



การศึกษาการปรับปรุงสมบัติความเหนียวของPLAด้วยการผสมกับPBS

The improvement of Impact strength of PLA Blends with PBS

ชัยพฤษ อภาเวท¹, เจษฎา วงษ์อ่อน¹, นที ศรีสวัสดิ์², นรินทร์ กาบบัวทอง³

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน ปทุมวัน กทม 10330

²ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 90112

³ศูนย์วิจัยปตท. บริษัทปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย วังน้อย จ.อยุธยา 90112

E-mail: jadzila@Gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผสมระหว่าง PLA และ PBS โดยใช้ส่วนผสมด้วยความร้อน พบว่าการผสมของพอลิเมอร์ผสมทั้ง 2 ชนิดจะเป็นแบบ immiscible blend เมื่อปริมาณของ PBS ในพอลิเมอร์ผสมมากกว่า 10% พบว่าเมื่อเติม PBS ต่ำกว่า 10% จะเห็นได้ว่าค่า T_m และ T_g ของ PLA จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ในขณะที่เมื่อเพิ่มปริมาณ PBS เป็น 20% จะมีการเปลี่ยนแปลงของ T_m และ T_g อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสอดคล้องกับโครงสร้างทางจุลภาค โครงสร้างของพอลิเมอร์ผสมระหว่าง PLA/PBS ที่สัดส่วน 90/10 และ 80/20 จะเห็นได้ว่าที่สัดส่วน 90/10 จะเห็นโครงสร้างเป็นเฟสเดียว ในขณะที่สัดส่วน 80/20 จะเห็นเฟสของ PBS เป็นอนุภาคกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ผลการศึกษาสมบัติเชิงกลพบว่า การเพิ่มปริมาณ PBS จะช่วยให้พอลิเมอร์ผสมระหว่าง PLA/PBS มีแนวโน้มที่จะมีความเป็น Elastic มากขึ้น ถึงแม้ว่าค่าการทนแรงดึงและค่ามอดูลัสมีแนวโน้มลดลง ตามปริมาณของ PBS ที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่พอลิเมอร์ผสมมีแนวโน้มยืดตัวได้มากขึ้นตามปริมาณ PBS ที่เติมลงไป จากผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการเติม PBS ลงใน PLA จะช่วยแก้ปัญหาสมบัติที่แข็งแต่เปราะของ PLA ให้ลดลงได้บ้าง เนื่องจากการผสม PBS ในปริมาณมากพอลิเมอร์ผสมจะมีการผสมแบบ immiscible blend ซึ่งมีแรงยึดเหนี่ยวค่อนข้างต่ำ ซึ่งจำเป็นต้องพัฒนาความเข้ากันระหว่าง PLA และ PBS เพื่อลดการเปราะของ PLA ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มขอบเขตการนำ PLA ไปใช้งานให้หลากหลายมากขึ้นเช่นในกระบวนการเป่า หรือการขึ้นเส้นใย

คำหลัก : PLA, PBS, immiscible blend, T_m

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการนำพลาสติกย่อยสลายได้มาใช้กันอย่างกว้างขวางเพื่อทดแทนพลาสติกที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน แต่ยังคงมีปัญหาในการนำไปใช้งานในบางลักษณะ โดยเฉพาะการใช้ PLA ซึ่งเป็นพลาสติกย่อยสลายได้ที่เป็นที่นิยมที่สุดเนื่องจากสมบัติของพลาสติกย่อยสลายได้ มีข้อจำกัดในด้านต่างๆ เช่น ทนความร้อนได้น้อยกว่าพลาสติกแบบทั่วไป มีความเหนียวหรือการยืดตัวค่อนข้างน้อย ทำให้มีความเปราะสูง เมื่อนำไปใช้งานจึงเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการพัฒนาสมบัติด้านการต้านแรงกระแทกของ PLA จึงเป็นประเด็นสำคัญในการวิจัยและพัฒนา เพื่อการเพิ่มขอบเขตการใช้งานพลาสติกย่อยสลายได้

