การทำให้แผ่นยางธรรมชาติวัลคาไนซ์ด้วยรังสีมีความเสถียร โดยเติมสารป้องกันยางเสื่อม

นางสาวปรารถนา คิ้วสุวรรณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2535
ISBN 974-581-106-8
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018091 I 15199010

STABILIZATION OF RADIATION VULCANIZED NATURAL RUBBER FILMS BY ADDING ANTIOXIDANTS

MISS PRARTANA KEWSUWAN

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
for the Degree of Master of Engineering
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University
1992

ISBN 974-581-106-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การทำให้แผ่นยางธรรมชาติวัลคาไนซ์ด้วยรังสีมีความเสถียรโดยเติมสารป้องกันยางเสื่อม
โดย	นางสาวปรารถนา คิ้วสุวรรณ
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชยากริต ศิริอุปถัมภ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(นางจินดารมย์ ชวเจริญพันธ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

..... กรรมการ
(ผศ.ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ปรารถนา คิ้วสุวรรณ : การทำให้แผ่นยางธรรมชาติวัลคาไนซ์ด้วยรังสีมีความเสถียร โดยเติมสารป้องกันยางเสื่อม (STABILIZATION OF RADIATION VULCANIZED NATURAL RUBBER FILMS BY ADDING ANTIOXIDANTS) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ชยากริต ศิริอุปถัมภ์, 113 หน้า. ISBN 974-581-106-8

ได้ทดลองใช้สารป้องกันยางเสื่อมชนิดต่าง ๆ เติมลงในน้ำยางวัลคาไนซ์ด้วยรังสีจากแหล่งยางภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทย โดยใช้ 2-เอทิลเฮกซิลอะคริเลตร่วมกับคาร์บอนเตตราคลอไรด์ (2-EHA:CCl_4) และนอร์มอลบิวทิลอะคริเลตร่วมกับคาร์บอนเตตราคลอไรด์ (n-BA:CCl_4) เป็นสารไวปฏิกิริยาพบว่า สารป้องกันยางเสื่อมทุกตัวที่เติมลงไปในน้ำยางวัลคาไนซ์ด้วยรังสีทั้ง 2 แหล่งจะให้ค่าความต้านแรงดึงสูงสุดที่ปริมาณรังสี 13-17 kGy เมื่อใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและใช้ปริมาณรังสีประมาณ 12 kGy เมื่อใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา สำหรับการล้างฟิล์มยางด้วย 1% แอมโมเนียจะทำให้ฟิล์มยางมีความต้านแรงดึงสูงสุดในเวลาที่น้อยกว่าล้างด้วยน้ำกลั่น จากการทดลองพบว่า สารป้องกันยางเสื่อม Vulcanox MB และ Vulcanox MB2/Mg ที่ปริมาณ 0.8-1 ส่วนต่อเนื้อยางแห้ง 100 ส่วน จะทำให้ฟิล์มยางมีค่าความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่งดีที่สุดเหมาะสำหรับยางทั้ง 2 แหล่ง และสารไวปฏิกิริยาทั้ง 2 ชนิด น้ำยางที่ใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาจะมีความหนืดมากกว่าน้ำยางที่ใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา ส่วนค่าความเป็นด่างของน้ำยางทั้ง 2 แหล่งจะลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อทิ้งน้ำยางไว้ตั้งแต่ 3 สัปดาห์ แต่ค่าความต้านแรงดึงของฟิล์มยางทั้งก่อนและหลังบ่มเร่งจะลดลงอย่างมากเมื่อทิ้งน้ำยางไว้ก่อนนำไปทำฟิล์มตั้งแต่ 3 สัปดาห์เป็นต้นไป

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C117157 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY
KEY WORD : STABILITY OF RUBBER FILMS/VULCANIZATION/ANTIOXIDANTS

PRARTANA KEWSUWAN : STABILIZATION OF RADIATION VULCANIZED NATURAL RUBBER FILMS BY ADDING ANTIOXIDANTS. THESIS ADVISOR : ASST.PROF. CHYAGRIT SIRI-UPATHUM, 113 PP. ISBN 974-581-106-8

