

พลาสติกชีวภาพจากพืชทางการเกษตรต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม Bioplastics from Agricultural Crops to Health and Environment

ศรัศกดิ์ สุนทรไชย, วท.ด. (โภชนศาสตร์พิษวิทยา) *

สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์, วท.ม. (สุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย)*

ภัทรมาส โตสิงห์, วท.ม. (การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม)**

Sarisak Soontornchai, D.Sc. (Nutrition Toxicology),

Sudaw Lertwisuttipaiboon, Ms.C. (Industrial Hygiene and Safety),

Pattaramas Tosing, Ms.C. (Industrial Environment Management)

บทคัดย่อ

ขยะพลาสติกปิโตรเลียมทั่วโลกมีผลกระทบต่อสุขภาพ สิ่งแวดล้อม และเกิดภาวะเรือนกระจก ภาครัฐจึงได้กำหนดแผนที่น่าสนใจแห่งชาติ พ.ศ.2551-2565 ให้ทำการศึกษาและพัฒนาพลาสติกชีวภาพจากพืชทางการเกษตรเพื่อรองรับความต้องการพลาสติกชีวภาพจากพืชทางการเกษตรที่เพิ่มสูงขึ้น ผลการศึกษาพบว่า ประเทศไทยมีศักยภาพการผลิตวัตถุดิบของพลาสติกชีวภาพจากพืชทางการเกษตร 3 อันดับแรก คือ มันสำปะหลัง อ้อย และข้าวโพด มีความต้องการชนิดของพลาสติกชีวภาพจากพืชทางการเกษตร 5 ชนิดแรก คือ พอลิแลคติกแอซิด พอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอต พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต แป้งมันสำปะหลัง และพอลิบิวทิลีน อะดิเปตโคเทอเรพทาเรต ซึ่งพลาสติกชีวภาพแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน เพื่อนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมต่อการใช้งาน วิธีการย่อยสลายส่วนใหญ่ใช้การฝังกลบต้องอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมจึงเกิดการย่อยสลาย ระยะเวลาการย่อยสลาย 60-180 วัน พลาสติกชีวภาพทั้ง 5 ชนิด ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ สิ่งแวดล้อม และลดภาวะเรือนกระจก ปัจจุบันมีการศึกษาพลาสติกชีวภาพชนิดพอลิแลคติกแอซิดมากกว่าชนิดอื่น ควรเพิ่มการศึกษาพลาสติกชีวภาพจากพืชทางการเกษตรอีก 4 ชนิด และให้ความสำคัญต่อการศึกษาเรื่องการประเมินผลกระทบทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับขยะของพลาสติกชีวภาพชนิดพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตจากพืชทางการเกษตร

คำสำคัญ: พลาสติกชีวภาพ พืชทางการเกษตร ประเภทของพลาสติกชีวภาพ

* รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

** พนักงานบริษัท เสริมทรัพย์ไพศาล กรู๊ป 1999 จำกัด แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร

Abstract

Petroleum plastic wastes in the world affect health and environment, particularly, greenhouse effect. Therefore, the Government has been formulating the National Road Map of bioplastics for the year 2008-2022 in order to study and develop bioplastics from agricultural crops for keeping pace with increasing demand of them. The research results indicated that Thailand has production potential of bioplastics from the first top 3 ranking plants including *Cassava*, sugar cane, and corn. Thus, demand of the top 5 bioplastics comprising polylactic acid (PLA), polyhydroxyalkanoate (PHA), polybutylene succinate (PBS), starch, and polybutylene adipate -co- terephthalate (PBAT) are crucial. Each bioplastics has different properties in making products suitably for utilization. Bioplastics are mainly biodecomposed by landfill with appropriate conditions with biodecomposable duration of 60-180 days. These 5 bioplastics had no health and environment effects as well as reduction of greenhouse effect. Nowadays, polylactic acid bioplastics has been studied more than the other 4 Bioplastics. Therefore, the researches of the rest bioplastics are needed with focusing on health and environmental impact assessment about bioplastic wastes of polybutylene succinate from agricultural crops.

Keywords: *bioplastics, agricultural crops, bioplastics type*

บทนำ

หลายคนอาจยังไม่ทราบถึงความหมายของ พลาสติกชีวภาพ พิชุร ตรวิจิตรเกษม (2553) ให้ความหมายพลาสติกชีวภาพ 2 ความหมาย คือ 1) พลาสติกชีวภาพที่ย่อยสลายแบบย่อยสลายทางชีวภาพ (Compostable plastics) หมายถึง พลาสติกชีวภาพผลิตจากวัตถุดิบปิโตรเลียมหรือพืช ใช้การย่อยสลายทางชีวภาพ (compostable) โดยใช้จุลินทรีย์ปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายผนังเซลล์และโมเลกุลพันธะภายในของพลาสติก ซึ่งกำจัดพลาสติกชีวภาพได้หมด ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม และ 2) พลาสติกชีวภาพที่ย่อยสลายแบบการแตกสลาย (Degradable plastic) หมายถึง พลาสติกชีวภาพผลิตจากวัตถุดิบปิโตรเลียมหรือพืช ใช้การแตกสลาย 3 แบบ ได้แก่ 1) การแตกสลายทาง

