

ปริยากรณ์ อินทร์จ้อหอ : วัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร
(NATURAL RUBBER COMPOSITES FROM AGRICULTURAL WASTE)

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยวัฒน์ รักสกุลพิวัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : รองศาสตราจารย์ ดร.ยุพาพร รักสกุลพิวัฒน์, 90 หน้า.

สำหรับการศึกษานี้ แกลบข้าวและเปลือกกุ้งซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรถูกนำมาผ่านกระบวนการเพื่อใช้เป็นสารตัวเติมและสารตัวเติมลูกผสมในวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติ สำหรับแกลบข้าวถูกเตรียมให้อยู่ในรูปสารละลายโซเดียมซิลิเกต โดยผ่านการชะล้างด้วยกรดเพื่อกำจัดออกไซด์ของโลหะร่วมกับการเผาที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียสจนกลายเป็นเถ้าแกลบที่มีองค์ประกอบหลักเป็นซิลิกาในรูปออสติฐานที่มีความบริสุทธิ์สูงร้อยละ 86.12 แล้วจึงนำมาสกัดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ส่วนเปลือกกุ้งถูกเตรียมให้อยู่ในรูปของโคลโคซานที่สามารถละลายได้ในสารละลายกรด โดยผ่านกระบวนการกำจัดแร่ธาตุด้วยกรด ตามด้วยกระบวนการกำจัดโปรตีนด้วยสารละลายด่าง ในขั้นนี้จะได้ผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า โคลดิน แล้วจึงกำจัดหมู่อะซิทิลด้วยสารละลายด่าง ความเข้มข้นสูงจนกลายเป็นโคลโคซานที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิทิลเท่ากับร้อยละ 65 และมีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ย 642,000 ดาลตัน สารตัวเติมทั้ง 2 ชนิด ถูกนำมาเตรียมร่วมกับน้ำยางชั้นใน รูปแบบของสารละลาย แล้วระเหยน้ำออกด้วยความร้อน ก่อนนำมาผสมกับสารเคมีสำหรับคงรูปร่างด้วยเครื่องผสม 2 ลูกกลิ้ง แล้วขึ้นรูปเป็นแผ่นด้วยเครื่องกดอัดที่ความร้อน 150 องศาเซลเซียส

โดยในขั้นต้น สารตัวเติมทั้ง 2 ชนิด ถูกนำมาเตรียมเป็นวัสดุลูกผสมในอัตราส่วนซิลิกาต่อโคลโคซานเป็น 1:1, 2:1, และ 3:1 เพื่อศึกษาสมบัติและความเหมาะสมที่จะสามารถใช้เป็นสารตัวเติมลูกผสมในวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติ จากผลการศึกษาพบว่าที่อัตราส่วน 2:1 เหมาะสมที่สุดที่จะถูกนำมาใช้เป็นสารตัวเติม เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่ทำให้ได้วัสดุที่มีพื้นที่ผิวมากที่สุด เท่ากับ 441 ตารางเมตรต่อกรัม และมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 14 นาโนเมตร

ในงานวิจัยนี้ยังได้ศึกษา ผลของปริมาณอิน-ซิฟูซิลิกาต่อสมบัติการคงรูป สมบัติทางกล และสัณฐานวิทยาของวัสดุเชิงประกอบระหว่างซิลิกากับยางธรรมชาติ จากผลการศึกษาเมื่อเทียบกับยางธรรมชาติที่ปราศจากสารตัวเติมพบว่า ค่ามอดูลัสที่ร้อยละ 100 และร้อยละ 300 ของการยืด และค่าความแข็งของวัสดุเชิงประกอบยางธรรมชาติเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณอิน-ซิฟูซิลิกา ในขณะที่ค่าร้อยละของการยืดก่อนขาดลดลง เมื่อมีการเติมซิลิกา ค่าความต้านทานต่อแรงดึง และความต้านทานการฉีกขาดเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณอิน-ซิฟูซิลิกาถึง 10 ส่วนต่อเนื้อยาง 100 ส่วนโดยน้ำหนัก

แต่อย่างไรก็ตามตามวัสดุเชิงประกอบที่มีปริมาณสารตัวเติม 20 ส่วนต่อเนื้อยาง 100 ส่วน โดยน้ำหนัก แม้จะมีสมบัติที่ดีกว่าที่ปริมาณ 5 และ 10 ส่วนต่อเนื้อยาง 100 ส่วนโดยน้ำหนัก แต่ยังคงแสดงสมบัติทางกลที่เหนือกว่ายางธรรมชาติที่ปราศจากสารตัวเติมดังกล่าว การเติมอิน-ซิฟู

PREEYAPORN INJORHOR : NATURAL RUBBER COMPOSITES FROM
AGRICULTURAL WASTE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. CHAIWAT
RUKSAKULPIWAT, Ph.D. CO-THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF.
YUPAPORN RUKSAKULPIWAT, Ph.D. 90 PP.

RICE HUSK/ RICE HUSK SILICA ASH/ SHRIMP SHELL WASTE /CHITOSAN/
NATURAL RUBBER COMPOSITES/ IN-SITU SILICA/ HYBRID FILLER/SOL-GEL/
CURE CHARACTERISTICS/ MECHANICAL PROPERTIES/ ANTIMICROBIAL
ACTIVITY.

In this study, agricultural wastes including rice husk (RH) and shrimp shells were prepared for use as a hybrid filler in natural rubber (NR) composites. RH was synthesized into rice husk ash (RHA) by acid leaching and burning at 650°C. The obtained RHA was 86.12% of silica (SiO₂) with amorphous structure. Then it was extracted by sodium hydroxide (NaOH) to obtain sodium silicate (Na₂SiO₃). Na₂SiO₃ was used as SiO₂ precursor. In addition, the shrimp shells were extracted into chitosan (CS) by removal of minerals, proteins, and acetyl groups. The obtained CS was 65% of degree of acetylation and average molecular weight was 642,000 Da.

The hybrid fillers between SiO₂ and CS at the ratios of 1:1, 2:1, and 3:1 were prepared and investigated. The optimum ratio between SiO₂ and CS was 2:1 which gave the material with the highest BET surface area and the smallest average particle size.

To study the effect of *in situ* SiO₂ content on cure characteristics, mechanical properties, and morphological properties of *in situ* SiO₂/NR composites and *in situ* SiO₂-CS/NR composites., NR composites with *in situ* SiO₂ at contents of 0, 5, 10, and 20 phr and NR composites with *in situ* SiO₂-CS at 5-5, 10-5, and 20-5 phr were prepared

by latex solution and sol-gel method. Then, it was compounded by using a two-roll mill and formed a sheet by compression molding at temperature of 150°C.

Modulus at 100% elongation (M100), Modulus at 300% elongation (M300), and hardness were increased with increasing *in situ* SiO₂ content while elongation at break of *in situ* SiO₂/NR composites and *in situ* SiO₂-CS/NR composites was decreased by the addition of *in situ* SiO₂. Tensile strength and tear strength increased with increasing *in situ* SiO₂ content up to 10 phr for *in situ* SiO₂-CS, up to 5 and 10 phr, respectively. However, the composites with *in situ* SiO₂ content at 20 phr without CS exhibits higher tensile strength, tear strength, and hardness than NR. The scorch time and cure time of *in situ* SiO₂/NR composites and *in situ* SiO₂-CS/NR composites were decreased by the addition of *in situ* SiO₂. Scanning Electron Microscope (SEM) micrographs of *in situ* SiO₂/NR composites and *in situ* SiO₂-CS/NR composites showed rough surface and many layers. The agglomerate of SiO₂ particles was observed from *in situ* SiO₂/NR composites at 5 phr only.

Effect of SiO₂-CS hybrid filler at CS contents of 0, 3, 5 and 10 phr with constant of 10 phr *in situ* SiO₂ on the antimicrobial activity and absorption properties of *in situ* SiO₂-CS/NR composites were investigated. All of the NR composites with the addition of CS show clear zone of *E. coli* inhibition. The optimum CS content was 5 phr which gave NR composite with the highest antimicrobial efficacy. The addition of CS can improve the water absorption of NR composites.

School of Polymer Engineering

Academic Year 2019

Student's Signature Preyaporn Injorhor

Advisor's Signature [Signature]

Co-Advisor's Signature [Signature]