รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การเตรียมและสมบัติของยางธรรมชาติวัลคาไนเซท ที่ใช้ซิลิกาจากเถ้าปาล์มน้ำมันเป็นสารเสริมแรง

Preparation and properties of natural rubber vulcanizate containing silica from oil palm fuel ash as a reinforcing filler

คณะนักวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปุญญานิช อินทรพัฒน์ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม

นางสาวจุฑารัตน์ มาลาเวช คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินรายได้มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2557 รหัสโครงการ ENV570554S

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การเตรียมและสมบัติของยางธรรมชาติวัลคาไนเซทที่ใช้ซิลิกาจากเถ้าปาล์มน้ำมันเป็นสารเสริมแรง

(ภาษาอังกฤษ) Preparation and properties of natural rubber vulcanizate containing silica from oil palm fuel ash as a reinforcing filler

คณะนักวิจัย และหน่วยงานต้นสังกัด (คณะ/ภาควิชาหรือหน่วยงาน)

ชื่อหัวหน้าโครงการ หน่วยงานสังกัด และที่อยู่
ชื่อ-สกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปุญญานิช อินทรพัฒน์
หน่วยงาน คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม
ที่อยู่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
โทรศัพท์/โทรสาร 0-7428-6848 / 0-7442-9758
E-mail punyanich@hotmail.com

ชื่อผู้ช่วยวิจัย หน่วยงานสังกัด และที่อยู่
ชื่อ-สกุล นางสาวจุฑารัตน์ มาลาเวช
หน่วยงาน คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม
ที่อยู่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
โทรศัพท์/โทรสาร 0-7428-6848 / 0-7442-9758
E-mail malawet.ch@gmail.com

สารบัญ

ชื่อโครงการ..... i
คณะนักวิจัย และหน่วยงานต้นสังกัด (คณะ/ภาควิชาหรือหน่วยงาน)..... i
กิตติกรรมประกาศ..... vii
บทคัดย่อ.....viii
Abstract ix
บทนำ..... 1
วัตถุประสงค์ของโครงการ 1
การตรวจเอกสาร..... 1
3.1 โครงสร้างทางเคมีและองค์ประกอบของเถ้าปาล์มน้ำมัน..... 1
3.2 การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันเป็นสารตัวเติมในยาง..... 2
3.3 การสกัดซิลิกาจากเถ้าชีวมวล 3
วิธีการทดลอง 4
4.1 การเตรียมสารตัวเติมจากเถ้าปาล์มน้ำมัน 4
4.1.1 คุณภาพของเถ้าปาล์มน้ำมันที่ได้จากวัตถุดิบแตกต่างกัน..... 4
4.1.2 อิทธิพลชนิดของกรด 4
4.1.3 อิทธิพลความเข้มข้นของกรด..... 4
4.1.4 อิทธิพลของอุณหภูมิ..... 4
4.1.5 อิทธิพลของเวลาในการทำปฏิกิริยา..... 4
4.2 การวิเคราะห์โครงสร้างและองค์ประกอบของสารตัวเติม..... 5
4.3 การเตรียมยางคอมพาวนด์ 5
4.3.1 อิทธิพลของปริมาณสารตัวเติมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดต่อสมบัติต่างๆ ของยาง คอมพาวนด์และยางวัลคาไนซ์ 5
4.3.2 อิทธิพลของขนาดอนุภาคเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดต่อสมบัติต่างๆ ของยางคอมพาวนด์และยางวัลคาไนซ์ 6
4.3.3 อิทธิพลของชนิดและสารตัวเติมต่อสมบัติต่างๆ ของยางคอมพาวนด์และยางวัลคาไนซ์..... 7
4.3.4 อิทธิพลของสารคู่ควบไซเลน Bis(3-(triethoxysilyl)propyl) tetrasulfide (TESPT) ต่อสมบัติด้านต่างๆ ของยางคอมพาวนด์และยางวัลคาไนซ์ที่ใช้เถ้าปาล์มน้ำมันสกัดและซิลิกาเป็นสารตัวเติม..... 7
4.4 การทดสอบสมบัติของยาง..... 8
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล..... 11
5.1 การเตรียมสารตัวเติมจากเถ้าปาล์มน้ำมัน 11

