MECHANICAL PROPERTIES OF GUM AND BLACK-FILLED DEPROTEINIZED NATURAL RUBBER IN COMPARISON WITH SYNTHETIC CIS-1,4-POLYISOPRENE VULCANIZATES

URAIWAN THAMMASIRIPONG

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
(POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2004**

ISBN 974-04-4999-9

การเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติโปรตีนต่ำและยางสังเคราะห์โพลีไอโซพรีนในระบบที่มีและไม่มีผงเขม่าดำ (MECHANICAL PROPERTIES OF GUM AND BLACK-FILLED DEPROTEINIZED NATURAL RUBBER IN COMPARISON WITH SYNTHETIC CIS-1,4-POLYISOPRENE VULCANIZATES)

อุไรวรรณ ธรรมศิริพงษ์ 4436304 SCPO/M

วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : นิตยา รัตนโสม, Ph.D., กฤษฎา สุชีวะ, Ph.D., ปราณี ภิญโญชีพ, Doctorat de l'Université du Maine.

บทคัดย่อ

เนื่องจากมีรายงานว่าโปรตีนที่มีอยู่ในยางธรรมชาติทำให้เกิดอาการแพ้แก่ผู้ที่ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยางธรรมชาติ ดังนั้นยางสังเคราะห์โพลีไอโซพรีน (IR) ซึ่งมีโครงสร้างและสมบัติใกล้เคียงกับยางธรรมชาติแต่ไม่มีโปรตีนอยู่ในส่วนประกอบจึงถูกเลือกนำไปใช้ในงานบางอย่างแทนยางธรรมชาติ แต่อย่างไรก็ตามการย่อยโปรตีนที่มีอยู่ในน้ำยางธรรมชาติด้วยเอนไซม์สามารถลดโปรตีนที่ทำให้เกิดอาการแพ้ได้ ด้วยเหตุนี้ยางธรรมชาติโปรตีนต่ำ (DPNR) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ลดความเสี่ยงต่อการแพ้ได้

งานวิจัยนี้ได้ทำการเตรียมยางธรรมชาติโปรตีนต่ำและยางสังเคราะห์โพลีไอโซพรีนในระบบที่มีและไม่มีผงเขม่าดำอยู่ในส่วนผสมและมีปริมาณโครงสร้างร่างแหแตกต่างกันโดยการปรับปริมาณสารช่วยในการวัลคาไนซ์ รวมทั้งได้เตรียมยางธรรมชาติที่ไม่ได้แยกส่วนประกอบที่ไม่ใช่ยางออก (WNR) ให้มีปริมาณโครงสร้างร่างแหต่างๆ เพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ จากนั้นนำยางที่เตรียมได้ไปทำการทดสอบสมบัติเชิงกล ได้แก่ แรงดึงที่จุดขาด, แรงต้านทานการฉีกขาด, ความต้านทานต่อการพับงอ, ความต้านทานต่อการขัดสีและความร้อนสะสมที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังได้ทำการเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของยางทั้งสามชนิดในระบบที่มีและไม่มีผงเขม่าดำอยู่ในส่วนผสมเมื่อมีปริมาณโครงสร้างร่างแหใกล้เคียงกัน

ผลการทดลองพบว่าทั้งในระบบที่มีและไม่มีผงเขม่าดำอยู่ในส่วนผสมนั้น DPNR มีปริมาณโครงสร้างร่างแหน้อยกว่า IR และ WNR เมื่อใช้ปริมาณสารช่วยในการวัลคาไนซ์เท่ากัน เมื่อปริมาณโครงสร้างร่างแหเพิ่มขึ้น ค่าแรงดึงที่จุดขาดและค่าแรงต้านทานการฉีกขาดของยางทั้งสามชนิดเพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุดจากนั้นจึงลดลง นอกจากนี้ความต้านทานต่อการพับงอของยางวัลคาไนซ์จะลดลงเมื่อปริมาณโครงสร้างร่างแหเพิ่มขึ้น ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ปริมาณสารช่วยในการวัลคาไนซ์เท่ากันจะได้ DPNR ที่มีความต้านทานต่อการพับงอดีกว่า IR และ WNR เนื่องจากค่าโมดูลัสของ DPNR มีค่าต่ำกว่ายางอีกสองชนิด สำหรับระบบที่ไม่มีผงเขม่าดำอยู่ในส่วนผสมพบว่า ค่าแรงต้านทานการฉีกขาดของ IR หลังจุดสูงสุดลดลงอย่างรวดเร็วที่ค่าปริมาณโครงสร้างร่างแหต่ำกว่าและมีลักษณะพีคที่แคบกว่าของ DPNR และ WNR ทั้งนี้น่าจะเนื่องมาจากความสามารถในการเกิดผลึกขณะดึงยืดของ IR ต่ำกว่า DPNR และ WNR สำหรับระบบที่มีผงเขม่าดำอยู่ในส่วนผสมพบว่าที่ปริมาณโครงสร้างร่างแหใดๆ ยางทั้งสามชนิดให้ค่าแรงดึงที่จุดขาด, ค่าแรงต้านทานการฉีกขาดและค่าความร้อนสะสมที่เพิ่มขึ้นที่ใกล้เคียงกันเนื่องจากการเสริมแรงด้วยผงเขม่าดำไปบดบังสมบัติที่แท้จริงของยางแต่ละชนิด นอกจากนี้พบว่าที่ปริมาณโครงสร้างร่างแหที่เหมาะสมของระบบที่มีและไม่มีผงเขม่าดำนั้น สมบัติเชิงกลส่วนใหญ่ของยางทั้งสามชนิดจะมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นค่าความต้านทานต่อการพับงอในระบบที่มีผงเขม่าดำอยู่ในส่วนผสมของ DPNR และ WNR จะต่ำกว่า IR ทั้งนี้เนื่องมาจากค่าโมดูลัสของ DPNR และ WNR มากกว่า IR แต่อย่างไรก็ตามสามารถทำการปรับปรุงความต้านทานต่อการพับงอของ DPNR ได้โดยไม่ทำให้ค่าแรงดึงที่จุดขาดและค่าแรงต้านทานการฉีกขาดเปลี่ยนแปลงมากนักโดยเตรียม DPNR ให้มีค่าโมดูลัสลดลงเล็กน้อย