Various kinds of antioxidants were added into Radiation Vulcanized Natural Rubber Latex (RVNRL) from two sources in the eastern and southern part of Thailand using the mixture of 2-Ethyl hexyl acrylate and Carbontetrachloride (2-EHA : CCl_4) and the mixture of normal-Butyl acrylate and Carbontetrachloride (n-BA : CCl_4) as sensitizers. The effect of antioxidants on stability of RVNRL films were studied. Most antioxidants, when using 2-EHA : CCl_4 as sensitizer, gave the maximum tensile strength of rubber films at vulcanization doses of 13-17 kGy, while the mixture of n-BA : CCl_4 gave maximum tensile strength of rubber films at about 12 kGy for both latex sources. It was found that the time required for leaching RVNRL films by 1% ammonia solution to give maximum tensile strength was shorter than that by de-inoized water. Vulcanox MB and vulcanox MB2/Mg at 0.8-1 part per hundred rubber were found to be the most effective antioxidant that gave the highest tensile strength after aging. The viscosities of RVNRL from both sources when using 2-EHA : CCl_4 as sensitizer were higher than those using n-BA : CCl_4 as sensitizer. The pH of the studied latexes decreased slightly but the tensile strength of the aged and unaged films significantly decreased with the storage time of 3 weeks before film preparation.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ชยากริต ศิริอุปถัมภ์ หัวหน้าภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆของการวิจัยด้วยดีตลอด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณคุณจินดารมย์ ชวเจริญพันธ์ แห่งสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแก้ปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร กฤษฎา สุชีวะ แห่งภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยมหิดล คุณวิภา เศวตกนิษฐและเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยยางที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องทดสอบแรงดึง

ขอขอบพระคุณคุณแสนสุข คุณาวุฒแห่งบริษัท แอนเชลล์(ประเทศไทย) จำกัดและคุณชลดา ธรรมชาติแห่งบริษัทจะนะน้ำยางจำกัดที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านน้ำยางข้น

ขอขอบคุณข้าราชการและเจ้าหน้าที่กองเคมี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านการทดลองมาโดยตลอด และสุดท้ายขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญตาราง..... ญ
สารบัญรูปประกอบ..... ฐ
บทที่
1 บทนำ
1.1 ปัญหา ที่มา เหตุผล..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 2
1.4 ขั้นตอนการวิจัย..... 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้..... 4
2 ทฤษฎีเกี่ยวกับรังสี
2.1 กัมมันตภาพรังสี..... 5
2.2 ชนิดของรังสี..... 5
2.2.1 รังสีแอลฟา..... 5
2.2.2 รังสีเบตา..... 5
2.2.3 รังสีแกมมา..... 6
2.2.3.1 Photo-electric effect..... 6
2.2.3.2 Compton effect..... 6
2.2.3.3 Pair production..... 7
2.2.4 รังสีเอ็กซ์..... 7
2.2.5 นิวตรอน..... 7
2.3 หน่วยทางรังสี..... 8
2.3.1 ความแรงรังสี..... 8
2.3.2 ปริมาณรังสีดูดกลืน..... 9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

2.3.3 ปริมาณรังสีเผยผึ่ง..... 9
2.3.4 ปริมาณรังสีสมมูล..... 9
2.3.5 การลดลงของรังสีเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น..... 10
2.4 ระบบในการวัดปริมาณรังสี..... 11
2.4.1 Primary reference system..... 11
2.4.1.1 Calorimetric dosimetry..... 11
2.4.1.2 Ionization chamber..... 11
2.4.1.3 Chemical dosimeter..... 11
2.4.2 Routine transfer system..... 11
2.4.3 Routine in-house system..... 12
2.5 ปฏิกิริยาเมื่อรังสีผ่านสสาร..... 12
2.5.1 ปฏิกิริยาของอะตอมหรือโมเลกุลที่อยู่ในรูปของอิออน
2.5.1.1 ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากอิออน..... 12
2.5.1.2 ปฏิกิริยาที่เกิดจากอะตอมหรือโมเลกุล
ในสภาวะถูกกระตุ้น..... 13
2.5.2 ปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ..... 14
2.5.2.1 ปฏิกิริยา rearrangement..... 14
2.5.2.2 ปฏิกิริยา dissociation..... 14
2.5.2.3 ปฏิกิริยา addition..... 15
2.5.2.4 ปฏิกิริยา abstraction..... 15
2.5.2.5 ปฏิกิริยา combination..... 15
2.5.2.6 ปฏิกิริยา disproportion..... 15
2.5.2.7 ปฏิกิริยา electron transfer..... 15
2.6 ผลของรังสีที่มีต่อน้ำ..... 15
2.7 ผลของรังสีที่มีต่อโมโนเมอร์..... 17
2.8 ผลของรังสีต่อโพลีเมอร์ที่เกิดการครอสลิงค์..... 19

