใช้น้ำขึ้นอยู่กับบริบทของพื้นที่เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำ ความต้องการใช้น้ำที่สูงสามารถทำให้ปัญหาการขาดแคลนน้ำรุนแรงขึ้น และอาจสร้างแรงกดดันโดยตรงต่อชุมชนท้องถิ่นและระบบนิเวศ

ความเสี่ยงสำหรับบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นทุกประเภท

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกขึ้นอยู่กับบริบทเป็นอย่างมาก

สำหรับทั้งกระดาษและพลาสติก รอยเท้าก๊าซเรือนกระจกจะแตกต่างกันอย่างมาก ขึ้นอยู่กับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ ห่วงโซ่อุปทาน และโครงสร้างพลังงานในแต่ละพื้นที่ เมื่อพิจารณาต่อหนึ่งกิโลกรัม การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต การแปรรูป และการขึ้นรูปโดยทั่วไปมักต่ำกว่าสำหรับกระดาษ เมื่อเทียบกับพลาสติกที่ทำจากเชื้อเพลิงฟอสซิล[66] อย่างไรก็ตาม บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักมักต้องใช้วัสดุในปริมาณมากกว่าเมื่อเทียบตามน้ำหนักเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพเทียบเท่ากัน ซึ่งอาจลดทอนข้อได้เปรียบดังกล่าว โดยทั่วไปแล้ว บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักอาจมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่าเมื่อมีน้ำหนักไม่เกินประมาณ 1.5 เท่าของบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ใช้ทดแทน[67] ทั้งนี้ ยังไม่ได้คำนึงถึงเส้นทางการจัดการเมื่อสิ้นสุดการใช้งาน และองค์ประกอบบรรจุภัณฑ์อื่นๆ เช่น ชั้นกั้น สารเติมแต่ง และหมึกพิมพ์ ซึ่งอาจมีส่วนสำคัญต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวม

แนวปฏิบัติในการจัดหาวัตถุดิบเป็นปัจจัยพื้นฐานที่กำหนดผลกระทบด้านคาร์บอนโดยรวม วิธีการคำนวณคาร์บอนในการจัดหาเส้นใยมีอิทธิพลอย่างมากต่อผลลัพธ์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก งานศึกษาบางชิ้นถือว่าคาร์บอนชีวภาพเป็นคาร์บอนเป็นกลาง โดยสมมติว่าการปล่อยคาร์บอนระหว่างการเก็บเกี่ยว การแปรรูป หรือการกำจัด จะถูกชดเชยด้วยการฟื้นตัวของป่าไม้ อย่างไรก็ตาม สมมติฐานนี้อาจทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนการประเมินวัฏจักรชีวิตที่เข้มแข็งแสดงให้เห็นว่า การไม่นำการสูญเสียคาร์บอนจากการจัดหาวัตถุดิบมาพิจารณาอาจทำให้การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิต่ำกว่าความเป็นจริงถึง 75–92%[68] ในการคำนวณคาร์บอน ควรพิจารณาวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทาง ควรนำการปล่อยก๊าซจากกิจกรรมในการเก็บเกี่ยว (เช่น การใช้เลื่อยยนต์) และการแปรรูปไม้เพื่อผลิตกระดาษมารวมในการคำนวณเสมอ ควรนำการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานจากการกำจัดมาคำนวณอย่างเหมาะสม

การจัดการเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่สุดที่กำหนดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวมของทั้งกระดาษและพลาสติกในภูมิภาคที่มีอัตราการจัดการของเสียที่ไม่เหมาะสมสูง ในพื้นที่เหล่านี้ การกำจัดในหลุมฝังกลบที่ไม่มีการจัดการหรือการเผาสามารถมีส่วนทำให้เกิดการปล่อยก๊าซที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์โดยรวมได้สูงถึง 50%[69]

ในภูมิภาคที่การเผาขยะเป็นหลัก วัสดุบรรจุภัณฑ์แบบกระดาษอาจมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าวัสดุบรรจุภัณฑ์แบบพลาสติก เมื่อถูกเผา วัสดุทั้งสองชนิดจะปล่อยคาร์บอนออกมา แต่การเผาพลาสติกที่มาจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งรวมถึงบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษและมีพอลิเมอร์จากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นส่วนประกอบ จะเพิ่มคาร์บอนใหม่สู่ชั้นบรรยากาศ ในขณะที่กระดาษจะปล่อยคาร์บอนชีวภาพที่ถูกดูดซับจากชั้นบรรยากาศในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นไม้

เมื่อการฝังกลบโดยไม่มีการจัดการเป็นวิธีการกำจัดหลัก บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษอาจมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากพลาสติก เนื่องจากกระดาษสามารถย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในหลุมฝังกลบ ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซมีเทน[70] ในขณะที่พลาสติกโดยทั่วไปมีความเฉื่อยและแทบไม่เกิดการย่อยสลาย แม้ในพื้นที่ที่มีการฟื้นฟูหลุมฝังกลบอยู่ การดักจับก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบเก่าที่ไม่มีระบบป้องกันการรั่วซึมก็ทำได้ยาก และมักไม่ใช่สิ่งที่ได้รับความสำคัญเป็นลำดับต้นๆ[71] โดยประมาณแล้ว กระดาษมักมีผลกระทบต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ต่ำกว่าพลาสติก เมื่อความเป็นไปได้ที่ของเสียจะถูกฝังกลบมีไม่เกิน 1.5 เท่าของความเป็นไปได้ที่จะถูกเผา[72]

ปัจจัยขับเคลื่อนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG)	หลักเกณฑ์โดยประมาณ (ใช้เป็นแนวคร่าวๆ)[73] **บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักอาจมีความเข้มข้นของการปล่อยคาร์บอนต่ำกว่าบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่เทียบเท่ากัน หาก...**
น้ำหนัก	...มีน้ำหนักน้อยกว่า ~**1.5 เท่า**ของบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่เทียบเท่ากัน[74]
การจัดการเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งาน	**...การฝังกลบมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยกว่า ~1.5 เท่า เมื่อเทียบกับการเผาทำลาย[75]**

หมายเหตุ: หลักการทั่วไปไม่ควรแทนที่การประเมินตามกรณีเฉพาะต่างๆ

ผลกระทบจากปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันยังคงเป็นเรื่องที่คนไม่ค่อยเข้าใจดีนัก

ขยะกระดาษและขยะพลาสติกอาจมีส่วนทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน หากมีการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันคือการเพิ่มขึ้นของสารอาหารในระบบนิเวศน้ำ ซึ่งสามารถกระตุ้นให้เกิดการแพร่พันธุ์ของสาหร่ายและการลดลงของออกซิเจนในน้ำ กระดาษอาจปล่อยสารเติมแต่งที่มีไนโตรเจนได้รวดเร็วกว่าเมื่อเกิดการย่อยสลาย ในขณะที่พลาสติกอาจส่งผลกระทบต่อวัฏจักรของสารอาหารทางอ้อม โดยดูดซับสารพิษและเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการกินอาหารของสิ่งมีชีวิตในน้ำ[76,77]

ขอบเขตของผลกระทบยังไม่แน่นอน และจำเป็นต้องมีการวิจัยเพิ่มเติม การประเมินวัฏจักรชีวิตในยุโรปโดยทั่วไปไม่ได้ระบุว่าปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันเป็นหมวดหมู่ผลกระทบหลักของกระดาษ[78] อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวมักไม่รวมผลกระทบจากการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม ผู้เชี่ยวชาญชี้ว่าความเสี่ยงต่อปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันจากบรรจุภัณฑ์ที่รั่วไหลออกสู่สิ่งแวดล้อมอาจมีความเสี่ยงน้อยกว่าความเสี่ยงจากเศษอาหารที่ไหลออกมา[79] อย่างไรก็ตาม หลักฐานเกี่ยวกับผลกระทบด้านยูโทรฟิเคชันของบรรจุภัณฑ์ทั้งกระดาษและพลาสติกยังมีไม่มากนัก

ความเสี่ยงด้านสารเคมีหลักๆ มาจากการออกแบบบรรจุภัณฑ์ไม่ใช่เพราะการเลือกใช้วัสดุ

บรรจุภัณฑ์ทั้งกระดาษและพลาสติกสามารถนำสารที่อาจเป็นอันตรายเข้าสู่สิ่งแวดล้อมและส่งผลต่อระบบสุขภาพของมนุษย์ได้ จากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์พบว่ามีสารเคมีที่แตกต่างกันเกือบ 1,900 ชนิดในกระดาษและกระดาษแข็ง และเกือบ 3,700 ชนิดในพลาสติก ทั้งสองประเภทมีสารเพอร์และโพลีฟลูออโรอัลคิล (PFAS) และสารเคมีอื่นๆ ที่น่ากังวลรวมอยู่ด้วย[80] ความเสี่ยงเกิดขึ้นหลักๆ จากสารเติมแต่ง สารทำให้คงที่ โมโนเมอร์ที่ตกค้าง หมึก กาว สารเคลือบ และชั้นกั้น แทนที่จะมาจากวัสดุฐานเอง สารเหล่านี้สามารถเคลื่อนย้ายจากบรรจุภัณฑ์เข้าสู่อาหารอยู่ในระบบนิเวศ และเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ในวงกว้าง รวมถึงผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบหัวใจและหลอดเลือด[81,82]

ผลกระทบส่วนใหญ่มาจากการออกแบบบรรจุภัณฑ์ แม้ว่าจะมีความเสี่ยงที่สารที่ไม่ได้ถูกเติมโดยตั้งใจจะปะปนเข้าสู่วัสดุ แต่ผลกระทบทางเคมีโดยรวมยังขึ้นอยู่กับสารเคมีที่ตั้งใจใช้เป็นส่วนประกอบอย่างมาก ดังนั้น การออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยให้ความสำคัญกับความปลอดภัยทางเคมีตั้งแต่ต้น จึงเป็นสิ่งสำคัญในการลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น

มาตรการป้องกันที่มีอยู่ในปัจจุบันยังจำเป็นต้องมีการปรับให้สอดคล้องกัน การทดสอบความเป็นพิษต่อระบบนิเวศ เช่น การทดสอบที่จำเป็นสำหรับการรับรองการย่อยสลายได้ในปุ๋ยหมักภายในบ้าน ยังไม่ได้มีการบังคับใช้อย่างสม่ำเสมอทั่วโลก: บางมาตรฐานกำหนดให้ทดสอบความเป็นพิษกับพืชเท่านั้น ในขณะที่บางมาตรฐานกำหนดให้ทดสอบกับไส้เดือนและแบคทีเรียด้วย นอกจากนี้ การใช้สารประกอบบางชนิดโดยเจตนาที่อยู่ในรายการสารที่มีความน่ากังวลอย่างยิ่ง และสารเคมีฟลูออริเนตอินทรีย์ กำลังถูกห้ามใช้มากขึ้นโดยองค์กรรับรองมาตรฐานทั่วโลก แต่ยังจำเป็นต้องมีการปรับให้สอดคล้องกันเพิ่มเติม และอาจยังคงมีช่องว่างด้านกฎระเบียบอย่างมีนัยสำคัญ

03

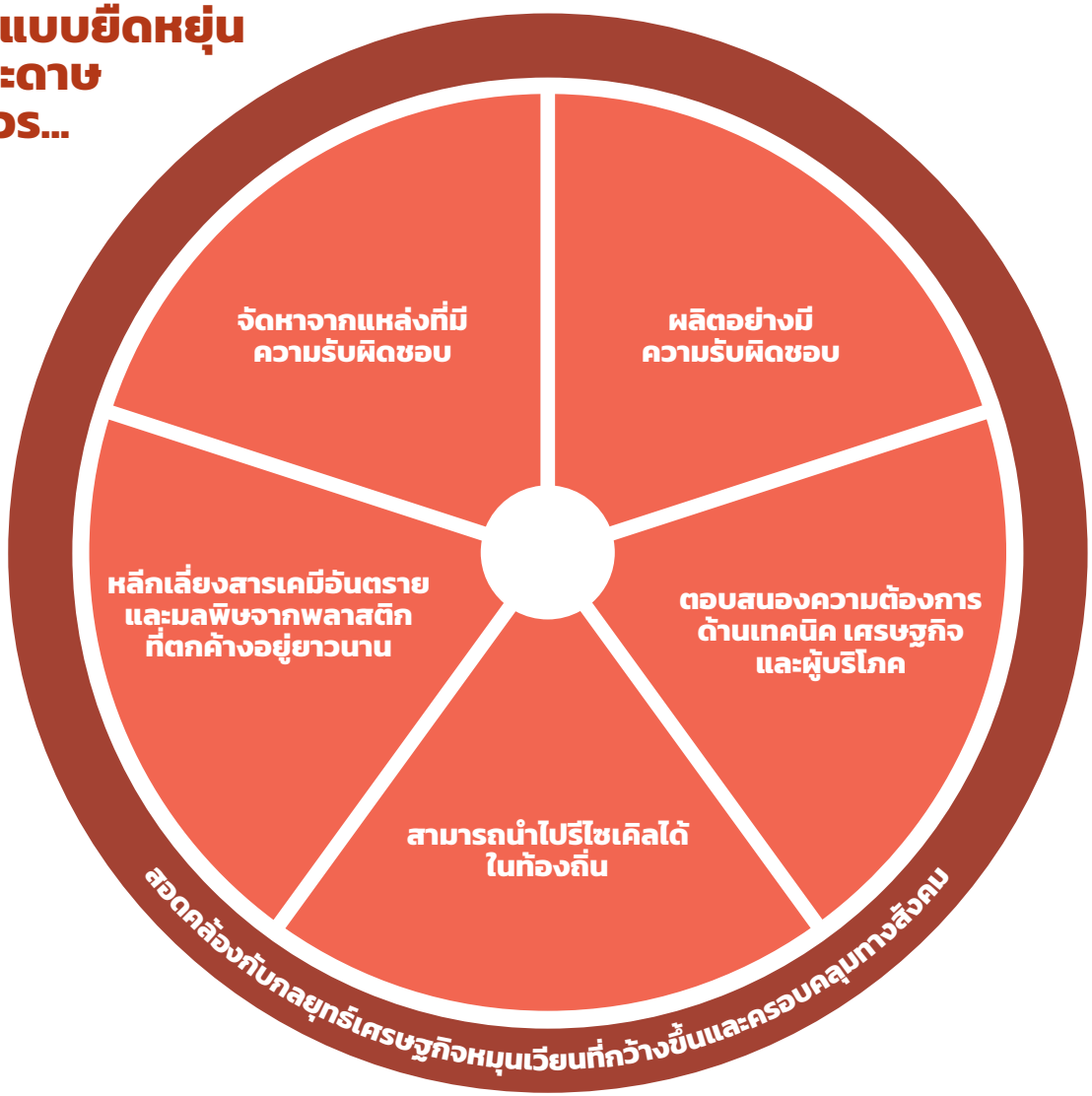
เกณฑ์สำคัญ 6 ประการ สำหรับบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลัก ซึ่งได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ

เกณฑ์สำคัญหกประการกำหนดกรอบแนวทางที่ชัดเจนสำหรับบรรจุภัณฑ์กระดาษแบบยืดหยุ่นขนาดเล็กในการใช้งานที่มีอัตราการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อมสูง เมื่อพิจารณาร่วมกัน เกณฑ์เหล่านี้ช่วยกำหนดกรอบและแนวทางที่ชัดเจนสำหรับนักนวัตกรรม ธุรกิจต่างๆ นักลงทุน และผู้กำหนดนโยบาย เพื่อช่วยให้สามารถนำประโยชน์ที่เป็นไปได้ของโซลูชันบรรจุภัณฑ์กระดาษมาใช้ได้ ในขณะเดียวกันก็ช่วยลดความเสี่ยงให้เหลือน้อยที่สุด เกณฑ์เหล่านี้ครอบคลุมโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด รวมถึงกระดาษฐาน ชั้นกั้น กาว หมึก น้ำยาเคลือบเงา และส่วนประกอบอื่นๆ หากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ข้อใดข้อหนึ่ง อาจลดผลลัพธ์ด้านสิ่งแวดล้อมและความเชื่อมั่นต่อทางเลือกบรรจุภัณฑ์ที่ใช้กระดาษ

ปัจจุบัน บรรจุภัณฑ์ที่สามารถตอบโจทย์เกณฑ์ทั้งหมดได้ยังไม่พร้อมใช้งานสำหรับการใช้งานส่วนใหญ่ ความก้าวหน้าในระยะแรกสะท้อนถึงแรงขับเคลื่อนที่ชัดเจน แต่ยังจำเป็นต้องมีนวัตกรรมเพิ่มเติมอีกมากเพื่อขยายขอบเขตการใช้งานที่บรรจุภัณฑ์กระดาษที่ออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบจะสามารถเป็นทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ทั้งในเชิงเทคนิคและเชิงเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การผสานความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพเข้ากับข้อกำหนดด้านประสิทธิภาพการใช้งานและความสามารถในการรีไซเคิลยังคงเป็นความท้าทายด้านนวัตกรรม ความเร็วและความเป็นไปได้ของความก้าวหน้าจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับประเภทของผลิตภัณฑ์[83] และชนิดบรรจุภัณฑ์ ภูมิศาสตร์ และระดับความพร้อมของห่วงโซ่อุปทาน

ช่องว่างในปัจจุบันระหว่างการบรรลุเป้าหมายนี้กับบรรจุภัณฑ์ที่พร้อมใช้งานในตลาด ควรเป็นแรงผลักดันให้เกิดการนวัตกรรม การลงทุน และการทดลองนำร่องตั้งแต่ตอนนี้ แทนที่จะเป็นเหตุให้ลดถอยลง การพัฒนาและนำบรรจุภัณฑ์กระดาษที่ได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบไปใช้จะไม่เกิดขึ้นได้ในชั่วข้ามคืน จะมีขั้นตอนระหว่างทางในช่วงเปลี่ยนผ่าน[84] สิ่งเหล่านี้ควรได้รับการออกแบบอย่างตั้งใจและมุ่งไปสู่การบรรลุเกณฑ์ทั้ง 6 ประการในท้ายที่สุด

บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลัก ควร...



จัดหาจากแหล่งที่มีความรับผิดชอบ

เป้าหมาย

เพื่อให้มั่นใจว่าบรรจุภัณฑ์กระดาษแบบยืดหยุ่นจะไม่ทำให้ความต้องการไม้เพิ่มขึ้นเกินขีดจำกัดทางสิ่งแวดล้อม และเพื่อให้คงสิทธิและวิถีชีวิตของชุมชนท้องถิ่นและชนพื้นเมืองให้ได้รับการเคารพ

วิธีการ

ปรับใช้กลยุทธ์แบบองค์รวมที่ผสานการดำเนินการในระดับธุรกิจรายบุคคล เพื่อลดการใช้เส้นใยโดยรวม ให้ความสำคัญกับเส้นใยที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และรับรองการจัดหาวัตถุดิบตามแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด ควบคู่กับความพยายามร่วมกันในการจัดการในระบบ เพื่อขยายการใช้แนวปฏิบัติการจัดหาที่ดีที่สุดทั่วทั้งอุตสาหกรรม และเพิ่มการใช้เส้นใยที่ไม่ใช่ไม้อย่างมีความรับผิดชอบ

นอกเหนือจากวัสดุรีไซเคิลแล้ว เส้นใยที่ไม่ใช่ไม้ที่จัดหาจากแหล่งที่มีความรับผิดชอบ โดยเฉพาะจากของเสียทางการเกษตร สามารถมีบทบาทสำคัญในการขยายแหล่งเส้นใยที่มีความรับผิดชอบสำหรับบรรจุภัณฑ์เมื่อมีประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม เส้นใยจากของเสียทางการเกษตรที่จัดหาจากแหล่งที่มีความรับผิดชอบสามารถมีผลกระทบต่อการใช้ที่ดินต่ำกว่าถึง 80–100% และมีผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพและคาร์บอนต่ำกว่ามากเมื่อเทียบกับไม้แบบดั้งเดิม[88] การขยายการใช้วัตถุดิบเหล่านี้ต้องอาศัยความร่วมมือและการลงทุนที่เป็นไปตามเป้าหมาย

ความหมายในทางปฏิบัติ

การดำเนินการของบริษัทแต่ละแห่ง:

- **ใช้แนวทางการจัดหาเส้นใยในระดับพอร์ตโฟลิโอ โดยมีเป้าหมายเพื่อลดการใช้เส้นใยบริสุทธิ์โดยรวม และให้ความสำคัญกับเส้นใยที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อสามารถทำได้ในแต่ละการใช้งาน** การเพิ่มขึ้นของการใช้เส้นใยใหม่ที่มาจากการเปลี่ยนไปใช้บรรจุภัณฑ์กระดาษแบบยืดหยุ่น ควรถูกชดเชยด้วยการลดการใช้งานในส่วนอื่นของเกณฑ์กำหนด เช่น บรรจุภัณฑ์ทุติยภูมิและตติยภูมิที่ผ่านการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร (รวมถึงการกำจัดบรรจุภัณฑ์ที่ไม่จำเป็น การเพิ่มประสิทธิภาพการออกแบบ และการให้ความสำคัญกับการใช้ซ้ำเมื่อเป็นไปได้) และให้ความสำคัญกับการใช้เส้นใยรีไซเคิลและเส้นใยที่ไม่ใช่ไม้ที่จัดหาจากแหล่งที่มีความรับผิดชอบเมื่อเป็นไปได้[85] และเป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม[86]
- **จัดหาวัตถุดิบทั้งหมดอย่างมีความรับผิดชอบ โดยปฏิบัติตามแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด**ที่ปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพ เคารพสิทธิของชนพื้นเมืองและชุมชนในพื้นที่ และเพิ่มความโปร่งใสและความรับผิดชอบตลอดห่วงโซ่อุปทาน รวมถึงการพยายามหลีกเลี่ยงการจัดหาจากพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการตัดไม้ทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่าไม้ การรักษาปริมาณคาร์บอนสะสม และการนำมาตรการคุ้มครองที่เข้มงวดมาใช้เพื่อปกป้องสภาพแวดล้อมและผู้คน แนวปฏิบัติในการจัดหาเส้นใยที่สนับสนุนกรอบความหลากหลายทางชีวภาพระดับโลก เช่น แนวทางที่กำหนดโดยกลุ่ม Forest Positive Coalition ของ Consumer Goods Forum (CGF) พร้อมกับการรับรองที่น่าเชื่อถือ โดย FSC ถูกยอมรับว่าเป็นมาตรฐานที่แข็งแกร่งและน่าเชื่อถือที่สุด[87] ถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการเพิ่มความโปร่งใสและลดความเสี่ยงจากการตัดไม้ทำลายป่า การเสื่อมโทรมของป่า และผลกระทบทางสังคม ในกรณีที่การรับรองอาจไม่เพียงพอในการสร้างความมั่นใจให้กับชุมชนในพื้นที่ บริษัทควรเสริมความเข้มแข็งให้กับนโยบายภายในของตนเอง เช่น กลไกการรับเรื่องร้องเรียน

การดำเนินการร่วมกันของบริษัท:

- **สนับสนุนให้มีการออกกฎระเบียบ** ที่ส่งเสริมการจัดหาวัตถุดิบเส้นใยที่ปราศจากการตัดไม้ทำลายป่าและการทำให้ป่าไม้เสื่อมโทรม และการอนุรักษ์ป่าไม้ตลอดห่วงโซ่อุปทานทั่วโลก
- **ขยายการใช้เส้นใยที่ไม่ใช่ไม้อย่างมีความรับผิดชอบ** ทั่วเกณฑ์กำหนดบรรจุภัณฑ์เมื่อเป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม โดยตระหนักเสมอว่าการขยายเทคโนโลยีและห่วงโซ่อุปทานเหล่านี้ต้องใช้เวลาและการลงทุนในระยะแรก เส้นใยเหล่านี้ควรสามารถรีไซเคิลได้ จัดหาจากแหล่งที่มีความรับผิดชอบ และได้รับการตรวจสอบผ่านโครงการหรือมาตรฐานที่น่าเชื่อถือ
- **เข้าร่วมโครงการรับรองที่น่าเชื่อถือ** เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการตรวจสอบย้อนกลับแหล่งกำเนิด การควบคุมดูแลห่วงโซ่อุปทาน แนวทางปฏิบัติที่ยั่งยืน และการนำไปปฏิบัติให้ถึงระดับที่จำเป็นเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความเสียหายทางนิเวศวิทยาเพิ่มเติม ต้องอาศัยการลงทุนที่เพิ่มขึ้นในระบบการตรวจสอบย้อนกลับ และการแบ่งปันข้อมูลที่มากขึ้นตลอดทั้งห่วงโซ่คุณค่า

ข้อจำกัด

ไม่ว่าการรับรองจะเป็นอย่างไรก็ตาม จะมีขีดจำกัดระดับโลกต่อปริมาณไม้ที่สามารถผลิตได้อย่างมีความรับผิดชอบ ดังนั้น ควรให้ความสำคัญกับการลดความจำเป็นในการใช้บรรจุภัณฑ์ตั้งแต่แรก เช่น การนำกลับมาใช้ซ้ำ การเติมซ้ำ และการลดหรือกำจัดบรรจุภัณฑ์เมื่อเป็นไปได้

ต้องผลิตอย่างมีความรับผิดชอบ

เป้าหมาย

เพื่อตรวจสอบให้มั่นใจว่าบรรจุภัณฑ์กระดาษแบบยืดหยุ่นจะไม่เพิ่มแรงกดดันต่อสภาพภูมิอากาศและทรัพยากรน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพิจารณาถึงการใช้น้ำที่สูงกว่าในการผลิตกระดาษและความแปรผันที่กว้างของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

วิธีการ

จัดหา ผลิต และ/หรือใช้งานบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักโดยให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ส่วนนี้มุ่งเน้นไปที่การใช้น้ำและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ซึ่งเป็นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เด่นชัดที่สุดสองประการตั้งแต่เริ่มขั้นตอนจนจบ

ความหมายในทางปฏิบัติ

ประเมิน ติดตาม และลดการใช้น้ำและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์ประกอบบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด รวมถึงวัสดุฐาน ชั้นรอง สารเคลือบ และสารเติมแต่ง โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับการใช้น้ำในพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำ โดยจะต้องอาศัยการประเมินวัฏจักรชีวิตที่น่าเชื่อถือตามกรณีซึ่งสะท้อนข้อมูลเฉพาะของผู้ผลิต ห่วงโซ่อุปทานในพื้นที่ และสภาพความเป็นจริงของการจัดการของเสีย

ออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยคำนึงถึงการปล่อยก๊าซตลอดวัฏจักรชีวิต รวมถึงการจัดการเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานที่อาจเกิดขึ้น การลดน้ำหนักบรรจุภัณฑ์ให้ต่ำที่สุดสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีนัยสำคัญ สภาพการจัดการของเสียในพื้นที่มีผลอย่างมากต่อการกระทบต่อสภาพภูมิอากาศโดยรวม เมื่อระบบการจัดการของเสียเปลี่ยนแปลงไป ปัจจัยเหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงตาม จึงยิ่งเน้นย้ำถึงความจำเป็นของการประเมินอย่างต่อเนื่องและเฉพาะแต่ละบริบท เพื่อพิจารณาว่ากระดาษเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดหรือไม่ ผลลัพธ์ที่ปลายน้ำเหล่านี้ยังต้องพิจารณาควบคู่กับข้อจำกัดที่ต้นน้ำ รวมถึงการปล่อยก๊าซจากแหล่งกำเนิดทั้งชีวภาพและจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ขับเคลื่อนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก[89]

ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานและเปลี่ยนผ่านไปใช้พลังงานหมุนเวียนตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทาน ต้องอาศัยการปรับปรุงโรงงานกระดาษ เช่น การเปลี่ยนหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

นำแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดด้านการจัดการน้ำมาใช้ในการผลิตกระดาษ ความแตกต่างอย่างมากในการใช้น้ำระหว่างผู้ผลิตบ่งชี้ว่ามีศักยภาพในการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญ สิ่งนี้มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษเป็นหนึ่งในผู้ใช้น้ำรายใหญ่ที่สุดในภาคอุตสาหกรรมทั่วโลก[90] ในขณะที่ประชากรโลกครึ่งหนึ่งอาศัยอยู่ภายใต้สภาวะขาดแคลนน้ำอย่างรุนแรงอย่างน้อยหนึ่งเดือนต่อปี[91] ประเทศต่างๆ เช่น อินเดียและชิลี เผชิญทั้งปัญหาการขาดแคลนน้ำอย่างมีนัยสำคัญและความต้องการบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งยิ่งตอกย้ำความสำคัญของการผลิตและการจัดหาที่ใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับการใช้บรรจุภัณฑ์กระดาษ ขั้นตอนในการลดปริมาณการใช้น้ำ ได้แก่ การลดปริมาณกระดาษที่ใช้ให้น้อยที่สุด การลงทุนในระบบน้ำแบบหมุนเวียนปิด และการปรับห่วงโซ่อุปทานให้สอดคล้องกับแนวคิดการบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน ควรพิจารณาการใช้น้ำในกระบวนการรีไซเคิลเมื่อเลือกใช้เส้นใยและสารเติมแต่ง

ข้อจำกัด

แม้จะมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องก็ตาม อาจใช้น้ำในปริมาณมากในการผลิตกระดาษ เนื่องจากกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษโดยพื้นฐานจำเป็นต้องพึ่งพาน้ำในการผลิต การหลีกเลี่ยงการผลิตหรือการรีไซเคิลกระดาษในพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำจะช่วยลดผลกระทบ

ตอบสนองความต้องการด้านเทคนิคและเศรษฐกิจ และความต้องการของผู้บริโภค

เป้าหมาย

เพื่อให้สามารถนำบรรจุภัณฑ์ออกสู่ตลาดได้โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบที่ไม่ได้ตั้งใจ เช่น การสูญเสียอาหารที่เพิ่มขึ้น ความเสียหายของสินค้า หรือการไม่ยอมรับสินค้าจากผู้บริโภค ซึ่งอาจลดทอนผลลัพธ์ด้านสิ่งแวดล้อมและความคุ้มค่าทางธุรกิจ

วิธีการ

ตรวจสอบให้มั่นใจว่าบรรจุภัณฑ์สามารถปกป้องสินค้า มีอายุการเก็บรักษา และความสะดวกในการใช้งานสำหรับผู้บริโภคตามบริบทการใช้งานเฉพาะ พร้อมทั้งมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจสำหรับทั้งธุรกิจและผู้บริโภค

ความหมายในทางปฏิบัติ

กำหนดข้อกำหนดบรรจุภัณฑ์ตามความต้องการจริงของสินค้า แทนที่จะอ้างอิงการเปรียบเทียบกับรูปแบบบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นมาตรฐานที่มีอยู่ ซึ่งมักเกินความจำเป็นจริง ความต้องการทางเทคนิคแตกต่างกันอย่างมากตามประเภทสินค้าและภูมิศาสตร์ ดังนั้น ควรกำหนดข้อกำหนดตามสภาพแวดล้อมการใช้งานของบรรจุภัณฑ์ การอ้างอิงเปรียบเทียบกับรูปแบบบรรจุภัณฑ์พลาสติกมาตรฐานแบบยืดหยุ่นอาจนำไปสู่การกำหนดข้อกำหนดเกินความจำเป็นโดยไม่ได้สร้างคุณค่าเพิ่มเติม การปรับสูตรผลิตภัณฑ์ยังสามารถช่วยให้ใช้บรรจุภัณฑ์ที่ยั่งยืนมากขึ้น ประเด็นสำคัญที่ควรพิจารณา ได้แก่ คุณสมบัติเชิงกล คุณสมบัติการกั้น รูปแบบ ความสามารถในการใช้งานกับเครื่องจักรในกระบวนการบรรจุ การปิดผนึก และการติดฉลาก ประสิทธิภาพในห่วงโซ่อุปทานและสภาพแวดล้อมค้าปลีก ความสะดวกของผู้บริโภค และความคุ้มค่าทางธุรกิจ

ลงทุนในนวัตกรรมเพื่อพัฒนาบรรจุภัณฑ์กระดาษให้สามารถตอบสนองความต้องการด้านเทคนิค เศรษฐกิจ และผู้บริโภค พร้อมทั้งรองรับเกณฑ์สำคัญอื่นๆ ทั้งหมดไปพร้อมกัน กระดาษเพียงอย่างเดียวมักไม่สามารถให้คุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับการใช้งานส่วนใหญ่ โดยทั่วไปจำเป็นต้องมีการเคลือบ ใช้สารเติมแต่ง หรือให้มีชั้นโพลิเมอร์ เพื่อให้ได้คุณสมบัติด้านการสกัดกั้นและประสิทธิภาพที่จำเป็น องค์ประกอบเหล่านี้ควรถูกออกแบบและผสานเข้าด้วยกันในลักษณะที่ตอบสนองต่อประสิทธิภาพและความต้องการของผู้บริโภค โดยไม่กระทบต่อเกณฑ์สำคัญอื่นๆ พร้อมทั้งยังคงมีความคุ้มค่าในระดับการผลิตเชิงพาณิชย์ สำหรับการใช้งานส่วนใหญ่ ยังไม่มีตัวเลือกที่สามารถตอบโจทย์ข้อกำหนดทั้งหมดเหล่านี้ได้อย่างครบถ้วนในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผสานความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพเข้ากับข้อกำหนดด้านประสิทธิภาพการใช้งานและความสามารถในการรีไซเคิลยังคงเป็นความท้าทายด้านนวัตกรรม ความสามารถในการแปรรูปและความเหมาะสมของเครื่องจักรในการแปรรูปบรรจุภัณฑ์กระดาษในระยะเวลาการผลิตที่สูงมีความสำคัญด้วยเช่นกัน นวัตกรรมที่จำเป็นได้อธิบายไว้ในส่วนถัดไปภายใต้หัวข้อ ‘การกำจัดช่องโหว่: นวัตกรรมที่จำเป็นต้องมี’

การขยายขอบเขตการใช้งานที่โซลูชันบรรจุภัณฑ์กระดาษที่ออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบสามารถใช้ได้จริงทั้งในเชิงเทคนิคและเศรษฐกิจ จะต้องอาศัยความร่วมมือในระดับอุตสาหกรรมระหว่างแบรนด์ ผู้จัดหา และผู้กำหนดนโยบาย เพื่อแบ่งปันความรู้ กระจายต้นทุนและความเสี่ยง และสร้างประโยชน์จากการประหยัดต่อขนาด

มีส่วนร่วมกับผู้บริโภคเพื่อส่งเสริมการยอมรับและนำไปใช้ ความสำเร็จยังขึ้นอยู่กับการยอมรับของลูกค้า และแม้ว่าบรรจุภัณฑ์จะมีประสิทธิภาพดีในเชิงเทคนิค ก็อาจยังไม่สอดคล้องกับความคาดหวังของผู้บริโภค แบรนด์สามารถมีบทบาทสำคัญในการจัดการประเด็นนี้ โดยการสร้างความเข้าใจและกำหนดความคาดหวังของผู้บริโภค ตัวอย่างเช่น ผ่านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่พร้อมวางจำหน่ายบนชั้นสินค้า และชุดเครื่องมือด้านการจัดแสดงสินค้าเพื่อสนับสนุนผู้ค้าปลีก

ต้องสามารถนำไปรีไซเคิลได้ในท้องถิ่น

เป้าหมาย

เพื่อตรวจสอบให้แน่ใจว่า เมื่อประสานกันเข้าด้วยกันกับความพยายามอย่างมากในการขยายโครงสร้างพื้นฐานการเก็บรวบรวม บรรจุภัณฑ์มีโอกาสสูงที่จะถูกนำไปรีไซเคิลได้จริงทำให้ช่วยเก็บวัสดุไว้ในระบบเศรษฐกิจและลดความจำเป็นในการใช้วัสดุใหม่

วิธีการ

ออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักให้บ่งบอกชัดเจนว่าเป็นกระดาษ และสะดวกต่อการจัดการหลังการใช้งานสำหรับผู้บริโภค ผู้จัดเก็บขยะ ผู้คัดแยก และผู้เก็บขยะในระบบอย่างเป็นทางการ โดยสอดคล้องกับแนวทางการรีไซเคิลที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง โดยอ้างอิงแนวทางการรีไซเคิลในพื้นที่เป็นหลักหากมี

ควรช่วยขยายโครงสร้างพื้นฐานผ่านความร่วมมือและนโยบายในระดับอุตสาหกรรม ควบคู่กันไปเพื่อให้มั่นใจว่าบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักจะถูกเก็บรวบรวมและรีไซเคิลได้จริง

ความหมายในทางปฏิบัติ

ออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้เป็นไปตามแนวทางการรีไซเคิลในพื้นที่ที่มีแนวทางนั้นอยู่แล้ว เกณฑ์การออกแบบที่กำหนดว่าบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษมีแนวโน้มที่จะถูกรวบรวม คัดแยก และนำไปรีไซเคิลได้สำเร็จหรือไม่นั้น แตกต่างกันไปตามแต่ละภูมิภาค ดังนั้น ควรนำแนวทางการรีไซเคิลในพื้นที่มาใช้เมื่อมีแนวทางดังกล่าว ในกรณีที่ไม่ได้เป็นเช่นนั้น ควรจัดทำแนวทางโดยปรึกษาหารือกับผู้รีไซเคิลในพื้นที่ โดยคำนึงถึงสภาพและข้อจำกัดของกระบวนการในพื้นที่ รวมถึงความขาดแคลนน้ำ

ใช้แนวทางสากลเป็นข้อมูลอ้างอิงในกรณีที่ไม่มีแนวทางในพื้นที่ ในภูมิภาคที่ยังไม่มีแนวทางการออกแบบที่ชัดเจน แนวทางสากลที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางสามารถใช้เป็นแนวทางเริ่มต้นที่เป็นประโยชน์ แต่ควรปรับให้สอดคล้องกับสภาพการดำเนินการในพื้นที่[92] แทนที่จะนำมาใช้ทั้งหมดโดยตรง ตัวอย่างเช่น แนวทางของ 4Evergreen สำหรับ 'โรงงานรีไซเคิลที่ใช้กระบวนการแบบดั้งเดิม' หรือ 'โรงงานมาตรฐาน' สามารถใช้เป็นจุดอ้างอิงที่ดีได้[93] แม้จะพัฒนาขึ้นสำหรับบริบทในยุโรป แต่ก็เป็นหนึ่งในแนวทางที่ครอบคลุมและได้รับการสนับสนุนอย่างกว้างขวางที่สุดที่มีอยู่ แม้ว่าการเป็นไปตามมาตรฐานนี้จะไม่ได้รับประกันว่าบรรจุภัณฑ์จะถูกยอมรับหรือสามารถผ่านกระบวนการในโรงงานในพื้นที่ได้สำเร็จในทุกที่ แต่เกณฑ์การออกแบบส่วนใหญ่จะช่วยเพิ่มความเป็นไปได้ทางเทคนิคของการรีไซเคิล

ขยายโครงสร้างพื้นฐานด้านการเก็บรวบรวมและการรีไซเคิลผ่านความร่วมมือและนโยบายในอุตสาหกรรม ดูเงื่อนไขสำคัญข้อที่หก "เป็นส่วนหนึ่งของกลยุทธ์เศรษฐกิจหมุนเวียนที่ครอบคลุมและมีส่วนร่วมทางสังคม" สำหรับรายละเอียด

ข้อจำกัด

การรีไซเคิลหมุนเวียนแบบปิดยังคงมีข้อจำกัดสำหรับการใช้งานบางส่วน ตัวอย่างเช่น กระดาษเกรดอาหารที่มักถูก 'ดาวน์ไซเคิล' เป็นรูปแบบกระดาษอื่น แทนที่จะถูกนำกลับมาใช้ในงานที่มีคุณภาพเทียบเท่าเดิม

หลีกเลี่ยงสารเคมีอันตราย และมลพิษจากพลาสติกที่ตกค้างอยู่ยาวนาน

เป้าหมาย

เพื่อให้มั่นใจว่าบรรจุภัณฑ์จะไม่ก่อให้เกิดสารอันตรายระหว่างใช้งานหรือหลังใช้งาน และไม่ก่อให้เกิดมลพิษพลาสติกที่ตกค้างอยู่ยาวนานในกรณีที่หลุดรอดจากระบบการจัดการขยะ เนื่องจากการขยายระบบการเก็บรวบรวม การคัดแยก และการรีไซเคิลที่ครอบคลุมต้องใช้เวลา เงินทุน และมาตรการเชิงนโยบายอย่างมาก การออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้หลีกเลี่ยงสารอันตรายหรือมลพิษพลาสติกที่ตกค้างอยู่ยาวนานจึงเป็นกลไกป้องกันชั่วคราว โดยเฉพาะในตลาดที่มีอัตราการเก็บรวบรวมต่ำ เป้าหมายระยะยาวคือการหยุดการรั่วไหลทั้งหมดโดยสิ้นเชิง

วิธีการ

ออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่เข้มงวดและได้รับการยอมรับสำหรับการย่อยสลายในระบบปุ๋ยหมักภายในบ้าน และการย่อยสลายทางชีวภาพในดิน น้ำจืด และสภาพแวดล้อมทางทะเล การออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยให้ความปลอดภัยของสารเคมีเป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกเป็นสิ่งจำเป็น และการพิจารณารายการสารเคมีต้องห้ามที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางสามารถช่วยในด้านการออกแบบ บรรจุภัณฑ์ควรให้คำแนะนำในการกำจัดอย่างชัดเจนเพื่อหลีกเลี่ยงการทิ้งเรี่ยราด