5.1.1 คุณภาพของเถ้าปาล์มน้ำมันที่ได้จากวัตถุดิบแตกต่างกัน 11
5.1.2 อิทธิพลชนิดของกรด 12
5.1.3 อิทธิพลความเข้มข้นของกรด 15
5.1.4 อิทธิพลของอุณหภูมิ 15
5.1.5 อิทธิพลของเวลาในการทำปฏิกิริยา 16
5.2 การวิเคราะห์โครงสร้างและองค์ประกอบของสารตัวเติม 17
5.2.1 การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันทางเคมีและองค์ประกอบ 17
5.2.2 สมบัติทางกายภาพของเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดและซิลิกา 18
5.3 สมบัติของยางคอมพาวนด์และยางวัลคาไนเซท 20
5.3.1 อิทธิพลของปริมาณสารตัวเติมจากเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดต่อสมบัติด้านต่างๆ ของยางคอมพาวนด์และยางวัลคาไนซ์ 20
5.3.2 อิทธิพลของขนาดอนุภาคซิลิกาจากเถ้าปาล์มน้ำมันต่อสมบัติด้านต่างๆ ของยางคอมพาวนด์และยางวัลคาไนซ์ 26
5.3.3 อิทธิพลของชนิดของสารตัวเติมต่อสมบัติด้านต่างๆของยางคอมพาวนด์และยางวัลคาไนซ์ 31
5.3.4 อิทธิพลของสารคู่ควบไซเลนต่อสมบัติด้านต่างๆ ของยางคอมพาวนด์และยางวัลคาไนซ์ที่ใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติม 37
เอกสารอ้างอิง 44
ข้อเสนอแนะ 46
ภาคผนวก 47

รายการตาราง

ตารางที่ 1 องค์ประกอบธาตุที่มีในเถ้าปาล์มน้ำมัน 2
ตารางที่ 2 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมยางคอมพาวนด์ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ปริมาณต่างๆ 6
ตารางที่ 3 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมยางคอมพาวนด์ผสมซิลิกาสกัดจากเถ้าปาล์มน้ำมันที่ขนาดอนุภาคต่างๆ 6
ตารางที่ 4 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมยางคอมพาวนด์ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดและซิลิกา เกรด Tokusil 233 7
ตารางที่ 5 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมยางคอมพาวนด์ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดและซิลิกา เกรด Tokusil 233 ร่วมกับการใช้สารคู่ควบไซเลนชนิด TESPT 8
ตารางที่ 6 ลำดับการใส่สารเคมีของการเตรียมยางคอมพาวนด์ 8
ตารางที่ 7 องค์ประกอบของเถ้าปาล์มน้ำมันรวมและเถ้าปาล์มน้ำมันจากเส้นใย 11
ตารางที่ 8 องค์ประกอบของเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ทำปฏิกิริยาชะล้างด้วยกรดชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก 13
ตารางที่ 9 องค์ประกอบออกไซด์ของเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดด้วยกรดฟอร์มิกที่ความเข้มข้นต่างๆ 14
ตารางที่ 10 องค์ประกอบออกไซด์ของเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดด้วยกรดฟอร์มิกที่อุณหภูมิต่างๆ 15
ตารางที่ 11 องค์ประกอบออกไซด์ของเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดด้วยกรดฟอร์มิกที่เวลาในการทำปฏิกิริยาชะล้างต่างๆ 16
ตารางที่ 12 องค์ประกอบออกไซด์ของเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดด้วยกรดฟอร์มิก (สภาวะการสกัดที่ความเข้มข้นกรด 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อุณหภูมิ 60^{O}C เป็นเวลา 60 นาที) และซิลิกาทางการค้า (เกรด Tokusil 233) 18
ตารางที่ 13 สมบัติของเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดและซิลิกา 18
ตารางที่ 14 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ปริมาณต่างๆ 21
ตารางที่ 15 สมบัติของเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ขนาดอนุภาคต่างๆ 27
ตารางที่ 16 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ขนาดอนุภาคต่างๆ 27
ตารางที่ 17 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดเปรียบเทียบกับซิลิกาทางการค้า 31
ตารางที่ 18 อุณหภูมิเริ่มสลายตัว (T_{onset}), อุณหภูมิที่อัตราการสลายตัวสูงสุด (T_{max}) และปริมาณสารที่เหลืออยู่ (Residue) ของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดกับซิลิกา 35
ตารางที่ 19 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดและซิลิการ่วมกับการใช้สารคู่ควบไซเลน TESPT 37

