ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246703

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาสารเติมแต่งไฮบริดสำหรับป้องกันการเสื่อมสภาพยางจากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์และปิโตรเลียมแว็กซ์

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรัตน์ อารีรัตน์ และคณะ

กุมภาพันธ์ 2552

b0025102b

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246703

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาสารเติมแต่งไฮบริดสำหรับป้องกันการเสื่อมสภาพยางจากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์และปิโตรเลียมแว็กซ์

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรัตน์ อารีรัตน์ และคณะ

กุมภาพันธ์ 2552

สัญญาเลขที่ RDG5050100

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาสารเติมแต่งไฮบริดสำหรับป้องกันการเสื่อมสภาพยางจากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์และปิโตรเลียมแว็กซ์

คณะผู้วิจัย	สังกัด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรัตน์ อารีรัตน์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
นายเศษฐการ พรมศิริ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชุดโครงการ วิจัยขนาดกลางเรื่องยางพารา (MPR)

สนับสนุนโดนสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

หน้า

สารบัญ I

แบบสรุปย่อรายงานสำหรับผู้บริหาร 1

บทคัดย่อภาษาไทย 5

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ 6

เนื้อหา 7

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 7

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 8

1.2 ขอบเขตของงานวิจัย 8

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย 9

2. ทฤษฎี แนวคิดในการวิจัยและผลงานที่เกี่ยวข้อง 10

3. วิธีการทดลอง 19

3.1สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 19

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 19

3.3 วิธีการทดลอง 20

3.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์ดานอลในน้ำมัน CNSL ด้วยเทคนิค GC-MS 20

3.3.2 การศึกษาการตกผลึกของแว็กซ์กับคาร์ดานอลในน้ำมัน CNSL 21

3.3.3 การวิเคราะห์สมบัติเชิงความร้อน 21

3.3.4 การเตรียมยางสูตร NR 22

3.3.5 การเตรียมยางสูตร NR/EPDM 22

3.3.6 การขึ้นรูปยาง 23

3. 3.7 การทดสอบสมบัติความต้านทานต่อโอโซน 23

3.3.8 การทดสอบสมบัติความต้านทานต่อการบ่มเร่งด้วยความร้อน 24

3.3.9 การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของยางผสมระหว่าง NR และ EPDM 25

4. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล 26

4.1 ผลของเวลาสำหรับการปรับสภาพน้ำมัน CNSL ต่อปริมาณของคาร์ดานอลที่ได้ 26

4.2 ผลการศึกษาพฤติกรรมการตกผลึกร่วมของแว็กซ์กับน้ำมัน CNSL 27

4.2.1 ผลการสังเกตการตกผลึกร่วมแว็กซ์กับน้ำมัน CNSL 27

4.2.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติเชิงความร้อนของแว็กซ์กับน้ำมัน CNSL ปรับสภาพ 28

4.2.3 ผลการศึกษาพฤติกรรมการตกผลึกร่วมของแว็กซ์กับน้ำมัน CNSL ปรับสภาพที่อุณหภูมิต่างๆ 29
4.2.4 ผลการศึกษาค่าคงที่สมดุลของแข็ง-ของเหลวของคาร์ดานอลในแว็กซ์ผสมน้ำมัน CNSL 30
4.3 ผลของสารเติมแต่งไฮบริดต่อระยะเวลาการคงรูปของยางธรรมชาติ 31
4.4 ผลของสารเติมแต่งไฮบริดต่อความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพของยาง NR 31
4.4.1 ผลของความต้านทานต่อโอโซน 32
4.4.2 ผลของความต้านทานต่อการบ่มเร่งด้วยความร้อน 36
4.5 ผลของสารเติมแต่งไฮบริดต่อความสามารถในการช่วยผสมยาง NR กับยาง EPDM 38
4.5.1 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของตัวอย่างยาง NR/EPDM 38
4.5.2 ผลการทดสอบความต้านทานต่อโอโซน 40
4.5.3 ผลสมบัติเชิงกลของตัวอย่างยาง NR/EPDM ที่ผ่านการบ่มเร่งด้วยความร้อน 42
4.6 ผลการคำนวณเชิงเศรษฐศาสตร์การผลิตสารเติมแต่งไฮบริด 43
4.6.1 ผลการคำนวณต้นทุนการผลิตสารเติมแต่งไฮบริด 44
4.6.2 การประเมินความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์การสร้างโรงงานผลิตสารเติมแต่งไฮบริด 45
5. สรุปผลการทดลอง 51
5.1 ผลของเวลาสำหรับการปรับสภาพน้ำมัน CNSL ต่อปริมาณของคาร์ดานอลที่ได้ 51
5.2 ผลการศึกษาพฤติกรรมการตกผลึกร่วมของแว็กซ์กับน้ำมัน CNSL 51
5.3 ผลของสารเติมแต่งไฮบริดต่อความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพของยาง NR 51
5.4 ผลของสารเติมแต่งไฮบริดต่อการช่วยผสมยาง NR กับยาง EPDM 51
5.5 ผลการคำนวณเชิงเศรษฐศาสตร์การผลิตสารเติมแต่งไฮบริด 51
6. เอกสารอ้างอิง 52
7. ภาคผนวก 54
ภาคผนวก ก. ข้อมูลดิบจากการทดลอง 54
ภาคผนวก ข. รายละเอียดการปรับปรุง / แก้ไขรายงานวิจัย 66
ภาคผนวก ค. ผลงานทางวิชาการที่ได้ตีพิมพ์ 69