Tadashi Yokohara and Masayuki Yamaguchi [1] ทำการศึกษาสมบัติและโครงสร้างของพอลิเมอร์ผสมระหว่าง PLA และ PBS ผลจากการศึกษาด้วยความร้อนพบว่าพอลิเมอร์ทั้ง 2 ชนิด มีการผสมกันแบบ immiscible blend โดยพิจารณาจากผลการศึกษาโครงสร้างจะสามารถเห็นโครงสร้างของพอลิเมอร์ทั้ง 2 ชนิดแยกออกจากกันอย่างชัดเจน จากโครงสร้างการผสมของพอลิเมอร์ผสมระหว่าง PLA/PBS ที่สัดส่วน 80/20 จะเห็นได้ว่า เฟสของ PLA จะเป็นเฟสหลักขณะที่เฟสของ PBS จะเป็นอนุภาคกระจายตัวบนเฟสของ PLA นอกจากนั้นยังพบว่าอนุภาคของ PBS ที่กระจายตัวอยู่ในเฟสของ PLA จะทำหน้าที่เป็นสารช่วยก่อผลึก nucleating agent กล่าวคือ PBS ช่วยให้ PLA เกิดผลึกได้มากขึ้น โดยดูได้จากผลการทดสอบทางความร้อนเมื่อเพิ่มปริมาณการเติม PBS ลงในพอลิเมอร์ผสม จะส่งผลให้ปริมาณพื้นที่ใต้กราฟตรงอุณหภูมิ การเกิดผลึก ที่อุณหภูมิ 90 องศา มีแนวโน้มมากขึ้นตามปริมาณการเติม



PBS ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาการตรวจสอบลักษณะ
ผลึกของพอลิเมอร์ผสมด้วยกล้อง optical microscope จะ
เห็นว่า PLA และ PBS จะไม่สามารถมองเห็นผลึกด้วย
อัตราการเย็นตัว 2 องศาต่อวินาที แต่เมื่อเติม PBS จะเกิด
ปรากฏผลึกขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้น PBS จึงทำหน้าที่
เป็นสารช่วยก่อผลึกใน PLA

Sung Bae Park และคณะ [3] ทำการศึกษาพอลิ
เมอร์ผสมระหว่าง PLA กับ PBS และ PLA กับ PBSi
โดยจากการศึกษาพบว่า PBSi สามารถเข้ากับ PLA ได้
ดีกว่า PBS เมื่อพิจารณาจากโครงสร้าง จะเห็นว่าที่
ส่วนผสมเดียวกันพบว่าที่ปริมาณ 20% การเติมเท่าๆกัน
PLA/PBS จะมีโครงสร้างแบบ 2 เฟส ในขณะที่
PLA/PBSi จะมีเฟสเดียว ซึ่งแสดงให้เห็นว่า PBSi มี
ความเข้ากันได้ (compatible) มากกว่า PBS ที่เป็น
เช่นนี้มากจากการที่ PBSi มีหมู่ ionic ซึ่งจะส่งผลให้เกิด
ลดลงของ interfacial tension แต่จะช่วยเพิ่ม interfacial
adhesion ระหว่าง PLA และ PBSi ซึ่งสอดคล้องกับผล
ของการศึกษาสมบัติเชิงกลพบว่า สมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์
ผสมระหว่าง PLA/PBSi จะมีสมบัติที่ดีกว่า PLA/PBS
อย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะค่าการยืดตัว ดังแสดงในรูปที่
จะเห็นว่าค่าการยืดตัวของ PLA/PBS 80/20 มีค่าประมาณ
160 % ในขณะที่ PLA/PBS มีค่าเพียง 90% ซึ่งค่า
ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการใช้ PBSi เป็นตัวเติมใน PLA
จะช่วยเพิ่มความเป็นelastic ของ PLA ให้เพิ่มขึ้น
ซึ่งส่งผลให้ค่า Tg ของ PLA มีแนวโน้มลดลง โดยพบว่า
เมื่อเพิ่มปริมาณ PBSi มากขึ้นจะส่งผลให้ Tg จาก 63
องศา ลดลง เหลือ 59 องศา จากการศึกษาที่ผ่านมาจะ
เห็นได้ว่าการเติม PLA กับ PBS เพื่อช่วยในการลดการ
เปราะของ PLA นั้น

