

ประเภทของพลาสติกย่อยสลายได้

ประเภทของพลาสติกย่อยสลายได้โดยทั่วไป เราสามารถแบ่งกลไกการย่อยสลายของพลาสติกเป็น 5 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. การย่อยสลายได้โดยแสง (Photodegradation) การย่อยสลายโดยแสงมักเกิดจากการเติมสารเติมแต่งที่มีความว่องไวต่อแสงลงในพลาสติกหรือสังเคราะห์โคพอลิเมอร์ให้มีหมู่ฟังก์ชันหรือพันธะเคมีที่ไม่แข็งแรง แตกหักง่ายภายใต้รังสี (UV) เช่น หมู่คีโตน (Ketone group) อยู่ในโครงสร้าง เมื่อสารหรือหมู่ฟังก์ชันดังกล่าวสัมผัสกับรังสียูวีจะเกิดการแตกของพันธะกลายเป็นอนุมูลอิสระ (Free radical) ซึ่งไม่เสถียร จึงเข้าทำปฏิกิริยาต่ออย่างรวดเร็วที่พันธะเคมีบนตำแหน่งคาร์บอนในสายโซ่พอลิเมอร์ ทำให้เกิดการขาดของสายโซ่ แต่การย่อยสลายนี้จะไม่เกิดขึ้นภายในบ่อฝังกลบขยะ กองคอมโพสท์ หรือสภาวะแวดล้อมที่มีมืด หรือแม้กระทั่งชั้นพลาสติกที่มีการด้วยหมึกที่หนาмаกบนพื้นผิวเนื่องจากพลาสติกจะไม่ได้สัมผัสกับรังสียูวีโดยตรง

2. การย่อยสลายทางกล (Mechanical Degradation) โดยการให้แรงกระทำแก่ชิ้นพลาสติกทำให้ชิ้นส่วนพลาสติกแตกออกเป็นชิ้น ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้โดยทั่วไปในการทำให้พลาสติกแตกเป็นชิ้นเล็กๆ

3. การย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidative Degradation) การย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชันของพลาสติก เป็นปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนลงในโมเลกุลของพอลิเมอร์ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้เองในธรรมชาติอย่างช้าๆ โดยมีออกซิเจน และความร้อน แสงยูวี หรือแรงทางกลเป็นปัจจัยสำคัญ เกิดเป็นสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (hydroperoxide, ROOH) ในพลาสติกที่ไม่มีการเติม สารเติมแต่งที่ทำหน้าที่เพิ่มความเสถียร (stabilizing additive) แสงและความร้อนจะทำให้ ROOH แตกตัวกลายเป็นอนุมูลอิสระ RO และ OH) ที่ไม่เสถียรและเข้าทำปฏิกิริยาต่อที่พันธะเคมีบนตำแหน่งคาร์บอนในสายโซ่พอลิเมอร์ ทำให้เกิดการแตกหักและสูญเสียสมบัติเชิงกลอย่างรวดเร็ว แต่ด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่ได้รับการวิจัยและพัฒนาขึ้นในปัจจุบันทำให้พอลิโอเลฟินเกิดการย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนได้เร็วขึ้นภายในช่วงเวลาที่กำหนด โดยการเติมสารเติมแต่งที่เป็นเกลือของโลหะทรานสิชัน ซึ่งทำหน้าที่กระตุ้นเร่งการแตกตัวของสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (Hydroperoxide, ROOH) เป็นอนุมูลอิสระ (Free radical) ทำให้สายโซ่พอลิเมอร์เกิดการแตกหักและสูญเสียสมบัติเชิงกลรวดเร็วยิ่งขึ้น