กายภาพ (Mechanism degradation) เช่น การบีบอัด การบดทับ เป็นต้น 2) การแตกสลายทางเคมี (Chemical degradation) เช่น การใช้ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidative degradation) การใช้ปฏิกิริยาแสง (Photo degradation) และการใช้ปฏิกิริยาน้ำ (Hydrolytic Degradation) เป็นต้น และ 3) การย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradable) การใช้จุลินทรีย์กินเศษหรือผงพลาสติก เมื่อจุลินทรีย์ตายหรือถูกย่อยสลาย จะทำให้เศษหรือผงพลาสติกหลุดออกมากรณีเป็นพลาสติกชีวภาพผลิตจากวัตถุดิบปิโตรเลียมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมได้ เนื่องจากเศษหรือผงพลาสติกถูกกำจัดไม่หมด

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) (2553) และสมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพไทย

(2557) ได้กล่าวว่า พลาสติกชีวภาพมี 2 ความหมาย คือ 1) พลาสติกชีวภาพที่ย่อยสลายแบบย่อยสลายทางชีวภาพ (Compostable plastic) หมายถึง พลาสติกชีวภาพผลิตจากวัตถุดิบปิโตรเลียมหรือพืช เมื่อย่อยสลายทางชีวภาพเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (C_{20}) และน้ำ (H_{20}) ในปริมาณที่สมดุลต่อบรรยากาศ และมวลชีวภาพสามารถนำไปเพาะปลูกได้ ไม่มีสารพิษ ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม และ 2) พลาสติกชีวภาพที่ย่อยสลายแบบย่อยสลายไม่ได้ทางชีวภาพ (Non-compostable plastics) หมายถึง พลาสติกชีวภาพผลิตจากวัตถุดิบพืชเท่านั้น ใช้การแตกสลายและการย่อยสลายร่วมกัน

จากความหมายของพลาสติกชีวภาพดังกล่าวจะเห็นว่า พลาสติกชีวภาพผลิตจากวัตถุดิบ 2 ประเภท คือ

1. วัตถุดิบจากปิโตรเลียม (Petroleum-based) เช่น น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน เป็นต้น

2. วัตถุดิบจากพืชทางการเกษตร (Bio-based)

2.1 พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ได้แก่ น้ำตาล และแป้ง มีโมเลกุลเล็ก เปลี่ยนจากมอนอเมอร์เป็นพอลิเมอร์ได้ง่าย

2.2 ลิกโนเซลลูโลส (Lignocellulosic) เช่น กากมันสำปะหลัง ชานอ้อย ใบสับปะรด ฟางข้าว และเปลือกข้าว เป็นต้น มีเส้นใยมาก ขนาดโมเลกุลใหญ่ เปลี่ยนมอนอเมอร์เป็นพอลิเมอร์ยาก มีคุณสมบัติเหนียว และทนต่อการขาด

2.3 ไขมันและโปรตีนจากเมล็ดพืช มีคุณสมบัติ น้ำซึมผ่านยาก การย่อยสลายทางชีวภาพยากกว่าพอลิแซ็กคาไรด์และลิกโนเซลลูโลส

พลาสติกชีวภาพเกิดจากการผสมระหว่างวัตถุดิบปิโตรเลียมและพืชทางการเกษตร หรือระหว่างวัตถุดิบพืชทางการเกษตรด้วยกัน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติเหมาะสมต่อความต้องการใช้งานและย่อยสลายง่าย ปัจจุบันมีการนำพลาสติกชีวภาพทดแทนพลาสติกปิโตรเลียมเนื่องจากปัญหาขยะพลาสติกและโฟมทำจากปิโตรเลียม

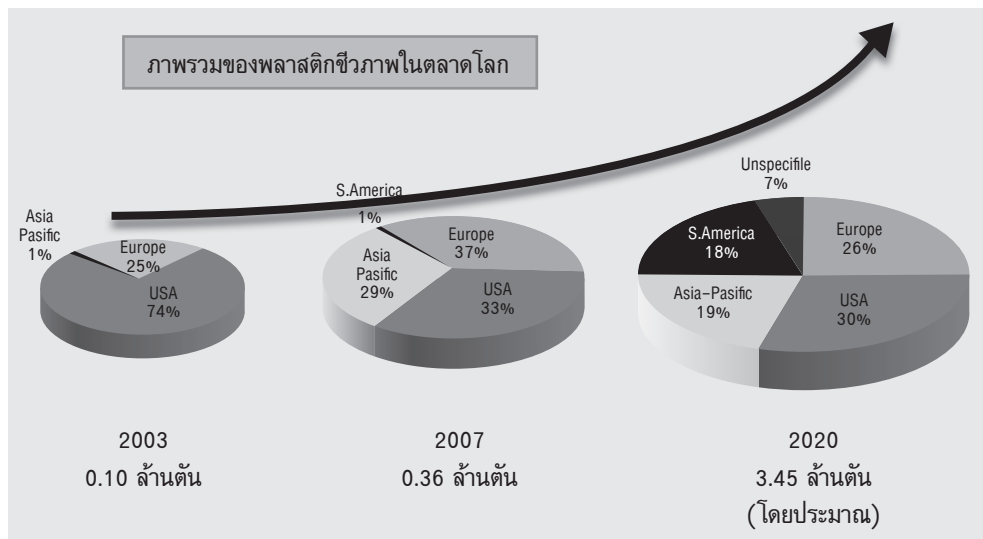
มีปริมาณ 2.7 ล้านตัน หรือเฉลี่ย 7,000 ตัน/วัน (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2558) หรือเฉลี่ย 100 กิโลกรัม/คน/ปี ขยะพลาสติกปิโตรเลียมสามารถแปรรูปนำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ (recycle) 5 ล้านตัน หรือร้อยละสูงสุด 30 ส่วนร้อยละ 70 นำไปกำจัดแบบฝังกลบและเผาทำลาย ซึ่งมีการกำจัดไม่ถูกวิธี 13.5 ล้านตัน และกำจัดถูกวิธี 8 ล้านตัน (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2553; องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2558)

การกำจัดขยะพลาสติกปิโตรเลียมแบบฝังกลบพบว่า ย่อยสลายยาก ใช้ระยะเวลาย่อยสลาย 350-450 ปี ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ, 2555) ดินเสื่อมคุณภาพ จึงนำมากำจัดด้วยการเผา เทคโนโลยีการเผามีการลงทุนสูงและค่าใช้จ่ายสูง กระบวนการบำบัดอากาศไม่มีประสิทธิภาพ จะก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ เป็นอันตรายต่อสุขภาพ อาจก่อให้เกิดโรคมะเร็ง (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2557) เกิดก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ที่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจกและโลกร้อน (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2553) ซึ่งประเทศไทยพบว่า มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นลำดับ 24 ของโลก (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2558)

มีการศึกษาพลาสติกชีวภาพจากพืชทางการเกษตรของต่างประเทศ และประเทศไทยนำผลการศึกษาของต่างประเทศมาศึกษา ผลการศึกษาประเด็นด้านผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมไม่แตกต่างกัน พบว่า ใช้ระยะเวลาการย่อยสลาย 2-6 เดือน มีค่าดำเนินการและค่าใช้จ่ายต่ำ ลดปัญหาขยะปิโตรเลียม ไม่เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม และลดก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 20 (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2553) ในอนาคตคาดการณ์ความต้องการใช้พลาสติกชีวภาพของ

ประเทศไทยและทั่วโลกสูงขึ้น 3 เท่า ใน พ.ศ.2563 (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2557) และสมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพไทย

คาดการณ์แนวโน้มความต้องการพลาสติกชีวภาพของตลาดโลก ตั้งแต่ พ.ศ. 2546-2563 (ค.ศ. 2003-2020) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ดังภาพที่ 1)

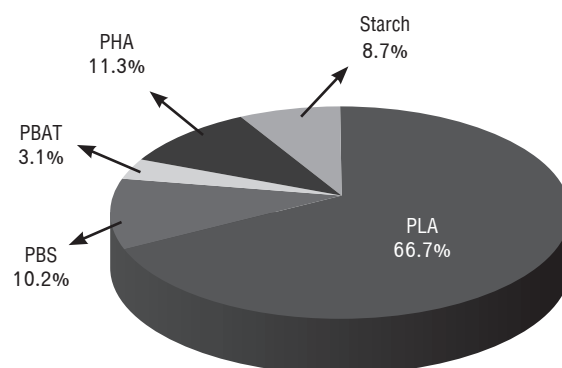


ภาพที่ 1 แนวโน้มความต้องการพลาสติกชีวภาพของตลาดโลก ตั้งแต่ พ.ศ. 2546-2563

ที่มา: สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพไทย (2557: 31)

ภาครัฐกำหนดแผนที่นำทางแห่งชาติ ตั้งแต่ พ.ศ. 2551-2556 เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการศึกษาพลาสติกชีวภาพ พัฒนาอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ เนื่องจากประเทศไทยสามารถผลิตวัตถุดิบของพลาสติกชีวภาพมาจากพืชทางการเกษตร 3 อันดับแรก ได้แก่ มันสำปะหลัง 29.6 ล้านตันต่อปี เป็นอันดับ 1 ของโลก อ้อย 103.3 ล้านตันต่อปี เป็นอันดับ 2 ของโลก รองจากประเทศบราซิล (สุรลักษณ์ รอดทอง, จันทิมา ตีประเสริฐกุล, และนพรัตน์ พงษ์ทวีศักดิ์, 2556; สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2557) และข้าวโพด ร้อยละ 80-90 ส่งออกให้ต่างประเทศผลิตพลาสติกชีวภาพชนิดพอลิแลคติกแอซิด ส่วนร้อยละ 10-20 ผลิตพลาสติกชีวภาพชนิดพอลิแลคติกแอซิดในประเทศไทย (กรมส่งเสริม