Wang RY และคณะ [3] ทำการศึกษา การผสม
ระหว่าง PLA กับ PBS โดยใช้กระบวนการ Reactive
blending โดยทำการผสมพอลิเมอร์ทั้ง 2 ชนิดที่สัดส่วน
PLA/PBS 80/20 โดยในระหว่างการผลิตมีการเติม
Peroxide (DCP) จากนั้นปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาต่อไป
จากการศึกษาพบว่าเมื่อเติม P Peroxide มากขึ้นค่า
ความแข็งแรงมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้จะมาจากการที่เติม
Peroxide ลงไปจะทำให้พอลิเมอร์ผสมมีความหนืดสูงขึ้น
ทำให้ ขนาดของอนุภาคของ PBS เล็กลง กระจายตัวอย่าง

สม่ำเสมอ และมีการยึดเกาะกับ PLA ดีขึ้น ทำให้การกระจาย
ตัวของ PBS จึงเป็นไปได้ยากจากการศึกษาพบว่า การเติม
Peroxide ช่วยเพิ่มความเข้ากันได้ระหว่าง PLA กับ PBS อัน
เป็นสัญญาณที่แสดงว่าเกิดปฏิกิริยา in situ
compatibilization

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการปรับปรุง
สมบัติด้านความเหนียวของ PLA โดยการผสมกับ PBS โดยใช้
วิธีการผสมแบบร้อนและมุ่งเน้นหาส่วนผสมที่ส่งผลดีต่อ
สมบัติการทนแรงกระแทกของ PLA

2. ขั้นตอนการทดลอง

2.1 วัสดุและสารเคมี

PLAเกรด 3051 จากบริษัท Natural work และ PBS
จากบริษัท Mitsubishi Chemical

2.2 ขั้นตอนการผสม

ทำการผสมพลาสติกทั้งสองชนิดด้วย การผสมด้วยเครื่องอัด
รีดแบบเกลียวคู่ โดยสภาวะที่ใช้คือ เครื่องอัดรีดแบบ
เกลียวคู่: Brabender รุ่น D-47055 Duibury (ประเทศ
เยอรมัน) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 mm จำนวน 4 รู เตรียม
เม็ดพลาสติกพอลิเมอร์ผสมระหว่าง PLA และ PBS เพื่อ
นำไปขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ (Twin Screw
Extruder) โดยเตรียมพอลิเมอร์ผสมระหว่าง PLA และ PBS
ที่อัตราส่วนต่างๆ ดังนี้ 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40,
50:50 และ 0:100 (%โดยน้ำหนัก) ด้วยเครื่องอัดรีดแบบสกรู
คู่ (Twin screw extruder) ที่อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส
ความเร็วรอบสกรู 80 รอบต่อวินาที และตัดเม็ดพลาสติกด้วย
เครื่องตัดพลาสติก (Cutter) ความเร็ว 50 รอบ/วินาที โดยก่อน
การอัดรีดจะทำการอบเพื่อขจัดความชื้นที่ 80°C อย่างน้อย
4 ชั่วโมง

จากนั้นนำพอลิเมอร์ตัวอย่าง มาทำการอัดขึ้นรูป
(Compression) เป็นแผ่นทดสอบที่อุณหภูมิ 210°C,
preheat time 10 นาที, full pressure 10 นาที และ cooling
time 10 นาที ซึ่งการเตรียมในแต่ละครั้งจะได้ชิ้นตัวอย่าง
เพื่อทดสอบ Tensile และ Impact ในการเตรียมครั้งเดียว

3 การทดสอบสมบัติของเม็ดพอลิเมอร์ผสม

3.1 การทดสอบสมบัติทางความร้อน ด้วยเทคนิคดิฟเฟอ
เรนเชียลสแกนนิ่งแคลอริเมทรี (Differential scanning
calorimetry, DSC)