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าสมบัติเชิงกลส่วนมากของยาง DPNR ไม่ได้ด้อยไปกว่ายาง IR ดังนั้นยาง DPNR จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ที่ลดความเสี่ยงต่อการแพ้ได้

123 หน้า ISBN 974-04-4999-9

MECHANICAL PROPERTIES OF GUM AND BLACK-FILLED DEPROTEINIZED NATURAL RUBBER IN COMPARISON WITH SYNTHETIC CIS-1,4-POLYISOPRENE VULCANIZATES

URAIWAN THAMMASIRIPONG 4436304 SCPO/M

M.Sc. (POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY)

THESIS ADVISORS : NITTAYA RATTANASOM, Ph.D., KRISDA SUCHIVA, Ph.D., PRANEE PHIYOCHEEP, Doctorat de l'Université du Maine.

ABSTRACT

Since proteins existing in natural rubber were reported to cause allergy to some people using natural rubber products, synthetic cis-1,4-polyisoprene which is designed to have similar structure and properties to natural rubber is preferably chosen in some applications due to the absence of proteins. However, deproteinization of natural rubber latex can reduce extractable antigenic proteins, giving rise to less allergic reaction. In this respect, a deproteinized natural rubber is of interest as an alternative raw material for producing low allergen natural rubber products.

In this research, gum and carbon black-filled deproteinized natural rubber and synthetic cis-1,4-polyisoprene vulcanizates having various crosslink densities were prepared by varying the curative contents. Whole natural rubber having various crosslink densities was also prepared for comparison. The mechanical properties such as tensile strength, tear strength, flex-cracking resistance, abrasion resistance and heat buildup of all vulcanizates were determined and their properties at a similar degree of crosslink density were also compared.

For both gum and carbon black systems, deproteinized natural rubber was found to possess a lower crosslink density than both synthetic cis-1,4-polyisoprene and whole natural rubber at a specific level of curative content. Tensile and tear strengths of the vulcanizates passed through a maximum with the increase in crosslink density and then declined as crosslink density further increased. In addition, flex-cracking resistance of all vulcanizates decreased as crosslinking increased. The results indicated that deproteinized natural rubber performed better flex-cracking resistance than synthetic cis-1,4-polyisoprene and whole natural rubber at a specific level of curative content because deproteinized natural rubber had a lower modulus. In gum system, synthetic cis-1,4-polyisoprene exhibited an abrupt drop in tear strength at lower crosslink density and had a narrower peak than did the other two. This might be due to its lower crystallizability compared to the others. For carbon black system, it is found that tensile strength, tear strength and heat buildup of all vulcanizates were comparable at a given crosslink density. This means the reinforcement by carbon black overshadows the intrinsic properties of each rubber. At optimum crosslink density, most mechanical properties of deproteinized natural rubber and whole natural rubber for both gum and carbon black systems were comparable to those of synthetic cis-1,4-polyisoprene except for the flex-cracking resistance of the carbon black-filled deproteinized natural rubber and whole natural rubber was inferior to that of carbon black-filled synthetic cis-1,4-polyisoprene due to their higher modulus. However, the improved flex-cracking resistance of carbon black-filled deproteinized natural rubber without much drop in tensile and tear strengths can be achieved by preparing it with a slightly lower modulus.

From the results, most mechanical properties of deproteinized natural rubber were competitive with those of synthetic cis-1,4-polyisoprene. Thus, deproteinized natural rubber might be used as an alternative raw material for producing low allergen natural rubber products.

KEY WORDS : DEPROTEINIZED NATURAL RUBBER/ SYNTHETIC CIS-1,4-POLYISOPRENE/ CROSSLINK DENSITY/ MECHANICAL PROPERTIES

123 pp. ISBN 974-04-4999-9