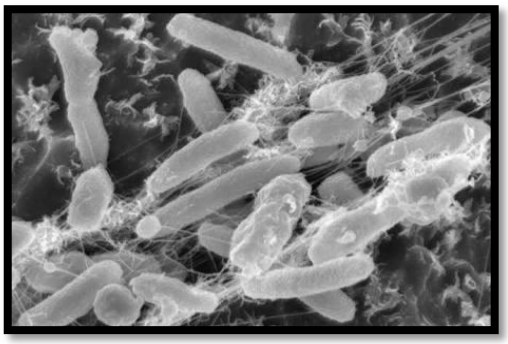
A-P11G21

พลาสติกสลาย

พบแบคทีเรียสลายพลาสติก



การค้นหาเอนไซม์ที่สามารถย่อย PET

เมื่อช่วงต้นปี 2016 ที่ผ่านมา กลุ่มนักวิทยาศาสตร์จาก มหาวิทยาลัยไคโอ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น ได้ร่วมวิจัย และค้นพบแบคทีเรียชื่อ *Ideonella sakaiensis* 201-F6 ซึ่งสามารถย่อยสลายพลาสติก **Polyethylene Terephthalate (PET)** ได้ โดยใช้เอนไซม์เพียง 2 ชนิด เท่านั้น คือ **PETase** และ **MHETase** ซึ่งใช้เวลาในการย่อยสลายเพียง 6 สัปดาห์ ถือเป็นระยะเวลาที่ใช้ย่อยสลาย PET ที่สั้นที่สุดเท่าที่เคยค้นพบ

จากการวิจัยครั้งได้ค้นพบยีนที่ใช้สังเคราะห์เอนไซม์ที่คล้ายคลึงกับเอนไซม์ที่มีความสามารถย่อยสลาย PET ได้รวดเร็วขึ้น ภายหลัง นักวิทยาศาสตร์ได้สังเคราะห์โปรตีนจากยีนดังกล่าว และทดลองนำไปวางบนแผ่น PET ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง จากการทดลอง พบหลุมอยู่บนพื้นผิวของแผ่น PET ซึ่งเป็นจุดบ่งชี้ว่าเกิดการย่อยสลายของแผ่น PET เกิดขึ้น จึงตั้งชื่อเอนไซม์นี้ว่า **"PETase"** นอกจากนี้แล้วยังค้นพบว่า **mono(2 -hydroxyethyl) terephthalic acid** เป็นสารตัวกลางของกระบวนการย่อยสลาย PET

แต่เนื่องจาก PETase ทำลายเพียงพันธะของ PET เท่านั้น แต่ไม่สามารถเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของสารตั้งต้น นักวิทยาศาสตร์จึงศึกษาเพิ่มเติมว่ามีเอนไซม์อื่นทำหน้าที่นี้ได้หรือไม่ ภายหลังจากการศึกษา พบว่ามีเอนไซม์อีกชนิดหนึ่งสามารถย่อยสลาย mono(2-hydroxyethyl) terephthalic acid เป็น **ethylene glycol** และ **terephthalic acid** แต่ไม่สามารถย่อยสลาย PET ได้ จึงตั้งชื่อว่า **"MHETase"**

กระบวนการย่อยสลาย PET ของแบคทีเรีย

ขั้นตอนที่ 1

ให้แบคทีเรียเกาะติดกับ low-grade PET film โดยอาศัย "appendages" เนื่องจากแบคทีเรียไม่สามารถยึดเกาะบริเวณที่เป็นของเหลวได้