อุตสาหกรรม, ม.ป.ป.) โดยพืชทางการเกษตรแต่ละชนิดผลิตพลาสติกชีวภาพแตกต่างกัน เนื่องจากโครงสร้างโมเลกุลทางกายภาพและทางเคมีต่างกัน จึงกำหนดสัดส่วนความต้องการพลาสติกชีวภาพจากพืชทางการเกษตร 5 ชนิดแรก คือ พอลิแลคติกแอซิด (Polylactic acid, PLA) ร้อยละ 66.7 พอลิไฮดรอกซีอัล-คาโนเอต (Polyhydroxy-alkanoate, PHA) ร้อยละ 11.3 พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต (Polybutylene succinate, PBS) ร้อยละ 10.2 แป้งมันสำปะหลัง (starch) ร้อยละ 8.7 และพอลิบิวทิลีนอะดิเปตโคเทอเรพทาเรต (Polybutylene adipate-co-terephthalate; PBAT) ร้อยละ 3.1 (ดังภาพที่ 2) (วันทนีย์ จอคำ, 2556)



ภาพที่ 2 สัดส่วนความต้องการพลาสติกชีวภาพ 5 อันดับแรกของประเทศไทย

ที่มา: วันทนี จงคำ (2556: 8)

จากนโยบายและความต้องการพลาสติกชีวภาพจากพืชทางการเกษตรของประเทศไทยดังข้อมูลข้างต้น ผู้เขียนได้ศึกษาและรวบรวมผลการศึกษเกี่ยวกับพลาสติกชีวภาพที่ผลิตจากวัตถุดิบพืชทางการเกษตร 5 ชนิดระหว่าง พ.ศ.2530 – 2558 ที่ทำการศึกษาในประเทศไทย ได้แก่ 1) พอลิแลคติกแอซิด 2) พอลิไฮดรอกซี-อัลคา

โนเอต 3) พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต 4) แป้งมันสำปะหลัง และ 5) พอลิบิวทิลีน อะดิเปตโคเทอเรพทาเรต ซึ่งสามารถเปรียบเทียบวัตถุดิบจากพืชทางการเกษตรที่ใช้ผลิตพลาสติกชีวภาพ คุณสมบัติ ผลิตภัณฑ์ วิธีการและระยะเวลาการย่อยสลาย ผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมได้ (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบพลาสติกชีวภาพ 5 ชนิด