แบบสรุปย่อรายงานสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

ชื่อโครงการ การพัฒนาสารเติมแต่งไฮบริดสำหรับป้องกันการเสื่อมสภาพยาง
จากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์และปิโตรเลียมแว็กซ์
Development of Hybrid Additives for Rubber Antioxidation
from CNSL and Petroleum Waxes

หัวหน้าโครงการ หน่วยงานที่สังกัด และที่อยู่

ชื่อ-สกุล ผศ.ดร. สุรัตน์ อารีรัตน์
หน่วยงาน สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่ เลขที่ 3 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 02-7392416
โทรสาร 02-7392416 กด 4
E-mail kasurat@kmitl.ac.th

นักศึกษา/ผู้ร่วมวิจัย นายเศรษฐการ พรมศิริ
งบประมาณทั้งโครงการ 315,000 บาท
ระยะเวลาดำเนินการ 18 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน 2550 ถึงวันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2552

ปัญหาที่ทำวิจัยและความสำคัญ

ยางธรรมชาติ (NR) มีพันธะคู่จำนวนมากในโครงสร้างโมเลกุลทำให้ง่ายต่อการเสื่อมสภาพ โดยทั่วไปแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาคือ การผสมสารป้องกันการเสื่อมสภาพ แต่อย่างไรก็ตาม สารป้องกันการเสื่อมสภาพส่วนใหญ่ได้จากการสังเคราะห์จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีทำให้มีราคาค่อนข้างสูง และในกระบวนการผลิตยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ในขณะเดียวกันเริ่มมีแนวโน้มการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ในการผลิตสารเคมีที่สามารถใช้งานทดแทนก็เป็นอีกทางเลือกใหม่ที่ช่วยเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตร ดังนั้นในงานวิจัยนี้ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (cashew nut shell liquid , CNSL) ซึ่งเป็นวัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีสารประกอบฟีนอลเป็นองค์ประกอบหลัก เพื่อการผลิตสารป้องกันการเสื่อมสภาพและสารช่วยผสมที่เป็นของแข็งระหว่างแว็กซ์ (wax) กับคาร์ดานอล (cardanol) ที่ทำได้โดยการตกผลึกร่วมน้ำมัน CNSL ด้วยแว็กซ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการผลิตสารประกอบฟีนอลจากน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ผสมแว็กซ์เป็นสารป้องกันการเกิดออกซิเดชัน (antioxidants) และสารช่วยผสม (compatibilizer)
2. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการปรับปรุงสมบัติของยางธรรมชาติและยางผสม
3. เพื่อพัฒนาขั้นตอนการผลิตในระดับกึ่งอุตสาหกรรม

ผลการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้ ศึกษากระบวนการผลิตสารเติมแต่งไฮบริด (hybrid additives, HA) จากน้ำมัน CNSL สำหรับป้องกันการเสื่อมสภาพในยางธรรมชาติ (natural rubber, NR) และให้มีความสามารถในการทำหน้าที่เป็นสารช่วยผสมในยางผสมระหว่างยาง NR และยางเอธิลีนโพรพิลีนไดอีนโมโนเมอร์ (Ethylene propylene diene monomer, EPDM) ซึ่งสารเติมแต่ง HA ที่เตรียมได้มีสภาพเป็นของแข็งผสมกันระหว่างแว็กซ์ (wax) กับคาร์ดานอล (cardanol) ที่ได้จากกระบวนการตกผลึกร่วม (co-precipitation) ระหว่างแว็กซ์กับน้ำมัน CNSL โดยงานวิจัยนี้ ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลของสารเติมแต่ง HA ที่เตรียมได้จากน้ำมัน CNSL ไม่ปรับสภาพ (cruded CNSL) และน้ำมัน CNSL ที่ผ่านการปรับสภาพ (treated CNSL) ด้วยปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชันที่อุณหภูมิ 160 °ซ เพื่อเปลี่ยนอนุพันธ์ฟีนอลอื่น ๆ ของน้ำมัน CNSL ให้เป็นคาร์ดานอลในปริมาณที่มากขึ้นกว่าที่มีอยู่ในน้ำมัน CNSL จากธรรมชาติ จากการทดลองทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิคงที่พบว่าการปรับสภาพน้ำมัน CNSL ด้วยปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชันเป็นระยะเวลา 30 นาที สามารถช่วยเพิ่มปริมาณของคาร์ดานอลในน้ำมัน CNSL จากที่มีประมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก สามารถปรับได้เป็นร้อยละ 82 โดยน้ำหนัก และจากนั้นศึกษากระบวนการตกผลึกร่วมระหว่างแว็กซ์กับน้ำมัน CNSL ในหลอดทดลองที่อุณหภูมิ 20 - 50 °ซ โดยทำการปรับเพิ่มปริมาณของน้ำมัน CNSL ที่สัดส่วนต่าง ๆ เพื่อให้ได้ของแข็งผสมที่มีปริมาณของคาร์ดานอลเพียงพอสำหรับทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการเสื่อมสภาพ พร้อมกับรายงานผลการทดลองเป็นความสัมพันธ์ของสัดส่วนคาร์ดานอลที่ได้และอุณหภูมิที่ใช้ในการตกผลึก ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าเมื่อทำการตกผลึกร่วมที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ 30 °ซ) ด้วยสัดส่วนของแว็กซ์ที่ร้อยละ 27 โดยน้ำหนัก ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สารเติมแต่ง HA จากน้ำมัน CNSL ตามธรรมชาติ (ใช้อักษรย่อเป็น "HA-C") และเมื่อใช้น้ำมัน CNSL ที่ผ่านการปรับสภาพเป็นวัตถุดิบ (ใช้อักษรย่อเป็น "HA-T") มีสภาพเป็นของแข็งที่มีปริมาณคาร์ดานอลผสมในปริมาณที่มากพอสำหรับพัฒนาเป็นสารป้องกันการเสื่อมสภาพและสารช่วยผสมในยางได้

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณสารเติมแต่ง HA ทั้งสองชนิด HA-C และ HA-T ในปริมาณเท่ากับ 0 ถึง 10 ส่วนในร้อยส่วนยาง (phr) ต่อความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากโอโซนและความร้อนของตัวอย่างยาง NR เปรียบเทียบกับ Wingstay-L® และคาร์ดานอลสังเคราะห์ในปริมาณเท่ากับ 0.6 phr พบว่าตัวอย่างยาง NR ที่ผสมสารเติมแต่ง HA ในปริมาณ