ความหมายในทางปฏิบัติ

ออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้โครงสร้างทั้งหมด รวมถึงวัสดุฐาน ชั้นเคลือบ และสารเติมแต่ง เป็นไปตามมาตรฐานที่เข้มงวดและได้รับการยอมรับสำหรับการย่อยสลายในระบบปุ๋ยหมักภายในบ้าน และการย่อยสลายทางชีวภาพในดิน น้ำจืด และสภาพแวดล้อมทางทะเล ในกรณีที่ยังไม่มีวิธีการมาตรฐานสากลในการวัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจริงของการรั่วไหลของบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด การทำให้บรรจุภัณฑ์ผ่านมาตรฐานที่เข้มงวดสำหรับการย่อยสลายที่บ้าน[94] และการย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมทางทะเล น้ำจืด และดิน ถือเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดที่มีอยู่ในปัจจุบัน[95] โครงการรับรองที่เข้มงวดที่สุดและมีความทันสมัยทางวิทยาศาสตร์มากที่สุดสามารถใช้เป็นจุดอ้างอิงที่มีประโยชน์สำหรับการประเมินนี้ (ดูภาคผนวก 2 สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติม) ตัวอย่างโครงการรับรองที่ใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง ได้แก่:

- ย่อยสลายได้จริงในกองปุ๋ยหลังบ้าน หน่วยงานตรวจและออกใบรับรองมาตรฐานของออสเตรีย (TÜV Austria)
- สามารถย่อยสลายได้ในกองปุ๋ยหมักตามบ้านโดยผ่านการทดสอบและรับรองตามมาตรฐานเยอรมัน (DIN-Geprüft) (DIN CERTCO)
- สามารถทำปุ๋ยหมักได้สำหรับเชิงพาณิชย์และภายในครัวเรือน
- การรับรองความสามารถในการทำปุ๋ยหมักภายในครัวเรือน (ABA)
- ผ่านการรับรองว่าสามารถย่อยสลายทางชีวภาพในดิน (TÜV Austria)
- สามารถย่อยสลายทางชีวภาพในดินโดยผ่านการทดสอบและรับรองตามมาตรฐานเยอรมัน (DIN-Geprüft) (DIN CERTCO)
- การยืนยันการย่อยสลายทางชีวภาพในดิน (ABA)
- ผ่านการรับรองว่าสามารถย่อยสลายทางชีวภาพในน้ำ (TÜV Austria)
- ผ่านการรับรองว่าสามารถย่อยสลายทางชีวภาพในทะเล (TÜV Austria)
- สามารถย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมทางทะเลโดยผ่านการทดสอบและรับรองตามมาตรฐานเยอรมัน (DIN-Geprüft) (DIN CERTCO)

ปฏิบัติตามรายการสารเคมีต้องห้ามที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง ความปลอดภัยของสารเคมีและการตกค้างควรได้รับการจัดการอย่างเร่งด่วนเช่นเดียวกับมลพิษทางกายภาพ อย่างน้อยที่สุด บรรจุภัณฑ์ควรเป็นไปตามรายการสารเคมีต้องห้ามที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง เช่น ภายใต้กฎระเบียบของ EU REACH และ POP และไม่ควรมีสารเคมี PFAS

ให้ข้อมูลคำแนะนำในการกำจัดอย่างชัดเจนและถูกต้อง และหลีกเลี่ยงการกล่าวอ้างด้านสิ่งแวดล้อมที่ทำให้เข้าใจผิด บรรจุภัณฑ์ควรเน้นไปที่ฉลากที่ให้ข้อมูลการกำจัดอย่างชัดเจน มากกว่าการกล่าวอ้างว่าย่อยสลายได้[96] ฉลาก "ย่อยสลายได้ในระบบปุ๋ยหมักภายในบ้าน" อาจทำให้เข้าใจผิดได้ หากไม่ได้รับการรับรองตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับ และไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่าการย่อยสลายในบ้านหรือในระบบอุตสาหกรรมสามารถทำได้จริงและอาจเกิดขึ้นได้ในบริบทของพื้นที่นั้น

ข้อจำกัด

แม้ว่าการเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานเหล่านี้จะเป็นตัวชี้วัดที่ดีที่สุดที่มีอยู่สำหรับการลดผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ[97] แต่ก็อาจไม่สามารถขจัดความเสี่ยงได้ทั้งหมด เนื่องจากไม่ได้รับประกันการย่อยสลายทางชีวภาพอย่างสมบูรณ์ภายในระยะเวลาที่กำหนดหรือในทุกสภาพแวดล้อมจริง ไม่มีบรรจุภัณฑ์ใด ไม่ว่าจะเป็นแบบกระดาษหรือพลาสติก ที่สามารถรับประกันได้ว่าจะไม่มีผลกระทบเมื่อเกิดการรั่วไหล

การทดสอบความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพภายใต้สภาวะในห้องปฏิบัติการที่ควบคุมได้ ซึ่งแตกต่างจากสภาพแวดล้อมหลากหลายแห่งที่บรรจุภัณฑ์อาจไปอยู่ในสภาพแวดล้อมนั้น ด้วยเหตุนี้ วิธีการทดสอบมาตรฐานสำหรับความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพควรได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและปรับให้สอดคล้องกันในระดับสากล เพื่อแสดงศักยภาพการย่อยสลายโดยธรรมชาติของวัสดุภายใต้สภาวะที่กำหนดและสามารถทำซ้ำได้ ขณะเดียวกันควรมีการทดสอบภาคสนามและการทดสอบการแตกตัวเพิ่มเติม เพื่อสะท้อนความแปรผันตามสภาพจริง เช่น แสงแดด อุณหภูมิ และความพร้อมของออกซิเจนให้ดียิ่งขึ้น

รายการสารเคมีต้องห้ามในปัจจุบันและการทดสอบความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมที่จำเป็นสำหรับการรับรองการย่อยสลายในระบบปุ๋ยหมักภายในบ้านและการย่อยสลายทางชีวภาพ ครอบคลุมเพียงบางส่วนของความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีเท่านั้น โดยครอบคลุมเพียงส่วนย่อยของสารเคมีที่มีการใช้งานอยู่ และไม่ได้ประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมดต่อสุขภาพของมนุษย์และระบบนิเวศ สิ่งนี้เน้นย้ำถึงความจำเป็นของการออกแบบเชิงป้องกันล่วงหน้าและความโปร่งใสตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทาน นวัตกรรมอย่างต่อเนื่องที่ปลอดภัยมากขึ้นในด้านสารเคลือบ กาว และหมึกพิมพ์ จะมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อให้มั่นใจว่าบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักจะไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงใหม่หรือความเสี่ยงที่ยังไม่เข้าใจอย่างชัดเจน ขณะเดียวกันก็สามารถจัดการกับปัญหามลพิษจากพลาสติกได้

การลดอันตรายเมื่อบรรจุภัณฑ์หลุดออกไปอยู่ในสิ่งแวดล้อมไม่ใช่ทางออกระยะยาว และไม่ได้ทำให้ความสำคัญในการหยุดการรั่วไหลโดยสิ้นเชิงลดน้อยลง

กลยุทธ์เศรษฐกิจหมุนเวียนที่กว้างขึ้นและครอบคลุมทางสังคม

เป้าหมาย

เพื่อให้มั่นใจว่าการเปลี่ยนวัสดุมีส่วนช่วยอย่างมีนัยสำคัญในการลดขยะและมลพิษจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่น สนับสนุนการเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจหมุนเวียน และช่วยส่งเสริมวิถีชีวิตของแรงงานในภาคขยะที่ไม่เป็นทางการ

วิธีการ

นำบรรจุภัณฑ์กระดาษแบบยืดหยุ่นซึ่งออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของกลยุทธ์เศรษฐกิจหมุนเวียนที่กว้างขึ้น โดยให้ความสำคัญกับรูปแบบการส่งมอบทางเลือก เช่น การใช้ซ้ำ และรูปแบบที่ลดการพึ่งพาบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็ก โดยมีระบบการเก็บรวบรวม การคัดแยก และการรีไซเคิลที่ครอบคลุมรองรับ การทดแทนวัสดุเพียงอย่างเดียวไม่สามารถแก้ไขอุปสรรคของขยะและมลพิษจากบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่น

ความหมายในทางปฏิบัติ

ประเมินเกณฑ์กำหนดบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นตามภูมิภาค ช่องทาง และประเภทสินค้า เพื่อระบุแนวทางที่มีผลกระทบสูงที่สุดสำหรับแต่ละบริบท ในบางกรณี การเปลี่ยนวัสดุอาจเหมาะสม แต่ในกรณีอื่นๆ การใช้รูปแบบหรือโมเดลการจัดส่งทางเลือกอาจสร้างผลกระทบที่ดีกว่า มีศักยภาพที่ยังไม่ได้ถูกใช้ประโยชน์อย่างมากในการลดการพึ่งพาบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กโดยสิ้นเชิง และควรให้ความสำคัญลำดับแรกกับการรับรู้และขยายโอกาสเหล่านี้

เข้าร่วมโครงการสาธิตการใช้ซ้ำหลายบริษัท โครงการสาธิตการใช้ซ้ำหลายแบรนด์ หลายผู้ค้าปลีก ใช้โครงสร้างพื้นฐานและ/หรือบรรจุภัณฑ์ร่วมกัน และดำเนินงานในพื้นที่ สามารถช่วยจัดการอุปสรรคด้านต้นทุนและพฤติกรรมผู้บริโภคที่บริษัทแต่ละแห่งเผชิญอยู่ โครงการริเริ่มเหล่านี้ยังสามารถให้ข้อมูลเพื่อสนับสนุนนโยบาย และปลดล็อกแหล่งเงินทุนเพื่อขยายผลในอนาคต

สนับสนุนการกำหนดนโยบายที่เอื้อต่อการดำเนินการ นโยบายมีบทบาทสำคัญในการสร้างแรงจูงใจและเพิ่มความเป็นไปได้ ความเหมาะสม หรือความน่าดึงดูดของทางเลือกแทนบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็ก ซึ่งรวมถึงการปรับแนวทางและกฎระเบียบด้านการใช้ซ้ำให้สอดคล้องกัน การกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนสำหรับระบบการใช้ซ้ำ และการให้แรงจูงใจทางการเงินเพื่อปรับปรุงความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ การยกเลิกตามกฎระเบียบที่กำหนดระยะเวลาอย่างเหมาะสมก็สามารถช่วยเร่งการขยายผลได้

เพิ่มความพยายามในการจัดตั้งโครงสร้างพื้นฐานด้านการเก็บรวบรวมและคัดแยกที่ครอบคลุมสำหรับบรรจุภัณฑ์ทุกประเภท ระบบการเก็บรวบรวมและคัดแยกที่มีประสิทธิภาพเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับทุกกลยุทธ์ด้านบรรจุภัณฑ์ การดำเนินระบบเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากภาคอุตสาหกรรมและภาครัฐ รวมถึงการเปิดโอกาสการร่วมลงทุนจากแหล่งเงินทุนทั้งภาครัฐและเอกชน และการแสดงให้เห็นถึงแนวทางที่เป็นไปได้สำหรับการเปลี่ยนแปลงระบบในระดับประเทศ โครงการ EPR ที่มีประสิทธิภาพและนโยบายสนับสนุนอื่นๆ ที่กระตุ้นให้เกิดการออกแบบเพื่อการรีไซเคิลและการใช้วัสดุรีไซเคิลมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง ความพยายามในการสนับสนุนเชิงนโยบายอย่างจริงจัง การมีส่วนร่วมกับภาคการจัดการของเสีย และโครงการสาธิตสามารถช่วยเร่งความพยายามเหล่านี้

ตรวจสอบให้มั่นใจว่ากลยุทธ์เศรษฐกิจหมุนเวียนมีความครอบคลุมทางสังคมและสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านที่เป็นธรรม ผู้จัดเก็บขยะอย่างไม่เป็นทางการเป็นกำลังหลักของระบบการเก็บรวบรวมและรีไซเคิลในหลายประเทศที่มีอัตราการหลุดรอดของขยะสูง และการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในระบบบรรจุภัณฑ์สามารถส่งผลโดยตรงต่อรายได้และสภาพการทำงานของพวกเขา ซึ่งเดิมทีก็ได้รับผลกระทบอยู่แล้วจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นและเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้วอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แนวทางที่ครอบคลุมทางสังคมหมายถึงการปกป้องอาชีพและรายได้ การลงทุนในการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศ การรับรองค่าตอบแทนที่เป็นธรรมและสภาพการทำงานที่ปลอดภัย และการมีส่วนร่วมของผู้จัดเก็บขยะที่ช่วยในการออกแบบระบบ นอกจากนี้ยังหมายถึงการทำให้ผู้บริโภคที่มีรายได้น้อยสามารถเข้าถึงสินค้าที่จำเป็นได้ในราคาที่เอื้อมถึง เมื่อระบบและรูปแบบบรรจุภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไป การเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจหมุนเวียนควรสร้างโอกาสทางเศรษฐกิจที่ครอบคลุมสำหรับกลุ่มผู้มีรายได้น้อย แทนที่จะซ้ำเติมกลุ่มเปราะบางที่มีอยู่แล้วเหล่านี้

04

การลดช่องว่าง: นวัตกรรมที่จำเป็นต้องมี

การส่งมอบบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักซึ่งสามารถตอบสนองต่อเกณฑ์สำคัญ 6 ประการ พร้อมกับยังคงมีความคุ้มค่าเชิงเศรษฐกิจ จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ในด้านนวัตกรรม สำหรับการใช้งานส่วนใหญ่ บรรจุภัณฑ์ลักษณะดังกล่าวยังไม่สามารถจัดหาได้ในปัจจุบันในระดับการผลิตเชิงพาณิชย์ สำหรับการใช้งานบางอย่าง มีบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักซึ่งสามารถนำกลับไปรีไซเคิลได้ แต่ทางเลือกเหล่านี้โดยทั่วไปไม่สามารถย่อยสลายที่บ้านหรือไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ และมักมีต้นทุนสูงกว่าบรรจุภัณฑ์พลาสติกอย่างมาก ส่วนนี้มุ่งเน้นเฉพาะนวัตกรรมที่จำเป็นในการออกแบบบรรจุภัณฑ์เท่านั้น ไม่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการขยะ

จำเป็นต้องมีความก้าวหน้าครั้งใหญ่ในด้านการจัดหาวัสดุ การผลิตกระดาษ และเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์ ความท้าทายที่สำคัญ ได้แก่:

- **ประสิทธิภาพทางเทคนิคของเส้นใยที่ไม่ใช่ไม้** ความสามารถในการรีไซเคิล และการจัดหาวัสดุอย่างมีความรับผิดชอบ
- **การใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และการลดการปล่อยคาร์บอน** ในการผลิตและการรีไซเคิลกระดาษ
- **การปรับปรุงประสิทธิภาพของชั้นกั้น** (รวมถึงวัสดุเคลือบ) ให้สามารถรีไซเคิลได้ ย่อยสลายในปุ๋ยหมักภายในบ้านได้ และย่อยสลายทางชีวภาพได้ในสภาพแวดล้อมต่างๆ
- **หมึก กาว และสารเติมแต่ง** ที่ไม่เป็นพิษ สามารถย่อยสลายในปุ๋ยหมักภายในบ้านได้ และสามารถย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมต่างๆ
- **ความสามารถในการแปรรูป** และความเหมาะสมของเครื่องจักรในการแปรรูปบรรจุภัณฑ์กระดาษในระยะเวลาการผลิตที่สูสี

ความสนใจและการลงทุนในด้านนี้กำลังเพิ่มขึ้น ในปี 2025 บริษัทอย่าง Amcor และ Kraft Heinz ได้เปิดตัวโครงการอันน่าท้าทายทางนวัตกรรมแบบเปิด ซึ่งให้ความสำคัญกับบรรจุภัณฑ์กระดาษแบบยืดหยุ่น และมีแบรนด์จำนวนมากขึ้นที่ให้ความสำคัญกับวัสดุประเภทนี้ในกลยุทธ์ทางด้านการวิจัยและพัฒนาของบริษัทของพวกเขา ในขณะเดียวกัน ผู้พัฒนานวัตกรรมอย่าง Pakka และ Varden กำลังนำเส้นใยที่ไม่ใช่ไม้จากแหล่งที่รับผิดชอบมาใช้กับบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่น พัฒนาการเหล่านี้ร่วมกันสะท้อนให้เห็นถึงแรงขับเคลื่อนที่ชัดเจนในการปรับมุมมองใหม่ต่อกระดาษ ให้เป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ยืดหยุ่น และสอดคล้องกับแนวคิดการหมุนเวียนของบรรจุภัณฑ์

แม้ว่ายังจำเป็นต้องพัฒนาอีกมาก แต่ก็เริ่มเห็นพัฒนาการที่น่าจับตามากยิ่งขึ้น ความก้าวหน้าในการปรับปรุงพื้นผิวกระดาษ การใช้ไบโอโพลิเมอร์และวัสดุเคลือบอื่นๆ รวมถึงหมึกพิมพ์ ได้ช่วยพัฒนาประสิทธิภาพของชั้นกั้นและความสามารถในการรีไซเคิล ขณะเดียวกันก็ยังสามารถเป็นไปตามมาตรฐานข้อกำหนดด้านการย่อยสลายในปุ๋ยหมักภายในบ้านและการย่อยสลายทางชีวภาพ ตัวอย่างเช่น เทคโนโลยีการเคลือบที่กำลังเกิดขึ้นใหม่อย่างการเคลือบชั้นอะตอมที่ช่วยให้สามารถสร้างชั้นกั้นที่บางเป็นพิเศษ ซึ่งให้ประสิทธิภาพการกั้นสูงในต้นทุนที่ต่ำลง พร้อมทั้งช่วยเพิ่มความสามารถในการรีไซเคิล ขณะเดียวกัน นวัตกรรมด้านเส้นใยที่ไม่ใช่ไม้จากแหล่งที่มีความรับผิดชอบก็กำลังขยายทางเลือกของแหล่งวัตถุดิบและการใช้งานที่เป็นไปได้มากขึ้น ตัวอย่างนวัตกรรมได้แสดงไว้ในรูปที่ 3

ความเร็วและความเป็นไปได้ของนวัตกรรมจะแตกต่างกันอย่างมากตามประเภทผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น โซลูชันสำหรับการใช้งานที่ต้องการคุณสมบัติการกั้นออกซิเจนหรือความชื้นในระดับต่ำมีแนวโน้มที่จะสามารถนำมาใช้ได้จริงเร็วกว่าการใช้งานที่ต้องการบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติการกั้นสูง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวหรือมีความมันอาจมีความท้าทายเป็นพิเศษ ในบางกรณี การปรับสูตรผลิตภัณฑ์อาจเปิดโอกาสให้สามารถใช้บรรจุภัณฑ์รูปแบบอื่น จนถึงปัจจุบัน โซลูชันที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพส่วนใหญ่ยังจำกัดอยู่ในงานที่ต้องการคุณสมบัติการกั้นต่ำ ความเข้ากันได้กับระบบรีไซเคิลยังต้องได้รับการพิสูจน์เพิ่มเติม และส่วนใหญ่ยังไม่พร้อมใช้งานในเชิงพาณิชย์ สิ่งนี้สะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นและโอกาสในการลงทุนและการพัฒนาเพิ่มเติมต่อไป รูปที่ 2 แสดงกรอบระยะเวลาโดยประมาณของความพร้อมของเทคโนโลยี ความท้าทาย และปัจจัยด้านต้นทุน โดยอ้างอิงจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ต้นทุนยังคงเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักในอุปสรรคสำคัญที่สุดต่อการขยายการใช้งานในวงกว้าง ปัจจุบัน บรรจุภัณฑ์กระดาษแบบยืดหยุ่นที่ย่อยสลายได้ในปุ๋ยหมักภายในบ้านมักมีราคาสูงกว่าพลาสติกทางเลือกประมาณสองถึงหกเท่า สาเหตุเกิดจากความเร็วในการผลิตที่ช้ากว่า ต้นทุนวัสดุที่สูง ความจำเป็นในการใช้ชั้นกั้นเพิ่มเติม ตลอดจนความเป็นไปได้ที่จะต้องลงทุนเพิ่มเพื่อปรับปรุงหรือดัดแปลงสายการผลิตบรรจุภัณฑ์เดิม สำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดเล็กที่มีอัตรากำไรต่ำ แม้ต้นทุนบรรจุภัณฑ์จะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยก็อาจส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขัน และในบางกรณีอาจกระทบต่อการเข้าถึงสินค้าของผู้บริโภคที่มีรายได้น้อย