ชนิด หัวข้อ	พอลิแลคติกแอซิด	พอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอต	พอลิบิวทิลีนซีตีเนต	แป้งมันสำปะหลัง	พอลิบิวทิลีน อะดิเปต โคเทอเรพทาเรต
1. วัสดุดิบ	- ข้าวโพดและมันสำปะหลัง (สำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งชาติ, 2557)	- มันสำปะหลัง (สุขสมาน สังโยคะ และคณะ, 2555; สำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งชาติ, 2557)	- อ้อย (สำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งชาติ, 2553)	- มันสำปะหลัง (สำนักงาน พัฒนาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งชาติ, 2557)	- บิโตรีเลียมผลิตจากบัว เทนไดออล (Butanediol) (สถาบันพลาสติกชีวภาพ, 2553) ส่วนชนิดของพืช ระบุไม่ชัดเจน
2. คุณสมบัติ	1. สี เหมือง และ ยัดหยุ่นน้อย ไม่ทนต่อแรง กระแทก (อโพรณ รัตนพันธ์, 2555; ชัยพฤกษ์ อากาเว, เจษฎา วงษ์อ่อน, นที ศรีสวัสดิ์, และรินทร์ท กบบัวทอง, 2556) 2. ทนต่ออุณหภูมิ 55-60 °C (สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติก ชีวภาพไทย, 2557) 3. ทนกรดและด่าง pH 2.05-8.39 (สุภา สกลศิริรัตน์ นิสากร แซ่ตัน, และกฤษฎา กิตติโกวิทนา, 2556) 4. น้ำและก๊าซแพร่ผ่านได้ดี ส่วนน้ำมีซึมผ่านได้ยาก (อามา มานะงาน และ สริญา ชวพันธ์, 2553)	- สีขาวขุ่น ไม่ที่แสง เหนียว ยัดหยุ่น ตัดงอได้ปานกลาง ไม่ทนแรงกระแทก ทนความร้อน 100-160 °C แต่ไม่ทนต่อความเย็น ส่วนน้ำ และก๊าซแพร่ผ่านได้ยาก (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2553)	1. สีขาวขุ่น ที่บแสง ทนต่อ แรงกระแทก และทน อุณหภูมิ 85-200 °C (สำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งชาติ, 2553; บริษัท พีทีที เอ็มซีซี ไปโอเค จำกัด และ บริษัท คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี่ จำกัด, 2556) 2. เหนียว ยัดหยุ่นสูง และ ตัดงอได้ดี (ชัยพฤกษ์ อากาเว และคณะ, 2556) 3. น้ำ น้ำมัน ก๊าซแพร่ผ่าน ยาก (สมาคมอุตสาหกรรม พลาสติกชีวภาพไทย, 2557)	1. สีขาว ที่บแสง ยัดหยุ่น ตัดงอได้ดี และดูดซับน้ำ (สมศักดิ์ วรมงคลชัย, สุภาณี ชนะวงศ์, ภทรมิ สุพรรณสมบุรณ์, และ กัญญาวิรุ สุวรรณชัย, 2543; รัตน ดันตพอดธรรม, สุนัย โชตินีรนาท, และ กล้าณรงค์ ศรีรอด., 2552) 2. ทนต่อแรงกระแทก และ ทนต่อแรงดึง (ประเลง ศรีนล, ณรงค์ ฝั่งวิวัฒน์, และณณมล เครื่องอาจนุกูล, 2535)	- สีขาวขุ่น เหนียว และ ยัดหยุ่นสูงมาก (สมาคม อุตสาหกรรมพลาสติก ชีวภาพไทย, 2557)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิดหัวข้อ	พอลิแลคติกแอซิด	พอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอต	พอลิบีโวลินซ์ซิดิเน็ต	แบงมันสำปะหลัง	พอลิบีโวลิน อะดิเปตโคเทอเรพทาเรต
3. ผลัดภักดิ์	1. ด้านการแพทย์ เช่น ไหมเย็บแผล (sutures) ตัวเย็บแผล (staples) วัสดุปิดแผล (wound dressing) อุปกรณ์ฝังในร่างกาย (surgical implants) อุปกรณ์ใช้ยึดกระดูก (orthopedic fixation devices) และ วัสดุนำพาหรือปลดปล่อยตัวยา เป็นต้น 2. ด้านการเกษตร เช่น ภาชนะต้นไม้ ขวดใส่ยาฆ่าวัชพืช และ ถูใส่ปุ๋ย เป็นต้น 3. ด้านบรรจุภัณฑ์ เช่น บรรจุภัณฑ์ เครื่องสำอาง ภาชนะบรรจุอาหาร น้ำ ถูพลาสติก กล่องโฟมฟิล์มห่ออาหาร เม็ดโฟมกันกระแทก และสารเคลือบ ภาชนะกระดาษ เป็นต้น	1. ประโยชน์เช่นเดียวกับชนิด พอลิแลคติกแอซิด 2. ด้านอื่นๆ เช่น สารยึดติด สารเคลือบผิว สารยึดประสานสำหรับผงโลหะและเซรามิก สารตั้งต้นผลิตสารเคมีพิเศษ (specialty chemicals) เป็นต้น (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2553)	1. ประโยชน์เช่นเดียวกับชนิดพอลิแลคติกแอซิด มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับพลาสติกส์ที่ใช้ระยะอินทรีย์เพื่อนำไปฝังกลบมากกว่าอีก 4 ชนิด (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2554) และเหมาะสมปรับปรุงคุณสมบัติ (ขยายพิกซ์พอลิแลคติกแอซิด (ขยายพิกซ์) อาภาเวท และคณะ, 2556; สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพไทย, 2557) 2. ความต้องการผลิตภัณฑ์พอลิแลคติกแอซิดสูงขึ้น จึงสร้างอุตสาหกรรมผลิตพลาสติกชีวภาพชนิดพอลิบีโวลินซ์ซิดิเน็ตจากพืชทางการเกษตร	- ประโยชน์เช่นเดียวกับชนิด พอลิแลคติกแอซิด และเหมาะสม เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของพลาสติกชีวภาพจากปิโตรเลียมและพลาสติกชีวภาพจากพืชทางการเกษตร (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2557)	- ประโยชน์เช่นเดียวกับชนิดพอลิแลคติกแอซิด มีคุณสมบัติเหมาะสมแก่การผลิตฟิล์มพลาสติกมากกว่าอีก 4 ชนิด (สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพไทย, 2557)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิด หัวข้อ	พอลิแลคติกแอซิด	พอลิไฮดรอก ซีอัลคาโนเอต	พอลิบิวทีลีนซัคซิเนต	แป้งมันสำปะหลัง	พอลิบิวทีลีน อะดิเปต โคเทอเรนทาเร
3. ผลิตภัณฑ์ (ต่อ)	4. ด้านเส้นใยและแผ่นผ้า เช่น ผ้าอนามัย ผ้าอ้อม สำเร็จรูป เสื้อผ้า และเส้นใย เครื่องนอน เป็นต้น 5. ด้านยานยนต์ เช่น อุปกรณ์ลดแรงกระแทก (Bumpers) แผ่นรองพื้น (Floor mats) และอุปกรณ์ ตกแต่งภายใน เป็นต้น 6. ด้านอิเล็กทรอนิกส์ และการสื่อสาร เช่น ชิ้นส่วนประกอบของ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ชิ้นส่วน ประกอบของคอมพิวเตอร์ แผ่นซีดี และสายไฟ เป็นต้น 7. ด้านอื่นๆ เช่น อุปกรณ์ เครื่องเขียน บัตรพลาสติกใส สารใช้เคลือบกระดาษ สารยัดติด และท่อพลาสติก เป็นต้น (สำนักงานนวัตกรรม แห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2553)		เมื่อ พ.ศ. 2557 และสร้าง แล้วเสร็จจากกลางปี พ.ศ. 2558 (บริษัท พีทีที เอ็มซีซี ไปโอเคม จำกัด และบริษัท คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด, 2556)		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิดหัวข้อ	พอลิแลคติกแอซิด	พอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอต	พอลิบิวทิลีนซัคซินเนต	แบ่งมันสำหรับหลัง	พอลิบิวทิลีน อะดิเปต ไดเทอเรพทาเร
4. วิธีการและระยะเวลาเลี้ยงสลาย	1. ปฏิกริยานำหรือไฮโดรไลซิส (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2557) 2. ฝังกลบ 2.1 ความลึกการฝังดิน 5-40 ซม. ดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย pH ต่าง 6.94 -7.97 (สุริยรัตน์ บัณฑิต, 2553) 2.2 อุณหภูมิ 50-60 °C ขึ้นไป (กลั่นรงค์ ศรีรอด, เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, สุนัย โชติรัตน์, รังสิมา ชลคุป, และอำนาจ เจริญรัตน์; สุริยรัตน์ บัณฑิต, วิภา หอมหวาน, และอัญชณา พัฒนาสุพงษ์, 2553) 2.3 ไม่เติมยูเรีย มีปริมาณก๊าซ O₂ CO₂ N₂ และความชื้นที่เหมาะสม จากการศึกษาข้อมูลไม่ได้อยู่ตัวเลขที่เหมาะสม (ลาอินี ศรีวัฒน์, ชาญวิทย์ ไชยรัตนานนท์, และธนาวัต ลิ้มจากภัย, 2553) 2.4 ระยะเวลา 60-180	- ฝังกลบ มีการศึกษาอนุพันธ์ของพอลิไฮดรอกซี-อัลคาโนเอต คือ พอลิไฮดรอกซีบิวทีเรต (Polyhydroxy butyrate, PHB) จำนวนมาก แต่ไม่พบข้อมูลการศึกษาพอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอต	1. ปฏิกริยาไฮโดรไลซิส (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2557) 2. ฝังกลบ 2.1 ดินที่ใช้เพาะปลูกพืชทั่วไป ไม่ระบุชนิดของดิน ไม่ใช้ออกซิเจนที่อุณหภูมิ 55-67 °C (วรารักษ์ จันทสิทธิ์, ชาญวิทย์ ไชยรัตนานนท์, และธนาวัต ลิ้มจากภัย, 2557) 2.2 ชนิดของจุลินทรีย์ เช่น AT-7 (กลั่นรงค์ ศรีรอด และคณะ, 2542) และ Saccharothrix sp.APL5 (JN-387600.1) (ลักษณะ ศุภกาญจนะ, 2556) เป็นต้น	- ฝังกลบ มีการศึกษาร่วมกับพลาสติคชีวภาพชนิดอื่นที่ได้ นำแป้งมันสำปะหลังผสม เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติพบว่า เกิดการย่อยสลายทางชีวภาพเร็วขึ้น (บรรเลง ศรีนิล และคณะ, 2535; เก่งพงศ์ กิจเกตุ และ วรวิทย์ ด่านคำ, 2547; กนกกร แซ่ลิ้ม และธนาตราวุธสุจิตต์, 2552) และย่อยสลายได้เร็วกว่าพลาสติคชีวภาพที่ไม่ได้ฝังกลบ โดยใช้ระยะเวลาย่อยสลาย 3-4 เดือน (บรรเลง ศรีนิล และคณะ, 2535)	- ฝังกลบ จากการศึกษาไม่พบข้อมูลรายละเอียดอื่น

