

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลในเบื้องต้นของ สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ สามารถสรุปได้ว่าวัสดุชีวภาพซึ่งมีโอกาพัฒนาเป็นธุรกิจนวัตกรรมในเชิงรุก เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบทางการเกษตรของประเทศไทย 3 ชนิดได้แก่ พอลิแลคติก แอซิด (poly(lactic acid)) หรือที่รู้จักกันในอีกชื่อคือ พอลิแล็คไทด์ (polylactide) โดยใช้ชื่อย่อเหมือนกันคือ PLA พอลิไฮดรอกซีอัลคานอเอท (polyhydroxyalkanoates; PHAs) และ โพรเพนไดออล (propanediol; PDO) (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2556: พลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้สนใจที่จะศึกษา PLA เนื่องจาก PLA มีคุณสมบัติโดดเด่นคือ มีฐานวัตถุดิบที่มาจากผลผลิตทางการเกษตรที่มีอย่างมากมายในประเทศไทย เช่น อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง เป็นต้น มีความสามารถในการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (biodegradable) มีความสามารถเข้ากับร่างกายมนุษย์ได้ (biocompatibility) และมีอุณหภูมิหลอมอยู่ในระดับสูงพอสมควร (Petchsuk. 2014 : 779-789; Yuan. 2014 : 438-445) แม้ว่า PLA จะมีข้อดีหลายประการ แต่ข้อเสียที่สำคัญของ PLA ซึ่งทำให้เป็นข้อจำกัดต่อการประยุกต์ใช้งานคือ PLA มีลักษณะแข็งและค่อนข้างเปราะโดยเมื่อพิจารณาในด้านของค่ามอดูลัสพบว่าอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับพอลิสไตรีน ในขณะที่การยืดตัวจะสูงกว่าพอลิสไตรีนเล็กน้อย ซึ่งลักษณะดังกล่าวข้างต้นทำให้มีข้อจำกัดในการนำ PLA ไปใช้ในงานบางด้าน เช่น ฟิล์มบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการการยืดตัว (จตุพร วุฒิกนกกาญจน์. 2560)

Polybutylate เป็นชื่อย่อของ Polybutylate adipate terephthalate หรือ PBAT ซึ่งเป็นโคพอลิเมอร์แบบสุ่มที่ สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ PBAT เป็นโคพอลิเอสเตอร์ชนิดหนึ่งของกรดอะดิพิค (adipic acid), 1,4-บิวเทนไดออล (1,4-butanediol) และ dimethyl terephthalate PBAT มีคุณสมบัติเชิงกลและความคงตัวสูงจากสัดส่วนของ terephthalate ซึ่ง CAS Registry Number ของ PBAT คือ 60961-73-1 ในขณะนี้ PBAT ที่ถูกขายในท้องตลาดเป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัท BASF มีชื่อทางการค้าว่า ecoflex® ซึ่งในการ ทดลองสามารถย่อยสลายได้ 90% หลังระยะเวลาทดลอง 80 วัน การนำไปใช้ที่มีความจำเพาะนี้ถูกให้ความสำคัญจากผู้ผลิต รวมถึงการทอหุ้มสำหรับบรรจุภัณฑ์อาหาร ถุงเพาะชำที่ย่อยสลายได้และการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร และเป็นสารเคลือบกันน้ำสำหรับวัสดุอื่นๆ เช่น ถ้วยกระดาษ จากการที่มีความยืดหยุ่นสูงและย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ PBAT ใน ท้องตลาดจึงถูกนำไปเป็นสารเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับพลาสติกแข็งที่ย่อยสลายได้ตามธรรมชาติเช่น PLA เป็นต้น (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2556 : Polybutyrate) ซึ่งพบว่า PLA และ PBAT มีความเข้ากันได้ แต่เข้าได้เพียงบางส่วน ซึ่งการเข้ากันได้ไม่ดีระหว่างพอลิเมอร์สองชนิดจะส่งผลให้คุณสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ลดลงได้ (Kumar. 2010 : 8406-8415)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะปรับปรุงคุณสมบัติความยืดตัวของ PLA ให้สูงขึ้น โดยจะทำการสังเคราะห์บล็อกโคพอลิเมอร์ของ PLA และ PBAT ซึ่งคาดว่าจะทำให้การยืดตัวเพิ่มขึ้นกว่าการหลอม

ผสมระหว่าง PLA และ PBAT ซึ่งในกระบวนการสังเคราะห์บล็อกโคพอลิเมอร์ต้องทำในสถานะที่มีปัจจัยต่างๆเหมาะสม ซึ่งผู้วิจัยจะได้ทำการศึกษาในครั้งนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์บล็อกโคพอลิเมอร์ระหว่าง poly(L-lactide) PLLA และ PBAT (PLLA-*b*-PBAT)

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์บล็อกโคพอลิเมอร์ระหว่าง PLLA และ PBAT ซึ่งได้แก่ อัตราส่วนระหว่าง L-lactide ต่อ PBAT และเวลาที่ใช้ในการสังเคราะห์ โดยใช้อุณหภูมิที่ 60°C โดยสภาวะการสังเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 สภาวะการสังเคราะห์บล็อกโคพอลิเมอร์ระหว่าง PLLA และ PBAT