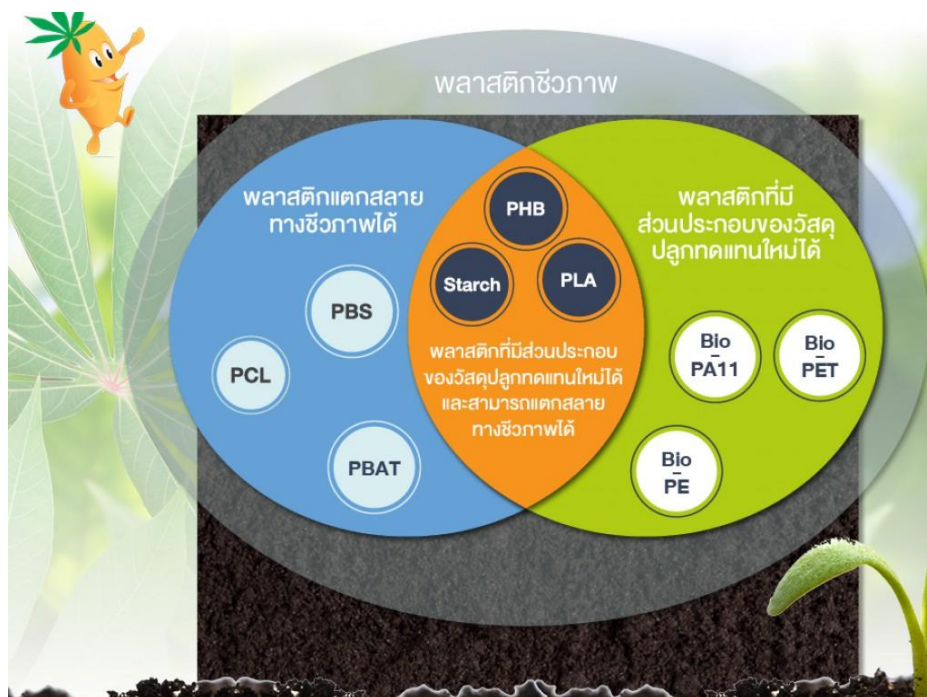
4. การย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolytic Degradation) การย่อยสลายของพอลิเมอร์ที่มีหมู่เอสเทอร์ หรือเอไมด์ เช่น แป้ง พอลิเอสเทอร์ พอลิเอโนไฮดรไรด์ พอลิคาร์บอเนต และพอลิยูรีเทน ผ่านปฏิกิริยาก่อให้เกิดการแตกหักของสายโซ่พอลิเมอร์ ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่ใช้คะตะลิสต์ (Catalytic hydrolysis) และไม่ใช่คะตะลิสต์ (Non-Catalytic Hydrolysis) ซึ่งประเภทแรกยังแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ แบบที่ใช้คะตะลิสต์จากภายนอกโมเลกุลของพอลิเมอร์เร่งให้เกิดการย่อยสลาย (External Catalytic Degradation) และแบบที่ใช้คะตะลิสต์จากภายในโมเลกุลของพอลิเมอร์เองในการเร่งให้เกิดการย่อยสลาย (Internal catalytic degradation) โดยคะตะลิสต์จากภายนอกมี 2 ชนิด คือ คะตะลิสต์ที่เป็นเอนไซม์ต่างๆ (Enzyme) เช่น Depolymerase lipase esterase และ glycohydrolase ในกรณีนี้จัดเป็นการย่อยสลายทางชีวภาพ และคะตะลิสต์ที่ไม่ใช่เอนไซม์ (Non-enzyme) เช่น โลหะแอสคาไลด์ (alkaline metal) เบส (base) และกรด(acid) ที่มีอยู่ในสภาวะแวดล้อมในธรรมชาติ ในกรณีนี้จัดเป็นการย่อยสลายทางเคมี สำหรับปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสแบบที่ใช้คะตะลิสต์จากภายในโมเลกุลของพอลิเมอร์นั้นใช้หมู่คาร์บอกซิล(Carboxyl Group) ของหมู่เอสเทอร์ หรือเอไมด์บริเวณปลายของสายโซ่พอลิเมอร์ในการเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

5. การย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradation) การย่อยสลายของพอลิเมอร์จากการทำงานของจุลินทรีย์ โดยทั่วไปมีกระบวนการ 2 ขั้นตอน เนื่องจากขนาดของสายพอลิเมอร์ยังมีขนาดใหญ่และไม่ละลายน้ำ ในขั้นตอนแรกของการย่อยสลายจึงเกิดขึ้นภายนอกเซลล์โดยการปลดปล่อยเอนไซม์ของจุลินทรีย์ซึ่งเกิดได้ทั้งแบบใช้ endo-enzyme หรือ เอนไซม์ที่ทำให้เกิดการแตกตัวของพันธะภายในสายโซ่พอลิเมอร์อย่างไม่เป็นระเบียบ และแบบ exo-enzyme หรือเอนไซม์ที่ทำให้เกิดการแตกหักของพันธะที่ละหน่วยจากหน่วยซ้ำที่เล็กที่สุดที่อยู่ด้านปลายของสายโซ่พอลิเมอร์

ลิเมอร์ เมื่อพอลิเมอร์แตกตัวจนมีขนาดเล็กพอจะแพร่ผ่านผนังเซลล์เข้าไปในเซลล์ และเกิดการย่อยสลายต่อในขั้นตอนที่ 2 ได้ผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนสุดท้าย (ultimate biodegradation) คือ พลังงาน และสารประกอบขนาดเล็กที่เสถียรในธรรมชาติ (Mineralization) เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สมีเทน น้ำ เกลือ แร่ธาตุต่างๆ และมวลชีวภาพ (biomass)

*มวลชีวภาพหมายถึง มวลรวมของสารที่เกิดขึ้นจากกระบวนการในการดำรงชีวิตและเติบโตของสิ่งมีชีวิต ซึ่งรวมถึงพืช สัตว์ และจุลินทรีย์