เท่ากับ 0.8 และ 2.0 phr ทำให้ยาง NR มีความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากโอโซนได้ดีกว่าคาร์ดานอลสังเคราะห์และ Wingstay-L® เนื่องจากสารเติมแต่ง HA เป็นสารป้องกันการเสื่อมสภาพที่มีแว็กซ์และคาร์ดานอลเป็นส่วนประกอบ ทำให้สามารถป้องกันการเสื่อมสภาพได้ทั้งการป้องกันการเข้าทำปฏิกิริยาของโอโซนกับยาง NR โดยแว็กซ์จะแพร่ออกมาเคลือบที่พื้นผิวของยาง NR และการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ของคาร์ดานอล ซึ่งคาร์ดานอลมีพันธะคู่และหมู่ไฮดรอกซิลในโครงสร้างที่พร้อมและว่องไวที่จะเข้าทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระ (อนุมูลอิสระเกิดจากโอโซนที่ผ่านชั้นของฟิล์มแว็กซ์เข้าทำปฏิกิริยากับพันธะคู่ของยาง) ทำให้อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยา อีกทั้งคาร์ดานอลยังมีน้ำหนักโมเลกุลที่น้อยกว่า Wingstay-L® ส่งผลทำให้คาร์ดานอลสามารถแพร่ออกมาทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระที่พื้นผิวของยาง NR ได้ดีกว่าทำให้อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยาต่อเนื่อง ส่งผลให้ยาง NR เสื่อมสภาพได้น้อยลง และจากการเปรียบเทียบค่าองศาของรอยแตกพบว่าการผสมสารเติมแต่ง HA-T ในปริมาณเท่ากับ 2.0 phr ซึ่งเป็นปริมาณที่เทียบเท่าหรือสมมูลกับปริมาณของคาร์ดานอลเท่ากับ 1.2 phr ส่งผลทำให้ตัวอย่างยาง NR มีความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากโอโซนได้ดีกว่าการใช้สารเติมแต่ง HA-C ในปริมาณที่เท่ากัน และจากการศึกษาความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อน พบว่าตัวอย่างยาง NR ที่ผสมสารเติมแต่ง HA-T ในปริมาณเท่ากับ 2.0 phr ยังมีแนวโน้มการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อนได้ใกล้เคียงกับ Wingstay-L® และดีกว่าคาร์ดานอลสังเคราะห์

และจากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณของสารเติมแต่งทั้งสองชนิด HA-C และ HA-T ในปริมาณเท่ากับ 5.0 และ 10.0 phr ต่อความสามารถในการทำหน้าที่เป็นสารช่วยผสมยางผสมระหว่างยาง NR และยาง EPDM โดยความสามารถในการผสมเข้ากันได้ของยางผสมวิเคราะห์จากโครงสร้างจุลภาคของยางผสมด้วย SEM จากผลการทดสอบพบว่าตัวอย่างยางผสมที่ผสมสารเติมแต่ง HA ช่วยทำให้ยางผสมสามารถผสมเข้ากันและเกิดการยึดเกาะระหว่างเฟสยาง NR และยาง EPDM ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากคาร์ดานอลในน้ำมัน CNSL มีโครงสร้างของทั้งส่วนที่เป็นอะโรมาติก (aromatic) และอะลิฟาติก (aliphatic) จำนวนคาร์บอน 15 อะตอม ทำให้สามารถละลายได้ทั้งยาง NR และยาง EPDM จึงทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมประสานระหว่างเฟสของยาง NR และยาง EPDM และจากความสัมพันธ์ของปริมาณสารเติมแต่ง HA ที่ใช้ต่อความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากโอโซนและความร้อน พบว่ายางผสมที่ผสมสารเติมแต่ง HA-T ในปริมาณเท่ากับ 5.0 และ 10.0 phr ซึ่งเป็นปริมาณที่เทียบเท่ากับปริมาณของคาร์ดานอลเท่ากับ 3.0 และ 6.0 phr ส่งผลทำให้ตัวอย่างยางผสมมีความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากโอโซนได้ดีกว่าการใช้สารเติมแต่ง HA-C และ Wingstay-L® ในกรณีของการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อน พบว่ายางผสมที่ผสมสารเติมแต่ง HA-T มีความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพได้ดีกว่าตัวอย่างยาง NR ที่ไม่ผสมสารเติมแต่ง อีกทั้งยังพบว่ายางผสมที่ผสม

