

วชิราภรณ์ พงศ์วุฒิพัชร : ผลของพอลิดีแลคติกแอซิดต่อปริมาณผลึก สมบัติทางกลและ
อุณหภูมิโค้งตัวด้วยความร้อนของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลคติกแอซิดและยาง
ธรรมชาติ (EFFECT OF PDLA ON CRYSTALLINITY, MECHANICAL PROPERTIES
AND HDT OF PLA/NR BLENDS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี
ชุมสำโรง, 112 หน้า

ในการศึกษานี้พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลคติกแอซิดกับยางธรรมชาติที่อัตราส่วนต่างๆ
คือ 95/5, 90/10, 85/15 และ 80/20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เตรียมขึ้นโดยใช้เทคนิคผสมแบบหลอม
ด้วยเครื่องบดผสมภายใน ชิ้นงานทดสอบถูกขึ้นรูปด้วยเครื่องกดอัด สมบัติทางกล อุณหภูมิโค้งตัว
ด้วยความร้อน และสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลคติกแอซิดและยางธรรมชาติถูก
ศึกษา พบว่า ค่าความต้านทานต่อแรงกระแทกและค่าความยืดสูงสุด ณ จุดขาด ของพอลิเมอร์ผสม
ระหว่างพอลิแลคติกแอซิดกับยางธรรมชาติเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณยางธรรมชาติจนถึง 15
เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในขณะที่ค่าความต้านแรงดึงและค่ามอดุลัสลดลง อุณหภูมิโค้งตัวด้วยความ
ร้อนของพอลิเมอร์ผสมลดลงเล็กน้อย ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
(scanning electron microscopy, SEM) แสดงให้เห็นว่าพอลิแลคติกแอซิดกับยางธรรมชาติไม่เข้ากัน

ความต้านทานต่อแรงกระแทกแบบไอซอดที่มีการบากชิ้นงาน (notched) และไม่บากชิ้นงาน
(unnotched) และค่าความยืดสูงสุด ณ จุดขาดของพอลิเมอร์ผสมมีค่าสูงสุดเมื่อปริมาณยางธรรมชาติ
เท่ากับ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก [PLA/NR(85/15)] โดยมีค่าเท่ากับ 167.22 กิโลจูลต่อตารางเมตร
54.31 กิโลจูลต่อตารางเมตร และ 257.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิ
แลคติกแอซิดกับยางธรรมชาติที่อัตราส่วน 85/15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักจึงถูกเลือกเพื่อมาศึกษาผล
ของพอลิดีแลคติกแอซิดต่อสมบัติทางกล สมบัติทางความร้อน และอุณหภูมิโค้งตัวด้วยความร้อน
ของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลคติกแอซิดและยางธรรมชาติ ปริมาณพอลิดีแลคติกแอซิดมีค่า
เป็น 1, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของปริมาณพอลิแลคติกแอซิดในพอลิเมอร์ผสม ผลการ
ทดลองแสดงให้เห็นว่า ค่าความต้านทานต่อแรงกระแทกและค่าความยืดสูงสุด ณ จุดขาดของพอลิ
เมอร์ผสมลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณพอลิดีแลคติกแอซิดแต่ยังคงสูงกว่าพอลิแลคติกแอซิด อุณหภูมิโค้ง
ตัวด้วยความร้อนของพอลิเมอร์ผสมที่เติมพอลิดีแลคติกแอซิดปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของ
ปริมาณพอลิแลคติกแอซิด [PLA/NR/PDLA(1)] มีค่าสูงสุด ปริมาณผลึกและทรานซิชันทางความ
ร้อนของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลคติกแอซิด, ยางธรรมชาติ และพอลิดีแลคติกแอซิดถูก
ตรวจสอบโดยเครื่องดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิ่งแคลอริมิเตอร์ (differential scanning calorimeter DSC)
พบว่า ปริมาณผลึกของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลคติกแอซิด, ยางธรรมชาติ และพอลิดีแลคติก

แอสิตสูงกว่าพอลิแลคติกแอสิต จากข้อมูลการให้ความร้อนครั้งที่หนึ่ง พบว่า อุณหภูมิการตกผลึก (cold crystallization temperature, T_{cc}) ของพอลิเมอร์ผสมสูงกว่า T_{cc} ของพอลิแลคติกแอสิต อุณหภูมิการหลอมเหลว (melting temperature, T_m) ของพอลิแลคติกแอสิตในพอลิเมอร์ผสมมีค่าสูงขึ้น ยกเว้น T_{cc} ของพอลิเมอร์ผสม PLA/NR/PDLA(1) ไม่ปรากฏในการให้ความร้อนครั้งที่หนึ่ง ข้อมูลจากการให้ความร้อนครั้งที่สอง พบว่า อุณหภูมิเปลี่ยนสภาพแก้ว (glass transition temperature, T_g) ของเฟสพอลิแลคติกแอสิตในพอลิเมอร์ผสมเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ยางธรรมชาติ T_{cc} ของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลคติกแอสิตกับยางธรรมชาติและพอลิดีแลคติกแอสิตต่ำกว่าพอลิเมอร์ผสม PLA/NR(85/15) T_g และ T_m ของพอลิแลคติกแอสิตในพอลิเมอร์ผสมไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเติมพอลิดีแลคติกแอสิต ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงให้เห็นว่า ขนาดของอนุภาคยางเพิ่มขึ้นเมื่อเติมพอลิดีแลคติกแอสิตลงในพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลคติกแอสิตกับยางธรรมชาติ แผนภาพการกระเจิงรังสีเอกซ์ (Wide Angle X-ray Scattering, WAXS, patterns) ของพอลิเมอร์ผสมที่เติมพอลิดีแลคติกแอสิตแสดงพีคการกระเจิงของรังสีเอกซ์อันเนื่องมาผลึกสเตริโอคอมเพล็กซ์ (stereocomplex crystallite) ณ มุม 2θ เท่ากับ 10.5° , 18.5° และ 23.8° ความเข้มของพีคสูงขึ้นเมื่อปริมาณพอลิดีแลคติกแอสิตเพิ่มขึ้น