ทดสอบพอลิเมอร์ที่อัดรีดได้จาก Twin Screw Extruder โดยมีตัวอย่างอยู่ 7 ตัวอย่างคือ PLA และ PBS ที่อัตราส่วนต่างๆ ดังนี้ 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 และ 0:100 (%โดยน้ำหนัก) โดยการเตรียมตัวอย่างละ 5-10 มิลลิกรัม อัตราการเพิ่มความร้อน 10°C/min จากอุณหภูมิ 30°C จนถึง 250°C โดยการรักษาอุณหภูมิที่ 250°C เป็นเวลา 5 นาที เพื่อกำจัด Thermal history แล้วลดความร้อน 10°C/min จากอุณหภูมิ 250°C ลงมาจนถึง 30°C แล้วทำการวิเคราะห์ผลที่ได้

3.2 การทดสอบลักษณะสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM)

นำตัวอย่างซึ่งได้จากรอยหักของชิ้นงานที่ได้จากการ Impact Strength Tester ไปวางบน carbon tape (tape ติดตัวอย่างที่นำไฟฟ้าได้) ที่วางอยู่บน sampling holder จากนั้นนำ sampling holder ไปเคลือบด้วย platinum เพื่อให้เส้นใยสามารถเป็นสื่อนำไฟฟ้าได้

3.3 ทดสอบดัชนีการไหลของพอลิเมอร์ (Melt flow index, MFI)

นำเม็ด PLA ที่ได้รับการผสม (Compounded) มาแล้วนั้นไปทำการทดสอบการไหล เพื่อหาค่า Melt Flow Index ที่อุณหภูมิ 210°C ที่น้ำหนักกดเท่ากับ 2.16 kg โดยค่า MFI (Melt Flow Rate) ที่ได้ระบุเป็นน้ำหนักของพอลิเมอร์ภายในเวลา 10 นาที

3.5 การทดสอบความทนทานต่อแรงกระแทก (Izod impact strength) ตามมาตรฐาน ASTM D 256

การเตรียมตัวอย่างสำหรับการทดสอบนั้น จะทำการบากชิ้นงานก่อนการทดสอบวางชิ้นงานที่ได้จากการขึ้นรูปหรือตัดจากแผ่นพลาสติกที่มีความหนาอยู่ระหว่าง 3.17-12.7 mm รอยบากนั้นจะต้องอยู่ในบริเวณกึ่งกลางของชิ้นงาน และมีขนาดของรัศมีปลายรอยบากให้เลือกใช้ขึ้นอยู่กับขนาดของการทดสอบว่าต้องการใช้รอยบากที่คม (0.25 mm) หรือที่ (1.0 mm) โดยให้รอยบากตรงมุมแหลมของรอยอยู่ตรงตำแหน่งของตัวชิ้นงาน

4 ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบสมบัติดัชนีการไหล

ผลการทดสอบสมบัติดัชนีการไหลของเม็ดพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลคติกแอซิด (PLA) และพอลิบิวทิลีนอะดีเพท-โค-เทเรฟทาเลท (PBAT) ที่อัตราส่วน 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 (%โดยน้ำหนัก) พบว่าเมื่อผสม PBAT เข้าไปมากขึ้นจะทำให้พอลิเมอร์ผสมมีการไหลตัวที่สูงขึ้น โดยเป็นไปตามสมบัติการไหลของ PBAT ซึ่งสูงมากคือ 87.24 g/10min โดยค่าที่ได้ทำให้เราต้องพิจารณาเป็นอย่างสูงหากนำพอลิเมอร์ผสม PLA/PBAT ไปใช้งานต่อไป เพราะหากนำไปใช้งานด้านการอัดรีดที่ต้องใช้ความหนืดที่สูง มี MFI ต่ำ พอลิเมอร์ผสมนี้อาจไม่เป็นพอลิเมอร์ที่ดีเพียงพอ หากนำไปใช้ในงานการอัดรีดเพื่อการขึ้นรูปเส้นใยก็สามารถใช้งานได้ และเป็นสิ่งที่สังเกตอีกประการคือ เมื่อมีการผสมของ PBAT ในระดับต่ำคือ 10% ค่า MFI นั้นไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ซึ่งหากพิจารณาร่วมกับภาพที่ได้จาก SEM จะมีความสัมพันธ์กันเพราะพอลิเมอร์ผสมไม่ได้เกิดการแยกเฟสกัน