สารเติมแต่ง HA-T มีแนวโน้มการต้านทานต่อความร้อนได้ใกล้เคียงกับยางผสมที่เติม Wingstay-L® ได้อีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สารเติมแต่งไฮบริด (HA) จากน้ำมัน CNSL สามารถทำได้โดยการตกผลึกร่วมระหว่างน้ำมัน CNSL กับแว็กซ์ที่ถูกควบคุมสัดส่วนไว้ที่ร้อยละ 27 โดยน้ำหนัก โดยที่สัดส่วนการผสมดังกล่าวสามารถทำการตกผลึกร่วมได้ที่อุณหภูมิห้อง (ที่อุณหภูมิประมาณ 30 ^{O}ซ) และจากการศึกษาถึงอิทธิผลของปริมาณที่ใช้และทำการเปรียบเทียบผลของสารเติมแต่ง HA ต่อความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากโอโซนและความร้อนของตัวอย่างยาง NR พบว่าการผสมสารเติมแต่ง HA-T ในปริมาณเท่ากับ 2.0 phr ทำให้ผลิตภัณฑ์ยาง NR มีความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากโอโซนและความร้อนได้ดีขึ้น และการศึกษาความสามารถในการทำหน้าที่เป็นสารช่วยผสมในยางผสมระหว่างยาง NR และ ยาง EPDM ของสารเติมแต่ง HA พบว่าการผสมสารเติมแต่ง HA-T ในปริมาณเท่ากับ 5.0 และ 10.0 phr ช่วยทำให้ยางผสมสามารถผสมเข้ากันได้ดีและเกิดการยึดเกาะระหว่างเฟสยาง NR และยาง EPDM ได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้ยางผสมมีความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากโอโซนและความร้อนได้ดีขึ้น

จากผลจากทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่า น้ำมัน CNSL มีศักยภาพในการใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตสารเติมแต่งไฮบริดสำหรับการปรับปรุงสมบัติความต้านทานต่อการเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อนและโอโซนในยาง NR และยังสามารถทำหน้าที่เป็นสารช่วยผสมสำหรับยางผสมระหว่าง NR และ EPDM ได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะที่คาดว่าควรวิจัยเพิ่มเติมและวิธีการที่ควรพัฒนาต่อยอดสู่ภาคปฏิบัติจริง

- ควรพัฒนาลักษณะทางกายภาพของสารเติมแต่งไฮบริดให้เหมาะสมกับการใช้จริงในโรงงาน
- ขยายผลการทดลองใช้งานในสูตรยาง โดยทำการทดลองร่วมกับภาคอุตสาหกรรมสำหรับทำผลิตภัณฑ์ยางและเปรียบเทียบคุณภาพตามมาตรฐานที่มีการยอมรับในอุตสาหกรรม

ผลงานทางวิชาการที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

- สามารถเผยแพร่ผลงานในที่ประชุมวิชาการหรือตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการ

บทคัดย่อ

246703

งานวิจัยนี้ศึกษาการพัฒนาสารเติมแต่งไฮบริด (hybrid additives, HA) จากน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (cashew nut shell liquid, CNSL) สำหรับการใช้เป็นสารป้องกันการเสื่อมสภาพ (antioxidant) ในยางธรรมชาติ (natural rubber, NR) และในขณะเดียวกันสารเติมแต่งไฮบริดยังสามารถทำหน้าที่เป็นสารช่วยผสม (compatibilizer) ได้อีกด้วย โดยทำการศึกษาในยางผสมระหว่างยาง NR และยางเอธิลีนโพรพิลีนไดอีนโมโนเมอร์ (ethylene propylene diene monomer , EPDM) ที่สัดส่วน 75/25 โดยน้ำหนัก สารเติมแต่ง HA เป็นของแข็งที่ผสมกันระหว่างแว็กซ์ (wax) กับคาร์ดานอล (cardanol) ในการเตรียมสารเติมแต่ง HA ทำได้โดยการตกผลึกร่วม (co-precipitation) ระหว่างแว็กซ์กับน้ำมัน CNSL ซึ่งน้ำมัน CNSL ที่ใช้เตรียมสารเติมแต่ง HA เป็นน้ำมัน CNSL ที่ผ่านการปรับสภาพ (treated CNSL) ด้วยปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชัน (decarboxylation) และน้ำมัน CNSL ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ (cruded CNSL) โดยนำน้ำมัน CNSL กับแว็กซ์ที่กำหนดสัดส่วนคงที่ที่ร้อยละ 27 โดยน้ำหนักของแว็กซ์ มาผสมกันที่อุณหภูมิ 90 °ซ แล้วจึงทำการตกผลึกร่วมที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 °ซ) ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารเติมแต่ง HA จากน้ำมัน CNSL ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ (HA-C) และจากน้ำมัน CNSL ที่ผ่านการปรับสภาพ (HA-T) จากนั้นนำสารเติมแต่ง HA ทั้งสองเกรดมาศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากโอโซน (ozone resistance) และความร้อน (thermal ageing resistance) กับ Wingstay-L® และคาร์ดานอลสังเคราะห์ในปริมาณ 0.6 phr โดยปรับเปลี่ยนปริมาณของสารเติมแต่ง HA ในปริมาณเท่ากับ 0 ถึง 10.0 ส่วนในร้อยส่วนยาง (phr)