เพื่อศึกษาผลของการอบอ่อนที่มีต่อสมบัติทางกล สมบัติทางความร้อนและอุณหภูมิโก่งตัวทางความร้อนของพอลิเมอร์ผสม ขึ้นทดสอบถูกนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 30 และ 60 นาที พบว่า ค่าความต้านแรงดึง ค่ามอดูลัส ค่าความยืดสูงสุด ณ จุดขาดและค่าความต้านทานต่อแรงกระแทกพอลิเมอร์ผสมหลังการอบอ่อนมีแนวโน้มลดลง อุณหภูมิโก่งตัวด้วยความร้อนและปริมาณผลึกของพอลิแลคติกแอสิต พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลคติกแอสิตกับยางธรรมชาติ และพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลคติกแอสิตกับยางธรรมชาติที่เติมพอลิดีแลคติกแอสิตเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการอบอ่อนเพิ่มขึ้น อุณหภูมิการหลอมเหลวของพอลิแลคติกแอสิตในพอลิเมอร์ผสมสูงขึ้นหลังจากผ่านการอบอ่อน ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงให้เห็นว่า ขนาดอนุภาคยางในพอลิเมอร์ผสมมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อเพิ่มเวลาการอบอ่อน

สาขาวิชา วิศวกรรมพอลิเมอร์

ปีการศึกษา 2560

ลายมือชื่อนักศึกษา จิราภรณ์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Pranee Chumsamong

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม Wanpaporn Alf

WACHIRABHORN PONGPUTTHIPAT : EFFECT OF PDLA ON
CRYSTALLINITY, MECHANICAL PROPERTIES AND HDT OF PLA/NR
BLENDS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PRANEE
CHUMSAMRONG, Ph.D., 112 PP.

POLY(LACTIC ACID)/NATURAL RUBBER/POLY(D-LACTIC ACID)/
STEREOCOMPLEX CRYSTALLITE/HDT/ANNEALING

In this study, polymer blends of poly(lactic acid) (PLA) and natural rubber (NR) at the ratios of 95/5, 90/10, 85/15 and 80/20 (wt%) were melt blended using an internal mixer. The test specimens were molded using a compression molding machine. Mechanical properties, heat distortion temperatures (HDT) and morphologies of PLA/NR blends were studied. It was found that the impact strength and elongation at break of PLA/NR blends increased with increasing NR content up to 15 wt%. While tensile strength and Young's modulus decreased. HDT of the PLA/NR blends was slightly decreased. SEM micrographs showed that PLA/NR blends were immiscible.

The highest unnotched, notched Izod impact strength and elongation at break were found for the blend containing 15 wt% NR [PLA/NR(85/15)] which were 167.22 kJ/m², 54.31 kJ/m² and 257.85%, respectively. Therefore, PLA/NR(85/15) was chosen to study the effect of poly(D-lactic acid) (PDLA) on mechanical, thermal properties and HDT of PLA/NR blend. The amounts of PDLA in PLA/NR (85/15) blend were 1, 3 and 5 wt% based on PLA content. The results showed that impact strength and elongation at break of PLA/NR(85/15) blend were decreased with increasing PDLA content. However, the values were higher than those of neat PLA. HDT of the blend with 1 wt% PDLA based on PLA content [PLA/NR-/PDLA(1)] was the highest value. The crystallinity (X_c) and thermal transitions of PLA/-

NR/PDLA blends were examined using differential scanning calorimeter (DSC). It was found that X_c of the PLA/NR/PDLA blends was higher than that of neat PLA. From first heating scan results, with an exception of the blend containing 1 %wt PDLA, cold crystallization temperature (T_{cc}) of the blends was higher than that of neat PLA. Melting temperature (T_m) of PLA in the blend was also shifted to higher temperature. T_{cc} of PLA phase did not find in PLA/NR/PDLA(1). From DSC second heating scan results, glass transition temperature (T_g) of PLA was increased with adding NR into PLA. T_{cc} of PLA/NR/PDLA blends were lower than PLA/NR(85/15). T_g and T_m of PLA in the blends did not significantly change with adding PDLA. SEM micrographs revealed the increment in average diameter of NR particles in the blend containing PDLA. Wide angle x-ray scattering patterns of PLA/NR/PDLA blends exhibited scattering peaks of stereocomplex crystallite at $2\theta = 10.5^\circ$, 18.5° and 23.8° . These scattering peaks become sharper with increasing PDLA content.

To study the effects of annealing treatment on the properties of the blends, the blend specimens were annealed in an air oven at 100°C for 10, 30 and 60 minutes. The tensile strength, Young's modulus, elongation at break and impact strength of the blends after annealing treatment tended to decrease. HDTs and X_c of PLA, PLA/NR(85/15) and PLA/NR/PDLA blends increased with an increase of annealing time. SEM micrographs exhibited the domain NR droplets size tended to increase when the annealing time was increased.

School of Polymer Engineering

Academic Year 2017

Student's Signature Wachirabhorn

Advisor's Signature Pranee Chumsamrong

Co-Advisor's Signature Prasanna