

54402224 : สาขาวิชาวิทยาการและวิศวกรรมพอลิเมอร์

คำสำคัญ : เทอร์โมพลาสติกโกลาสโตเมอร์ พอลิแลคติกแอซิด ยางธรรมชาติ ยางธรรมชาติอีพอกซีไดซ์

เกรียงไกร พงศ์ธนาบุตร : การศึกษาเทอร์โมพลาสติกโกลาสโตเมอร์ของพอลิแลคติกแอซิดกับยางธรรมชาติ และยางธรรมชาติอีพอกซีไดซ์. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ.ดร.จันทร์ฉาย ทองปิ่น. 126 หน้า.

พอลิแลคติกแอซิด (Poly(lactic acid):PLA) เป็นเทอร์โมพลาสติกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยมีสมบัติเชิงกลที่ดี และยังสามารถเกิดการย่อยสลายทางชีวภาพได้ แต่มีข้อจำกัดคือ มีความเปราะมาก และมีอัตราการเกิดผลึกที่ต่ำ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความเหนียวของพอลิแลคติกแอซิด โดยการเตรียมเป็นพอลิเมอร์ผสมกับยางธรรมชาติ (NR) หรือยางธรรมชาติอีพอกซีไดซ์ (ENR) โดยจะเติมยางตั้งแต่ปริมาณ 0 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งในงานวิจัยนี้จะศึกษาสัณฐานวิทยา สมบัติทางความร้อน และสมบัติเชิงกล ในการเติมยางธรรมชาติลงไปในพอลิแลคติกแอซิด พบว่ายางธรรมชาติสามารถเกิดอันตรกิริยากับพอลิแลคติกแอซิด และเนื่องจากความชื้นในยาง จึงทำให้ไม่เห็นอนุภาคยาง แต่เห็นเพียงฟองอากาศเกิดขึ้นที่ผิวของชิ้นงาน ส่วนการเติมยางธรรมชาติอีพอกซีไดซ์ พบว่าพอลิแลคติกแอซิดเข้ากันกับยางธรรมชาติอีพอกซีไดซ์ได้บางส่วน และเกิดผิวแตกหักที่หยاب โดยในการเติมยางธรรมชาติลงในพอลิแลคติกแอซิด จะทำให้ความสามารถในการเกิดผลึกของพอลิแลคติกแอซิดสูงขึ้น ส่วนการเติมยางธรรมชาติอีพอกซีไดซ์จะทำให้ความสามารถในการเกิดผลึกของพอลิแลคติกแอซิด ในพอลิเมอร์ผสมลดลง แต่อย่างไรก็ตาม พอลิเมอร์ผสมที่เตรียมได้จากการเติมยางจะมีความเสถียรทางความร้อนต่ำลง โดยในการเติมยางธรรมชาติ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จะทำให้ได้พอลิเมอร์ผสมที่มีความเหนียวมากที่สุด แต่เมื่อเติมยางธรรมชาติในปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้สมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมลดลง ส่วนในกรณีของการเติมยางธรรมชาติอีพอกซีไดซ์ พบว่า Modulus, Tensile strength และ %Elongation at break ของพอลิเมอร์ผสมลดลง แต่เนื่องจากการมียางทำให้สมบัติทางความร้อนของพอลิแลคติก ในพอลิเมอร์ผสมลดลง ในงานวิจัยตอนที่ 2 ได้มีการเติม 2,5-Bis(tert-butylperoxy)-2,5-dimethylhexane (Luperox 101) ขณะหลอม PLA/NR 90/10 โดยมีการแปรปริมาณ Luperox 101 ตั้งแต่ 0 ถึง 0.75 phr โดยจากภาพ SEM ของพอลิเมอร์ผสมที่เติม Luperox 101 แสดงให้เห็นลักษณะวัฏภาคของพอลิแลคติกแอซิดกับวัฏภาคของยางธรรมชาติที่สามารถเข้ากันได้มากขึ้น นอกจากนี้ในการเติม Luperox 101 ลงในพอลิเมอร์ผสมจะทำให้ความสามารถในการเกิดผลึกของพอลิแลคติกแอซิดในพอลิเมอร์ผสมสูงขึ้น และความเสถียรทางความร้อนสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับพอลิเมอร์ผสมที่ไม่ได้เติม Luperox 101 และในการเติม Luperox 101 ที่ 0.5 phr จะทำให้พอลิเมอร์ผสมที่เตรียมได้มีความเหนียวสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพอลิแลคติกแอซิด และพอลิแลคติกแอซิดผสม NR ที่มีการใช้ Luperox 101 ที่อัตราส่วนอื่น

ภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ      บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร      ปีการศึกษา 2556

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ .....

54402224 : MAJOR : (POLYMER SCIENCE AND ENGINEERING)

KEY WORD : THERMOPLASTIC ELASTOMER, POLYLACTIC ACID, NATURAL RUBBER,  
EPOXIDIZED NATURAL RUBBER

KRIANGKRAI PONGTANAYUT : THE STUDY OF THERMOPLASTIC ELASTOMER  
OF POLYLACTIC ACID(PLA) WITH NATURAL RUBBER AND EPOXIDIZED NATURAL  
RUBBER. THESIS ADVISOR : ASST.PROF CHANCHAI TONGPIN. 126 pp.

Nowadays, biodegradable polymers derived from renewable resource have much interested that can be an alternative to petroleum based polymers as well as a solution to waste disposal problems. Poly(lactic acid) (PLA) is an environment-friendly biodegradable thermoplastic with good mechanical properties. However, high stiffness, brittleness and slow crystallization of this polymer does not allow replacing commodity polymers in large scale applications. This work aims to improve toughness of PLA by blending with natural rubber (NR) and epoxidized natural rubber (ENR). Blending PLA with NR or ENR was prepared with various compositions of rubber, i.e. from 0-30% by weight, using an internal mixer. Morphology, crystallization behavior, thermal stability and mechanical properties of blends were investigated. From the result, it could be found that there is an interaction between PLA and NR could occur as the appearance of dispersed NR particles in PLA could not be found. This could be due to the chemicals such as fatty acid and protein in NR could be able to migrate from NR to PLA led to the degradation of PLA. Additionally, moisture containing in NR could also cause the degradation of PLA. The same phenomenon was also the same for PLA blending with ENR. In term of crystallization of PLA in the blend, it was found that the crystallization ability of PLA in PLA/NR was found better than PLA/ENR. Thermal stability of PLA in PLA/NR and PLA/ENR blends was found to be decreased. The ductility of PLA has been significantly improved by blending with rubber. The amount of 10% NR seems to be optimal. At higher content of NR, modulus and tensile strength of blends decrease. But incorporation of ENR, it reduced tensile properties such as modulus, tensile strength and %elongation at break. However, incorporation of NR decreases thermal stability of PLA in the blends. In the second part of the study was investigated the effect of 2,5-Bis(tert-butylperoxy)-2,5-dimethylhexane (Luperox 101) content in PLA/NR blend. Blending PLA with NR at 90/10 was prepared at various compositions of Luperox 101 from 0-0.75 phr in an internal mixer. From SEM micrographs of polymer blends with Luperox 101, it could be found that the morphology of PLA and NR was more compatibilized. In addition, crystallization ability of PLA in the blends and thermal stability of blend were enhanced with the present of Luperox 101. With the amount of 0.5 phr Luperox in blend would show the highest toughness with the comparison with other compositions.

---

Department of Materials Science and Engineering Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2013

Student's signature .....

Thesis Advisor's signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดีของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันทรฉาย ทองปิ่น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษา และคำแนะนำในการทำงานวิจัยมาโดยตลอด อาจารย์ ดร. ชีราวุฒ เพชรเย็น และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญัฐกาญจน์ หงส์ศรีพันธ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆในการดำเนินงานวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความเมตตาเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุทุกท่านที่อบรมสั่งสอนให้ความรู้แก่ข้าพเจ้า ขอขอบคุณนายพินิจ เจียรระลึก นักวิทยาศาสตร์ประจำภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากรที่ให้คำแนะนำต่างๆ พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆในห้องปฏิบัติการในการทำงานวิจัยเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ได้เปิดโอกาสและให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนจนสามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณความช่วยเหลือ ร่วมมือ และสนับสนุนจากผู้ที่อยู่เบื้องหลัง คุณพ่อคุณแม่และครอบครัว เพื่อนๆ ปริญญาโท น้องๆภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ ที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