วัสดุที่ใช้ทดสอบ	Melt Temp (°C)/ Load (kg)	น้ำหนัก(กรัม)	MFR (g/10 min)	D (g/cm ³)
PLA 3001 D	210/2.16	0.641	38.46	1.11
PLA50:50PBS	210/2.16	0.627	37.62	0.39
PLA60:40PBS	210/2.16	0.624	37.44	0.59
PLA70:30PBS	210/2.16	0.691	41.46	1.11
PLA80:20PBS	210/2.16	0.663	39.78	1.11
PLA90:10PBS	210/2.16	0.676	40.56	1.1
PBS	210/2.16	0.4861	20.16	0.58

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบดัชนีการไหลของเม็ดพอลิเมอร์ผสมระหว่าง PLA และ PBS

4.2 การทดสอบสมบัติเชิงความร้อนของพอลิเมอร์ผสม

จากการทดสอบสมบัติเชิงความร้อนของพอลิเมอร์ผสมที่ได้จากการอัดรีดจากเครื่อง Twin Screw Extruder พบว่าจุดหลอมเหลวของ PLA นั้นมีค่าสูงกว่า PBS มาก คือ Tm ของ PLA 171.1°C โดยมี peak ที่สูงชันกว่า PBS ที่กว้างและมี peak ที่ 123.3°C มีค่าการใช้ความร้อนที่ต่ำกว่า PLA มาก



เป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่อมีการผสม PBS เข้าไปใน PLA นั้นจะมีส่วนที่เป็น recrystallization temperature (T_{rc}) เกิดขึ้น และมีจุด Crystallization Temperature (T_c) โดยเฉพาะอย่างยิ่งพอลิเมอร์ผสมที่มี PBS ในปริมาณต่ำ ส่วนเมื่อใช้ PBS สูง T_c ที่เป็นส่วนของ PBS นั้นสังเกตเห็นได้ยาก

Sample	T_m (°C) first peak	Heat of fusion (J/g) first peak	Onset (°C) first peak	T_m (°C)	Heat of fusion (J/g)	Onset (°C)	T_c (°C) first peak	T_c (°C)
PLA100-0PBS	-	-	-	171.5	37.75	164.6	-	92.8
PLA50-50PBS	112.5	34.37	108.9	169.3	22.85	162.3	67.8	80.0
PLA60-40PBS	112.4	28.3	106.8	170.0	24.68	154.4	68.2	87.0
PLA70-30PBS	110.7	19.74	112.8	169.4	31.09	162.9	66.1	88.7
PLA80-20PBS	111.8	14.56	105.4	170.6	36.12	164.2	-	88.7
PLA90-10PBS	111.1	4.686	108.5	172.2	37.59	161.1	-	90.9
PLA0-10PBS	113.0	69.01	109.1	-	-	-	68.3	-

Sample	ค่าการทนต่อแรงกระแทก (J/m)
PLA	6.098
PLA90:10PBS	6.251
PLA80:20PBS	13.776
PLA70:30PBS	9.818
PLA60:40PBS	7.901
PLA50:50PBS	3.481
PBS	17.843

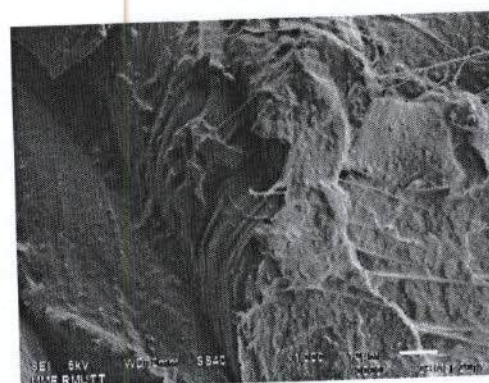
ตารางที่ 4 ผลการทดสอบสมบัติความทนทานต่อแรงกระแทก ของเม็ดพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเมอร์ผสมระหว่าง PLA และ PBS ที่อัตราส่วน 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 (%โดยน้ำหนัก)

ตารางที่ 1 สมบัติทางความร้อนของเม็ดพอลิเมอร์ผสมระหว่าง PLA และ PBS ที่อัตราส่วน 100:0, 0:100, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 (%โดยน้ำหนัก)