จากการศึกษาผลของเวลาสำหรับการปรับสภาพน้ำมัน CNSL ด้วยปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชันที่อุณหภูมิ 160 °ซ พบว่าการปรับสภาพน้ำมัน CNSL เป็นระยะเวลา 30 นาที สามารถปรับเพิ่มปริมาณของคาร์ดานอลในน้ำมัน CNSL จากที่มีประมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ช่วยเพิ่มได้เป็นร้อยละ 82 โดยน้ำหนัก

และจากการศึกษาและเปรียบเทียบผลของสารเติมแต่ง HA ต่อความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากโอโซนและความร้อนของตัวอย่างยาง NR พบว่าตัวอย่างยาง NR ที่ผสมสารเติมแต่ง HA-T ในปริมาณเท่ากับ 2.0 phr ส่งผลให้ตัวอย่างยาง NR มีความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากโอโซนและความร้อนได้ดีขึ้น ในส่วนของการศึกษาผลของการทำหน้าที่เป็นสารช่วยผสมในยางผสม พบว่าการผสมสารเติมแต่ง HA-T ในปริมาณเท่ากับ 5.0 และ 10.0 phr ทำให้ยางผสมมีการผสมเข้ากันได้ดี (compatible) และมีการยึดเกาะระหว่างเฟส (phases) ของยาง NR และยาง EPDM ที่ดีขึ้น โดยส่งผลให้ยางผสมมีความสามารถในการป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากโอโซนและความร้อนได้ดีขึ้น

ABSTRACT

246703

This research aims to the development of hybrid additives (HA) from cashew nut shell liquid (CNSL), it can be used as an antioxidant agent in natural rubber (NR). Moreover, it can be functioned as a compatibilizer for rubber blends between NR and ethylene propylene diene monomer (EPDM). The blending ratio of NR/EPDM in this research was 75/25 by wt. HA additive was prepared in solid form by blending between wax and cardanol. After hot melt mixing at constant temperature 90 ^{O}C, and given wax composition about 27% by wt. wax/cardanol blends were cooled at room temperature (about 30 ^{O}C) then co-precipitation process of wax/CNSL were taken place. There were two grade of HA additive which HA-C grade was prepared from crude CNSL and HA-T grade was prepared from treated CNSL. The treatment of CNSL by decarboxylation could enrich the amount of cardanol. HA additives were studied and compared the efficiency of being antioxidance in terms of ozone and thermal aging resistance performance with Wingstay-L® and synthesized cardanol of 0.6 phr. The amount of HA additives were varied from ranging of 0 to 10.0 phr.

From investigating of the effect of reaction time on cardanol content in CNSL at 160 ^{O}C in a range of 0 to 60 min, it was found that the reaction time of 30 min the cardanol content in CNSL increased from 10% by wt. to 82% by wt.

From the experimental results, the effect of HA additive content on ozone and thermal aging resistance, it was found that the addition of HA-T additive of 2.0 phr could improve greater ozone and thermal aging resistance of the rubber compound. The results of the effect of HA additives on the compatibility in a 75/25 NR/EPDM blend found that the addition of HA-T additives of 5.0 and 10.0 phr as a compatibilizer in a blend improved the compatible and good interfacial adhesion between the two phases resulted in greater ozone and thermal aging resistance.