การประหยัดต่อขนาดอาจช่วยลดต้นทุนได้เมื่อมีการผลิตในปริมาณมากขึ้นในระยะยาว การผลิตในปริมาณที่มากขึ้นและการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตสามารถช่วยลดต้นทุนต่อหน่วย มาตรการเชิงนโยบาย เช่น ระบบ EPR แบบปรับตามผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การกำหนดให้ยุติการใช้รูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้ตามกรอบเวลาทางกฎหมาย ข้อกำหนดการใช้วัสดุรีไซเคิลเป็นส่วนประกอบ และเงินอุดหนุนตามกลุ่มเป้าหมาย สามารถสร้างแรงจูงใจให้เกิดการขยายการใช้งานเร็วขึ้น

ความร่วมมือระหว่างแบรนด์ต่างๆ และตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานสามารถช่วยเร่งการลดต้นทุนและทำให้เกิดการขยายการใช้งานเร็วขึ้น การร่วมมือกันโดยแบ่งปันต้นทุนและความเสี่ยง เอื้อให้เกิดการเรียนรู้เร็วขึ้น และทำให้มีการประหยัดต่อขนาด ช่วยนำโซลูชันที่ใช้งานได้จริงออกสู่ตลาดได้เร็วขึ้นโดยใช้ต้นทุนต่ำลง

หากมีนวัตกรรมและการลงทุนที่เพียงพอ บรรจุภัณฑ์กระดาษอาจกลายเป็นทางเลือกที่สามารถใช้งานได้จริงในขอบเขตการใช้งานที่กว้างขึ้น พลาสติกได้ถูกปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่องหลายทศวรรษในช่วง 15–20 ปีที่ผ่านมา สายการบรรจุที่เคยรองรับทั้งกระดาษและพลาสติกได้ถูกปรับเปลี่ยนและปรับแต่งให้เหมาะสมกับกระบวนการที่ใช้พลาสติกเพียงอย่างเดียว การนำความคิดสร้างสรรค์ ความเชี่ยวชาญ และการลงทุนในระดับเดียวกันมาใช้ในการคิดใหม่เกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์กระดาษอาจเปิดโอกาสใหม่ๆ ที่ทำให้บรรจุภัณฑ์กระดาษที่ออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบสามารถเป็นทางเลือกที่ใช้ได้จริงทั้งในเชิงเทคนิคและเชิงพาณิชย์ในตลาดและประเภทบรรจุภัณฑ์ที่หลากหลายมากขึ้น

รูปที่ 2 สถานะของเทคโนโลยีตามเกณฑ์สำคัญ

เกณฑ์สำคัญ	ความท้าทายด้านนวัตกรรม	ปัจจัยที่ขับเคลื่อนต้นทุน	ปัจจุบัน »	1-5 ปี »	5 ปีขึ้นไป »	10 ปีขึ้นไป »
นวัตกรรมการจัดหา						
จัดหาจากแหล่งที่มีความรับผิดชอบ	**ปรับปรุงประสิทธิภาพของวัสดุจากเส้นใยที่ไม่ใช่ไม้** (เศษเหลือจากการเกษตรหรือพืชที่ไม่เกี่ยวข้องกับการตัดไม้ทำลายป่า) สำหรับการใช้งานด้านบรรจุภัณฑ์ รวมถึงคุณสมบัติทางกลไกและคุณสมบัติการกั้นตลอดจนความเข้ากันได้กับวัสดุเคลือบและระบบการรีไซเคิล	**โครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น** สำหรับการพัฒนาโมเดลการจัดหาวัตถุดิบแบบศูนย์กลางในพื้นที่ และการปรับปรุงโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษให้สามารถรองรับเส้นใยทางเลือก	**การใช้เส้นใยที่ไม่ใช่ไม้บางส่วน** (เส้นใยที่ไม่ใช่ไม้มีสัดส่วนประมาณ 3% ในตลาดเส้นใย)	**ขยายกำลังการผลิตเยื่อจากเส้นใยที่ไม่ใช่ไม้** รวมถึงเพิ่มความหลากหลายของเส้นใยและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ	**มีห่วงโซ่อุปทานของเส้นใยที่ไม่ใช่ไม้ที่ได้รับการรับรองที่เพียงพอต่อการตอบสนองความต้องการในปริมาณมาก**	
นวัตกรรมการผลิตกระดาษ						
ต้องผลิตอย่างมีความรับผิดชอบ	**พัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและลดการปล่อยคาร์บอน** รวมถึงระบบนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ การบำบัดน้ำเสีย หม้อไอน้ำที่ใช้พลังงานหมุนเวียน และการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต	**ต้องใช้เงินลงทุนเริ่มต้นจำนวนมากในการปรับปรุงโรงงาน** โดยเฉพาะการปรับเปลี่ยนหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงพลังงานฟอสซิล รวมถึงต้นทุนการดำเนินงานที่สูงขึ้นในการจัดการและกำจัดน้ำอย่างมีความรับผิดชอบ	**มีความแตกต่างอย่างมากในด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้น้ำ** โดยแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดยังไม่ได้ถูกนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย	**ปรับปรุงและดัดแปลงระบบที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น**	**นำเทคโนโลยีการผลิตและการบำบัดที่สะอาดและใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างเต็มรูปแบบมาใช้อย่างแพร่หลาย** โดยมีการลงทุนเริ่มต้นที่ได้รับการสนับสนุนจากแหล่งเงินทุนภายนอกหรือมาตรการจูงใจในด้านนโยบาย	
นวัตกรรมบรรจุภัณฑ์						
ความเป็นไปได้ในเชิงเทคนิคและเชิงเศรษฐกิจ **สามารถรีไซเคิลได้ในระบบการรีไซเคิลในพื้นที่** **หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีอันตรายและมลพิษจากพลาสติกที่คงอยู่ยาวนาน**	**ปรับปรุงคุณสมบัติการกั้นสำหรับบรรจุภัณฑ์ที่สามารถรีไซเคิลและย่อยสลายได้ทางชีวภาพ** (การจัดการเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานสองรูปแบบ) **พัฒนาหมึก กาว และสารเติมแต่ง** ที่สามารถย่อยสลายในปุ๋ยหมักภายในบ้าน ไม่เป็นพิษ และสามารถย่อยสลายทางชีวภาพ **ปรับปรุงความสามารถในการทำงานของบรรจุภัณฑ์กับเครื่องจักรและความเหมาะสมของเครื่องจักร** เพื่อให้สามารถผลิตได้ในเวลาที่สูสี รวมถึงกระบวนการซีลบรรจุภัณฑ์	**วัสดุเคลือบและชั้นรองที่ย่อยสลายได้ในปุ๋ยหมักภายในบ้านหรือย่อยสลายได้ทางชีวภาพยังมีราคาสูง และยังไม่สามารถผลิตได้ในขนาดใหญ่** เช่น PHA โพลิเมอร์จากแป้ง และ PBS **ต้นทุนวัสดุกระดาษที่ใช้เป็นฐาน** อาจสูงกว่าวัสดุฟิล์มพลาสติกที่ผลิตจากวัตถุดิบใหม่ที่ถูกนำมาแทนที่ **ใช้เวลาการผลิตนานขึ้น** เนื่องจากต้องใช้เวลาซีลนานกว่า มีขั้นตอนเพิ่มเติมในการเคลือบ และมีความเสี่ยงที่วัสดุจะฉีกขาด **ต้องใช้เงินลงทุนเริ่มต้นในการปรับปรุงเครื่องจักรที่มีอยู่ และพัฒนาอุปกรณ์รูปแบบใหม่** เพื่อรองรับและผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษในระดับที่ใหญ่ขึ้น	**ขาดการผลิตในระดับที่ใหญ่ขึ้น และการจัดการเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานสองรูปแบบยังไม่สามารถใช้ได้กับการใช้งานส่วนใหญ่** กระดาษที่สามารถรีไซเคิลได้ที่เคลือบด้วยพลาสติก (PE/PP) และมีคุณสมบัติการกั้นในระดับปานกลางมีจำหน่ายแต่มีต้นทุนที่สูงเช่นกัน การต้องการคุณสมบัติการกั้นความชื้นในระดับสูงจำเป็นต้องใช้การเคลือบโลหะ ซึ่งมีต้นทุนสูงและอาจถูกโรงงานปฏิเสธแม้ว่าจะพิสูจน์แล้วว่าสามารถนำกลับมาแยกเยื่อได้ก็ตาม วัสดุกระดาษที่ย่อยสลายได้ในปุ๋ยหมักมีให้ใช้งานแต่ยังผลิตได้ในปริมาณจำกัด วัสดุเคลือบที่ให้คุณสมบัติการกั้นในระดับปานกลางมีให้ใช้สำหรับการใช้งานแบบแข็งแต่มีต้นทุนสูงในเวลาเดียวกัน	**ขยายกำลังการผลิตวัสดุและสารเคลือบ พร้อมทั้งลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อให้สามารถรองรับการจัดการเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานสองรูปแบบ** เมื่อขยายการผลิตใหญ่ขึ้นจะมีการใช้สารเคลือบที่รองรับการจัดการเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานได้สองรูปแบบสำหรับบรรจุภัณฑ์แบบแข็ง และสารเคลือบที่รีไซเคิลได้เท่านั้นสำหรับบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นได้ในการใช้งานที่มีการรั่วไหลของขยะต่ำ สารเคลือบที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพกำลังเริ่มพัฒนาขึ้น ซึ่งสามารถตอบโจทย์คุณสมบัติการกั้นในระดับสูง (เช่น สำหรับของเหลวหรือผลิตภัณฑ์ที่มีไขมัน) แม้ในสภาพอากาศร้อนและชื้นก็ตาม มีการปรับปรุงและติดตั้งเครื่องจักรจากการทดสอบในช่วงการเปิดตัวผลิตภัณฑ์ระยะแรก	**กำลังเริ่มมีการจัดการเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานสองรูปแบบในตลาดสำหรับบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่น** ความแข็งแรงของการซีลกำลังพัฒนา และต้นทุนกำลังลดลงตามการพัฒนาในอุตสาหกรรม สารเคลือบที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพสำหรับคุณสมบัติการกั้นในระดับสูงกำลังเริ่มเปิดตัวสู่ตลาด มีความพร้อมของวัสดุเคลือบและวัสดุฐานมากขึ้น	**นำบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่รองรับการจัดการเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานสองรูปแบบ และคุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ออกสู่ตลาด** การจัดการเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานสองรูปแบบถูกนำไปใช้ในวงกว้างสำหรับความต้องการคุณสมบัติการกั้นในระดับต่ำและปานกลาง และเริ่มปรากฏสำหรับความต้องการคุณสมบัติการกั้นในระดับสูง ลดความหนาของส่วนประกอบที่ไม่ใช่เส้นใยให้น้อยที่สุด เพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการรีไซเคิลและลดต้นทุน

กรอบเวลาของนวัตกรรมไม่สามารถคาดการณ์ได้อย่างแน่นอน กรอบระยะเวลานี้เป็นเพียงการประมาณการโดยอิงจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

รูปที่ 3 ตัวอย่างนวัตกรรมที่กำลังเกิดขึ้น

ความท้าทายด้านนวัตกรรม	ตัวอย่างนวัตกรรม
นวัตกรรมการจัดหา	
ปรับปรุงประสิทธิภาพของวัสดุจากเส้นใยที่ไม่ใช่ไม้	• การปรับปรุงเส้นใยจากเศษเหลือทางการเกษตรด้วยกระบวนการเอนไซม์ • นวัตกรรมการผลิตเยื่อกระดาษ • มีการใช้งานที่พิสูจน์แล้วในบรรจุภัณฑ์กระดาษแข็งและกระดาษลูกฟูก โดยใช้ส่วนผสมของเส้นใยที่ออกแบบให้เหมาะสมกับกระดาษแต่ละเกรด
นวัตกรรมการผลิตกระดาษ	
พัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ และลดการปล่อยคาร์บอน	• ระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด • การปรับเปลี่ยนหม้อไอน้ำให้ใช้เชื้อเพลิงชีวมวล • การดักจับคาร์บอน
นวัตกรรมบรรจุภัณฑ์	
ปรับปรุงคุณสมบัติการกั้นสำหรับบรรจุภัณฑ์ที่สามารถรีไซเคิลและย่อยสลายได้ทางชีวภาพ	• ไบโอพอลิเมอร์ดัดแปลงและไบโอพอลิเมอร์เชิงประกอบ • PHA • สารเคลือบจากแร่ธาตุ • สารเคลือบจากใยไหม • ชั้นกั้นแบบโครโมเจนิก • กระดาษโฟม • การเคลือบชั้นอะตอมแบบทับถม
พัฒนาหมึก กาว และสารเติมแต่ง ที่สามารถย่อยสลายในปุ๋ยหมักภายในบ้านได้ ไม่เป็นพิษ และสามารถย่อยสลายทางชีวภาพ	• สารเพิ่มความยืดหยุ่นที่ผลิตจากชีวภาพ • หมึกน้ำ • หมึกจากน้ำมันพืช • เม็ดสีจากเซลลูโลส และน้ำยาเคลือบเงาแบบน้ำ • กาวจากไบโอพอลิเมอร์
ปรับปรุงเครื่องจักรและความสามารถในการแปรรูปของบรรจุภัณฑ์	• สารเคลือบปิดผนึกแบบเย็น • สารเคลือบแบบม่านหลายชั้น • แท่นพิมพ์เฟล็กโซกราฟี • สารเคลือบชั้นกั้นที่ทาด้วยการพิมพ์ • น้ำยาหยอดที่นำไปใช้กับกระบวนการดำเนินงานเดิม

05

สิ่งที่จำเป็นต่อการขยายการใช้บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลัก ซึ่งได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ

การพัฒนาโซลูชันที่มาจากกระดาษและการขยายการใช้งานให้สอดคล้องกับเกณฑ์สำคัญ จำเป็นต้องมีการดำเนินการอย่างจริงจังใน 4 ด้านเป็นหลัก ในแต่ละด้าน ทั้งภาคอุตสาหกรรมและภาครัฐต่างก็มีบทบาทสำคัญในการมีส่วนร่วม การดำเนินการที่มีความสำคัญเป็นอันดับต้นๆ สำหรับภาคธุรกิจและผู้กำหนดนโยบายมีรายละเอียดอยู่ในหน้าถัดไป

ผู้นำในอุตสาหกรรมสามารถเป็นผู้บุกเบิกการขยายการใช้บรรจุภัณฑ์จากกระดาษที่ออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ ผ่านการดำเนินการของธุรกิจในแต่ละองค์กร แต่เท่านี้ยังไม่เพียงพอ การบรรลุเกณฑ์สำคัญทั้งหกข้อในเกณฑ์ขนาดใหญ่ ท้ายที่สุดแล้ว จะขึ้นอยู่กับความร่วมมือและการผลักดันในระดับอุตสาหกรรม เพื่อเร่งนวัตกรรม การลงทุน และการสนับสนุนระบบที่จำเป็น

ผู้กำหนดนโยบายยังมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการกำหนดมาตรการคุ้มครองและเงื่อนไขสนับสนุนที่จำเป็น เพื่อกำกับการใช้บรรจุภัณฑ์จากกระดาษอย่างมีความรับผิดชอบ ผ่านการกำกับดูแล แรงจูงใจ และการลงทุนจากภาครัฐ รัฐบาลสามารถช่วยสร้างเงื่อนไขที่จำเป็นในการปลดปล่อยการใช้นวัตกรรม เพิ่มความสามารถในการเข้าถึงในเรื่องของต้นทุน และสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงทั้งระบบในทั้งสี่ด้าน

เร่งนวัตกรรม ไปสู่โซลูชันจากกระดาษซึ่งสามารถตอบโจทย์เกณฑ์สำคัญทั้งหมด

จัดตั้งระบบการเก็บรวบรวมและรีไซเคิลที่มีประสิทธิภาพและครอบคลุมในสังคม สำหรับบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักโดยเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการขยะอย่างครบวงจร

รับประกันเรื่องห่วงโซ่อุปทานเส้นใยยั่งยืน และการปกป้องป่าไม้ ทั้งในระดับบริษัทและระดับระบบ

พัฒนาและให้ความสำคัญกับแนวทางแก้ไขอื่นๆ (การเลิกใช้และการใช้ซ้ำ) ในทุกเรื่องที่สามารถดำเนินการ

พื้นที่สำคัญในการดำเนินการ

การดำเนินการที่มีความสำคัญ	การดำเนินการทางธุรกิจ ในรายบุคคลและความร่วมมือทางธุรกิจ	นโยบาย ที่ได้รับการส่งเสริมผ่านการผลักดันในระดับอุตสาหกรรม
เร่งนวัตกรรม	**แบ่งปันความพยายามด้าน การวิจัยและพัฒนา** เพื่อลดต้นทุน ความเสี่ยง และระยะเวลาในการนำเสนอนวัตกรรมด้านวัสดุที่ตอบโจทย์เกณฑ์สำคัญทั้งหกข้อสู่ตลาดในขนาดใหญ่	**ปรับปรุงความเป็นไปได้ในการใช้งานของบรรจุภัณฑ์จากกระดาษที่ออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ** เช่น ผ่านแรงจูงใจทางการเงิน โครงการ EPR ที่มีการปรับค่าธรรมเนียมตามผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมีประสิทธิภาพ การจัดหาเงินทุนแบบผสมผสาน และมาตรการกำกับดูแลเพื่อยุติการใช้บรรจุภัณฑ์ที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้อย่างค่อยเป็นค่อยไป
รับประกันเรื่องห่วงโซ่อุปทานเส้นใยยั่งยืน และการปกป้องป่าไม้	**กำหนดกลยุทธ์การจัดหาเส้นใยในระดับพอร์ตโฟลิโอ** เพื่อลดการใช้เส้นใยบริสุทธิ์โดยรวม และให้ความสำคัญกับเส้นใยที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อสามารถทำได้ ตรวจสอบให้แน่ใจว่าวัตถุดิบตั้งต้นทั้งหมดจัดหาจากแหล่งที่มีความรับผิดชอบตามแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด **ขยายการจัดหาอย่างมีความรับผิดชอบของเส้นใยที่ไม่ใช่ไม้** โดยการลงทุนในนวัตกรรมและโครงสร้างพื้นฐานด้านอุปทาน พร้อมทั้งสร้างความต้องการในตลาด	**ตรวจสอบให้แน่ใจว่าการจัดหาวัตถุดิบเส้นใยเป็นไปอย่างมีความรับผิดชอบ** รวมถึงการดำเนินการผ่านมาตรการคุ้มครองทางกฎหมายที่สามารถบังคับใช้ได้ ยุติการอุดหนุนที่สนับสนุนการตัดไม้เชิงอุตสาหกรรมในป่าธรรมชาติในขั้นพื้นฐาน และรวมการสูญเสียคาร์บอนจากป่าไม้ไว้ในการจัดทำบัญชีคาร์บอนระดับชาติ นโยบายต่างๆ ควรให้ความสำคัญกับการคุ้มครองสิทธิมนุษยชน และการอนุรักษ์สัตว์ป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ แนวทางนี้สามารถเสริมได้ด้วยโครงการที่ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับเศษหลงเหลือจากภาคการเกษตร เพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตต่อไป ทำงานร่วมกับหน่วยงานรับรองมาตรฐานและผู้จัดหากระดาษที่น่าเชื่อถือ เพื่อเพิ่มความโปร่งใส เสริมสร้างความรับผิดชอบ และทำให้มั่นใจว่าข้อกล่าวอ้างหรือการรับรองต่างๆ มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น
จัดตั้งระบบการเก็บรวบรวมและการรีไซเคิลที่มีประสิทธิภาพและครอบคลุมทุกภาคส่วนของสังคม	**ร่วมกันสนับสนุนเงินทุนเพื่อยกระดับและปรับเปลี่ยนระบบ[98]** การเก็บรวบรวมและรีไซเคิลบรรจุภัณฑ์ในเมือง โดยให้มีการมีส่วนร่วมกับผู้จัดเก็บขยะและคำนึงถึงการเปลี่ยนผ่านที่ยุติธรรม เปิดโอกาสให้เกิดการร่วมลงทุนจากทั้งภาครัฐและภาคเอกชน และแสดงให้เห็นแนวทางสู่การเปลี่ยนแปลงระบบในระดับประเทศ **ออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สามารถรีไซเคิลได้ในระดับท้องถิ่น** โดยสอดคล้องกับแนวทางการรีไซเคิลของพื้นที่นั้น ซึ่งพัฒนาขึ้นจากความร่วมมือกับภาคการจัดการขยะและอุตสาหกรรมรีไซเคิลกระดาษในพื้นที่	**จัดตั้งโครงการ EPR และนโยบายอื่นๆ** ที่มีประสิทธิภาพและครอบคลุมทางสังคม เพื่อให้มีแหล่งเงินทุนอย่างต่อเนื่องสำหรับโครงสร้างพื้นฐานด้านการเก็บรวบรวมและการรีไซเคิล ซึ่งรวมถึงโครงการ EPR แบบปรับตามผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ยอมรับได้และส่งเสริมบรรจุภัณฑ์กระดาษที่ออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม นโยบายต้องรับรองการยอมรับและการคุ้มครองผู้จัดเก็บขยะและสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านที่ยุติธรรม ปรับแนวทางหรือข้อกำหนดด้านการออกแบบเพื่อการรีไซเคิลสำหรับบรรจุภัณฑ์กระดาษแบบยืดหยุ่นให้สอดคล้อง โดยได้รับการสนับสนุนจากอุตสาหกรรมกระดาษในพื้นที่
พัฒนาและให้ความสำคัญกับแนวทางการแก้ไขอื่นๆ	**เข้าร่วมโครงการนำร่องด้านการใช้ซ้ำที่ดำเนินการร่วมกันระหว่างหลายบริษัท** ที่ครอบคลุมหลายแบรนด์และผู้ค้าปลีกหลายราย ดำเนินงานในระดับเมืองหรือระดับประเทศ และมีโครงสร้างพื้นฐานรวมถึงบรรจุภัณฑ์สำหรับการใช้ซ้ำร่วมกัน โครงการนำร่องดังกล่าวสามารถช่วยสร้างการเรียนรู้ สนับสนุนการกำหนดนโยบาย และเปิดโอกาสในการระดมทุนเพื่อขยายผลในวงกว้างต่อไป **ระบุโอกาสในการเปลี่ยนจากรูปแบบขนาดเล็ก** ไปสู่ปริมาณมากขึ้น และนำแบบจำลองกลับมาใช้ใหม่และเติมเมื่อเหมาะสม รูปแบบการใช้ซ้ำหลายประเภทจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่ายตลอดทั้งห่วงโซ่คุณค่า และ/หรือกรอบนโยบายที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถขยายผลได้ในวงกว้าง	**ส่งเสริมทางเลือกแทน** บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็กเมื่อส่งผลดี โดยใช้นโยบายที่ช่วยเพิ่มความเป็นไปได้ ความเหมาะสมในการดำเนินการ หรือความน่าสนใจของทางเลือกเหล่านั้น เช่น มาตรฐานและเป้าหมายด้านการใช้ซ้ำ มาตรการจูงใจทางการเงินหรืองบประมาณ และการกำหนดระยะเวลายุติการใช้บรรจุภัณฑ์ที่ไม่สามารถรีไซเคิลผ่านมาตรการกำกับดูแลที่เหมาะสม