นอกจากนี้ยังพบว่า มีการใช้คำว่า พลาสติกย่อยสลายได้ในสภาวะแวดล้อมธรรมชาติ (Environmentally Degradable Plastics, EDP) ซึ่งหมายถึง พลาสติกที่สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติเนื่องจากปัจจัยต่างๆ ในสภาวะแวดล้อม เช่น กรด ด่าง น้ำ และออกซิเจนในธรรมชาติ แสงจากดวงอาทิตย์ แรงเค้นจากการกระทบของเม็ดฝน และแรงลม หรือจากเอนไซม์ของจุลินทรีย์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมี กลายเป็นสารที่ถูกดูดซึม และย่อยสลายต่อได้อย่างสมบูรณ์โดยจุลินทรีย์ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ สารอนินทรีย์ และมวลชีวภาพ เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย โดยการย่อยสลายและการดูดซึมนี้อาจเกิดขึ้นได้รวดเร็วเพียงพอที่จะไม่ทำให้เกิดการสะสมในสภาวะแวดล้อม และคำว่า พลาสติกที่เป็นมิตรต่อสภาวะแวดล้อม (Environmental Friendly Plastics) หรือ พลาสติกสีเขียว (Green Plastics) หมายถึง พลาสติกที่ทำให้ภาระในการจัดการขยะลดลง และส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมน้อยกว่าพลาสติกที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน



“พลาสติกชีวภาพ” ตามคำจำกัดความของสมาคมพลาสติกชีวภาพแห่งสหภาพยุโรป (European Bioplastics, EuBP) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ความหมาย ได้แก่

1. พลาสติกแตกสลายทางชีวภาพได้ (Biodegradable plastics) คือพลาสติกที่มีแหล่งกำเนิดทั้งจากวัตถุดิบชีวมวล (biomass) ที่สามารถสร้างขึ้นจากวัตถุดิบที่ปลูกทดแทนใหม่ได้ (bio-based materials/renewable) หรือจากปิโตรเคมี (petro-based materials/non-renewable) ที่เมื่อผ่านกระบวนการหมักทางชีวภาพ (composting)

หลังการใช้งานจะสลายตัวได้ทางชีวภาพ (degradable) เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ สารประกอบอินทรีย์ มวลชีวภาพ และต้องไม่ทิ้งสิ่งที่มองเห็นด้วยตาเปล่า สิ่งแปลกปลอม หรือสารพิษไว้ตามที่ระบุไว้ตามมาตรฐานการทดสอบ ดังนี้ สหภาพยุโรป : EN 13432 / สหรัฐอเมริกา : ASTM D-6400 / ไทย : มอก. 17088 / ระดับนานาชาติ ISO 17088: 2008 โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองจะได้รับตราสัญลักษณ์ตามมาตรฐานที่ได้ ตัวอย่างของพลาสติกชีวภาพที่สามารถสลายตัวได้ทางชีวภาพ เช่น พลาสติกที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน (starch based plastics), พอลิแล็กติกแอซิด (Polylactic Acid, PLA), พอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอต (Polyhydroxyalkanoate, PHAs), พอลิบิวทีลีนซัคซิเนต (Polybutylene Succinate, PBS), พอลิบิวทีลีนอะดิเพต โค เทเรพทาเลต (Polybutylene Adipate-co-Teraphthalate, PBAT)

2. พลาสติกที่ผลิตจากวัตถุดิบที่ปลูกทดแทนใหม่ (Bio-based plastics) คือ พลาสติกที่ผลิตมาจากแหล่งวัตถุดิบชีวมวล (biomass) ที่สามารถสร้างขึ้นจากวัตถุดิบที่ปลูกทดแทนใหม่ได้ โดยใช้แหล่งคาร์บอนที่มีอยู่ในโมเลกุลของแป้ง น้ำตาล น้ำมันพืช หรือเซลลูโลส โดยมีพืชที่นำมาใช้ผลิต ได้แก่ ข้าวโพด มันฝรั่ง ข้าวสาลี อ้อย และไม้ โดยสัดส่วนของแหล่งคาร์บอนในผลิตภัณฑ์จะใช้วิธีการตรวจสอบวัดตามมาตรฐานของ ASTM D-6866 โดยพลาสติกในกลุ่มนี้จะมีคุณสมบัติทั้งสลายตัวได้ทางชีวภาพ (degradable) หรือไม่สลายตัวได้ทางชีวภาพ (non degradable) ซึ่งในประเทศไทยได้มีการพัฒนาสัญลักษณ์ “Biomass Pla” เพื่อแสดงว่าเป็นพลาสติกที่ผลิตมาจากวัสดุที่ปลูกทดแทนใหม่อย่างน้อยร้อยละ 25 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในกลุ่มพลาสติกที่ผลิตจากวัตถุดิบที่ปลูกทดแทนใหม่ เช่น พลาสติกกลุ่มพอลิเอสเตอร์ที่ใช้วัตถุดิบจากโพรเพนไดออลที่มาจากพืช (Bio-Propanedial, PDO) ได้แก่ Bio-PET, พลาสติกกลุ่มไนลอนที่ผลิตมาจากน้ำมันเมล็ดละหุ่ง (Bio-PA11), พลาสติกกลุ่มพอลิเอทิลีนที่ผลิตจากเอทานอลที่ผลิตมาจากอ้อย (Bio-PE)

ที่มา http://www2.mtec.or.th/th/special/biodegradable_plastic/type_de_plas.html
<http://www.nia.or.th/nia/strategy/innovation-project/strategy/bio-based-materials/>