บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนวทางการวิจัยและพัฒนาในอนาคต

ถุงพลาสติกแตกสลายทางชีวภาพได้ในท้องตลาดที่นำมาศึกษา มีสมบัติเป็นสารกึ่งผลึก โดย Terramac® มีส่วนผสมของ PLA และ PBAT Lacea® มี PLA PBSA และสารเติมแต่งประเภทอนินทรีย์ประกอบอยู่ ส่วน Bioplast® ประกอบด้วย PBAT และสตาร์ช เมื่อศึกษาผลของสารเติมแต่งชนิดต่างๆ พบว่า พอลิเอทิลีนไกลคอลที่มีน้ำหนักโมเลกุล 6,000 ดาลตันช่วยลดอุณหภูมิเปลี่ยนสภาพแก้ว และมีผลให้สมบัติทางกลใกล้เคียงกับพอลิเอทิลีนมากที่สุด นอกจากนี้พอลิเอทิลีนไกลคอลยังมีสมบัติเป็นสารเร่งการตกผลึกอีกด้วย เนื่องจาก PLA มีราคาค่อนข้างสูง การเติมสตาร์ชเพื่อลดต้นทุนจึงเป็นทางเลือกทางหนึ่งที่น่าสนใจ หากแต่จำเป็นต้องมีการเติมสารเสริมสภาพเข้ากันได้ เพื่อลดการแยกวัฏภาคของสตาร์ชและ PLA ซึ่งส่งผลต่อสมบัติเชิงกล งานวิจัยนี้อยู่ในขั้นตอนการคัดเลือกสารเติมแต่งและพัฒนาสูตรคอมพาวนด์ เพื่อให้พลาสติกที่ได้มีสมบัติใกล้เคียงกับถุงพลาสติกทั่วไปที่ใช้งานในท้องตลาด

ในส่วนของเครื่อง Twin screw extruder ผู้วิจัยได้ออกแบบและจัดซื้อเครื่อง Twin screw extruder จากบริษัท Labtech Engineering ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ผลิตในประเทศไทย เพื่อใช้ในการผสมสูตรคอมพาวนด์ในระดับนำร่อง โดยมีการปรับปรุงและพัฒนาส่วนต่างๆ เช่น ระบบหล่อเย็น เพื่อให้ใช้งานได้เหมาะสมกับพลาสติกชีวภาพโดยเฉพาะ

งานวิจัยนี้พบว่า ถุงพลาสติกจากพอลิแล็กติกแอซิดมีลักษณะใส แต่เปราะ เนื่องมาจากเกิดการตกผลึกช้า แผ่นฟิล์มเกิดการเย็นตัวลงก่อนที่สายโซ่ภายในโมเลกุลจะเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ จึงมีความเป็นอสัณฐานสูง ทางคณะผู้วิจัยจึงได้ทำการผสมพอลิแล็กติกแอซิดกับสารเติมแต่งประเภทต่างๆด้วยเทคนิคการทำคอมพาวนด์ เพื่อลดความเปราะ รวมไปถึงลดราคาต้นทุนการผลิตของถุงพลาสติกที่มีองค์ประกอบของพอลิแล็กติกแอซิดเป็นหลัก ด้วยการใช้สตาร์ชมันสำปะหลัง โดยสารเติมแต่งที่เลือกใช้ เพื่อลดความเปราะ ได้แก่ พอลิเอทิลีนไกลคอล กลีเซอรอล และ SEBS ตลอดจนการเติมพลาสติกแตกสลายทางชีวภาพได้ที่มีความยืดหยุ่นสูง เช่น PBAT PBS Bioflex Ecovio ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการเติมสารเติมแต่งในปริมาณต่างๆ ซึ่งพบว่า สารแต่ละชนิดสามารถช่วยปรับปรุงความเหนียวให้กับพอลิแล็กติกแอซิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม สารเติมแต่งเหล่านี้สามารถเติมลงไปเพื่อทำคอมพาวนด์กับพอลิแล็กติกแอซิดได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น เช่น ในกรณีของ PBAT หากมีปริมาณ PBAT มากกว่า 30% จะเกิดการแยกชั้นของ PBAT กับพอลิแล็กติกแอซิดเพิ่มขึ้น ฟิล์มของถุงพลาสติกที่ได้นำมาเสนอในรายงานฉบับนี้เป็นเพียงฟิล์มส่วนหนึ่งที่สามารถทำคอมพาวนด์และขึ้นรูปด้วยเครื่องเป่าถุงพลาสติก (Blown film extruder) ได้เท่านั้น

เมื่อพิจารณาถึงด้านต้นทุนการผลิตถุงพลาสติกจากพอลิแล็กติกแอซิดแล้วพบว่า กรณีเติมสตาร์ชมันสำปะหลังและเทอร์มอพลาสติกสตาร์ชมันสำปะหลัง ช่วยทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง 25-30% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของเทอร์มอพลาสติกสตาร์ช อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการดัดแปรสตาร์ชด้วยสารประกอบไซเลน ต้นทุนการผลิตไม่สามารถลดลงได้ เนื่องจากสารประกอบไซเลนมีราคาค่อนข้างสูง แต่ลักษณะของฟิล์มที่ได้จะเรียบ และเป็นเนื้อเดียวกันมากกว่ากรณีของเทอร์มอพลาสติกสตาร์ชมันสำปะหลังที่ไม่ได้ดัดแปร

ทางคณะผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการเติมสตาร์ชมันสำปะหลังลงในพอลิแล็กติกแอซิด เพื่อลดต้นทุนและสามารถนำไปขึ้นรูปในระดับอุตสาหกรรมจริงได้ รวมไปถึงการพัฒนาสูตรคอมพาวนด์ของพอลิแล็กติกเอซิดกับสารเติมแต่งอื่นๆ อย่างต่อเนื่อง ในขณะนี้ เพื่อปรับปรุงสมบัติของฟิล์มให้มีความเป็นไปได้ในการนำไปผลิตในระดับอุตสาหกรรมและนำไปใช้แทนถุงพลาสติกที่ใช้กันในท้องตลาดต่อไป

ผลการดำเนินการตามแผนงาน

กิจกรรม	ปีที่ 1 เดือน		ปีที่ 2 เดือน		ผลสำเร็จ (%)	ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ท่านระบุสาเหตุและการแก้ไขที่ท่านดำเนินการ
	1-6	7-12	1-6	7-12		
1. การผสมเบื้องต้นและการศึกษาสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางความร้อน					100%/ 100%	
2. ออกแบบและสั่งทำเครื่องขึ้นรูปนำร่อง (Twin Screw Extruder และ Blown Film Extruder)					100%/ 100%	
3. การผสมและการเป่าถุงในระดับนำร่องด้วยเครื่องที่ผลิตได้จาก (2)					100%/ 100%	
4. การศึกษาสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางความร้อน และสมบัติทางกลและลักษณะปรากฏที่ได้จาก (3)					100%/ 100%	
5. การผสมและการเป่าถุงในระดับกึ่งอุตสาหกรรม โดยใช้เครื่องมือระดับ 2-5 กิโลกรัม ด้วยเครื่อง Twin Screw Extruder และเครื่องเป่าถุง Blown Film Extruder ของวิทยาลัยปิโตรเลียมฯ					100%/ 100%	
6. การวิเคราะห์และตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ ความร้อน กล และลักษณะปรากฏ ที่ได้จากข้อ (5) เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของสูตรและชิ้นงานในระดับกึ่งอุตสาหกรรม					100%/ 100%	
7. การผสมและการเป่าถุงในระดับอุตสาหกรรม โดยใช้เครื่องมือระดับ 10 กิโลกรัม ด้วยเครื่อง Twin Screw Extruder และเครื่องเป่าถุง Blown Film Extruder ของบริษัทในความร่วมมือฯ					100%/ 100%	
8. การวิเคราะห์และตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ ความร้อน กล และลักษณะปรากฏ ที่ได้จากข้อ					100%/ 100%	

กิจกรรม	ปีที่ 1 เดือน		ปีที่ 2 เดือน		ผลสำเร็จ (%)	ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ท่านระบุสาเหตุและการแก้ไขที่ท่านดำเนินการ
	1-6	7-12	1-6	7-12		
(7) เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของสูตรและชิ้นงานในระดับอุตสาหกรรม						

ลงนาม .....

(หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน)

วันที่ 8 สิงหาคม 2554