ภาคผนวก 1: คำจำกัดความ

บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดเล็ก

หมายถึงบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขั้นเริ่มสำหรับการค้าขายระหว่างธุรกิจกับผู้บริโภค (B2C) ที่มีขนาด A5 หรือเล็กกว่า เช่น ซอง ซองห่อ ถุง และกระเป๋าทรงหมอนขนาดเล็ก

ตลาดที่มีอัตราการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อมสูง

ภูมิภาคที่ขยะมีแนวโน้มสูงที่จะหลุดออกไปสู่สิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปมักเกิดจากยอดการเก็บรวบรวมขยะที่น้อยและยอดจัดการขยะที่ไม่เหมาะสมที่สูง

การรั่วไหลของขยะ

การไหลของขยะเข้าสู่สิ่งแวดล้อม รวมถึงแหล่งน้ำและพื้นดิน การรั่วไหลอาจเกิดขึ้นโดยตั้งใจหรือไม่ได้ตั้งใจ และมักรุนแรงมากขึ้นจากการจัดการขยะที่ไม่เหมาะสม คาดการณ์ว่าขยะพลาสติกประมาณหนึ่งในสี่ของทั้งหมดจะรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อมภายในปี 2040 หากยังเป็นไปตามแนวโน้มเดิม[99]

ขยะที่ไม่ได้ถูกจัดการอย่างเหมาะสม

ขยะที่ไม่ได้ถูกเก็บรวบรวม บำบัด หรือกำจัดในสถานที่ที่มีการควบคุม รวมถึงขยะที่ถูกเผาในที่โล่ง ทิ้งในหลุมฝังกลบที่ไม่มีการจัดการ หรือขยะที่ไม่ได้ถูกเก็บรวบรวม ไม่รวมถึงขยะที่ถูกกำจัดในหลุมฝังกลบที่มีการจัดการ ขยะที่นำไปผลิตพลังงาน และขยะที่นำไปรีไซเคิล คาดการณ์ว่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของขยะพลาสติกทั้งหมดจะถูกจัดการอย่างไม่เหมาะสมภายในปี 2040 หากยังเป็นไปตามแนวโน้มเดิม[100]

บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลัก

บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากวัสดุฐานที่มีเซลลูโลสเป็นหลัก ที่ได้มาจากเส้นใยไม้หรือเส้นใยที่ไม่ใช่ไม้ เพื่อให้ถือว่าสามารถรีไซเคิลได้ในโรงงานกระดาษทั่วไป ปริมาณเส้นใยควรมีสัดส่วนสูง โดยปกติอยู่ที่มากกว่า 80–90% ขึ้นอยู่กับแต่ละประเทศ นอกเหนือจากวัสดุฐานดังกล่าว อาจมีการเพิ่มชั้นเคลือบหรือชั้นลามิเนตบางๆ เพื่อให้ได้คุณสมบัติด้านประสิทธิภาพ รวมถึงสารเติมแต่ง กาว หมึกพิมพ์ เป็นต้น ชั้นเคลือบและชั้นลามิเนตมักทำจากพลาสติกฟอสซิล อย่างไรก็ตาม ชั้นเคลือบเหล่านี้สามารถทำจากพอลิเมอร์คาร์โบไฮเดรต โพลีเอสเตอร์ และสารเคลือบแวกซ์ได้เช่นกัน แม้ว่าบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่มีฐานจากกระดาษจะมีศักยภาพในการย่อยสลายได้ในปุ๋ยหมักภายในบ้านและย่อยสลายทางชีวภาพได้ในสภาพแวดล้อมต่างๆ แต่การออกแบบส่วนใหญ่ในปัจจุบันยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานเหล่านี้

บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักที่ได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ

บรรจุภัณฑ์กระดาษซึ่งสามารถตอบโจทย์เกณฑ์สำคัญทั้งหกข้อที่ระบุไว้ในรายงานฉบับนี้

สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ

สามารถถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และเกลือแร่ของธาตุประกอบอื่นๆ ที่มีอยู่ (การทำให้เป็นแร่) รวมทั้งเกิดชีวมวลใหม่[101] การย่อยสลายทางชีวภาพขึ้นอยู่กับสภาพชีวธรณีเคมีที่ซับซ้อนของแต่ละพื้นที่ทดสอบ (เช่น อุณหภูมิ สารอาหารและออกซิเจนที่มีอยู่ การทำงานของจุลินทรีย์ เป็นต้น) ดังนั้น การกล่าวอ้างโดยทั่วไปเกี่ยวกับความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพจึงเป็นเพียงการประมาณการเท่านั้น และจำเป็นต้องได้รับการยืนยันผ่านการทดสอบตามมาตรฐานภายใต้สภาวะในห้องปฏิบัติการพฤติกรรมการย่อยสลายในจุดนั้นๆ ในสภาพแวดล้อมจริง อาจแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ขนาดของผลิตภัณฑ์ ประเภทของวัสดุ และปัจจัยอื่นๆ[102] ย่อยสลายทางชีวภาพได้ เป็นคำจำกัดความที่ไม่ขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุ: ผลิตภัณฑ์กระดาษและพลาสติกสามารถย่อยสลายทางชีวภาพอย่างสมบูรณ์ วิธีการทดสอบและข้อกำหนดตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดระบุไว้ในภาคผนวก 2

ไม่สามารถย่อยสลายในปุ๋ยหมักภายในบ้าน

สามารถย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีวภาพระหว่างการทำปุ๋ยหมักในครัวเรือน จนเกิดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ สารอนินทรีย์ และชีวมวล ในอัตราที่สอดคล้องกับวัสดุที่ย่อยสลายได้ในปุ๋ยหมักภายในบ้านชนิดอื่นๆ โดยไม่เหลือสารตกค้างที่มองเห็นได้ แยกแยะได้ หรือเป็นพิษ[103] การอ้างว่าสามารถย่อยสลายได้ในปุ๋ยหมักภายในบ้านควรมีการรับรองด้วยการทดสอบตามมาตรฐานภายใต้สภาวะในห้องปฏิบัติการ โดยทั่วไปแล้วครอบคลุม 4 ด้าน ได้แก่ การระบุลักษณะของวัสดุ การย่อยสลายทางชีวภาพในการทำปุ๋ยหมักภายในบ้านที่มีการจัดการอย่างเหมาะสม การแตกสลายในการทำปุ๋ยหมักภายในบ้านที่มีการจัดการอย่างเหมาะสม และคุณภาพของปุ๋ยหมักภายในบ้าน[104] ย่อยสลายในปุ๋ยหมักภายในบ้านได้เป็นคำจำกัดความที่ไม่ขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุ: ผลิตภัณฑ์กระดาษและพลาสติกสามารถย่อยสลายในปุ๋ยหมักภายในบ้าน วิธีการทดสอบและข้อกำหนดตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดระบุไว้ในภาคผนวก 2

พลาสติก

ใช้ในที่นี้เพื่ออธิบายวัสดุที่ทำจากพอลิเมอร์สังเคราะห์หรือกึ่งสังเคราะห์เป็นหลัก รวมถึงพลาสติกทั้งที่มาจากเชื้อเพลิงฟอสซิลและชีวภาพ ตลอดจนพลาสติกที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ย่อยสลายได้ในระบบปุ๋ยหมักอุตสาหกรรม ย่อยสลายได้ในปุ๋ยหมักภายในครัวเรือน และพลาสติกที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ ไม่ใช่พลาสติกทุกชนิดที่จะก่อให้เกิดมลพิษตกค้างถาวร: เงื่อนไขสำคัญ "หลีกเลี่ยงสารเคมีอันตรายและมลพิษพลาสติกที่ตกค้างถาวร" มีเป้าหมายเพื่อขจัดพลาสติกที่ก่อให้เกิดมลพิษตกค้างถาวร แทนที่จะมุ่งไปสู่แนวทางที่ปราศจากพลาสติก

จัดหาจากแหล่งที่มีความรับผิดชอบ

การจัดหาทรัพยากรจากห่วงโซ่อุปทานที่ดำเนินงานภายใต้ขีดจำกัดของระบบนิเวศ[105] หลีกเลี่ยงการตัดไม้ทำลายป่าและการเสื่อมโทรมของป่าไม้ รักษาปริมาณคาร์บอนสะสมและความหลากหลายทางชีวภาพ เคารพสิทธิมนุษยชนและวิถีการดำรงชีพของชุมชนท้องถิ่นและชนพื้นเมือง และทำให้ป่าไม้และที่ดินยังคงมีความยืดหยุ่นและสามารถทำหน้าที่ได้สำหรับคนรุ่นต่อไป

ภาคผนวก 2: การทบทวนข้อกำหนด มาตรฐาน และการรับรองที่มีอยู่สำหรับการย่อยสลายได้ในปุ๋ยหมักภายในครัวเรือนและการย่อยสลายทางชีวภาพ

ตามที่กำหนดไว้ในเกณฑ์สำคัญ "หลีกเลี่ยงสารเคมีอันตรายและมลพิษพลาสติกที่ตกค้างถาวร" บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษเป็นหลักซึ่งได้รับการออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบ ควรผ่านข้อกำหนดการทดสอบที่เข้มงวดสำหรับการย่อยสลายได้ในปุ๋ยหมักภายในครัวเรือนและการย่อยสลายทางชีวภาพ ในสภาพแวดล้อมทางทะเล น้ำจืด และดิน ตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดมาตรฐาน ข้อกำหนดมาตรฐานเหล่านี้กำหนดเกณฑ์การผ่าน/ไม่ผ่านและสอดคล้องควบคู่ไปกับกฎและแนวทางที่กำหนดไว้ในระบบการรับรอง หน่วยงานรับรองแต่ละแห่งมีระบบการรับรองของตนเอง ซึ่งครอบคลุมประเด็นที่ข้อกำหนดมาตรฐานไม่ได้กล่าวถึง เช่น วิธีการทดสอบบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่น วิธีการทดสอบหมึกพิมพ์ เป็นต้น ภาคผนวกนี้นำเสนอการคัดเลือกเกณฑ์การผ่าน/ไม่ผ่าน กฎ และแนวทางที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดมาตรฐานและระบบการรับรอง ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ระบุว่าเกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์ ดังนั้น ระบบการรับรองจึงอิงอยู่บนข้อกำหนดมาตรฐานระดับนานาชาติ ระดับภูมิภาค หรือระดับประเทศ (เช่น ISO, CEN เป็นต้น) มีระดับความเข้มงวดสูง และตั้งอยู่บนพื้นฐานขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ล่าสุด

ควรสังเกตว่า การรับรองที่ครอบคลุมการย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมทางทะเล น้ำจืด และดิน มีให้เฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีวัตถุประสงค์ให้ใช้งานในสภาพแวดล้อมเหล่านั้น (เช่น ฟิล์มคลุมดินทางการเกษตรในสภาพแวดล้อมดิน อุปกรณ์ช่วยด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในสภาพแวดล้อมทางทะเล เป็นต้น) เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ไม่ควรหลุดรอดไปในสภาพแวดล้อม เช่น ดิน ทะเล หรือแหล่งน้ำจืด จึงอยู่นอกขอบเขตการรับรองการย่อยสลายทางชีวภาพ และไม่สามารถได้รับการรับรองดังกล่าว บรรจุภัณฑ์มีสิทธิ์ได้รับการรับรองเฉพาะด้านความสามารถในการทำปุ๋ยหมักเท่านั้น อย่างไรก็ตาม บรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการทดสอบและเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับสภาพแวดล้อมใดสภาพแวดล้อมหนึ่ง ไม่ว่าจะได้รับการรับรองหรือไม่ก็ตาม มีแนวโน้มที่จะคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าและก่อให้เกิดอันตรายน้อยกว่ามาก เมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดดังกล่าว

แม้ว่าการเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานจะเป็นตัวชี้วัดที่ดีที่สุดที่มีอยู่สำหรับการลดผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ[106] แต่ก็อาจไม่สามารถขจัดความเสี่ยงได้ทั้งหมด เนื่องจากไม่ได้รับประกันการย่อยสลายทางชีวภาพอย่างสมบูรณ์ภายในระยะเวลาที่กำหนดในทุกสภาพแวดล้อมจริง ไม่มีบรรจุภัณฑ์ใด ไม่ว่าจะทำจากกระดาษหรือพลาสติก ที่สามารถรับประกันได้ว่าจะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบเลยเมื่อรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม และสภาวะการทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพก็แตกต่างจากสภาพแวดล้อมที่หลากหลายซึ่งบรรจุภัณฑ์อาจไปตกค้างอยู่

ตารางที่พัฒนาโดย Normec OWS ในเดือนมกราคม 2026

สภาพแวดล้อม	ผู้ออกเอกสาร	ชื่อ	ข้อกำหนดมาตรฐาน	ข้อกำหนดด้านการย่อยสลายทางชีวภาพ	ข้อกำหนดด้านการแตกตัว	ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม
การทำปุ๋ยหมักภายในครัวเรือน	หน่วยงานตรวจและออกใบรับรองมาตรฐานของออสเตรีย (TÜV Austria)	ย่อยสลายได้จริงในกองปุ๋ยหลังบ้าน	มาตรฐาน EN 13432 โดยมีการปรับให้สอดคล้องกับสภาพการทำปุ๋ยหมักในระดับครัวเรือน	แปลงเป็น CO_2 ไม่น้อยกว่า 90% ภายในระยะเวลาสูงสุด 12 เดือนที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (20–30°C) ตามมาตรฐาน ISO 14855 ส่วนประกอบที่มีปริมาณต่ำกว่า 1% โดยน้ำหนักแห้ง ไม่จำเป็นต้องทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพ เว้นแต่เมื่อรวมกันแล้วมีปริมาณมากกว่า 5% ของมวลแห้ง	วัสดุไม่น้อยกว่า 90% ต้องแตกสลายเป็นชิ้นขนาดเล็กกว่า 2 มม. ภายในระยะเวลาสูงสุด 180 วัน ที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (20–30°C) ตามมาตรฐาน ISO 20200 ต้องไม่มีการปนเปื้อนที่มองเห็นได้ในปุ๋ยหมักขั้นสุดท้าย (<2 มม.)	การงอกและผลผลิตชีวมวลไม่น้อยกว่า 90% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม สำหรับพืช 2 ชนิด ตามมาตรฐาน OECD 208 ส่วนประกอบที่มีปริมาณต่ำกว่า 0.1% โดยน้ำหนักแห้ง ไม่จำเป็นต้องทดสอบความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เว้นแต่เมื่อรวมกันแล้วมีปริมาณมากกว่า 0.5% ของมวลแห้ง ผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดที่กำหนดของโลหะหนักบางชนิด ปริมาณฟลูออรีนรวม และสารอื่นๆ ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมหรือมนุษย์ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน EN 13432 จำเป็นต้องมีการแถลงด้วยตนเองเกี่ยวกับการไม่ใช้สารเคมีที่เป็นเปอร์-ฟลูออริเนตหรือฟลูออริเนตโดยเจตนา ส่วนประกอบที่ปรากฏอยู่ในรายการ (ผู้สมัคร) ของสารที่มีความน่ากังวลอย่างยิ่ง จะไม่ได้รับการยอมรับ

สภาพแวดล้อม	ผู้ออกเอกสาร	ชื่อ	ข้อกำหนดมาตรฐาน	ข้อกำหนดด้านการย่อยสลายทางชีวภาพ	ข้อกำหนดด้านการแตกตัว	ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม
การทำปุ๋ยหมักภายในครัวเรือน	DIN CERTCO	สามารถย่อยสลายได้ในกองปุ๋ยหมักตามบ้านโดยผ่านการทดสอบและรับรองตามมาตรฐานเยอรมัน (DIN-Geprüft)	NF T 51-800	แปลงเป็น CO_2 ไม่น้อยกว่า 90% ภายในระยะเวลาสูงสุด 12 เดือนที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (<30°C) ตามมาตรฐาน ISO 14855 ส่วนประกอบที่มีปริมาณมากกว่า 1% ตามน้ำหนักแห้ง ต้องทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพเป็นรายชิ้น ส่วนประกอบที่มีปริมาณต่ำกว่า 1% โดยน้ำหนักแห้ง ไม่จำเป็นต้องทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพ เว้นแต่เมื่อรวมกันแล้วมีปริมาณมากกว่า 5% ของมวลแห้ง	วัสดุไม่น้อยกว่า 90% ต้องแตกสลายเป็นชิ้นขนาดเล็กกว่า 2 มม. ภายในระยะเวลาสูงสุด 180 วัน ที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (20–30°C) ตามมาตรฐาน ISO 20200	การงอกและผลผลิตชีวมวลไม่น้อยกว่า 90% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม สำหรับพืช 2 ชนิด ตามมาตรฐาน OECD 208 ส่วนประกอบที่มีปริมาณต่ำกว่า 0.1% โดยน้ำหนักแห้ง ไม่จำเป็นต้องทดสอบความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เว้นแต่เมื่อรวมกันแล้วมีปริมาณมากกว่า 0.5% ของมวลแห้ง ผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดที่กำหนดของโลหะหนักบางชนิด ปริมาณฟลูออรีนรวม และสารอื่นๆ ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมหรือมนุษย์ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน NF T51-800 บรรจุภัณฑ์ต้องไม่รวมสารใดๆ ที่เป็นตัวรบกวนต่อฮอร์โมน หรือสารใดๆ ที่ก่อมะเร็ง กลายพันธุ์ หรือเป็นพิษต่อการสืบพันธุ์ (CMR) ที่ปรากฏในรายการผู้สมัครของสารที่มีความน่ากังวลอย่างยิ่งตามข้อบังคับ EU REACH (EC 1907/2006) รวมทั้งสาร PFAS
	BPI	สามารถทำปุ๋ยหมักได้สำหรับเชิงพาณิชย์และภายในครัวเรือน	NF T51-800 โดยมีการเพิ่มกฎเกณฑ์ที่เข้มงวดมากขึ้นด้านการย่อยสลายทางชีวภาพและถือว่าการปฏิบัติตาม ASTM D6400 (การทำปุ๋ยหมักในเชิงอุตสาหกรรม) เป็นข้อกำหนดเบื้องต้น	แปลงเป็น CO_2 ไม่น้อยกว่า 90% ภายในระยะเวลาสูงสุด 12 เดือนที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (20–30°C) ตามมาตรฐาน ISO 14855 ส่วนประกอบอินทรีย์แต่ละชนิดที่มีความเข้มข้นระหว่าง 1%–10% ตามน้ำหนักแห้งจะต้องได้รับการทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพเป็นรายชิ้น ส่วนประกอบที่มีปริมาณต่ำกว่า 1% โดยน้ำหนักแห้ง ไม่จำเป็นต้องทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพ เว้นแต่เมื่อรวมกันแล้วมีปริมาณมากกว่า 5% ของมวลแห้ง	วัสดุไม่น้อยกว่า 90% ต้องแตกเล็กกว่า 2 มม. ภายในระยะเวลาสูงสุด 180 วัน ที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (20–30°C) ตามมาตรฐาน ISO 20200 การปนเปื้อนที่มองเห็นได้ในปุ๋ยหมัก ซึ่งพิจารณาจากการลดลงของความน่าดูหรือการยอมรับด้านรูปลักษณ์ ไม่ควรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจากเศษตกค้างของบรรจุภัณฑ์ที่ใส่เข้าไปหลังการทำปุ๋ยหมัก	การงอกและผลผลิตชีวมวลไม่น้อยกว่า 90% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม สำหรับพืช 2 ชนิด ตามมาตรฐาน OECD 208 ส่วนประกอบที่มีปริมาณต่ำกว่า 0.1% โดยน้ำหนักแห้ง ไม่จำเป็นต้องทดสอบความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เว้นแต่เมื่อรวมกันแล้วมีปริมาณมากกว่า 0.5% ของมวลแห้ง ผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดที่กำหนดของโลหะหนักบางชนิด ปริมาณฟลูออรีนรวม และสารอื่นๆ ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมหรือมนุษย์ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน NF T51-800 บรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการประเมินต้องไม่รวมสารใดๆ ที่เป็นตัวรบกวนต่อฮอร์โมน หรือสารใดๆ ที่ก่อมะเร็ง กลายพันธุ์ หรือเป็นพิษต่อการสืบพันธุ์ (CMR) ที่ปรากฏในรายการผู้สมัครของสารที่มีความน่ากังวลอย่างยิ่งตามข้อบังคับ EU REACH (EC 1907/2006)

สภาพแวดล้อม	ผู้ออกเอกสาร	ชื่อ	ข้อกำหนดมาตรฐาน	ข้อกำหนดด้านการย่อยสลายทางชีวภาพ	ข้อกำหนดด้านการแตกตัว	ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม
การทำปุ๋ยหมักภายในครัวเรือน	ABA	การรับรองความสามารถในการทำปุ๋ยหมักภายในครัวเรือน	AS 5810	แปลงเป็น CO_2 ไม่น้อยกว่า 90% ภายในระยะเวลาสูงสุด 12 เดือนที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (20–30°C) ตามมาตรฐาน ISO 14855 ส่วนประกอบที่มีปริมาณต่ำกว่า 1% โดยน้ำหนักแห้งไม่จำเป็นต้องทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพ เว้นแต่เมื่อรวมกันแล้วมีปริมาณมากกว่า 5% ของมวลแห้ง	วัสดุไม่น้อยกว่า 90% ต้องแตกสลายเป็นชิ้นขนาดเล็กกว่า 2 มม. ภายในระยะเวลาสูงสุด 180 วัน ที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (20–30°C) ตามมาตรฐาน ISO 20200	การงอกและผลผลิตชีวมวลไม่น้อยกว่า 90% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม สำหรับพืช 2 ชนิด ตามมาตรฐาน OECD 208 ไส้เดือนดินต้องมีอัตราการรอดชีวิตและมวลชีวภาพ ≥90% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ตามมาตรฐาน ASTM E1676 ผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดที่กำหนดของโลหะหนักบางชนิด ปริมาณฟลูออรีนรวม และสารอื่นๆ ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมหรือมนุษย์ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน AS 5810
ทางทะเล	DIN CERTCO	สามารถย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมทางทะเลโดยผ่านการทดสอบและรับรองตามมาตรฐานเยอรมัน (DIN-Geprüft)	ISO 22403	แปลงเป็น CO_2 ไม่น้อยกว่า 90% ภายในระยะเวลาสูงสุด 24 เดือน ที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (15–25°C) โดยใช้หนึ่งในวิธีการทดสอบดังต่อไปนี้: ISO 18830, ISO 19679, ISO 22404, ASTM D6691, ISO 23977-1, or ISO 23997-2 ส่วนประกอบอินทรีย์แต่ละชนิดที่มีความเข้มข้นระหว่าง 1%–15% ตามน้ำหนักแห้งจะต้องได้รับการทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพเป็นรายชิ้น ส่วนประกอบที่มีปริมาณต่ำกว่า 1% โดยน้ำหนักแห้งไม่จำเป็นต้องทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพ เว้นแต่เมื่อรวมกันแล้วมีปริมาณมากกว่า 5% ของมวลแห้ง	ไม่มีข้อกำหนดด้านการแตกตัวรวมอยู่ด้วย อัตราการแตกตัวจะถูกกำหนดขึ้นเพียงเพื่อให้ข้อมูลชี้วัดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายภายใต้สภาพที่เหมาะสมที่สุดในสภาพแวดล้อมทางทะเล การทดสอบต้องดำเนินการตามมาตรฐาน ISO 23832 ที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (15–25°C)	การยับยั้งสาหร่ายทะเลต้องไม่เกิน 10% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ตามมาตรฐาน ISO 10253 อัตราการตายของโคพีพอดต้องไม่เกิน 10% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ตามมาตรฐาน ISO 14669 การเรืองแสงทางชีวภาพของแบคทีเรีย Vibrio fischeri ต้องไม่น้อยกว่า 90% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ตามมาตรฐาน ISO 11348-3 ผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดที่กำหนดของโลหะหนักบางชนิด ปริมาณฟลูออรีนรวม และสารอื่นๆ ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมหรือมนุษย์ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน ISO 22403 ห้ามมีการเติมสารโพลีและเพอร์ฟลูออโรอัลคิล (PFAS) โดยเจตนา ส่วนประกอบที่ปรากฏอยู่ในรายการ (ผู้สมัคร) ของสารที่มีความน่ากังวลอย่างยิ่ง จะไม่ได้รับการยอมรับ

สภาพแวดล้อม	ผู้ออกเอกสาร	ชื่อ	ข้อกำหนดมาตรฐาน	ข้อกำหนดด้านการย่อยสลายทางชีวภาพ	ข้อกำหนดด้านการแตกตัว	ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม
ทางทะเล	หน่วยงานตรวจและออกใบรับรองมาตรฐานของออสเตรีย (TÜV Austria)	ผ่านการรับรองว่าสามารถย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมทางทะเล	โครงการรับรองนี้ไม่ได้อ้างอิงหรือพัฒนามาจากมาตรฐานที่มีอยู่ แต่เป็นโครงการที่พัฒนาขึ้นโดยเอกชน	แปลงเป็น CO_2 ไม่น้อยกว่า 90% ภายในระยะเวลาสูงสุด 6 เดือนที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (30°C) ตามมาตรฐาน ASTM D6691 ส่วนประกอบที่มีปริมาณต่ำกว่า 1% โดยน้ำหนักแห้ง ไม่จำเป็นต้องทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพ เว้นแต่เมื่อรวมกันแล้วมีปริมาณมากกว่า 5% ของมวลแห้ง	วัสดุไม่น้อยกว่า 90% ต้องแตกตัวเป็นชิ้นขนาดเล็กกว่า 2 มม. ภายในระยะเวลาสูงสุด 84 วัน ที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (30°C) ตามวิธีการทดสอบที่ได้รับการพัฒนาโดยหน่วยงานตรวจและออกใบรับรองมาตรฐานของออสเตรีย (TÜV Austria)	ต้องไม่ส่งผลกระทบเชิงลบต่อการเคลื่อนไหวของแดฟเนียไม่น้อยกว่า 90% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ตามมาตรฐาน OECD 202 ผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดที่กำหนดของโลหะหนักบางชนิด ปริมาณฟลูออรีนรวม และสารอื่นๆ ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมหรือมนุษย์ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน EN 13432 ส่วนประกอบที่มีปริมาณต่ำกว่า 0.1% โดยน้ำหนักแห้ง ไม่จำเป็นต้องทดสอบความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เว้นแต่เมื่อรวมกันแล้วมีปริมาณมากกว่า 0.5% ของมวลแห้ง ส่วนประกอบที่ปรากฏอยู่ในรายการ (ผู้สมัคร) ของสารที่มีความน่ากังวลอย่างยิ่ง จะไม่ได้รับการยอมรับ
น้ำจืด	หน่วยงานตรวจและออกใบรับรองมาตรฐานของออสเตรีย (TÜV Austria)	ผ่านการรับรองว่าสามารถย่อยสลายทางชีวภาพในน้ำ	มาตรฐาน EN 13432 โดยมีการปรับให้สอดคล้องกับสภาพน้ำจืด	แปลงเป็น CO_2 ไม่น้อยกว่า 90% ภายในระยะเวลาสูงสุด 56 วันที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (20–25°C) ตามมาตรฐาน ISO 14851 หรือ ISO 14852 ส่วนประกอบที่มีปริมาณต่ำกว่า 1% โดยน้ำหนักแห้ง ไม่จำเป็นต้องทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพ เว้นแต่เมื่อรวมกันแล้วมีปริมาณมากกว่า 5% ของมวลแห้ง	ไม่มีข้อกำหนดด้านการแตกตัวรวมอยู่ด้วย	ผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดที่กำหนดของโลหะหนักบางชนิด ปริมาณฟลูออรีนรวม และสารอื่นๆ ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมหรือมนุษย์ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน EN 13432 สารที่มีความน่ากังวลสูงมาก (ตามภาคผนวก 14 หรือ REACH) จะไม่ได้รับการยอมรับ

สภาพแวดล้อม	ผู้ออกเอกสาร	ชื่อ	ข้อกำหนดมาตรฐาน	ข้อกำหนดด้านการย่อยสลายทางชีวภาพ	ข้อกำหนดด้านการแตกตัว	ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม
ดิน	หน่วยงานตรวจและออกใบรับรองมาตรฐานของออสเตรีย (TÜV Austria)	ผ่านการรับรองว่าสามารถย่อยสลายทางชีวภาพในดิน	มาตรฐาน EN 13432 โดยมีการปรับให้สอดคล้องกับสภาพดิน	แปลงเป็น CO_2 ไม่น้อยกว่า 90% ภายในระยะเวลาสูงสุด 24 เดือนที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (20–25°C) ตามมาตรฐาน ISO 17556	ไม่มีข้อกำหนดด้านการแตกตัว อย่างไรก็ตาม ส่วนประกอบที่มีความเสี่ยงชัดเจนต่อการก่อให้เกิดการปนเปื้อนที่มองเห็นได้จะไม่ได้รับการยอมรับ	การงอกและผลผลิตชีวมวลไม่น้อยกว่า 90% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม สำหรับพืช 2 ชนิด ตามมาตรฐาน OECD 208 ส่วนประกอบที่มีปริมาณต่ำกว่า 0.1% โดยน้ำหนักแห้ง ไม่จำเป็นต้องทดสอบความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เว้นแต่เมื่อรวมกันแล้วมีปริมาณมากกว่า 0.5% ของมวลแห้ง ผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดที่กำหนดของโลหะหนักบางชนิด ปริมาณฟลูออรีนรวม และสารอื่นๆ ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมหรือมนุษย์ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน EN 13432 จำเป็นต้องมีการแถลงด้วยตนเองเกี่ยวกับการไม่ใช้สารเคมีที่เป็นเปอร์-ฟลูออริเนตหรือฟลูออริเนตโดยเจตนา ส่วนประกอบที่ปรากฏอยู่ในรายการ (ผู้สมัคร) ของสารที่มีความน่ากังวลอย่างยิ่ง จะไม่ได้รับการยอมรับ
	DIN CERTCO	สามารถย่อยสลายทางชีวภาพในดินโดยผ่านการทดสอบและรับรองตามมาตรฐานเยอรมัน (DIN-Geprüft)	EN 17033 และ ISO 23517	แปลงเป็น CO_2 ไม่น้อยกว่า 90% ภายในระยะเวลาสูงสุด 24 เดือนที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (20–28°C) ตามมาตรฐาน ISO 17556 ส่วนประกอบอินทรีย์แต่ละชนิดที่มีความเข้มข้นระหว่าง 1%–15% ตามน้ำหนักแห้งจะต้องได้รับการทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพเป็นรายชิ้น (เฉพาะตามมาตรฐาน ISO 23517) ส่วนประกอบที่มีปริมาณต่ำกว่า 1% ตามน้ำหนักแห้ง ไม่จำเป็นต้องทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพ เว้นแต่เมื่อรวมกันแล้วมีปริมาณมากกว่า 5% ของมวลแห้ง (EN 17033) หรือปริมาณมากกว่า 3% ของมวลแห้ง (ISO 23517)	ไม่มีข้อกำหนดด้านการแตกตัว	การงอกและผลผลิตชีวมวลไม่น้อยกว่า 90% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม สำหรับพืช 2 ชนิด ตามมาตรฐาน OECD 208 ไส้เดือนดินต้องมีอัตราการรอดชีวิตและมวลชีวภาพไม่น้อยกว่า 90% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ตามมาตรฐาน ISO 11268-1 การยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชันของแบคทีเรียไม่น้อยกว่า 80% ตามมาตรฐาน ISO 15685 ผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดที่กำหนดของโลหะหนักบางชนิด ปริมาณฟลูออรีนรวม และสารอื่นๆ ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมหรือมนุษย์ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน EN 17033 และ/หรือ ISO 23517 จำเป็นต้องมีการแถลงด้วยตนเองเกี่ยวกับการไม่ใช้สารเคมีที่เป็นเปอร์-ฟลูออริเนตหรือฟลูออริเนตโดยเจตนา ส่วนประกอบที่ปรากฏอยู่ในรายการ (ผู้สมัคร) ของสารที่มีความน่ากังวลอย่างยิ่ง จะไม่ได้รับการยอมรับ

สภาพแวดล้อม	ผู้ออกเอกสาร	ชื่อ	ข้อกำหนดมาตรฐาน	ข้อกำหนดด้านการย่อยสลายทางชีวภาพ	ข้อกำหนดด้านการแตกตัว	ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม
ดิน	ABA	การยืนยันการย่อยสลายทางชีวภาพในดิน	ISO 23517	แปลงเป็น CO_2 ไม่น้อยกว่า 90% ภายในระยะเวลาสูงสุด 24 เดือนที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (20–28°C) ตามมาตรฐาน ISO 17556 ส่วนประกอบอินทรีย์แต่ละชนิดที่มีความเข้มข้นระหว่าง 1%–15% ตามน้ำหนักแห้งจะต้องได้รับการทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพเป็นรายชิ้น ส่วนประกอบที่มีปริมาณต่ำกว่า 1% ตามน้ำหนักแห้งไม่จำเป็นต้องทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพ เว้นแต่เมื่อรวมกันแล้วมีปริมาณมากกว่า 3% ของมวลแห้ง	ไม่มีข้อกำหนดด้านการแตกตัว	การงอกและผลผลิตชีวมวลไม่น้อยกว่า 90% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม สำหรับพืช 2 ชนิด ตามมาตรฐาน OECD 208 ไส้เดือนดินต้องมีอัตราการรอดชีวิตและมวลชีวภาพไม่น้อยกว่า 90% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ตามมาตรฐาน ISO 11268-1 การยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชันของแบคทีเรียไม่น้อยกว่า 80% ตามมาตรฐาน ISO 15685 ผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกินค่าขีดจำกัดที่กำหนดของโลหะหนักบางชนิด ปริมาณฟลูออรีนรวม และสารอื่นๆ ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมหรือมนุษย์ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน ISO 23517 จำเป็นต้องมีการแถลงด้วยตนเองเกี่ยวกับการไม่ใช้สารเคมีที่เป็นเปอร์-ฟลูออริเนตหรือฟลูออริเนตโดยเจตนา ส่วนประกอบที่ปรากฏอยู่ในรายการ (ผู้สมัคร) ของสารที่มีความน่ากังวลอย่างยิ่ง จะไม่ได้รับการยอมรับ

ทีมหลัก

ลอร่า สมิธ
ผู้จัดการโครงการฝ่ายพลาสติก

แซนเดอร์ เดฟรอยต์
หัวหน้าด้านกลยุทธ์ฝ่ายพลาสติก

ร็อบ ออปโซเมอร์
หัวหน้าด้านการบริหารฝ่ายพลาสติก

ลอร่า คอลลาโคตต์
ที่ปรึกษาด้านบรรณาธิการ

นอร่า เปลิซซารี
หัวหน้าด้านบรรณาธิการ

แมตต์ บาร์เบอร์
นักออกแบบกราฟิก

ทีมงานเพิ่มเติม

เวโรนิกา ลุนด์เบิร์ก
ฟรีแลนซ์ด้านพลาสติก

ลีโอ นัตเตอร์
ผู้จัดการอาวุโสฝ่ายผลิตภัณฑ์ด้านกลยุทธ์ (AI และเทคโนโลยี)

ไอโซเบล พิงค์สตัน
ที่ปรึกษาด้านบรรณาธิการ

นีล เอมอส
ผู้จัดการโครงการดิจิทัลฝ่ายการสื่อสาร (ทางเนื้อหาและการส่งมอบ)

โซเฟีย วูโดรูโกลู
ผู้บริหารอาวุโสด้านการสื่อสารเชิงกลยุทธ์ฝ่ายสื่อสาร

กาเบรียลลา ฮิววิตต์
ผู้จัดการอาวุโสด้านการสื่อสารเชิงกลยุทธ์ฝ่ายสื่อสาร

มอลลี่ เจีย
ผู้จัดการโครงการประจำประเทศจีน

กิลแยร์เม ซูเอร์เตการาย
ผู้จัดการโครงการอาวุโสประจำภูมิภาคลาตินอเมริกา

มาเรียนน์ เคตตูเนน
หัวหน้าฝ่ายความหลากหลายทางชีวภาพ

กิลอนน์ เทราบ์
ผู้จัดการความร่วมมือ

เกี่ยวกับมูลนิธิเอลเลน แมคอาเธอร์

มูลนิธิเอลเลน แมคอาเธอร์ เป็นองค์กรการกุศลระดับนานาชาติที่พัฒนาและส่งเสริมเศรษฐกิจหมุนเวียน เพื่อรับมือกับความท้าทายสำคัญบางประการในปัจจุบัน เช่น การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ของเสีย และมลพิษ เราทำงานร่วมกับเครือข่ายผู้มีอำนาจตัดสินใจทั้งในภาคเอกชนและภาครัฐ รวมถึงสถาบันการศึกษา เพื่อเสริมสร้างศักยภาพ แสวงหาโอกาสในการร่วมมือ และออกแบบรวมถึงพัฒนาโครงการริเริ่มและโซลูชันด้านเศรษฐกิจหมุนเวียน เศรษฐกิจหมุนเวียนซึ่งขับเคลื่อนโดยการออกแบบเพื่อกำจัดของเสีย หมุนเวียนผลิตภัณฑ์และวัสดุ และฟื้นฟูธรรมชาติ โดยอาศัยพลังงานหมุนเวียนมากขึ้น มีเป้าหมายเพื่อสร้างความยืดหยุ่นและความรุ่งเรืองให้กับธุรกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคม

ข้อมูลเพิ่มเติม:
ellenmacarthurfoundation.org

ข้อสงวนสิทธิ์

เอกสารฉบับนี้จัดทำโดยมูลนิธิเอลเลน แมคอาเธอร์ (มูลนิธิ) มูลนิธิได้ใช้ความรอบคอบและความระมัดระวังในการจัดทำเอกสารฉบับนี้ โดยอ้างอิงข้อมูลที่เชื่อว่าเชื่อถือได้ แต่ไม่รับรองหรือให้การรับประกันใดๆ ทั้งโดยชัดเจนหรือโดยนัย เกี่ยวกับเอกสารฉบับนี้หรือเนื้อหาใดๆ ของเอกสารฉบับนี้ (ทั้งในด้านความถูกต้อง ครบถ้วน คุณภาพ ความเหมาะสมต่อวัตถุประสงค์ การปฏิบัติตามกฎหมาย หรือเรื่องอื่นๆ) มูลนิธิไม่ได้ติดตามหรือควบคุมเว็บไซต์หรือแหล่งข้อมูลภายนอกใดๆ ที่เชื่อมโยงหรืออ้างอิงในเอกสารฉบับนี้ เอกสารฉบับนี้ไม่ได้มีเจตนาที่จะให้ข้อมูลอย่างครบถ้วน และเนื้อหาใดๆ ของเอกสารนี้ไม่ควรถูกตีความเป็นคำแนะนำหรือข้อกำหนดในทุกกรณี การอ้างอิงหรือใช้เนื้อหาในเอกสารฉบับนี้เป็นความรับผิดชอบและความเสี่ยงของผู้อ่านเอง

ในขอบเขตสูงสุดที่กฎหมายที่เกี่ยวข้องอนุญาต มูลนิธิ หน่วยงานใดๆ ภายในกลุ่มของมูลนิธิ และองค์กรการกุศลที่เกี่ยวข้อง รวมถึงพนักงาน แรงงาน เจ้าหน้าที่ ตัวแทน และผู้แทนของพวกเขา ปฏิเสธความรับผิดชอบทั้งหมดต่อความสูญเสียหรือความเสียหายใดๆ ไม่ว่าจะโดยตรงหรือโดยอ้อม และไม่ว่าจะเกิดขึ้นจากสัญญา การละเมิด หน้าที่ตามกฎหมาย หรือสาเหตุอื่นใด ที่เกิดขึ้นภายใต้หรือเกี่ยวข้องกับเอกสารฉบับนี้หรือเนื้อหาใดๆ ในเอกสาร

มูลนิธิไม่ใช่ผู้จัดจำหน่าย หรือมีความสัมพันธ์ใดๆ กับบุคคลภายนอก และไม่ได้แนะนำหรือรับรองบุคคลภายนอก หรือสินค้าหรือบริการใดๆ ที่อ้างถึงในเอกสารฉบับนี้

เชิงอรรถท้ายเรื่อง

1 ปริมาณส่งออกทั้งหมดประมาณ 3.5 ล้านตันต่อปี โดยประมาณ 5–10% ของปริมาณนี้ได้รับการจัดการอย่างไม่เหมาะสม แหล่งที่มา: มูลนิธิ Pew เพื่อการกุศล การหยุดคลื่นพลาสติก (2020)

2 ภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกเป็นตลาดบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบยืดหยุ่นที่เติบโตเร็วที่สุด แหล่งที่มา: บริษัท Grand View Research, ตลาดบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่น (2026–2033) (2025)

3 รายงานฉบับนี้ไม่ได้ประเมินบรรจุภัณฑ์ระหว่างธุรกิจกับธุรกิจ บรรจุภัณฑ์ทุติยภูมิ หรือตติยภูมิ รวมถึงรูปแบบบรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นขนาดใหญ่ เนื่องจากกลุ่มเหล่านี้มีเส้นทางสิ้นอายุการใช้งานและกลไกการเก็บรวบรวมที่แตกต่างกัน

4 ขนาดของ A5 คือ 14.8 ซม. x 21.0 ซม. บรรจุภัณฑ์ขนาด A5 หรือต่ำกว่า คิดเป็น 92% ของมลพิษจากซองพลาสติกแบบยืดหยุ่นทั้งหมดที่ได้รับการตรวจสอบโดย Break Free From Plastic (แหล่งที่มา: Break Free From Plastic, มีตราสินค้าภัยซองพลาสติกในเอเชีย [2024]; 75% ของหน่วยสินค้าอุปโภคบริโภคด่วน (FMCG) ขายในอินเดียมีปริมาตรน้อยกว่า 50 มล. หรือมีน้ำหนักน้อยกว่า 50 กรัม (แหล่งที่มา: India Plastics Pact, บรรจุภัณฑ์ขนาดเล็กและซอง: การสำรวจปัญหา แนวทางแก้ไข และมาตรการ [2024]); 52% ของขยะพลาสติกที่เหลือจากแบรนด์ในฟิลิปปินส์เป็นซอง (แหล่งที่มา: สมาพันธ์โลกเพื่อทางเลือกการเผาขยะ เศรษฐกิจซองบรรจุภัณฑ์ปัญหาใหญ่ในบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็ก [2019]); บรรจุภัณฑ์อาหารพลาสติกซึ่งมักมีขนาดเล็ก คิดเป็น 33% ของขยะขนาดใหญ่ในอินโดนีเซีย (แหล่งที่มา: พลาสติกในสังคมอินโดนีเซีย [PISCES], แนวทางวิเคราะห์ระบบเพื่อลดมลพิษจากพลาสติก [2024])

5 อ้างอิงจากข้อมูลตลาดบรรจุภัณฑ์พลาสติกของวูด แมคเค็นซีย์

6 ร้อยละ 80 เป็นน้ำหนัก แหล่งที่มา: มูลนิธิ Pew เพื่อการกุศล การหยุดคลื่นพลาสติก (2020)

7 ดูส่วน "เกณฑ์สำคัญ 6 ประการ" สำหรับคำนิยามและข้อจำกัดโดยละเอียดเพิ่มเติม หมายเหตุ: สิ่งนี้ควรใช้กับบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด รวมถึงส่วนประกอบทุกชิ้น (ชั้นรอง หมึกพิมพ์ สารเติมแต่ง ฯลฯ)

8 การผลิตกระดาษและผลิตภัณฑ์เส้นใยระยะสั้นอื่นๆ คิดเป็นเกือบหนึ่งในห้าของการตัดไม้ทั้งหมดแล้ว แหล่งที่มา: FAOSTAT, การผลิตและการค้าไม้ (2025) ปริมาณเยื่อไม้บริสุทธิ์ที่ใช้ผลิตกระดาษสูงสุดถึงครึ่งหนึ่งอาจมาจากป่าโบราณและป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ แหล่งที่มา: สภาการจัดการป่าไม้ การสนับสนุนของ FSC ต่อการเคารพสิทธิมนุษยชน (2019) การเสื่อมสภาพภายในป่าที่มีการจัดการยังทำให้พื้นที่ป่าเก่าแก่ลดลงและส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง แหล่งที่มา: แม็กกี บี และคณะ การประเมินผลกระทบสะสมของการจัดการป่าต่อโครงสร้างอายุของป่าและที่อยู่อาศัยของกวางคาริบูในภูมิทัศน์โบเรียล: กรณีศึกษาในสองจังหวัดของแคนาดา แลนด์ (2024) ดูส่วน "ทางเลือกที่ใช้กระดาษเป็นหลักมีประโยชน์ ข้อจำกัด และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น' สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติม

9 ความเร็วและความเป็นไปได้ของความก้าวหน้าจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับประเภทของผลิตภัณฑ์และชนิดบรรจุภัณฑ์ ภูมิศาสตร์ และระดับความพร้อมของห่วงโซ่อุปทาน ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์ของเหลวมีความต้องการด้านเทคนิคของบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ชนิดแข็งอย่างชัดเจน

10 การดำเนินการชั่วคราวด้วยบรรจุภัณฑ์ที่ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์สำคัญ 6 ประการทั้งหมด (เช่น บรรจุภัณฑ์ที่ยังไม่สามารถรีไซเคิลและสามารถย่อยสลายทางชีวภาพพร้อมกัน) จะช่วยให้สามารถทดสอบพฤติกรรมของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้กระดาษในการผลิตขนาดใหญ่ ตลอดห่วงโซ่อุปทาน และในแง่ของการยอมรับจากผู้บริโภค ขั้นตอนดังกล่าวยังช่วยให้สามารถลงทุนในการปรับเครื่องจักรและห่วงโซ่อุปทานควบคู่ไปกับการพัฒนานวัตกรรมบรรจุภัณฑ์

11 ความเป็นไปได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น โลจิสติกส์ กฎระเบียบ และความเป็นไปได้ทั้งในเชิงเทคนิคและเชิงพาณิชย์ ในหลายกรณี สิ่งนี้จะต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างภาคอุตสาหกรรมและนโยบาย

12 ซิงห์ อาร์ และคณะ ซื้อให้น้อยลง แต่บ่อยขึ้น: การประเมินกลยุทธ์การตลาดซองในตลาดเกิดใหม่วารสารการตลาด (2009)

13 ตามข้อมูลการสำรวจที่รายงานโดย Social Weather Stations รายงานการสำรวจมลพิษจากพลาสติก ปี 2018: การสำรวจสภาพสังคมไตรมาสสาม ปี 2018 แหล่งที่มา: สมาพันธ์โลกเพื่อทางเลือกการเผาขยะ เศรษฐกิจซองบรรจุภัณฑ์ ปัญหาใหญ่ในบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็ก (2020)

14 แยมและนมผงขนาด 500 กรัมมียอดขายมากกว่าสินค้าแบบซองขนาดเล็ก แหล่งที่มา: ซิงห์ อาร์ และคณะ ซื้อให้น้อยลง แต่บ่อยขึ้น: การประเมินกลยุทธ์การตลาดซองในตลาดเกิดใหม่ วารสารการตลาด (2009)

15 มูลนิธิเอลเลน แมคอาเธอร์ การใช้ซ้ำ: การคิดใหม่เกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ (2019)

16 WWF และมูลนิธิเอลเลน แมคอาเธอร์ การนำกลับมาใช้ซ้ำในประเทศกำลังพัฒนาในซีกโลกใต้: กรณีศึกษา (2025)

17 ดูกรณีที่ 1: การทิ้งขยะซองห่อขนมพลาสติกอย่างไม่เป็นที่ บรูเวอร์เอ็ม ที และคณะ แบบจำลองเชิงคาดการณ์เพื่อประเมินการสะสมของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมธรรมชาติวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมแบบองค์รวม เล่มที่ 957 (2024)

18 โคลเวล เจ และคณะ ระยะเวลาการคงอยู่ในสภาพอันตรายของพลาสติกที่สามารถย่อยสลายได้ในสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ, Science of the Total Environment, เล่มที่ 894 (2023)

19 พลาสติกในสังคมอินโดนีเซีย [PISCES], แนวทางวิเคราะห์ระบบเพื่อลดมลพิษจากพลาสติก (2024)

20 แม้ว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการสามารถแสดงให้เห็นการย่อยสลายทางชีวภาพเต็มรูปแบบภายใต้สภาพเฉพาะ เช่น ในสิ่งแวดล้อมทางทะเล (ISO 22403), ดิน (ISO 23517) และการทำปุ๋ยหมักที่บ้าน (EN 17427) สิ่งนี้ไม่ได้รับประกันว่าจะเกิดการย่อยสลายทางชีวภาพเต็มรูปแบบในทุกสภาพแวดล้อมทางทะเลหรือทุกสภาพแวดล้อมดินทั่วโลก ตัวอย่างเช่น สภาพแวดล้อมในมหาสมุทรแอตแลนติกแตกต่างจากในป่าชายเลน

21 แม้ว่าการทำปุ๋ยหมักที่บ้านจะมีข้อจำกัด แต่การปฏิบัติตามมาตรฐานการทำปุ๋ยหมักที่บ้านถือเป็นตัวแทนเพื่อลดผลกระทบในกรณีที่เกิดการรั่วไหล สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติม ดูส่วน "หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีอันตรายและมลพิษจากพลาสติกที่ตกค้างอยู่ยาวนาน"

22 ระเบียบข้อบังคับผลิตภัณฑ์ปุ๋ยของสหภาพยุโรป และระเบียบข้อบังคับ REACH ของสหภาพยุโรป กำหนดตัวอย่างแนวทางการใช้วิธีทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพที่ได้รับการรับรองโดย ISO โดยเชื่อมโยงกับระดับผ่าน/ไม่ผ่านเป็นเกณฑ์เพื่อบรรเทาความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม ระเบียบแต่งตั้งโดยคณะกรรมาธิการ (สหภาพยุโรป) 2024/2770 ลงวันที่ 15 กรกฎาคม 2024 ซึ่งแก้ไขระเบียบ (สหภาพยุโรป) 2019/1009 ของรัฐสภาและสภายุโรปเกี่ยวกับเกณฑ์การย่อยสลายทางชีวภาพของสารเคลือบและโพลิเมอร์กักเก็บน้ำ

ระเบียบคณะกรรมาธิการ (สหภาพยุโรป) 2023/2055 ลงวันที่ 25 กันยายน 2023 แก้ไขภาคผนวก XVII ของระเบียบ (สหภาพยุโรป) เลขที่ 1907/2006 ของรัฐสภาและสภายุโรปเกี่ยวกับการลงทะเบียน การประเมิน การอนุญาต และการจำกัดสารเคมี (REACH) ในส่วนที่เกี่ยวกับไมโครพาร์ติเคิลโพลิเมอร์สังเคราะห์

23 ดิลเคส-ฮอฟฟ์แมน แอล และคณะ พลาสติกที่สามารถย่อยสลายได้ทำให้สาธารณชนยอมรับการทิ้งขยะมากขึ้นหรือไม่ วารสารสื่อสารงานวิจัยด้านสิ่งแวดล้อม (2024)

24 ลัฟราน เอส การศึกษาปริมาณเชิงตัวเลขเพื่อประเมินทัศนคติของนักศึกษามหาวิทยาลัย Liverpool John Moores ต่อการทิ้งขยะ และการรับรู้ของพวกเขาต่อประเภทขยะต่างๆ, Public Health Institute Journal (2022)

25 ดูกรณีที่ 1: การทิ้งขยะซองห่อขนมพลาสติกอย่างไม่เป็นที่ บรูเวอร์เอ็ม ที และคณะ แบบจำลองเชิงคาดการณ์เพื่อประเมินการสะสมของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมธรรมชาติวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมแบบองค์รวม เล่มที่ 957 (2024)

26 ดังที่ดิลเคส-ฮอฟฟ์แมน แอล และคณะระบุไว้ พลาสติกที่สามารถย่อยสลายได้ทำให้สาธารณชนยอมรับการทิ้งขยะมากขึ้นหรือไม่ Environmental Research Communications (2024) และ ลัฟราน เอส การศึกษาปริมาณเชิงตัวเลขเพื่อประเมินทัศนคติของนักศึกษามหาวิทยาลัย Liverpool John Moores ต่อการทิ้งขยะและการรับรู้ของพวกเขาต่อประเภทขยะต่างๆ, Public Health Institute Journal (2022)

27 บรูเวอร์เอ็ม ที และคณะ แบบจำลองเชิงคาดการณ์เพื่อประเมินการสะสมของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ, Science of The Total Environment (2024)

28 Systemiq, APEKSI, และ APKASI, ความรับผิดชอบของผู้ผลิตในอินโดนีเซีย: สิ่งที่ควรรู้ ความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และสิ่งที่อาจเกิดขึ้นต่อไป (2021)

29 แม้ว่าปัจจุบันจะมีผลิตภัณฑ์ฟิล์มที่ทำจากกระดาษเป็นหลักขนาดเล็กในตลาดไม่มากนัก แต่หลักฐานจากอินเดียชี้ให้เห็นว่ากล่องไม้ขัดแบบดูเพล็กซ์ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายมีขนาดและวัสดุใกล้เคียงกับฟิล์มกระดาษเคลือบ ไม่เข้าสู่กระบวนการรีไซเคิล

30 เครือข่ายอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภคโลก (2025)

31 เครือข่ายอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภคโลก (2025)

32 ร้อยละ 40 ของกระดาษรีไซเคิลและกระดาษแข็งรีไซเคิลในอินเดียมาจากกระดาษใช้แล้วที่นำเข้าจากต่างประเทศ แหล่งที่มา: โชแดรี ยู การรีไซเคิลขยะกระดาษในอินเดีย: สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต, IPPTA: Quarterly Journal of Indian Pulp and Paper Technical Association (2023)

33 ประมาณร้อยละ 50 ของกระดาษรีไซเคิลและกระดาษแข็งรีไซเคิลในอินโดนีเซียมาจากกระดาษใช้แล้วที่นำเข้าจากต่างประเทศ แหล่งที่มา: โรมาส เอส และ มาร์ตินี เอส อุตสาหกรรมรีไซเคิลกระดาษ: การวิเคราะห์การใช้วัตถุดิบในประเทศอินโดนีเซีย ในชุดเอกสารการประชุม IOP Conference Series: โลกและวิทยาศาสตร์ด้านสิ่งแวดล้อม (2021)

34 สิ่งนี้อ้างอิงจากสัดส่วนของวัตถุดิบที่โรงงานกระดาษดูเพล็กซ์สามารถรองรับได้จากบรรจุภัณฑ์กระดาษชนิดเคลือบ/ลามิเนตแบบยืดหยุ่น และอัตราการเติบโตของอุตสาหกรรมที่คาดการณ์ไว้ โดยสมมติว่าโรงงานสามารถเข้าถึงวัตถุดิบของเสียได้ในราคาต่ำ ในโรงงานกระดาษดูเพล็กซ์ โดยทั่วไปของเสียจากกระดาษจะถูกรีไซเคิลเป็นกระดาษรีไซเคิลคุณภาพต่ำ ที่ไม่ใช้สัมผัสอาหาร แหล่งที่มา: เครือข่ายอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภคโลก (2025)

35 มูลนิธิเอลเลน แมคอาเธอร์ พลาสติกแบบยืดหยุ่น: การออกแบบและการรีไซเคิลในภาคทางการ (2022)

36 กันธาร์ เจ การรีไซเคิลอย่างยั่งยืน: การเจาะลึกการรีไซเคิลพลาสติกในอินเดีย กัสตาการี ปัญจายัต (2025)

37 ในหลายภูมิภาค การเก็บกระดาษแบบไม่เป็นทางการจะหยุดชั่วคราวในช่วงเวลานี้: กระบวนการรีไซเคิลที่พึ่งการตากแห้งด้วยแสงแดดไม่สามารถดำเนินการได้ ความชื้นทำให้คุณค่าของกระดาษลดลง และต้นทุนการเก็บกระดาษที่แตกตัวและมีน้ำหนักมากขึ้นก็เพิ่มขึ้น

38 เดอะ ไทม์ส ออฟ อินเดีย นิวเดลีมีแนวโน้มจะมีชุมชนปลอดขยะ 200 แห่งภายในเดือนพฤษภาคม 2027 (2025)

39 สถาบันทรัพยากรธรรมชาติ ฟินแลนด์ ข้อมูลเบื้องต้นจากบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประจำปี 2023: ป่าไม้กลายเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเนื่องจากการดูดซับของต้นไม้ไม่เพียงพอที่จะชดเชยการปล่อยก๊าซจากดินป่า (2025)

40 ไบซาว์ธ ดี และคณะ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณสูงหรือคาร์บอนเป็นศูนย์: การรวมแหล่งดูดซับป่าที่เกิดจากมนุษย์นำไปสู่การรายงานการปล่อยก๊าซจากป่าไม้ต่ำกว่าความเป็นจริง ป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงโลก (2024)

41 ความคิดเห็นโดย ดร. ฮัทมา สุริยาตโมโจ นักวิจัยด้านอุทกวิทยาและการอนุรักษ์ลุ่มน้ำ แหล่งที่มา: Universitas Gadja Mada ผู้เชี่ยวชาญ UGM: น้ำท่วมฉับพลันรุนแรงในสุมาตรา เกิดจากการเสื่อมสลายของป่าในลุ่มน้ำตอนบน (2025)

42 Canopy, ความสบายบางเหมือนกระดาษ – ความเสี่ยงของเส้นใยไม้ในโลกที่มีป่าแบบจำกัด (2026)

43 The Soil Association, Regenerative forestry: การป่าไม้และป่าเพื่ออนาคต (2022)

44 ตัวอย่างเช่น ระบบการจัดการป่าแบบโมเสคของบริษัท Klabin ในบราซิล จะสลับระหว่างสวนป่าเชิงพาณิชย์กับป่าพื้นเมืองที่อนุรักษ์ไว้ เพื่อให้มั่นใจถึงผลผลิตระยะยาวและความพร้อมใช้น้ำ ระบบนี้ดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 14 ล้านตันในปี 2024 และสนับสนุนความหลากหลายทางชีวภาพโดยการฟื้นฟูระบบนิเวศของพื้นที่ดินที่เสื่อมสภาพ

45 เบ็ค-โอไบรอัน เอ็ม และคณะ ทุกสิ่งจากไม้ ทรัพยากรแห่งอนาคตหรือวิกฤตครั้งต่อไป ร่วงรอยการใช้ทรัพยากร เกณฑ์มาตรฐาน และเป้าหมาย สามารถสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจชีวภาพที่สมดุลได้อย่างไร, WWF Germany (2022)

46 ซิมส์ เอ็ม เจ และคณะ ปัจจัยขับเคลื่อนการสูญเสียป่าไม้ทั่วโลกที่ความละเอียด 1 กม., จดหมายวิจัยสิ่งแวดล้อม (2025)

47 เพิง แอล และคณะ ต้นทุนคาร์บอนของการเก็บเกี่ยวไม้ทั่วโลก, Nature (2023)

48 FAOSTAT, การผลิตและการค้าไม้ ฉบับปรับปรุง 2025, (2025)

49 คาดการณ์อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปี (CAGR) ที่ 2% จนถึงปี 2040 แหล่งที่มา: เครือข่ายอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภคโลก (2025) ตามการวิเคราะห์ของ Systemiq Analysis, Timberland Investment Group, Fastmarket, Grand View Research, Statista

50 สมมติว่าบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษเป็นหลักมีน้ำหนักมากกว่า 1.35 เท่า ซึ่งจะหมายถึงความต้องการกระดาษเพิ่มขึ้น 25 ล้านตัน ปริมาณเยื่อกระดาษที่ได้รับการรับรองมีประมาณ 125 ตัน โดยอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลล่าสุดปี 2023 โดยสมมติว่าปริมาณในช่วงปี 2023–2025 ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แหล่งที่มา: เครือข่ายอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภคโลก (2025) ตาม: การวิเคราะห์ของ Systemiq รายงาน Breaking the Plastic Wave, Timberland Investment Group, Fastmarket, Research & Market, Statista, Plastics Europe