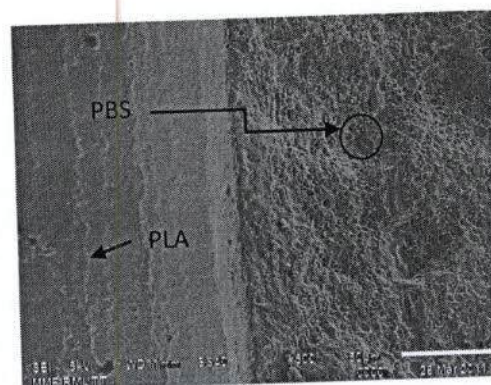
จุดหลอมตัวของพอลิเมอร์ผสมพบว่าเมื่อมีการผสม PBS เข้าไปนั้นจะทำให้จุดหลอมตัวของส่วนที่เป็นของ PLA นั้นมีค่าลดลง ความเป็นผลึกลดลง (Heat of Fusion) จุด T_c ของพอลิเมอร์ผสมก็ลดลงด้วย ซึ่งก็เป็นไปจากสมบัติของ PBS ที่มีลักษณะที่มีความยืดหยุ่นสูง T_m ต่ำ และกว้างมากกว่า

4.3 ผลทดสอบการทนแรงกระแทกของพอลิเมอร์ผสม

จากการทดสอบการทนแรงกระแทกของพอลิเมอร์ผสม พบว่าสมบัติของพอลิเมอร์ผสม PLA/PBS แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือไม่เกิน 20 % PBS และกลุ่มที่ PBS มากกว่า 20% ในกลุ่มที่ PBS น้อยกว่า 20% จะเห็นได้ว่า ในช่วงแรกที่มีการเติม PBS 10%พบว่าค่าการทนแรงกระแทกแทบไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากในสัดส่วนนี้ PBS ผสมกับ PLA เนื้อเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 8 (A) ทำให้สมบัติส่วนใหญ่ยังคงเป็นแบบ PLA ซึ่งเป็นเฟสหลัก



A



B

รูปที่ 8 ผลการทดสอบลักษณะฐานวิทยาศาสตร์ของรอยแตกหักของพอลิเมอร์ผสมระหว่าง PLA และ PBS ที่สัดส่วน A 90/10 B 80/20

ในขณะที่เมื่อเพิ่มปริมาณ PBS ให้มากขึ้นเป็น 20 % พอลิเมอร์ผสมกลับมีค่าการทนแรงกระแทกสูงขึ้น จาก



ตารางที่ 4 จะเห็นว่าค่าทดสอบทนแรงกระแทกของ PLA 6.098 J/m แต่เมื่อมีการเติมยางPBSลงไป 20 % พบว่าวัสดุผสมมีค่าการทนแรงกระแทกเพิ่มเป็น 13.776 J/m ซึ่งมากกว่าเดิมถึง 2 เท่า ที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจาก PBS ที่ผสมอยู่ในช่วงนี้ได้จัดเรียงตัวเป็นโครงสร้างแบบ Disperse Particle โดยมีเฟสหลักเป็น PLA และมีอนุภาคของ PBS กระจัดตัวดังแสดงในรูปที่ 8(B) เมื่อวัสดุผสมได้รับแรงกระแทก แรงดังกล่าวจะถูกส่งผ่านไปยัง PLA ที่เป็นเฟสหลัก เมื่อ PLA ได้รับแรงกระทำ จะเกิดการเสียรูปที่เรียกว่า Cracking จากนั้นจะค่อยๆ แตกตัวจนกลายเป็น รอย Crack ซึ่งทำให้วัสดุเสียรูปในที่สุด แต่เมื่อมีการเติมอนุภาคของ PBS ลงไป อนุภาคของ PBS จะทำหน้าที่ช่วยหยุดยั้งการเกิดเสียรูป โดยจะกีดขวางการเกิด Crack บนเฟสของ PLA ทำให้วัสดุเกิดการเสียรูปได้ยากขึ้น ส่งผลให้วัสดุมีความเหนียวสูงขึ้น ในขณะที่เมื่อเติม PBS มากกว่า 20 % กลับพบว่าค่าทนแรงกระแทกลดลง ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ความที่พอลิเมอร์ทั้ง 2 ชนิดผสมกันแบบ Incompatible ซึ่งหมายความว่าแรงยึดเกาะระหว่างพอลิเมอร์ทั้ง 2 ชนิด ก่อนข้างข้างดัดตั้งนั้น การเพิ่มปริมาณ PBS จะยิ่งทำให้เกิดการแยกตัวระหว่างพอลิเมอร์ทั้ง 2 ตัวมากขึ้น ทำให้ความแข็งแรงลดลง