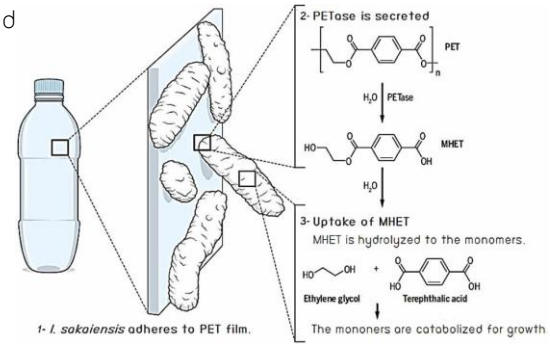
ขั้นตอนที่ 2

ใช้ enzyme 2 ชนิดในการย่อยสลาย PET

1. PETase จะย่อยสลาย PET ให้กลายเป็น MHET
2. MHETase จะย่อยสลาย MHET ให้กลายเป็น Ethylene glycol และ Terephthalic acid

แม้กระบวนการนี้จะย่อยสลาย low-grade PET film ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ได้ 75% ในเวลา 3 สัปดาห์ และใช้เวลา 6 สัปดาห์ในการย่อยสลายสมบูรณ์ โดยมี **ของเสียที่เกิดขึ้นเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ กับน้ำเท่านั้น** แต่เพื่อย่อยสลาย higher-grade PET จำเป็นต้องปรับอุณหภูมิใน higher-grade PET ให้อยู่ในค่าที่เหมาะสม ก่อนที่จะใช้แบคทีเรียในการย่อยสลายต่อไป ซึ่งกำลังอยู่ในขั้นตอนการศึกษาวิจัย

จากการค้นพบนี้คาดว่าจะสามารถ **ช่วยลดงบประมาณที่ต้องเสียไปในการเพิ่มคุณภาพพลาสติกที่ผ่านกระบวนการรีไซเคิล** และ **ลดพื้นที่สำหรับจัดเก็บขยะเพื่อรอการทำลาย** เนื่องจากพลาสติก PET นั้นมีสัดส่วนของการใช้เกินครึ่งของพลาสติกทั้งหมด และจำนวนบ่อขยะมีไม่เพียงต่อปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้นในแต่ละวัน



Bottle breakdown.
Illustration: P. Huey.
Reprinted with permission
from U.T. Bornscheuer,
Science (2016)

PET คืออะไร ?

คือ พลาสติกที่เกิดจากปฏิกิริยา Esterification ระหว่าง terephthalic acid กับ ethylene glycol เป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักเบา และทนแรงกระแทก นิยมใช้ในการบรรจุน้ำดื่ม น้ำอัดลม น้ำผลไม้ ฟิล์มพลาสติก และภาชนะบรรจุอาหาร โดยมีรหัสสำหรับรีไซเคิลเป็นหมายเลข 1

กระบวนการสลายพลาสติกแบ่งเป็น 2 แบบ คือ ทางกายภาพและชีวภาพ

- ในทางกายภาพใช้วิธีบดพลาสติกซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากต้องมีการเพิ่มต้นทุนวัตถุดิบอื่นๆ เพื่อทำให้มีคุณสมบัติทางกายภาพเท่าเดิม ส่วนวิธีฝังกลบนั้นจะใช้เวลานาน และถ้าไม่เผาที่อุณหภูมิ 1300°C จะเกิดสารพิษก่อให้เกิดโรคมะเร็ง
- ในทางชีวภาพใช้จุลินทรีย์ที่มีเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการสลายสายพอลิเมอร์จนเป็นโมโนเมอร์ ซึ่งจะถูกนำไปใช้ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ ซึ่งจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และก๊าซมีเทนกลับเข้าสู่สิ่งแวดล้อม การย่อยสลายพลาสติกโดยใช้จุลินทรีย์ถือเป็นการย่อยสลายที่สมบูรณ์เพราะไม่มีผลิตภัณฑ์ที่เป็นพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม

อ้างอิง

Shosuke Yoshida: et al. (2016). **Discovery of a Bacterium that Degrades and Assimilates Poly(ethyleneterephthalate) could Serve as a Degradation and/or Fermentation Platform for Biological Recycling of PET Waste Products.** (research report). Tokyo: Keio University and Kyoto Institute of Technology.

Claire Dussud and Jean-Fraňois Ghiglione. (2016). **Bacterial Degradation of Synthetic Plastics.** Retrieved October 15, 2016, from http://oceans.taraexpeditions.org/en/m/science/news/bacterial-degradation-of-synthetic-plastics/.