51 Canopy, การเอาชีวิตรอด: แผนการเพื่อการอนุรักษ์ป่าไม้และสภาพภูมิอากาศ (2020)

52 ตัวเลขนี้แสดงถึงภาคป่าไม้สำหรับไม้ซุงทั้งหมดและไม่ได้เจาะจงเฉพาะการใช้งานในบรรจุภัณฑ์

53 FSC, การสนับสนุนของ FSC ต่อการเคารพสิทธิมนุษยชน (2019)

54 มัลคอล์ม เจ อาร์ และคณะ การตัดไม้ในป่าและหนี้คาร์บอนในภูมิภาคป่าสนเขตโบรีลตอนกลาง-ตะวันออกของแคนาดาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (2020)

55 บูชาร์ เอ็ม และ โพเธียร์ ดี อิทธิพลระยะยาวของไฟป่าและการตัดไม้ต่อโครงสร้างอายุของป่าและองค์ประกอบป่าเขตโบรีลในภาคตะวันออกของเคเบก นิเวศวิทยาและการจัดการป่าไม้ (2011)

56 แม็กกี บี และคณะ การประเมินผลกระทบสะสมของการจัดการป่าต่อโครงสร้างอายุของป่าและที่อยู่อาศัยของกวางคาริบูในภูมิทัศน์โบเรียล: กรณีศึกษาในสองจังหวัดของแคนาดา แลนด์ (2024)

57 คูลูไวเน็น ที และโกติเยร์ เอส ป่าอ่อนและป่าแก่ในเขตโบรีล: ขั้นตอนสำคัญของพลวัตระบบนิเวศและการจัดการภายใต้การเปลี่ยนแปลงระดับโลกระบบนิเวศป่าไม้ (2018)

58 พื้นที่ที่ได้รับการรับรองจำนวน 150 ล้านเฮกตาร์ในปี 2012 แหล่งที่มา: FSC, ประวัติของเรา พื้นที่ที่ได้รับการรับรองจำนวน 160 ล้านเฮกตาร์ในปี 2025 แหล่งที่มา: FSC (สิงหาคม 2025) ข้อเท็จจริงและสถิติสำคัญ

59 เครือข่ายอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภคโลก (2025) ตามการวิเคราะห์ของ Systemiq Analysis, Timberland Investment Group, Fastmarket, Research & Market

60 Global Canopy, บริษัทได้กำไร ป่าถูกทำลาย: ทุกคนต้องรับผลเสีย รายงานป่าไม้ 500 ปี 2025 (2025)

61 คณะทำงานด้านการใช้วัตถุดิบชีวภาพอย่างยั่งยืน (RSB) ถือเป็นระบบรับรองที่เข้มแข็งที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆ ตามการประเมินของงานวิจัยอิสระหลายชิ้น แหล่งที่มา: โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ ฉันสามารถรีไซเคิลสิ่งนี้ได้หรือไม่ การสำรวจและประเมินมาตรฐาน ฉลากและข้ออ้างเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์พลาสติกทั่วโลก (2020); WWF เยอรมนี ความเสี่ยงด้านน้ำในห่วงโซ่อุปทานทางการเกษตร: รายงานความคืบหน้าเกี่ยวกับมาตรฐานความยั่งยืนครอบคลุมการจัดการน้ำอย่างไร (2017) (2017);
Implementierung von Nachhaltigkeitskriterien für die stoffliche Nutzung von Biomasse im Rahmen des Blauen Engel (2019)

62 สำหรับภาพรวมของเรื่องนี้ โปรดดูที่: OECD, ภาพรวมสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับวิกฤตสามด้านของโลก ผลประโยชน์ ความเปลี่ยนแปลง และความเชื่อมโยงด้านนโยบาย (2025)

63 การประมาณการปริมาณการใช้น้ำในการผลิตพลาสติกอยู่ระหว่างน้อยกว่า 1 กก. ต่อน้ำหนักพลาสติก 1 กก. จนถึง 43 กก. ต่อน้ำหนักพลาสติก 1 กก. แหล่งที่มา: ฟรอลิช ที และคณะ โปรไฟล์เชิงนิเวศและการประกาศผลิตภัณฑ์ด้านสิ่งแวดล้อมของผู้ผลิตพลาสติกยุโรป โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) โพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE) โพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (LLDPE) สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกยุโรป (2014) โครอล เจ และคณะ การประเมินรอยเท้าน้ำของโพลิเมอร์ที่เลือก การผสมโพลิเมอร์ คอมโพสิต และไบโอคอมโพสิตสำหรับการใช้งานเชิงอุตสาหกรรม โพลิเมอร์ (2019)

64 อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษใช้น้ำระหว่าง 10–300 กก. ต่อการผลิตกระดาษ 1 กก. แหล่งที่มา: เอสมาอีลี เอ และซัรราฟซาเดห์ เอ็ม เอ็ช การลดการใช้น้ำจืดในอุตสาหกรรมเยื่อและการหาค่าที่เหมาะสมทางคณิตศาสตร์ วารสารวิศวกรรมกระบวนการน้ำ (2023)

65 แถลงการณ์จากสมาคมผู้ผลิตกระดาษแห่งอินเดีย แหล่งที่มา: หนังสือพิมพ์อีโคโนมิกส์ ไทมส์ การนำเข้ากระดาษและกระดาษแข็งเพิ่มขึ้น 34% ในปีงบประมาณ 2024 จากการจัดหาที่สูงขึ้นจากกลุ่มอาเซียน: IPMA (2023)

66 ปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ BEIS (2025)

67 อ้างอิงตามค่าปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ BEIS 2025 โดยสมมติว่าขยะ 60% ถูกฝังกลบและ 40% ถูกเผา

68 Canopy, การบรรเทาความกดดันจากป่าที่ไม่สามารถทดแทนได้ (2024)

69 อ้างอิงจากปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก BEIS 2025

70 มีเทนเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีศักยภาพในการทำให้โลกร้อนสูง โดยมีศักยภาพสูงกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ 28–36 เท่าในระยะเวลา 100 ปี แหล่งที่มา: IEA, มีเทนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (2021)

71 โฆช เอสการติดตามการปล่อยก๊าซมีเทนเพื่อการลดผลกระทบ มองกาเบย์ (2022)

72 โดยสมมติว่าการปล่อยก๊าซจากการผลิตใกล้เคียงกัน อัตราการรีไซเคิลมีน้อยมากและคำนึงถึงน้ำหนักของกระดาษที่มากกว่า ในการสร้างแบบจำลอง สมมติว่าการปล่อยก๊าซจากการรั่วไหลมีค่าเป็นศูนย์ การวิเคราะห์เชิงแบบจำลองโดยใช้ค่าปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ BEIS 2025 ซึ่งได้ประเมินภายใต้สถานการณ์ที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ต้นน้ำถึงโรงงานของบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษและพลาสติกเป็นหลักแบบยืดหยุ่น

73 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความแตกต่างอย่างมากระหว่างผู้ผลิตและภูมิภาคต่างๆ โดยมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง สิ่งนี้ไม่ควรใช้แทนการประเมินเชิงลึกเป็นรายกรณี

74 อ้างอิงตามค่าปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ BEIS 2025 โดยสมมติว่าขยะ 60% ถูกฝังกลบและ 40% ถูกเผา

75 การวิเคราะห์เชิงแบบจำลองโดยใช้ค่าปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงปลายอายุการใช้งานตามที่กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งได้ประเมินภายใต้สถานการณ์ที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ต้นน้ำถึงโรงงานของบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษและพลาสติกเป็นหลักแบบยืดหยุ่น

76 จาง วาย และคณะ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภาวะสารอาหารเกินในแหล่งน้ำมีปฏิกิริยากับมลพิษจากไมโครพลาสติกและการฟุ้งกระจายของตะกอนในทะเลสาบน้ำตื้นอย่างไร บทความทบทวนวรรณกรรม วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมแบบองค์รวม (2020)

77 หยวน เอ็ช และคณะ ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษจากไมโครพลาสติกและภาวะสารอาหารเกินในแหล่งน้ำบริเวณชายฝั่งของทะเลสาบเตียนชี วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (2021)

78 ตัวอย่างเช่น การประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) โดยหน่วยงานภายนอกที่จัดทำให้กับพันธมิตรบรรจุภัณฑ์กระดาษแห่งยุโรป (2022) ซึ่งศึกษาภาชนะกระดาษแบบใช้ครั้งเดียวสำหรับอาหารนำกลับในสหภาพยุโรป พบว่ากว่า 80% ของผลกระทบทั้งหมดมาจาก 5 หมวดหมู่หลัก โดยไม่รวมภาวะสารอาหารเกินในแหล่งน้ำ (และไม่รวมหมวดผลกระทบด้านความเป็นพิษ)

79 บทสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ (2025)

80 องค์กรบรรจุภัณฑ์อาหาร ฐานข้อมูล FCCmigex (2025)

81 ซิมเมอร์มันน์ แอล และคณะ การดำเนินการตามกลยุทธ์สารเคมีของสหภาพยุโรปเพื่อความยั่งยืน กรณีศึกษาของสารเคมีที่น่ากังวลในวัสดุสัมผัสอาหาร วารสารวัสดุอันตราย (2022)

82 ซิมันติริส เอ็น ผลิตภัณฑ์ใช้ครั้งเดียวแบบพลาสติกหรือกระดาษ ปัญหาที่ต้องการการเปลี่ยนแปลงทางสังคม ระบบการจัดการของเสียที่สะอาดยิ่งขึ้น (2024)

83 ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์ของเหลวมีความต้องการด้านเทคนิคของบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ชนิดแข็งอย่างชัดเจน

84 การดำเนินการชั่งคราวด้วยบรรจุภัณฑ์ที่ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์สำคัญ 6 ประการทั้งหมด ซึ่งรวมถึงการมุ่งหลีกเลี่ยงเกณฑ์ (เช่น บรรจุภัณฑ์ที่ยังไม่สามารถรีไซเคิลและสามารถย่อยสลายทางชีวภาพพร้อมกัน) จะช่วยให้สามารถทดสอบพฤติกรรมของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้กระดาษในการผลิตขนาดใหญ่ ตลอดห่วงโซ่อุปทาน และในแง่ของการยอมรับจากผู้บริโภค ขั้นตอนดังกล่าวยังช่วยให้สามารถลงทุนในการปรับเครื่องจักรและห่วงโซ่อุปทานควบคู่ไปกับการพัฒนานวัตกรรมบรรจุภัณฑ์

ยาวและความแข็งแรงของเส้นใย อย่างไรก็ตาม การใช้เส้นใยเหล่านี้ในงานที่ไม่ใช่บรรจุภัณฑ์ยืดหยุ่น อาจช่วยชดเชยการเพิ่มขึ้นที่อาจเกิดขึ้นในการใช้เส้นใยไม้ใหม่ในบรรจุภัณฑ์ยืดหยุ่นได้

86 คณะทำงานด้านวัตถุดิบชีวภาพอย่างยั่งยืน หลักการและเกณฑ์ RSB (2025)

87 ควรเลือกใช้ FSC เนื่องจากถือว่ามีความเข้มแข็งเพียงพอในการรับรองคุณค่าทั้งด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมในป่าไม้ให้ได้รับการดำรงรักษาไว้ สนับสนุนให้มีการพัฒนาโครงการรับรองทุกประเภท สำหรับการเปรียบเทียบระหว่าง FSC กับ โครงการรับรองมาตรฐานการจัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน โปรดดูที่: Canopy, การเปรียบเทียบการรับรองมาตรฐานป่าไม้ (2024)

88 Canopy, การบรรเทาความกดดันจากป่าที่ไม่สามารถทดแทนได้: โซลูชันที่คำนึงถึงสภาพภูมิอากาศสำหรับกระดาษ บรรจุภัณฑ์ และเส้นใยสิ่งทอ (2024)

89 คาร์บอนชีวภาพคือคาร์บอนที่ถูกดูดซับ กักเก็บ และปล่อยออกมาจากแหล่งชีวภาพในกรณีนี้คือคาร์บอนที่พืชดูดซับและกักเก็บไว้ ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นเส้นใยกระดาษ วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตบางวิธีถือว่าคาร์บอนชีวภาพเป็นกลางทางคาร์บอน กล่าวคือ คาร์บอนที่ปล่อยออกมาเมื่อเส้นใยถูกเผาหรือย่อยสลาย เท่ากับคาร์บอนที่ถูกดูดซับจากอากาศในระหว่างการเจริญเติบโตของพืช อย่างไรก็ตาม การประเมินวัฏจักรชีวิตที่มีความเข้มงวดมากขึ้นจะคำนึงว่าคาร์บอนที่กักเก็บอยู่ในหรือสูญเสียไปจากชีวมวลป่าไม้และดินในช่วงเวลาต่างๆ ระหว่างการเจริญเติบโตและการเก็บเกี่ยวพืชนั้นแตกต่างกันอย่างมาก ขึ้นอยู่กับแนวทางการจัดการป่าไม้ที่ใช้ การละเลยการสูญเสียคาร์บอนที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเจริญเติบโตและการเก็บเกี่ยวของพืช อาจทำให้การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิแบบตลอดวัฏจักรชีวิตตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทางของผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ต่ำกว่าความเป็นจริงถึง 75–92% แหล่งที่มา: Canopy,การบรรเทาความกดดันจากป่าที่ไม่สามารถทดแทนได้ (2024)

90 ทาห์มาเซบี เอ และคณะ การเปรียบเทียบด้านเทคโนโลยีและเศรษฐศาสตร์ของกระบวนการออกซิเดชันขั้นสูงที่ใช้อนุมูลไฮดรอกซิลและซัลเฟต เพื่อเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของน้ำเสียจากโรงงานเยื่อและกระดาษวิทยาศาสตร์วิศวกรรมเคมี เล่มที่ 293 (2024)

91 คุซมา เอส และคณะ 25 ประเทศซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของประชากรหนึ่งในสี่ของโลกกำลังเผชิญกับภาวะความเครียดด้านน้ำในระดับรุนแรงมากสถาบันทรัพยากรโลก (2023)

92 ตัวอย่างเช่น โรงงานในเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มักดำเนินงานด้วยเทคโนโลยีการคัดแยกที่ต่ำกว่า และมีความไวต่อความชื้นและสารเคลือบมากกว่า อีกทั้งอาจต้องพึ่งพาสภาพแวดล้อมด้านน้ำและการอบแห้งที่มีข้อจำกัดมากกว่า โรงงานจำนวนมากยังคงพึ่งพาการตากแห้งด้วยแสงแดดในบางช่วงของปี

93 เครือข่ายอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภคโลก (2025)

94 แม้ว่าการทำปุ๋ยหมักที่บ้านจะมีข้อจำกัด และไม่ใช่ผลลัพธ์ของอายุการใช้งานที่ตั้งเป้าหมายไว้ แต่การปฏิบัติตามมาตรฐานการทำปุ๋ยหมักที่บ้านควบคู่ไปกับมาตรฐานอื่นๆ ถือเป็นตัวแทนเพื่อลดผลกระทบในกรณีที่เกิดการรั่วไหล

95 ระเบียบข้อบังคับผลิตภัณฑ์ปุ๋ยของสหภาพยุโรป และระเบียบข้อบังคับ REACH ของสหภาพยุโรป กำหนดตัวอย่างแนวทางการใช้วิธีทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพที่ได้รับการรับรองโดย ISO โดยเชื่อมโยงกับระดับผ่าน/ไม่ผ่านเป็นเกณฑ์เพื่อบรรเทาความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม ระเบียบแต่งตั้งโดยคณะกรรมาธิการ (สหภาพยุโรป) 2024/2770 ลงวันที่ 15 กรกฎาคม 2024 ซึ่งแก้ไขระเบียบ (สหภาพยุโรป) 2019/1009 ของรัฐสภาและสภายุโรปเกี่ยวกับเกณฑ์การย่อยสลายทางชีวภาพของสารเคลือบและโพลิเมอร์กักเก็บน้ำ

ระเบียบคณะกรรมาธิการ (สหภาพยุโรป) 2023/2055 ลงวันที่ 25 กันยายน 2023 แก้ไขภาคผนวก XVII ของระเบียบ (สหภาพยุโรป) เลขที่ 1907/2006 ของรัฐสภาและสภายุโรปเกี่ยวกับการลงทะเบียน การประเมิน การอนุญาต และการจำกัดสารเคมี (REACH) ในส่วนที่เกี่ยวกับไมโครพาร์ติเคิลโพลิเมอร์สังเคราะห์

96 การศึกษาระยะแรกยังชี้ให้เห็นว่าผู้บริโภคบางส่วนอาจมีแนวโน้มที่จะทิ้งบรรจุภัณฑ์ในสิ่งแวดล้อมโดยตรงมากขึ้น หากเชื่อว่าบรรจุภัณฑ์นั้นสามารถย่อยสลายได้ ดูส่วน 'บรรจุภัณฑ์แบบยืดหยุ่นที่ทำจากกระดาษ มีทั้งประโยชน์ที่ได้รับที่เป็นไปได้ ข้อจำกัดและความเสี่ยง' เพื่อข้อมูลเพิ่มเติม

97 ระเบียบข้อบังคับผลิตภัณฑ์ปุ๋ยของสหภาพยุโรป และระเบียบข้อบังคับ REACH ของสหภาพยุโรป กำหนดตัวอย่างแนวทางการใช้วิธีทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพที่ได้รับการรับรองโดย ISO โดยเชื่อมโยงกับระดับผ่าน/ไม่ผ่านเป็นเกณฑ์เพื่อบรรเทาความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม ระเบียบแต่งตั้งโดยคณะกรรมาธิการ (สหภาพยุโรป) 2024/2770 ลงวันที่ 15 กรกฎาคม 2024 ซึ่งแก้ไขระเบียบ (สหภาพยุโรป) 2019/1009 ของรัฐสภาและสภายุโรปเกี่ยวกับเกณฑ์การย่อยสลายทางชีวภาพของสารเคลือบและโพลิเมอร์กักเก็บน้ำ
ระเบียบคณะกรรมาธิการ (สหภาพยุโรป) 2023/2055 ลงวันที่ 25 กันยายน 2023 แก้ไขภาคผนวก XVII ของระเบียบ (สหภาพยุโรป) เลขที่ 1907/2006 ของรัฐสภาและสภายุโรปเกี่ยวกับการลงทะเบียน การประเมิน การอนุญาต และการจำกัดสารเคมี (REACH) ในส่วนที่เกี่ยวกับไมโครพาร์ติเคิลโพลิเมอร์สังเคราะห์

98 โครงการสาธิตที่มีประสิทธิภาพควรมุ่งเน้นในไม่กี่ประเทศเพื่อสร้างหลักฐานที่ชัดเจน รวมวัสดุเข้าด้วยกันทุกประเภท เป็นส่วนหนึ่งของระบบการจัดการของเสียที่ใหญ่ขึ้น และออกแบบให้เหมาะสมกับบริบทในพื้นที่ รวมถึงคำนึงถึงภาคการจัดการของเสียอย่างไม่เป็นทางการ

99 มูลนิธิ Pew เพื่อการกุศล การหยุดคลื่นพลาสติก (2020)

100 ibid.

101 ดัดแปลงจากมาตรฐาน ISO 23517:2021

102 สถาบันโนวา โพลิเมอร์ที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพในสภาพแวดล้อมต่างๆ ตามมาตรฐานและระบบการรับรองที่กำหนดไว้ – กราฟิก สถาบันโนวา (2024)

103 ดัดแปลงจากมาตรฐาน ISO 17088:2021

104 EN 17427:2022

105 เกณฑ์ที่ช่วยหลีกเลี่ยงการทำให้วัฏจักรทางชีวภาพที่เป็นรากฐานของโลกไม่เสถียร และลดความเสี่ยงของการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมที่ไม่อาจย้อนกลับได้

106 ระเบียบข้อบังคับผลิตภัณฑ์ปุ๋ยของสหภาพยุโรป และระเบียบข้อบังคับ REACH ของสหภาพยุโรป กำหนดตัวอย่างแนวทางการใช้วิธีทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพที่ได้รับการรับรองโดย ISO โดยเชื่อมโยงกับระดับผ่าน/ไม่ผ่านเป็นเกณฑ์เพื่อบรรเทาความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม ระเบียบแต่งตั้งโดยคณะกรรมาธิการ (สหภาพยุโรป) 2024/2770 ลงวันที่ 15 กรกฎาคม 2024 ซึ่งแก้ไขระเบียบ (สหภาพยุโรป) 2019/1009 ของรัฐสภาและสภายุโรปเกี่ยวกับเกณฑ์การย่อยสลายทางชีวภาพของสารเคลือบและโพลิเมอร์กักเก็บน้ำ

© ลิขสิทธิ์ 2026
มูลนิธิเอลเลน แมคอาเธอร์

www.ellenmacarthurfoundation.org

เลขทะเบียนองค์กรการกุศล: 1130306
เลขทะเบียน OSCR: SC043120
เลขทะเบียนบริษัท: 6897785