

สุจารี เตชะพิบูลย์ทรัพย์ : การปรับปรุงความเข้ากันได้และความเหนียวของพอลิเมอร์ผสมระหว่างเทอร์โมพลาสติกสตาร์ชกับพอลิแลคติกแอซิด (COMPATIBILITY AND TOUGHNESS IMPROVEMENT OF THERMOPLASTIC STARCH/POLY(LACTIC ACID) BLENDS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กษมา จารุกำจร, 128 หน้า.

ในการศึกษานี้ พอลิเมอร์ผสมระหว่างเทอร์โมพลาสติกสตาร์ชกับพอลิแลคติกแอซิดที่อัตราส่วนต่างๆ คือ 10/90 20/80 30/70 40/60 และ 50/50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ถูกเตรียมด้วยเครื่องบดผสมภายใน และชิ้นงานทดสอบถูกขึ้นรูปด้วยเครื่องกดอัด เทอร์โมพลาสติกสตาร์ชได้มาจากแป้งมันสำปะหลังและกลีเซอรอลที่อัตราส่วน 70/30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ถูกเตรียมด้วยเครื่องบดผสมภายใน สมบัติทางกล ความร้อน และ สัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสมระหว่างเทอร์โมพลาสติกสตาร์ชกับพอลิแลคติกแอซิดถูกศึกษา ค่าความต้านแรงดึง ค่ามอดูลัสแรงดึง และ ค่าความต้านทานต่อแรงกระแทกของพอลิแลคติกแอซิดลดลง เมื่อใส่เทอร์โมพลาสติกสตาร์ช 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในขณะที่ค่าความยืดสูงสุด ณ จุดขาดเพิ่มขึ้น สมบัติทางกลของพอลิเมอร์ผสมลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเพิ่มปริมาณของเทอร์โมพลาสติกสตาร์ช พอลิเมอร์ผสมระหว่างเทอร์โมพลาสติกสตาร์ชกับพอลิแลคติกแอซิดที่อัตราส่วน 10/90 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แสดงค่าสมบัติทางกลที่สูงที่สุด อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว อุณหภูมิการหลอมเหลว และอุณหภูมิการตกผลึกของพอลิแลคติกแอซิดลดลงเมื่อใส่เทอร์โมพลาสติกสตาร์ช 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในขณะที่ปริมาณผลึกเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณของเทอร์โมพลาสติกสตาร์ช อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วและอุณหภูมิการหลอมเหลวของพอลิแลคติกแอซิดในพอลิเมอร์ผสมไม่เปลี่ยนแปลง แต่อุณหภูมิการตกผลึกลดลง เมื่อปริมาณของเทอร์โมพลาสติกสตาร์ชเพิ่มขึ้น ปริมาณผลึกของพอลิแลคติกแอซิดในพอลิเมอร์ผสมเพิ่มขึ้น ความเสถียรต่อความร้อนของพอลิแลคติกแอซิดลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณของเทอร์โมพลาสติกสตาร์ช ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงให้เห็นว่าเทอร์โมพลาสติกสตาร์ชกับพอลิแลคติกแอซิดไม่เข้ากัน พอลิแลคติกแอซิดกราฟท์มาลิกแอนไฮไดรด์ถูกใช้เป็นการปรับปรุงความเข้ากันได้ และปริมาณของพอลิแลคติกแอซิดกราฟท์มาลิกแอนไฮไดรด์คือ 3 5 และ 7 ส่วนในร้อยส่วนของพอลิเมอร์ผสม สมบัติทางกลและความเสถียรต่อความร้อนของพอลิเมอร์ผสมระหว่างเทอร์โมพลาสติกสตาร์ชกับพอลิแลคติกแอซิดถูกปรับปรุงเมื่อปริมาณพอลิแลคติกแอซิดกราฟท์มาลิกแอนไฮไดรด์ เพิ่มขึ้นถึง 5 ส่วนในร้อยส่วนของพอลิเมอร์ผสม อย่างไรก็ตามที่ปริมาณพอลิแลคติกแอซิดกราฟท์มาลิกแอนไฮไดรด์ 7 ส่วนในร้อยส่วนของพอลิเมอร์ผสม สมบัติทางกลของพอลิเมอร์ผสมลดลง อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว อุณหภูมิการหลอมเหลว และอุณหภูมิการตกผลึกของพอลิเมอร์ผสมลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณของ

พอลิแลกติกแอซิดกราฟท์มาลิกแอนไฮไดรด์ ในขณะที่ปริมาณผลึกเพิ่มขึ้น ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงให้เห็นว่าพอลิแลกติกแอซิดกราฟท์มาลิกแอนไฮไดรด์ปรับปรุงความเข้ากันได้ระหว่างเทอร์โมพลาสติกสตาร์ชและพอลิแลกติกแอซิด

พอลิบิวทีลีนอะดิเปตโคเทอเรพทาเรต และยางธรรมชาติอีพ็อกซีไคร์ที่ 50 เปอร์เซ็นต์อีพ็อกซีเคชั่น ถูกใช้เป็นสารปรับปรุงความเหนียวสำหรับพอลิเมอร์ผสมที่มีการปรับปรุงความเข้ากันได้ และปริมาณของสารปรับปรุงความเหนียวคือ 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ค่าความยืดสูงสุด ณ จุดขาดและค่าความต้านทานต่อแรงกระแทกเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของพอลิบิวทีลีนอะดิเปตโคเทอเรพทาเรตแต่ค่าความต้านแรงดึงและค่ามอดูลัสแรงดึงลดลง เมื่อใส่พอลิบิวทีลีนอะดิเปตโคเทอเรพทาเรต 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วและอุณหภูมิการตกผลึกของพอลิแลกติกแอซิดในพอลิเมอร์ผสมลดลง ในขณะที่อุณหภูมิการหลอมเหลวไม่เปลี่ยนแปลง ปริมาณของพอลิบิวทีลีนอะดิเปตโคเทอเรพทาเรตไม่แสดงผลต่ออุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว อุณหภูมิการตกผลึก และอุณหภูมิหลอมเหลวของพอลิแลกติกแอซิดในพอลิเมอร์ผสม ปริมาณผลึกของพอลิแลกติกแอซิดในพอลิเมอร์ผสมเพิ่มขึ้นเมื่อใส่พอลิบิวทีลีนอะดิเปตโคเทอเรพทาเรต ความเสถียรต่อความร้อนของพอลิเมอร์ผสมเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณของพอลิบิวทีลีนอะดิเปตโคเทอเรพทาเรต ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงการแตกหักแบบเหนียวในพอลิเมอร์ผสมที่มีการปรับปรุงความเหนียวด้วยพอลิบิวทีลีนอะดิเปตโคเทอเรพทาเรต ค่าความต้านแรงดึงและค่ามอดูลัสแรงดึงของพอลิเมอร์ผสมลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณของยางธรรมชาติอีพ็อกซีไคร์ที่ 50 เปอร์เซ็นต์อีพ็อกซีเคชั่น ค่าความยืดสูงสุด ณ จุดขาดและค่าความต้านทานต่อแรงกระแทกของพอลิเมอร์ผสมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อเพิ่มปริมาณยางธรรมชาติอีพ็อกซีไคร์ที่ 50 เปอร์เซ็นต์อีพ็อกซีเคชั่นถึง 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อย่างไรก็ตาม สมบัติทางกลของพอลิเมอร์ผสมลดลงเมื่อใส่ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของยางธรรมชาติอีพ็อกซีไคร์ที่ 50 เปอร์เซ็นต์อีพ็อกซีเคชั่น อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว อุณหภูมิการหลอมเหลว และปริมาณผลึกของพอลิแลกติกแอซิดในพอลิเมอร์ผสมลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณของยางธรรมชาติอีพ็อกซีไคร์ที่ 50 เปอร์เซ็นต์อีพ็อกซีเคชั่น แต่อุณหภูมิการตกผลึกเพิ่มขึ้น ความเสถียรต่อความร้อนของพอลิเมอร์ผสมลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณของยางธรรมชาติอีพ็อกซีไคร์ที่ 50 เปอร์เซ็นต์อีพ็อกซีเคชั่น ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงการแตกหักแบบเหนียวในพอลิเมอร์ผสมที่มีการปรับปรุงความเหนียวด้วยยางธรรมชาติอีพ็อกซีไคร์ที่ 50 เปอร์เซ็นต์อีพ็อกซีเคชั่น