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิดหัวข้อ	พอลิแลคติกแอซิด	พอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอต	พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต	แป้งมันสำปะหลัง	พอลิบิวทิลีน อะดิเปต ไดเออเรพทาเรต
4. วิธีการและระยะเวลาเลี้ยง (ต่อ)	วัน (สัปดาห์ บั้วขึ้น และคณะ, 2553; สานีศิริวัฒน์ และคณะ, 2553) 2.5 ชนิดของจุลินทรีย์ เช่น รา แอคทีโนไมซีส (อำนาจ เจริญรัตน์, ม.ป.ป.) Saccharothrix sp.APL5 (JN-387600.1) (ลักษณะ ศุภระกัญญา, 2556) AT-7 (กัลยาณรค์ ศรีรอด และคณะ, 2542) Pseudonocardia-ahni AS4. 1531T, Saccharothrix MY1 และ Streptomyces KMT1 (เมธิญา กลกิจ, วสุ ปฐมอารีย์ และอำนาจ เจริญรัตน์, 2555) เป็นต้น				
5. ผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม	- ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 1.3 kg CO₂/kg polymer และพลังงานที่ใช้ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 42 MJ/kg polymer (สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพไทย, 2557)				

จากตารางที่ 1 พบว่า ประเทศไทยมีศักยภาพผลิตวัตถุดิบของพลาสติกชีวภาพจากพืชทางการเกษตร 3 อันดับแรกคือ มันสำปะหลัง อ้อย และข้าวโพด มีความต้องการชนิดของพลาสติกชีวภาพจากพืชทางการเกษตร 5 ชนิดแรกคือ พอลิแลคติกแอซิด พอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอต พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต แป้งมันสำปะหลัง และพอลิบิวทิลีนอะดิเปตโคเทอเรพทาเรต ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน และนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมต่อการใช้งาน วิธีการย่อยสลายส่วนใหญ่ใช้การฝังกลบ ต้องอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมจึงเกิดการย่อยสลาย ได้แก่ ลักษณะดิน ความลึกการฝังดิน อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน ค่ากรด-ด่าง ชนิดจุลินทรีย์ จำนวนและชนิดของพลาสติกที่ผสม ระยะเวลาการย่อยสลาย 60-180 วัน พลาสติกชีวภาพทั้ง 5 ชนิด ไม่มีผลกระทบเรื่องสุขภาพ สิ่งแวดล้อม และลดภาวะเรือนกระจก

อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลทางวิชาการของประเทศไทยและต่างประเทศคาดการณ์ว่า จำนวนอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้เกิดปริมาณขยะพลาสติกชีวภาพเพิ่มขึ้น 3 เท่า ใน พ.ศ.2563 (สุรลักษณ์ รอดทอง และคณะ, 2556; สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2557) ปัจจุบันมีการสร้างอุตสาหกรรมผลิตเม็ดพลาสติกชีวภาพจากพืชทางการเกษตรชนิดพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตแห่งแรกของประเทศไทยและของโลก เมื่อ พ.ศ.2557 และสร้างแล้วเสร็จเมื่อกลางปี พ.ศ.2558 (บริษัท พีทีที เอ็มซีซี ไบโอเคมี จำกัด และบริษัท คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด, 2556) จึงควรให้ความสำคัญต่อการศึกษาเรื่องการประเมินผลกระทบทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับขยะของพลาสติกชีวภาพชนิดพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตจากพืชทางการเกษตร เนื่องจากในอนาคตพลาสติกชีวภาพชนิดพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตจะมีจำนวนมากขึ้น

บทสรุป

ปัจจุบันมีการศึกษาพลาสติกชีวภาพชนิดพอลิแลคติกแอซิดมากกว่าชนิดอื่น ในอนาคตควรเพิ่มการศึกษาพลาสติกชีวภาพจากพืชทางการเกษตรอีก 4 ชนิด ได้แก่ พอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอต พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต แป้งมันสำปะหลัง และพอลิบิวทิลีน อะดิเปตโคเทอเรพทาเรต เกี่ยวกับเรื่องวัตถุดิบ คุณสมบัติ ผลิตภัณฑ์ วิธีการและระยะเวลาการย่อยสลาย และผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม และให้ความสำคัญต่อการศึกษาเรื่องการประเมินผลกระทบทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับขยะของพลาสติกชีวภาพชนิดพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตจากพืชทางการเกษตร

บรรณานุกรม

- กนกกร แชลิม, และธนิดา ตระกูลสุจริตโชค. (2552). การปรับปรุงพอลิเมอร์ผสมที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากพอลิแลคไทด์และแป้งมันสำปะหลัง (ปริญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2555). ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากขยะมูลฝอย. สืบค้นจาก http://www.pcd.go.th/info_serv/waste_rubbish.htm
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2551). Process Management. *วารสาร Productivity World เพื่อการเพิ่มผลผลิต*, 13(72), น. 89-93.
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (ม.ป.ป.). *ข่าวสาร Bioplastic*. สืบค้นจาก <http://library.dip.go.th/Industrial%20Innovation/www/innonew0-02.html>
- กล้าณรงค์ ศรีรอด, เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, สุนัย โชตินิรนาท, รังสิมา ชลคุป, และอำนาจ เจริญรัตน์. (2542). การย่อยสลายทางชีวภาพของพอลิเมอร์โดยเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบ ที่แยกจากตัวอย่างดินในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- แก่งพงค์ กิจเกตุ และวรวิทย์ ดาน้ำคำ. (2547). *พลาสติกย่อยสลายจากแป้งผสมพอลิเอสเทอร์* (ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ชัยพฤกษ์ อาภาเวท, เจษฎา วงษ์อ่อน, นที ศรีสวัสดิ์, และ นรินทร์ กาบบัวทอง. (2556). การศึกษาการปรับปรุงสมบัติความเหนียวของ PLA ด้วยการผสมกับ PBS. ใน *การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมประจำปี 2554*. (น. 1429-1423). นครนายก: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ธารา มานะงาน, และสรัญญา ขวพันธ์. (2553). *การเคลือบกระดาษชานอ้อยด้วย PHB และ PLA สำหรับบรรจุภัณฑ์อาหารที่ย่อยสลายได้*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- บรรเลง ศรีนิล, ณรงค์ ผึ้งวิวัฒน์, และนฤมล เครือทองอาจนุกูล. (2535). *การศึกษาผลของการเติมแป้งลงในพลาสติกเพื่อการย่อยสลายทางชีวภาพ* (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- บริษัท พีทีที เอ็มซีซี ปิโอะเคม จำกัด, และบริษัท คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด. (2556). *รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นโครงการผลิตพลาสติกชีวภาพชนิดพอลิবিທີ-ลีน-ซัคซิเนตหรือพีบีเอส*. ระยอง: พีทีที เอ็มซีซี ปิโอะเคม.
- พิฑูร ตรีวิจิตรเกษม. (2553) *มารู้จักพลาสติกชีวภาพกันเถอะ*. *วารสารPlastics Foresight*, 2(2), น. 1-6.
- เมธิญา กลกิจ, วสุ ปฐมอารีย์, และอำนาจ เจริญรัตน์. (2555). *การแยกและการคัดกรองแอคติโนไมซีส์ที่ย่อยสลายพอลิแลกไทด์* (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- รัตนา ดันทเทอดธรรม, สุนีย์ ไซตินันนา, และกล้าณรงค์ ศรีรอด. (2552). *การเตรียมและสมบัติเชิงกลของวัสดุเชิงประกอบของพอลิโพรพิลีนและพอลิবিທີ-ลีนซัคซิเนตกับกากมันสำปะหลัง*. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 ประจำปี 2552*. (น. 440-448). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลักษมี ศุกระกาญจนะ. (2556). *การคัดแยกและศึกษาคุณสมบัติเชื้อแอคติโนไมซีส์ที่สามารถผลิตเอนไซม์ย่อยสลายพลาสติกชีวภาพ* (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วราภรณ์ จันทาสี, ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์, และธนาดี ลีจากภัย. (2557). *การย่อยสลายของพลาสติกชนิด Polybutylene Succinate (PBS) ในอาหารเหลวด้วยแบคทีเรียที่คัดแยกจากหลุมฝังกลบขยะ* (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันนีย์ จงคำ. (2556). *โครงการอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน).
- สุขสมาน สังโยคะ, อลิศรา เรืองแสง, และณัฐพร ภูมิภักดี. (2555). *การผลิตพอลิไฮดรอกซีแอลคาโนเอต (PHA) จากน้ำทิ้งโรงงานแปรงมันสำปะหลัง* (รายงานวิจัย). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- สถาบันพลาสติกชีวภาพ. (2553). *แนวโน้มอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพในประเทศไทย*. *วารสารPlastics Foresight*, 2(8), น. 12-21.
- สมศักดิ์ วรมงคลชัย, สุภาณี ชนะวงศ์, ภัทรภูมิ สุพรรณสมบูรณ์, และกัญญาวิรุ์ สุวรรณชัย. (2543). *พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโพลิฟีนีสที่ใส่แล้วกับแป้งมันสำปะหลัง*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพไทย. (2557).

- Bioplastics: Plastics for a Sustainable Choice ในเอกสารประกอบคำบรรยายการสัมมนาเรื่อง พลาสติกชีวภาพ: ทางเลือกที่ยั่งยืน. กรุงเทพฯ: สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ.
- สุภา สกุลศิริรัตน์, นิสากร แซ่วัน, และกฤษฎา กิตติโกวิทนา. (2556). การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เครื่องสำอางที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากพอลิแลคติกแอซิด (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). เชียงราย: มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- สาธินี ศิริวัฒน์, ขาญวิทย์ โฆษิตตานนท์, และธนาวัลย์ ลีจากภัย. (2553). การย่อยสลายทางชีวภาพของบรรจุภัณฑ์ชนิดพอลิแลคติกแอซิดและเยื่อขานอ้อย (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรียรัตน์ บัวชื่น, วิภา หอมหวาน, และอัญชนา พัฒนสุพงษ์. (2553). การย่อยสลายพลาสติกชีวภาพในดินที่เก็บในแต่ละภูมิภาคของไทย: สมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน. ปทุมธานี: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- สุรียลักษณ์ รอดทอง, จันทิมา ดีประเสริฐกุล, และนพรัตน์ พงษ์ทวีศักดิ์. (2556). รายงานสรุปข้อมูลด้านเทคโนโลยีและแนวโน้มการตลาด และวิเคราะห์เทคโนโลยีเพื่อเชื่อมโยงกับงานวิจัย. ในงานประชุมสัมมนาและแสดงนิทรรศการด้านพลาสติกชีวภาพระดับนานาชาติ InnoBioPlast 2013. กรุงเทพฯ: สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน).
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2553). คู่มือการเรียนรู้พื้นฐานการสังเคราะห์ปิโตรเลียมสู่เคมีปิโตร. กรุงเทพฯ: บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน).
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2557). พลาสติกชีวภาพ... โอกาสการลงทุนของไทย. สืบค้นจาก <http://www.nstda.or.th/news/17716-plastic>
- สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2553). แผนที่นำทางแห่งชาติ การพัฒนาอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ ระยะที่ 2 (พ.ศ.2554-2558). กรุงเทพฯ: สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2554). โครงการนำร่องการใช้ถุงขยะพลาสติกชีวภาพ PBS ในการคัดแยกขยะอินทรีย์เพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ณ เกาะเสม็ด. สืบค้นจาก http://www.nia.or.th/organic/books/14_1.pdf.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2558). ประเทศไทยมีปริมาณขยะพลาสติก และโฟมมากถึง 2.7 ล้านตัน ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของภาวะโลกร้อน. สืบค้นจาก <http://ghg.361tgo.or.th>
- อ.ไพพรรณ รัตนพันธ์. (2555). สมบัติทางกล และสัณฐานวิทยาของพลาสติก PLA ผสมผงอนุภาคนาโนเคลย์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อำนาจ เจริญรัตน์. (ม.ป.ป.). การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเร่งการย่อยสลายของพลาสติกชีวภาพด้วยจุลินทรีย์. กาญจนบุรี: สำนักวิชาสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี.