

55402204: สาขาวิชาวิทยาการและวิศวกรรมพอลิเมอร์

คำสำคัญ: พอลิแลคติกแอซิด, พอลิเอไมด์ 4, พอลิเอไมด์ 11

อรรถกร สัจญารักษ์: การเพิ่มสมบัติทางความเหนียวของพอลิแลคติกแอซิดที่ปรับปรุงโดยพอลิเอไมด์ 4 และพอลิเอไมด์ 11. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ผศ. ดร.ศุภกิจ สุทธิเรืองวงศ์, รศ. ดร.มนัส แซ่ด่าน และ ผศ. ดร.สมหมาย ผิวสอาด. 134 หน้า.

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาระบบพอลิเมอร์ผสมของ PLA/PA4 โดยมีการเติมรีแอกตีฟเอเจนต์เป็นเปอร์ออกไซด์ร่วมด้วย และระบบพอลิเมอร์ผสมของ PLA/PA11 โดยมีการเติมรีแอกตีฟเอเจนต์เป็นเปอร์ออกไซด์ มาเลอิกแอนไฮไดรด์ และ PEBAX ร่วมด้วย สำหรับระบบพอลิเมอร์ผสมของ PLA/PA4 ได้เริ่มจากการสังเคราะห์ PA4 แล้วนำไปพิสูจน์เอกลักษณ์ อนุภาค PA4 ที่ได้นำมาผสมกับ PLA ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักซึ่งพบว่าจากหลักฐานวิทยาของรอยแตกหักจากชิ้นงานทดสอบการดึงยึดของพอลิเมอร์ผสม PLA/PA4 สังเกตเห็นการยึดเกาะระหว่างผิวที่ไม่ดีระหว่างอนุภาค PA4 กับเมทริกซ์ PLA ในกรณีที่ไม่เติมเปอร์ออกไซด์ แต่พบว่าเมื่อเติมเปอร์ออกไซด์ที่ 0.01 phr จะช่วยให้มีการยึดเกาะระหว่างผิวที่ดีขึ้น ซึ่งส่งผลต่อค่าโมดูลัสค่าความแข็งแรงดึง และค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัวก่อนการแตกหักของพอลิเมอร์ผสมให้มีความสูงขึ้น แต่เมื่อมีปริมาณเปอร์ออกไซด์มากกว่า 0.05 phr พบว่ามีการยึดเกาะระหว่างผิวที่ด้อยลง อาจเนื่องมาจากปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่มากเกินไป อาจส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเชื่อมขวางระหว่างสายโซ่ของ PLA ทำให้ PLA มีความเหนียวมากขึ้น ความสามารถในการเข้ากันกับอนุภาค PA4 จึงเกิดได้ยากขึ้น จากการทดสอบสมบัติเชิงความร้อนด้วยเทคนิค DSC ของพอลิเมอร์ผสม PLA/PA4 พบว่าอุณหภูมิการตกผลึกขณะให้ความร้อน (T_c) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณ PA4 สูงขึ้น เนื่องจากอนุภาค PA4 อาจจะไปหน่วงการเกิดผลึกของ PLA และเมื่อเพิ่มปริมาณเปอร์ออกไซด์มากกว่า 0.05 phr พบว่าไม่ส่งผลต่อสมบัติเชิงความร้อน สำหรับระบบพอลิเมอร์ผสม PLA/PA11 เริ่มจากการหาปริมาณรีแอกตีฟเอเจนต์ที่เหมาะสม โดยจะทำการปรับเปลี่ยนปริมาณสัดส่วนของรีแอกตีฟเอเจนต์ พบว่าสูตร 7030P0.1MA0.1PB ให้สมบัติเชิงกลและเชิงความร้อนที่ดีที่สุด จึงเลือกปริมาณของการเติมรีแอกตีฟเอเจนต์นี้ในการศึกษาอิทธิพลของการเติมรีแอกตีฟเอเจนต์ของพอลิเมอร์ผสมในอัตราส่วนต่างๆ จากการศึกษาสมบัติเชิงกลพบว่า การเติม PA11 ที่ 5% พบว่าจะแสดงค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัวก่อนการแตกหักเท่ากับ 79.3 % ซึ่งมีค่ามากกว่า PLA ถึงประมาณ 10 เท่า เนื่องจากรีแอกตีฟเอเจนต์เข้าไปช่วยเพิ่มการยึดเกาะกันที่ผิวระหว่างเฟสทั้งสอง โดยการเกิดปฏิกิริยาการเชื่อมขวาง ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเหนียวเชิงซ้อนที่สูงขึ้นในพอลิเมอร์ผสมที่เติมรีแอกตีฟเอเจนต์ และยังส่งผลต่อการรับแรงกระแทกในพอลิเมอร์ผสมในสัดส่วน PLA:PA11 เท่ากับ 95:5 และ 90:10 ที่เติมรีแอกตีฟเอเจนต์ จะแสดงค่าความต้านทานต่อแรงกระแทกสูงกว่าพอลิแลคติกแอซิดถึง 6.5 และ 5 เท่าตามลำดับ จากการทดสอบทางความร้อนด้วยเทคนิค DSC เมื่อพิจารณาในขั้นตอนการให้ความร้อนครั้งที่สองพบว่าเมื่อมีปริมาณสัดส่วนของ PA11 มากกว่า 20%โดยน้ำหนัก จะมีอุณหภูมิ T_c เพิ่มขึ้น เนื่องจากเฟส PA11 ไปหน่วงการเกิดผลึกในขณะที่ให้ความร้อน และในขั้นตอนการลดอุณหภูมิพบว่า พอลิเมอร์ผสมที่ไม่เติมรีแอกตีฟเอเจนต์จะมีอุณหภูมิ T_c เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณสัดส่วนของ PA11 เพิ่มขึ้น เนื่องจากผลึกของ PA11 ที่เกิดผลึกก่อนเหนี่ยวนำให้ PLA เกิดผลึกในขณะที่ทำการลดอุณหภูมิ และเมื่อมีการเติมรีแอกตีฟเอเจนต์ในพอลิเมอร์ผสมพบว่าไม่ส่งผลต่อสมบัติเชิงความร้อน

ภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ปีการศึกษา 2557

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1.....

2..... 3.....

55402204: MAJOR: POLYMER SCIENCE AND ENGINEERING

KEY WORD: POLY(LACTIC ACID), POLYAMIDE 4, POLYAMIDE 11

AKKHAKORN SANYARAK: TOUGHNESS ENHANCEMENT OF POLY(LACTIC ACID) MODIFIED WITH POLYAMIDE 4 AND POLYAMIDE 11. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. Dr.-Ing. SUPAKJ SUTTIRUENGWONG, ASSOC. PROF. MANUS SEADAN, Ph.D. AND ASST. PROF. SOMMAI PIVSA-ART. 134 pp.

The objectives of this research were to study the blends of PLA/PA4 with and without a peroxide as a reactive agent and the blends of PLA/PA11 with and without reactive agents. Peroxide and maleic anhydride were used as reactive agents and PEBAX was used as an additive. In the case of PLA/PA4 system, 0-30 %wt of PA4 particles was first synthesized, grounded and sieved prior to blending with PLA. The SEM micrographs of tensile-fractured specimens revealed a poor interfacial adhesion between the particles of PA4 and PLA matrix without peroxide. The blends with peroxide at 0.01 phr resulted in the better phase dispersion and improved interfacial adhesion, leading to the increases in the modulus, the tensile strength, and an the elongation at break. However, when adding above 0.05 phr of peroxide, the interfacial adhesion became deteriorated. This could be due to the higher amount of peroxide, which could cause the partial crosslinking reaction in PLA chain, resulting in the higher viscosity of PLA phase which eventually affected the wettability of PA4 and PLA. T_{cc} of PLA in the blends tended to shift towards the higher temperatures with the increase in PA4 contents in PLA matrix because the particles of PA4 could prevent the crystallization of PLA. The effect of peroxide above 0.05 phr of PLA/PA4 blends was not pronounced. For PLA/PA11 blends, the optimal amounts of reactive agents were first investigated with the ratio of 70:30 (PLA:PA11). It was also showed that 7030P0.1MA0.1PB yielded the highest mechanical and thermal properties. The mechanical properties of the blends indicated that using the reactive agents and PA11 of 5 %wt resulted in the high elongation at break of 79.3% which was 10 times greater than that of the neat PLA. The addition of the reactive agents caused an improved interfacial adhesion because the crosslinking reaction between phases could occur. The results were in consistent with the increases in the complex viscosity in the blends with reactive agents. The ratios of PLA:PA11 at 95:5 and 90:10 with reactive agent showed the improvement of the impact strength by 6.5 and 5 times respectively compared to that of neat PLA. T_{cc} of the second heating scan of the blends with PA11 more than 20 %wt increased owing to the fact that the phase of PA11 retarded the crystallization process during the heating step whereas for the cooling scan, T_c of the blends without reactive agents increased as the amount of PA11 increased due to the crystallization of PA11, which occurred earlier and hence inducing the crystallization of PLA. The addition of reactive agents in the blends of PLA/PA11 did not affect the thermal properties in all cases.

Department of Materials Science and Engineering Graduate School, Silpakorn University

Student's signature.....

Academic Year 2014

Thesis Advisor's signature 1.....2.....3.....