สาขาวิชา วิศวกรรมพอลิเมอร์

ปีการศึกษา 2556

ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

SUJAREE TACHAPHIBOONSAP : COMPATIBILITY AND
TOUGHNESS IMPROVEMENT OF THERMOPLASTIC STARCH/
POLY(LACTIC ACID) BLENDS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF.
KASAMA JARUKUMJORN, Ph.D., 128 PP.

THERMOPLASTIC STARCH/POLY(LACTIC ACID)/POLY(LACTIC ACID)
GRAFTED WITH MALEIC ANHYDRIDE/POLY(BUTYLENE ADIPATE-CO-
TEREPHTHALATE)/EPOXIDIZED NATURAL RUBBER

In this study, thermoplastic starch (TPS)/poly(lactic acid) (PLA) blends at various ratios of 10/90, 20/80, 30/70, 40/60, and 50/50%wt were prepared using an internal mixer and their test specimens were molded using a compression molding machine. TPS obtained from cassava starch and glycerol at a ratio of 70/30%wt was mixed using an internal mixer. Mechanical, thermal, and morphological properties of TPS/PLA blends were studied. Tensile strength, tensile modulus, and impact strength of PLA were decreased with adding 10%wt TPS while elongation at break was increased. Mechanical properties of the blends were continuously decreased with increasing TPS content. TPS/PLA (10/90) blend showed the highest mechanical properties. Glass transition temperature (T_g), melting temperature (T_m), and cold crystallization temperature (T_{cc}) of PLA were decreased with incorporating 10%wt TPS whereas degree of crystallinity (χ_c) was increased. With increasing TPS content, T_g and T_m of PLA in the blends did not change but T_{cc} was decreased. As TPS content was increased χ_c of PLA in the blends was increased. Thermal stability of PLA was decreased with increasing TPS content. SEM micrographs showed that TPS and PLA were immiscible. PLA grafted with maleic anhydride (PLA-g-MA) was used as a

compatibilizer and its contents were 3, 5, and 7 phr. Mechanical properties and thermal stability of TPS/PLA blends were improved when PLA-g-MA content was increased to 5 phr. However, at PLA-g-MA content of 7 phr, mechanical properties of the blend were decreased. T_g , T_m , and T_{cc} of PLA in the blends were decreased with increasing PLA-g-MA content whereas χ_c was increased. SEM micrographs revealed that PLA-g-MA improved compatibility between TPS and PLA.

Poly(butylene adipate-co-terephthalate) (PBAT) and epoxidized natural rubber with 50% epoxidation (ENR50) were used as toughening agents for the compatibilized blends and their contents were 10, 20, and 30%wt. Elongation at break and impact strength of the blends were increased with increasing PBAT content but tensile strength and tensile modulus were decreased. With the addition of 10% wt PBAT, T_g and T_{cc} of PLA in the blend decreased whereas T_m did not change. PBAT content showed no effect on T_g , T_{cc} , and T_m of PLA in the blends. χ_c of PLA in the blends increased with adding PBAT. Thermal stability of the blends was enhanced with increasing PBAT content. SEM micrographs showed ductile fracture in the blends toughened with PBAT. Tensile strength and tensile modulus of the blends were decreased with increasing ENR50 content. Elongation at break and impact strength of the blends continuously increased with increasing ENR50 content up to 20%wt. However, mechanical properties of the blend were decreased with adding 30% wt ENR50. T_g , T_m , and χ_c of PLA in the blends were decreased with increasing ENR50 content but T_{cc} was increased. Thermal stability of the blends was decreased with increasing ENR50 content. SEM micrographs exhibited ductile fracture in the blends toughened with ENR50.

School of Polymer Engineering

Academic Year 2013

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____