รายการภาพประกอบ

รูปที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของกรดชนิดต่างๆ 13
รูปที่ 2 สเปกตรัมอินฟราเรดของเถ้าปาล์มน้ำมัน (Oil palm ash, OPA), เถ้าปาล์มน้ำมันสกัด (Extracted oil palm ash, EOPA) และ ซิลิกา (Silica) 17
รูปที่ 3 สัณฐานวิทยาของ (a) เถ้าปาล์มน้ำมันสกัด และ (b) ซิลิกา ที่กำลังขยาย 500 เท่า 19
รูปที่ 4 ความหนืดเชิงซ้อนของยางคอมพาวนด์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ปริมาณต่างๆ 20
รูปที่ 5 Payne effect ของยางคอมพาวนด์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ปริมาณต่างๆ 20
รูปที่ 6 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ปริมาณต่างๆ 21
รูปที่ 7 มอดุลัสที่ระยะยืด 100 และ 300 เปอร์เซ็นต์ ของยางธรรมชาติผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ปริมาณต่างๆ 22
รูปที่ 8 ความทนต่อแรงดึงและความต้านทานต่อการฉีกขาดของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ปริมาณต่างๆ 23
รูปที่ 9 ความสามารถในการยืดจนขาดและความแข็งของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ปริมาณต่างๆ 23
รูปที่ 10 ดัชนีการเสริมแรง (Reinforcement index) ของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ปริมาณต่างๆ 24
รูปที่ 11 สัณฐานวิทยาของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ปริมาณ (a) 0 phr, (b) 10 phr, (c) 20 phr, (d) 30 phr, (e) 40 phr และ (f) 50 phr 25
รูปที่ 12 การสึกหรอของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ปริมาณต่างๆ 26
รูปที่ 13 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ขนาดอนุภาคต่างๆ 27
รูปที่ 14 มอดุลัสที่ระยะยืด 100 และ 300 เปอร์เซ็นต์ ของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ขนาดอนุภาคต่างๆ 28
รูปที่ 15 ความทนต่อแรงดึงและความต้านทานต่อการฉีกขาดของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ขนาดอนุภาคต่างๆ 29
รูปที่ 16 ความแข็งของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ขนาดอนุภาคต่างๆ 30
รูปที่ 17 การสึกหรอของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดที่ขนาดอนุภาคต่างๆ 30
รูปที่ 18 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดกับซิลิกาทางการค้า 31
รูปที่ 19 มอดุลัสที่ระยะยืด 100 และ 300 เปอร์เซ็นต์ ของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดกับซิลิกาทางการค้า 32
รูปที่ 20 ความทนต่อแรงดึงและความต้านทานต่อการฉีกขาดของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดกับซิลิกาทางการค้า 32
รูปที่ 21 ความสามารถในการยืด ณ จุดขาด ของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดกับซิลิกาทางการค้า 33
รูปที่ 22 ความแข็งของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดกับซิลิกาทางการค้า 33
รูปที่ 23 การสึกหรอของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดกับซิลิกา 34
รูปที่ 24 เทอร์โมแกรม TG และ DTG ของยางธรรมชาติที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดกับซิลิกา 35
รูปที่ 25 สัณฐานวิทยาของยางธรรมชาติ (a) ไม่ผสมสารตัวเติม (b) ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัด และ (c) ผสมซิลิกา 36
รูปที่ 26 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดและซิลิการ่วมกับการใช้สารคู่ควบไซเลน 37

รูปที่ 27 มอดุลัสที่ระยะยืด 100 และ 300 เปอร์เซ็นต์ ของยางธรรมชาติผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดและซิลิการ่วมกับการใช้สารคู่ควบไซเลน 38
รูปที่ 28 ความทนต่อแรงดึงและความต้านทานต่อการฉีกขาดของยางธรรมชาติผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดและซิลิการ่วมกับการใช้สารคู่ควบไซเลน 39
รูปที่ 29 ความสามารถในการยืดจนขาดของยางธรรมชาติผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดและซิลิการ่วมกับการใช้สารคู่ควบไซเลน 39
รูปที่ 30 ความแข็งของยางธรรมชาติผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดกับซิลิการ่วมกับการใช้สารคู่ควบไซเลน 40
รูปที่ 31 Payne effect ของยางธรรมชาติผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดกับซิลิการ่วมกับการใช้สารคู่ควบไซเลน 41
รูปที่ 32 การสึกหรอของยางธรรมชาติผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดกับซิลิการ่วมกับการใช้สารคู่ควบไซเลน 41
รูปที่ 33 สัณฐานวิทยาของยางธรรมชาติผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดกับซิลิการ่วมกับการใช้สารคู่ควบไซเลน 42

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ได้อนุมัติทุนวิจัยจากเงินรายได้มหาวิทยาลัย และคณะกรรมการพิจารณางานวิจัยทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้ข้อแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ทำให้งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้สนับสนุนเครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งบริษัทท่าฉางสวนปาล์มน้ำมันอุตสาหกรรม จำกัด จังหวัดสุราษฎร์ธานี และบริษัท สุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด จังหวัดชลบุรี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนเถ้าปาล์มน้ำมันในการวิจัยครั้งนี้ อีกทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิจัยครั้งนี้ทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และให้กำลังใจมาโดยตลอด ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์แก่บุคลากรทางการศึกษาและผู้สนใจทั่วไป ตลอดจนจะเป็นประโยชน์ในการสร้างองค์ความรู้ทางด้านการประยุกต์ใช้เถ้าปาล์มน้ำมันในผลิตภัณฑ์ยางต่อไป

ปุญญานิช อินทรพัฒน์

ธันวาคม 2559

บทคัดย่อ

การสกัดเถ้าปาล์มน้ำมันด้วยกรดชนิดต่างๆ เพื่อเพิ่มความบริสุทธิ์ของซิลิกาก่อนนำไปใช้เป็นสารตัวเติมในยาง โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการสกัดโดยกระบวนการชะล้าง ได้แก่ ชนิดของกรด ความเข้มข้นของกรด อุณหภูมิและเวลาในการชะล้างเถ้าปาล์มน้ำมัน ซึ่งพบว่าสภาวะที่ดีที่สุดคือการใช้กรดฟอร์มิก ที่ความเข้มข้น 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อุณหภูมิ 60°C และเวลาในการชะล้าง 60 นาที ทำให้เถ้าปาล์มน้ำมันสกัด มีความบริสุทธิ์ของซิลิกาเพิ่มขึ้นสูงถึง 82.43 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดถูกนำไปใช้ผสมเป็นสารตัวเติมในยางธรรมชาติ โดยศึกษาอิทธิพลของปริมาณเถ้าปาล์มน้ำมันที่ 10, 20, 30, 40, และ 50 phr พบว่าการเพิ่มปริมาณเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดในยางคอมพาวนด์ส่งผลให้เวลาสกอชและเวลาวัลคาไนซ์ลดลง ขณะที่ผลต่างค่าทอร์คเพิ่มขึ้น ส่วนสมบัติเชิงกล พบว่า การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันสกัดส่งผลให้สมบัติเชิงกล (ความทนต่อแรงดึง ความสามารถในการยืดจนขาด และความทนต่อการฉีกขาด) มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณมากขึ้น สำหรับความต้านทานต่อการสึกหรอ พบว่าการใส่เถ้าปาล์มน้ำมันที่ปริมาณ 40 phr ส่งผลให้มีความต้านทานต่อการสึกหรอสูงที่สุด จากสัณฐานวิทยาแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มปริมาณเถ้าปาล์มน้ำมันทำให้มีแนวโน้มรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของ Payne effect หรืออันตรกริยาระหว่างอนุภาคสารตัวเติมกับสารตัวเติม เมื่อเปรียบเทียบขนาดอนุภาคเฉลี่ยของเถ้าปาล์มสกัดจำนวน 3 ขนาด คือ 57, 34 และ 23 ไมโครเมตร ตามลำดับ ที่ปริมาณ 10 phr พบว่า เถ้าปาล์มน้ำมันที่มีขนาดอนุภาคเล็ก ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของเวลาสกอชและเวลาวัลคาไนซ์ ส่วนค่าทอร์คสูงสุดและผลต่างค่าทอร์คมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย สำหรับสมบัติเชิงกลและความต้านทานต่อการสึกหรอมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดอนุภาคเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดเล็กลง โดยที่ความแข็งมีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบสมบัติของยางที่ใช้เถ้าปาล์มน้ำมันสกัดและซิลิกา พบว่า ยางธรรมชาติที่ใส่เถ้าปาล์มน้ำมันสกัดมีเวลาสกอชและเวลาวัลคาไนซ์สั้นกว่ายางธรรมชาติที่ไม่ใส่สารตัวเติมและซิลิกา ตามลำดับ และมีสมบัติเชิงกล ความเสถียรต่อความร้อนภายใต้บรรยากาศไนโตรเจนและความต้านทานต่อการสึกหรอของยางผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดมีค่าสูงกว่าซิลิกาเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบการใช้สารคู่ควบไซเลน TESPT (Bis(3-(triethoxysilyl)propyl) tetrasulfide) ในยางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดและซิลิกา พบว่า ยางผสมเถ้าปาล์มสกัดร่วมกับการใช้ไซเลนจะมีการเพิ่มขึ้นของสมบัติต่างๆ (สมบัติเชิงกล และความต้านทานต่อการสึกหรอ) เพียงเล็กน้อย ส่วนการใช้ไซเลนในยางที่ผสมซิลิกาจะสามารถช่วยปรับปรุงสมบัติต่างๆ ได้อย่างชัดเจนและให้ค่าสูงกว่ายางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันสกัดผสมไซเลน ซึ่งสัมพันธ์กับสัณฐานวิทยาของซิลิกาที่มีการกระจายตัวดีและสม่ำเสมอมากขึ้น รวมทั้ง Payne effect ที่มีค่าลดลง ดังนั้นการใช้เถ้าปาล์มน้ำมันสกัดเป็นสารตัวเติมในยางสามารถนำไปใช้เป็นสารตัวเติมที่ใส่เพื่อเพิ่มเนื้อผลิตภัณฑ์และความแข็งได้ ซึ่งยังไม่สามารถใช้เป็นสารเสริมแรงในยางได้ดีเทียบเท่ากับซิลิกา

Abstract

Extracted oil palm ash (EOPA) was treated by using various acids in order to increase silica purity before using as a filler in rubber. The influences affecting an acid leaching efficiency such as type of acid, acid concentration, temperature and time of acid leaching were investigated. It was found that the optimum acid leaching condition was obtained by using 7 wt% formic acid aqueous solution at temperature of 60°C and leaching time for 60 min yielding EOPA with high silica purity up to 82.43%. Thereafter, EOPA was applied as a filler in natural rubber at different EOPA loading of 10, 20, 30, 40 and 50 phr. It was found that the increase of EOPA loading caused reducing scorch time and cure time, while maximum torque (M_H) and torque difference (ΔT) increased. In the case of mechanical properties, it was found that the use of EOPA provided decreasing trend of the mechanical properties (i.e., tensile strength, elongation at break and tear strength) with increasing its loading, but abrasion resistance showed the maximum value at EOPA loading of 40 phr. From morphology revealed that the increase of EOPA loading tends to agglomerate corresponding to the increase of Payne effect or filler-filler interaction. Considering among different EOPA particle sizes of 23, 34 and 57 micrometer at a given 10 phr, it showed that EOPA with smaller particle size caused an increase of scorch time and cure time. Meanwhile, M_H and ΔT tended to slightly decrease. Mechanical properties and abrasion resistance were superior with small EOPA particle size. Nevertheless, hardness was similar values. Comparing between EOPA and silica filled rubber, it can be seen that EOPA filled compound was shorter scorch time and cure time than unfilled and silica filled compounds, respectively, and mechanical properties, thermal stability under nitrogen atmosphere and abrasion resistance of EOPA filled rubber showed slightly higher than silica filled rubber. Regarding the effect of TESPT (Bis(3-(triethoxysilyl)propyl) tetrasulfide) silane coupling agent in EOPA and silica filled rubbers, it can be seen that EOPA filled rubber with silane exhibited slightly increasing in properties (i.e., mechanical properties and abrasion resistance). Whereas, using silane in silica filled rubber showed remarkably improvement of properties and higher than EOPA filled rubber with silane. This result corresponded with morphology of better silica dispersion and more uniform including the decrease of Payne effect. Consequently, the use of EOPA as a filler in rubber can propose for increasing mass of product and hardness. However, it still can not use as a reinforcing agent as good as silica.