สารบัญ(ต่อ)

3 ความรู้เกี่ยวกับน้ำยางธรรมชาติ
3.1 น้ำยางธรรมชาติ..... 21
3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของน้ำยาง..... 22
3.3 การเตรียมสารเคมีเพื่อใช้ในน้ำยาง..... 27
3.3.1 การเตรียมดิสเพิสชัน..... 27
3.3.2 การเตรียมอิมัลชัน..... 30
3.4 ปฏิกิริยาของรังสีต่อโมเลกุลยางธรรมชาติ..... 31
4 ความรู้เกี่ยวกับการย่อยสลายและความเสถียรของโพลีเมอร์
4.1 ความหมายของการย่อยสลายและความเสถียรของโพลีเมอร์.. 35
4.2 ตัวการที่ทำให้เกิดการย่อยสลายในโพลีเมอร์..... 35
4.2.1 การย่อยสลายโดยความร้อน..... 35
4.2.2 การย่อยสลายโดยพลังงานกล..... 36
4.2.3 การย่อยสลายโดยพลังงานจากรังสี..... 37
4.2.4 การย่อยสลายจากการเกิดไฮโดรลิซิส..... 38
4.2.5 การย่อยสลายจากการถูกออกซิไดซ์..... 38
4.3 สารแอนติออกซิแดนต์..... 40
5 วัสดุอุปกรณ์และการดำเนินการวิจัย
5.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง..... 44
5.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ..... 45
5.3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย..... 46
6 ผลการวิจัย..... 51
7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....103
เอกสารอ้างอิง.....104
ภาคผนวก.....107
ประวัติผู้เขียน.....110

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 ลักษณะของน้ำยางที่ได้จากยางบางพันธุ์..... 25

6.1 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของน้ำยางภาคตะวันออกหลังฉายรังสีที่ปริมาณต่างๆโดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆที่ปริมาณ 1 phr..... 52

6.2 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของน้ำยางภาคใต้หลังฉายรังสีที่ปริมาณต่างๆโดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆที่ปริมาณ 1 phr..... 55

6.3 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของน้ำยางภาคตะวันออกหลังฉายรังสีที่ปริมาณต่างๆโดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆที่ปริมาณ 1 phr..... 58

6.4 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของน้ำยางภาคใต้หลังฉายรังสีที่ปริมาณต่างๆโดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆที่ปริมาณ 1 phr..... 62

6.5 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วยน้ำของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคตะวันออกหลังฉายรังสี 15 kGy โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆปริมาณ 1 phr..... 65

6.6 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วยน้ำของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคตะวันออกหลังฉายรังสี 12 kGy โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆปริมาณ 1 phr..... 67

6.7 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วยน้ำของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคใต้หลังฉายรังสี 15 kGyโดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆปริมาณ 1 phr..... 69

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

6.8 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วยน้ำของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคใต้หลังฉายรังสี 12 kGy โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆปริมาณ 1 phr..... 71

6.9 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วย 1% แอมโมเนียของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคตะวันออกหลังฉายรังสี 15 kGy โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆปริมาณ 1 phr..... 74

6.10 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วย 1% แอมโมเนียของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคตะวันออกหลังฉายรังสี 12 kGy โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆปริมาณ 1 phr..... 76