5 สรุปผลการทดสอบ

ผลการศึกษาสมบัติเชิงกลพบว่า การเพิ่มปริมาณ PBS จะช่วยทำให้พอลิเมอร์ผสมระหว่าง PLA/PBS มีแนวโน้มที่จะมีความเป็น Elastic มากขึ้น ถึงแม้ว่าค่าการทนแรงดึงและค่ามอดูลัสมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณของ PBS ที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่พอลิเมอร์ผสมมีแนวโน้มยึดตัวได้มากขึ้นตามปริมาณ PBS ที่เติมลงไป จากผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการเติม PBS ลงใน PLA จะช่วยแก้ปัญหาสมบัติที่แข็งแต่เปราะของ PLA ให้ลดลงได้บ้าง เนื่องจากการผสม PBS ในปริมาณมากพอลิเมอร์ผสมจะมีการผสมแบบ immiscible blend ซึ่งมีแรงยึดเหนี่ยวของข้างต่ำ ซึ่งจำเป็นต้องพัฒนาความเข้ากันระหว่าง PLA และ PBS เพื่อลดการเปราะของ PLA ลง จากการศึกษาไม่ควรเติม PBS เกิน 10% เนื่องจากข้อจำกัดในแง่ของความเข้ากันได้ (Compatible) ระหว่าง PLA และ PBS ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่ม

ขอบเขตการนำ PLA ไปใช้ในงานให้หลากหลายมากขึ้นเช่น ในกระบวนการเป่า หรือการขึ้นเส้นใย

9. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากศูนย์วิจัยปตท ทางคณะผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

10. เอกสารอ้างอิง

- 1 Yokohara, Tadashi; Yamaguchi, Masayuki, Structure and Properties for Biomass-Based Polyester Blends of PLA and PBS, 2008, European Polymer Journal, 44(3): 677-685
- 2 Sung Bae Park, Sung Yeon Hwang, Cheol Whan Moon, and Seung Soon Im, Plasticizer Effect of Novel PBS Ionomer in PLA/PBS Ionomer Blends, 2010, Macromolecular Research, Vol. 18, No. 5, pp 463-471 (2010)
- 3 Wang RY, Wang SF, Zhang Y, Wan CY, Ma PM, Toughening Modification of PLLA/PBS Blends via In Situ Compatibilization, 2009, POLYM. ENG. SCI., 49:26-33, 2009
- 4 Hantao Zou, Changhai Yi, Luoxin Wang and Weilen Xu, Crystallization, hydrolytic degradation, and mechanical properties of poly(trimethylene terephthalate)/poly(lactic acid) blends, (2010) Polym. Bull., 64: pp. 471-481.
- 5 J.S. Grebowicz, H. Brown, H. Chuah, J.M. Olvera, A. Wasiak, P. Sajkiewicz, and A. Ziabicki, Deformation of Undrawn Poly(trimethylene terephthalate) (PTT) Fibers, (2001), Polymer, Vol. 42, pp. 7153-7160
- 6 R. Kotek, D.W. Jung and B. Smith, Effect of High-Speed Spinning of Physical Properties and Dyeing Kinetic of PTT Filaments, 2001, Chemical Fibers International, Vol. 51, pp.204-206.
- 7 J. Ramiro, J.I. Equiazabal and J. Nazabal, Effect of Reprocessing on the Structure and Mechanical Properties of Poly(trimethylene terephthalate), (2002), Journal of Applied Polymer Science, Vol. 86, pp. 2775-2780
- 8 US Patent 6,201,068