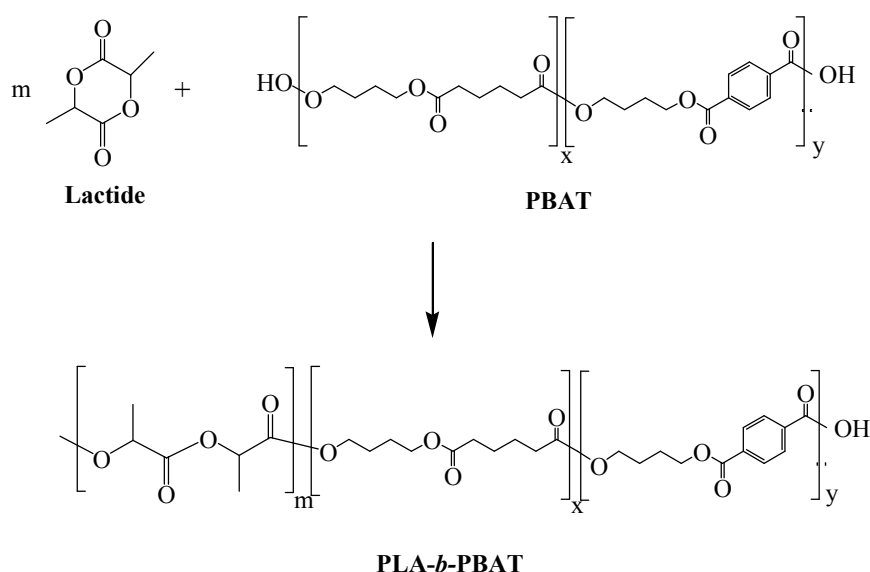
ตัวอย่างที่	อุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	L-lactide/PBAT (%w/w)
1	160	4	100/0.3
2		8	100/0.3
3		4	100/0.6
4		8	100/0.6
5		4	100/1
6		8	100/1

1.3.2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางความร้อน น้ำหนักโมเลกุล โครงสร้างทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของการขึ้นรูปเป็นฟิล์มของบล็อกโคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้

1.4 สมมติฐานการวิจัย

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า PLA มีข้อด้อยคือ มีความยืดหยุ่นต่ำ คณะผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดปรับปรุงคุณสมบัติความยืดหยุ่นของ PLA ให้สูงขึ้นโดยการสังเคราะห์บล็อกโคพอลิเมอร์ระหว่าง PLA และ PBAT (PLA-*b*-PBAT) เนื่องจาก PBAT เป็นพอลิเมอร์ที่คุณสมบัติยืดหยุ่นสูงกว่า PLA มาก จึงตั้งสมมติฐานว่าหากสายโซ่โมเลกุลของ PLA ถูกแทรกด้วยสายโซ่โมเลกุลของ PBAT ที่ยืดหยุ่นได้ ก็จะทำให้สายโซ่ของโคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้มีความสามารถในการเคลื่อนไหวโมเลกุลได้มากขึ้น เนื่องจากมีโครงสร้างอื่นมาแทรกอยู่ ความเป็นผลึกอาจลดต่ำลง ส่งผลให้มีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น แต่ยังคงมีสมบัติที่ดีของ PLA ปรากฏอยู่ดังเดิมโดยจากความรู้เรื่องกลไกการสังเคราะห์ PLA ผ่านกระบวนการ

เปิดวงของแล็คไทด์ (เป็นมอนอเมอร์) ในขณะที่ PBAT จะทำหน้าที่เป็นจุดเริ่มต้น (initiator) ให้แก่ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของ PLA ด้วยเนื่องจากที่ปลายข้างหนึ่งของโมเลกุล PBAT มีหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) อยู่ดังนั้นปฏิกิริยาของการเติบโตโมเลกุลของ PLA จะเริ่มเกิดที่ปลายโมเลกุลของ PBAT และพร้อมทั้งเกิดพันธะเชื่อมเป็นโมเลกุลเดียวกันเกิดเป็นบล็อกโคพอลิเมอร์ โดยจะใช้สแตนนัส ออกโทเอตเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แต่ทั้งนี้อุณหภูมิ และเวลาของการเกิดปฏิกิริยาเป็นปัจจัยที่ต้องศึกษาต่อไปด้วย ปฏิกิริยาและโครงสร้างของ PLA-*b*-PBAT copolymer ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นแสดงดังรูปที่ 1.1 แม้จะเคยมีวิจัยอื่น ๆ ที่มีการนำ PLA และ PBAT มาหลอมผสมกันเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นให้แก่ PLA แต่หากทำบล็อกโคพอลิเมอร์ระหว่าง PLA และ PBAT น่าจะทำให้คุณสมบัติเชิงกลดีขึ้น



รูปที่ 1.1 ปฏิกิริยาและโครงสร้างของ PLA-*b*-PBAT copolymer ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย/(นิยามศัพท์เฉพาะ)

1.5.1 โคลิเมอร์ คือพอลิเมอร์ที่ได้จากการสังเคราะห์สารมอนอเมอร์ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป [7]

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบสถานะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์บล็อกโคพอลิเมอร์ระหว่าง PLLA และ PBAT ได้ ซึ่งคาดว่าบล็อกโคพอลิเมอร์สังเคราะห์ได้จะมีคุณสมบัติการยืดตัวได้สูงขึ้นกว่า PLA บริสุทธิ์ ซึ่งเป็นลักษณะที่มีความเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน ทั้งในอุตสาหกรรมและทางการแพทย์