6.11 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วย 1% แอมโมเนียของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคใต้หลังฉายรังสี 15 kGy โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆปริมาณ 1 phr..... 78

6.12 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วย 1% แอมโมเนียของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคใต้หลังฉายรังสี 12 kGy โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆปริมาณ 1 phr..... 80

6.13 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของฟิล์มยางฉายรังสีก่อนและหลังอบที่ 100°C 22 ชม.กับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมโดยใช้น้ำยางจากภาคตะวันออกมี 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางในเวลาที่เหมาะสม..... 82

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

6.14 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของฟิล์มยางฉายรังสีก่อนและหลังอบที่ 100°C 22 ชม.กับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมโดยใช้น้ำยางจากภาคตะวันออกมี n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางในเวลาที่เหมาะสม..... 86

6.15 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของฟิล์มยางฉายรังสีก่อนและหลังอบที่ 100°C 22 ชม.กับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมโดยใช้น้ำยางจากภาคใต้มี 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางในเวลาที่เหมาะสม..... 90

6.16 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของฟิล์มยางฉายรังสีก่อนและหลังอบที่ 100°C 22 ชม.กับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมโดยใช้น้ำยางจากภาคใต้มี n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางในเวลาที่เหมาะสม..... 93

6.17 ผลการทดสอบความหนืดและ pH ของน้ำยางฉายรังสีโดยเติม Vulcanox MB2/Mg เป็นสารป้องกันยางเสื่อมและทิ้งไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ..... 98

6.18 ผลการทดสอบ crosslink density และความต้านแรงดึงของน้ำยางฉายรังสีโดยเติม Vulcanox MB2/Mg เป็นสารป้องกันยางเสื่อม และทิ้งน้ำยางไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ..... 99

สารบัญรูปประกอบ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ หน้า

6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนอบเร่งกับปริมาณรังสีของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr.... 54

6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนอบเร่งกับปริมาณรังสีของน้ำยางภาคใต้โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr..... 57

6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนอบเร่งกับปริมาณรังสีของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr.... 60

6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนอบเร่งกับปริมาณรังสีของน้ำยางภาคใต้โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr..... 64

6.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วยน้ำกลั่นของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr..... 66

6.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วยน้ำกลั่นของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr..... 68

6.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วยน้ำกลั่นของน้ำยางภาคใต้โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr..... 70

สารบัญรูปประกอบ(ต่อ)

รูปที่ หน้า

6.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วยน้ำกลั่นของน้ำยางภาคใต้โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr..... 72

6.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วย 1%NH_3 ของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr..... 75

6.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วย 1%NH_3 ของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr..... 77

6.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วย 1%NH_3 ของน้ำยางภาคใต้โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr..... 79

6.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วย 1%NH_3 ของน้ำยางภาคใต้โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr..... 81

6.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3..... 83

สารบัญรูปประกอบ(ต่อ)

รูปที่ หน้า

6.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3..... 84
6.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3..... 87
6.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3..... 88
6.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคใต้โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3..... 91
6.18 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคใต้โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3..... 92
6.19 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคใต้โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3..... 94

สารบัญรูปประกอบ(ต่อ)

รูปที่ หน้า

6.20 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังอบเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคใต้โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3..... 95

6.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดและค่า pH ของน้ำยางที่เติมสารป้องกันยางเสื่อม Vulcanox MB2/Mg 0.8 phr กับระยะเวลาที่ทิ้งน้ำยางไว้ 0-5 สัปดาห์.....100

6.22 ความสัมพันธ์ระหว่าง crosslink density ของน้ำยางที่เติมสารป้องกันยางเสื่อม Vulcanox MB2/Mg 0.8 phr กับระยะเวลาที่ทิ้งน้ำยางไว้ 0-5 สัปดาห์.....101

6.23 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงก่อนและหลังอบเร่งของน้ำยางที่เติมสารป้องกันยางเสื่อม Vulcanox MB2/Mg 0.8 phr กับระยะเวลาที่ทิ้งน้ำยางไว้ 0-5 สัปดาห์.....102

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย