

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ.....	(8)
รายการตาราง.....	(12)
รายการรูป.....	(15)
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 บทนำตั้งเรื่อง.....	1
1.2 การตรวจเอกสาร.....	2
1.3 วัตถุประสงค์.....	8
1.4 ขอบเขตและวิธีการดำเนินงานวิจัย.....	8
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ยางธรรมชาติ.....	9
2.1.1 การจัดเกรดยางธรรมชาติ.....	10
2.1.2 ยางเอทิลีน โพรพิลีน ไดอีน.....	13
2.1.3 กระบวนการแปรรูปยางเอทิลีน โพรพิลีน ไดอีน.....	15
2.2 ยางผสม.....	16
2.2.1 ความเข้ากันของยางผสมและขนาดของวัฏภาค.....	17
2.2.2 สมบัติของยางผสม.....	19
2.2.3 ปัญหาของยางผสม และวิธีการแก้ไข.....	19
2.2.4 แนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากยางผสม.....	20
2.3 สารเคมีสำหรับยาง.....	21
2.4 การเคลือบยางลงบนผ้าใบ.....	31
2.4.1 ผ้าฝ้าย.....	31
2.4.2 ผ้าไนลอน.....	33
2.4.3 หลักการและเทคนิคการเคลือบผ้าใบ.....	36
2.5 ผลิตภัณฑ์ยางที่สัมผัสอาหาร.....	41
2.5.1 กลุ่มของผลิตภัณฑ์ยางที่ต้องสัมผัสอาหาร.....	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.2 ชนิดและปริมาณสารเคมีที่ยอมรับได้ในผลิตภัณฑ์ข้างสัมผัสอาหาร.....	42
2.6 การทดสอบความเป็นพิษของสารเคมี.....	43
3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย	
3.1 วัสดุ.....	49
3.2 อุปกรณ์การทดลอง.....	51
3.3 วิธีการทดลอง.....	52
3.3.1 การเตรียมยางมาสเตอร์แบทช์ (Master Batch) ของเขม่าดำและซิลิกา.....	52
3.4.2 การเตรียมยางคอมปาวด์ด้วยเครื่องบดขยงสองลูกกลิ้ง.....	55
3.3.3 การเคลือบยางลงบนผ้าใบไนลอนและผ้าฝ้ายด้วยเครื่องรีดขยง 3 ลูกกลิ้ง	56
3.4 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของยางธรรมชาติ.....	56
3.4.1 การทดสอบสมบัติการวัลคาไนซ์.....	56
3.4.2 การทดสอบความหนืดมูนนี่.....	56
3.4.3 การทดสอบความต้านทานต่อแรงดึง.....	57
3.4.4 การทดสอบความต้านทานต่อแรงฉีกขาด.....	58
3.4.5 การทดสอบความต้านทานการสึกหรอ.....	59
3.4.6 การทดสอบความแข็ง.....	61
3.4.7 การทดสอบการบ่มเร่ง.....	61
3.4.8 การทดสอบความแข็งแรงของการตีประสานแบบดึงลอก.....	62
3.4.9 การทดสอบความต้านทานต่อโอโซน.....	62
3.4.10 การทดสอบความต้านทานต่อการหักงอ.....	63
3.4.11 การทดสอบความต้านทานต่อการขยายตัวของรอยแตก.....	63
3.4.12 การทดสอบการยึดติระหว่างชั้นผ้าใบ.....	63
3.4.13 การทดสอบความแข็งแรงของผ้าใบที่เคลือบยางแล้ว.....	64
3.4.14 การผลิตถุงบรรจุน้ำ.....	65
4 ผลการทดลอง และวิจารณ์ผลการทดลอง	
4.1 ผลการศึกษาการพัฒนาสูตรยางชั้นผิวหน้า.....	68
4.1.1 ผลการศึกษาอิทธิพลของชนิดและปริมาณสารเสริมแรงต่อสมบัติ ทางกายภาพของยางธรรมชาติ.....	69

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.2 ผลการศึกษาอิทธิพลของปริมาณสารช่วยยึดชนิดไซเลนเกรด Si-69 ต่อสมบัติทางกายภาพของยางธรรมชาติ.....	83
4.1.3 อิทธิพลของสารป้องกันยางเสื่อมชนิดต่างๆ ต่อสมบัติทางกายภาพ ของยางธรรมชาติ.....	90
4.1.4 ผลการศึกษาอิทธิพลของปริมาณ Paraffin Wax ต่อสมบัติด้านความ ต้านทานต่อโอโซนของยางธรรมชาติ.....	97
4.1.5 ผลการศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนยางผสม EPDM/NR ต่อสมบัติทาง กายภาพของยางผสม.....	99
4.2 ผลการศึกษาการพัฒนาสูตรยางระหว่างชั้นผ้าใบ.....	107
4.2.1 ผลการศึกษาความหนืดมูนิของยางคอมปาวด์.....	108
4.2.2 ผลการศึกษาสมบัติความต้านทานต่อแรงดึง.....	109
4.2.3 ผลการศึกษาอิทธิพลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความเหนียว ต่อสมบัติการยึดติดระหว่างชั้นของผ้าใบไนลอนและผ้าฝ้าย.....	110
4.3 ผลการศึกษาอิทธิพลของปริมาณสารเสริมแรง (N 220 N330 และ Hi-Sil 233), Si-69 และ สัดส่วนยาง EPDM/NR ต่อสมบัติการติดประสานระหว่างยางกับ ผ้าใบไนลอนและผ้าฝ้าย.....	115
4.4 ผลการศึกษาอิทธิพลของกาวยางธรรมชาติต่อสมบัติการติดประสานระหว่าง ยางธรรมชาติกับผ้าฝ้าย.....	118
4.4.1 ผลการศึกษาสมบัติการติดประสานระหว่างยางธรรมชาติกับผ้าฝ้าย ที่เคลือบด้วยกาวยางธรรมชาติ.....	119
4.5 ผลการศึกษาเทคนิคการเคลือบยางลงบนผ้าใบด้วยเครื่องรีดยาง 3 ลูกกลิ้ง (Calender) และการเคลือบโดยใช้สารละลายกาวยาง (Rubber Adhesive) ต่อสมบัติการยึดติดระหว่างชั้นยางกับผ้าใบไนลอนและผ้าฝ้าย.....	120
4.6 ผลการศึกษาทิศทางการวางตัวของเส้นใยต่อความแข็งแรงของผ้าใบ.....	123
5 สรุปผลการทดลอง	
5.1 สรุป.....	126
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	130

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	131
ภาคผนวก.....	136
ก. กราฟแสดงลักษณะการวัดค่าไนซ์ของยางธรรมชาติและยางผสม.....	137
ข. ผลงานที่เสนอในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง ประเทศไทย (วทท.) ครั้งที่ 31 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....	141
ประวัติผู้เขียน.....	144

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 สมบัติเด่นและสมบัติค้อยของยางชนิดต่างๆ.....	17
2.2 ค่า Solubility parameter (δ) ของยางที่ผสมเข้ากันไม่ได้.....	18
2.3 ค่า Solubility parameter (δ) ของยางที่ผสมเข้ากันได้.....	18
2.4 วิธีการผสมเขม่าดำปริมาณ 20 phr ในสัดส่วนยาง NR/BR 50 เปอร์เซนต์.....	20
2.5 ตัวอย่างชนิดของสารช่วยยึดชนิดไซเลนที่มีขายในทางการค้า.....	27
2.6 คำแนะนำในการในการเลือกใช้ชนิดของพอลิเมอร์และกลุ่มของไซเลน ให้เหมาะสมกับการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Organo functional groups (X).....	28
2.7 ตัวอย่างสูตรยางห้วนมเด็ก.....	42
2.8 ตัวอย่างค่า LD ₅₀ ของสารเคมีชนิดต่างๆ.....	44
2.9 ตัวอย่างค่า LD ₅₀ ของสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมยาง.....	45
2.10 การจำแนกลำดับความเป็นพิษของสารพิษต่างๆ.....	46
2.11 ค่าเปรียบเทียบขนาดของยาต่อน้ำหนักตัวและพื้นผิว (100 mg/kg) ในคนและสัตว์ต่างๆ.....	47
3.1 ปริมาณยางและสารเคมีที่ใช้เตรียมมาสเตอร์แบทช์ (Master Batch) ของเขม่าดำ.....	54
3.2 ตาราง Running-in และจำนวนรอบที่ต้องทดสอบจริง.....	60
3.3 สูตรยางมาตรฐานสำหรับทดสอบการสึกหรอ.....	61
4.1 สูตรยางที่ใช้ศึกษาผลของปริมาณเขม่าดำเกรด N220 และ N330 ต่อสมบัติทางกายภาพของยางธรรมชาติ.....	68
4.2 สูตรยางที่ใช้ศึกษาผลของปริมาณซิลิกาเกรด Hi-Sil 233 ต่อสมบัติทางกายภาพของยางธรรมชาติ.....	69
4.3 ค่าความหนืดมูนีของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 330 และ Hi-Sil 233.....	70
4.4 ค่าเวลาการวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233 ที่อุณหภูมิ 150 °C เวลา 30 min.....	71
4.5 ค่าเวลาขางคอมปาวด์สุกก่อนกำหนดของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรงชนิด N220 N330 และ Hi-Sil 233 ที่อุณหภูมิ 150 °C เวลา 30 min.....	71
4.6 ค่าความต้านทานต่อแรงดึงของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	73
4.7 ค่า 300% มอดูลัส ของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233...	74

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.8 ค่าระยะยืด ณ จุดขาด ของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233	75
4.9 ค่าความต้านทานต่อแรงดึงที่เปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่งของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	76
4.10 ค่า 300% มอดุลัส ที่เปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่งของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	77
4.11 ค่าระยะยืด ณ จุดขาด ที่เปลี่ยนแปลงหลังบ่มเร่งของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	78
4.12 ค่าความต้านทานต่อการฉีกขาดของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	80
4.13 ค่าดัชนีความต้านทานต่อการสึกหรอของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	81
4.14 ค่าความแข็งของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	82
4.15 สูตรยางที่ใช้ศึกษาอิทธิพลของปริมาณ Si-69 ต่อสมบัติทางกายภาพของยางธรรมชาติ..	83
4.16 สูตรยางที่ใช้ศึกษาอิทธิพลของสารป้องกันยางเสื่อมต่อสมบัติทางกายภาพของยางธรรมชาติ.....	90
4.17 ค่าความต้านทานต่อการขยายตัวของรอยแตกของยางธรรมชาติที่ใช้สารป้องกันยางเสื่อมต่างชนิดกัน.....	97
4.18 สูตรที่ใช้ศึกษาอิทธิพลของปริมาณ Paraffin wax ต่อสมบัติความต้านทานต่อโอโซน..	97
4.19 สูตรยางที่ใช้ศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนยางผสม EPDM/NR ต่อสมบัติทางกายภาพของยางผสม	99
4.20 ค่าการขยายตัวของรอยแตกของยางผสม EPDM/NR.....	106
4.21 สูตรยางชั้นผิวหน้าที่เหมาะที่สุดที่จะนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ถุงเก็บน้ำ.....	107
4.22 สูตรยางที่ใช้ศึกษาอิทธิพลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความเหนียวต่อสมบัติการติดประสานระหว่างชั้นของผ้าใบไนลอนและผ้าฝ้าย.....	108
4.23 สูตรยางระหว่างชั้นผ้าใบที่เหมาะสมสำหรับผ้าใบไนลอนและผ้าฝ้าย.....	115
4.24 สูตรยางที่ใช้ศึกษาอิทธิพลของกาวยางธรรมชาติ ต่อสมบัติการติดประสานระหว่างยางธรรมชาติกับผ้าฝ้าย.....	119

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.25 สูตรยางที่ใช้การศึกษาเทคนิคการเคลือบยางลงบนผ้าใบด้วยเครื่องรีดยาง 3 ลูกกลิ้งและการเคลือบโดยใช้สารละลายกาวยาง.....	121
4.26 สูตรยางที่ใช้ศึกษาทิศทางการวางตัวของเส้นใยในแนว $\pm 45^\circ$ และ $0^\circ/90^\circ$ ต่อความแข็งแรงของผ้าใบไนลอนและผ้าฝ้าย.....	122
4.27 ค่าความทนต่อแรงดึงของผ้าใบไนลอนและผ้าฝ้ายที่เคลือบยางธรรมชาติแล้วในแนวทิศทางการวางตัวของเส้นใย $\pm 45^\circ$	123
4.28 ค่าความทนต่อแรงดึงของผ้าใบไนลอนและผ้าฝ้ายที่เคลือบยางธรรมชาติแล้วในแนวทิศทางการวางตัวของเส้นใย $0^\circ/90^\circ$	124
5.1 สูตรยางที่ใช้เคลือบลงบนผ้าใบไนลอนผ้าใบเพื่อผลิตเป็นถุงบรรจุน้ำ.....	130

รายการรูป

รูปที่	หน้า
2.1	สูตร โครงสร้างทางเคมีของยางธรรมชาติ..... 9
2.2	สูตร โครงสร้างของ Dicyclopentadiene (DCPD)..... 13
2.3	สูตร โครงสร้างของ trans-1,4-hexadiene (1,4 HD)..... 14
2.4	สูตร โครงสร้างของ Ethylidene norbornene (ENB)..... 14
2.5	โครงสร้างของเอทิลีน โพรพิลีนเมื่อรวมกับ Dicyclopentadiene (DCPD)..... 14
2.6	โครงสร้างของเอทิลีน โพรพิลีนเมื่อรวมกับ trans-1,4-hexadiene (1,4 HD)..... 14
2.7	โครงสร้างของเอทิลีน โพรพิลีนเมื่อรวมกับ Ethylidene norbornene (ENB)..... 15
2.8	ความไม่สมดุลของชนิดและปริมาณของพันธะเชื่อมโยงในยางธรรมชาติ..... 19
2.9	ปฏิกิริยาการออกซิเดชันของยางธรรมชาติ..... 24
2.10	กลไกปฏิกิริยา Chain scission..... 24
2.11	ปฏิกิริยาไอโซไนโลซิส..... 25
2.12	สมการการผันกลับของซิติกา..... 27
2.13	ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของสารช่วยยึดชนิดไซเลน..... 28
2.14	ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารช่วยยึดชนิดไซเลนกับซิติกา..... 29
2.15	ปฏิกิริยาระหว่างสารช่วยยึดชนิดไซเลนกับซิติกา และยาง โดยใช้กำมะถัน เป็นสารวัลคาไนซ์..... 29
2.16	ปฏิกิริยาระหว่างสารช่วยยึดชนิดไซเลนกับซิติกา และยาง โดยใช้เปอร์ออกไซด์ เป็นสารวัลคาไนซ์..... 30
2.17	กลไกการยึดติดระหว่างยาง HNBR กับเส้นใยในลอน 6..... 36
2.18	ชุดลูกกลิ้งแบบ Transfer coating..... 38
2.19	ชุดลูกกลิ้งแบบ Direct-gravure coating..... 38
2.20	ชุดลูกกลิ้งแบบ Extrusion coating..... 38
2.21	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพิษที่รับเข้าไป และเปอร์เซ็นต์การตายของสัตว์ ทดลองเมื่อได้รับสารพิษ..... 43
2.22	ความสัมพันธ์ของปริมาณสารและการตอบสนองต่อสารนั้นๆ เพื่อคำนวณดัชนี ความปลอดภัยของสาร..... 47
3.1	ลักษณะตัวอย่างขึ้นทดสอบรูปดัมเบล..... 57
3.2	ลักษณะตัวอย่างขึ้นทดสอบรูปมุม..... 59

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
3.3	ลักษณะการดึงขึ้นทดสอบในทิศทางตรงกันข้าม 180°.....	64
3.4	ทิศทางการวางตัวของเส้นใยในแนว 0°/90°.....	64
3.5	ทิศทางการวางตัวของเส้นใยในแนว ± 45°.....	65
3.6	ลักษณะแผ่นผ้าใบที่เคลือบด้วยยางแล้ว.....	65
3.7	พับแผ่นยางเข้าหากันแล้วเย็บด้านข้างด้วยด้ายไนลอน.....	66
3.8	ซีลรอยเย็บด้วยยางคอมปาวด์.....	66
3.9	ชุดฝาปิดประกอบด้วย ฝาเกลียว น็อต แกนเกลียว และ แหวน.....	66
3.10	กลับด้านให้ตะเข็บอยู่ด้านในแล้วประกอบชุดฝา.....	66
3.11	เย็บด้านท้ายด้วยด้ายไนลอน.....	67
3.12	ปะทับรอยเย็บด้านท้ายด้วยยางคอมปาวด์.....	67
3.13	ลักษณะของถุงเก็บน้ำก่อนอบ.....	67
3.14	ลักษณะของถุงเก็บน้ำหลังอบ.....	67
4.1	ค่าความเหนียวของยางคอมปาวด์ที่ใช้สารเสริมแรง N220, N330 และ Hi-Sil 233	70
4.2	ค่าเวลาวัลคาไนซ์และเวลาของยางสุกก่อนกำหนดของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233 ที่อุณหภูมิ 150 °C เวลา 30 min.....	72
4.3	ค่าความต้านทานต่อแรงดึงของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	74
4.4	ค่า 300% มอดุลัส ของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233...	75
4.5	ค่าระยะยืด ณ จุดขาดของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233	76
4.6	ค่าความต้านทานต่อแรงดึงที่เปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่งของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	77
4.7	ค่า 300% มอดุลัส ที่เปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่งของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	78
4.8	ค่าระยะยืด ณ จุดขาด ที่เปลี่ยนแปลงหลังบ่มเร่งของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	79
4.9	ความต้านทานต่อการฉีกขาดของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	80

รายการรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 ค่าดัชนีความต้านทานต่อการสึกหรอของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	81
4.11 ค่าความแข็งของยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	82
4.12 ค่าความหนืดมูนีของยางคอมปาวด์ที่ใช้ Si-69 ปริมาณต่างๆ.....	84
4.13 ค่าเวลาการวัลคาไนซ์และเวลายางคอมปาวด์สุกก่อนกำหนดของยางธรรมชาติที่ใช้ Si-69 ปริมาณต่างๆ ที่อุณหภูมิ 150 °C เวลา 30 min.....	85
4.14 ค่าความต้านทานต่อแรงดึง และ 300% มอดุลัส ของยางธรรมชาติที่ใช้ Si-69 ปริมาณต่างๆ.....	86
4.15 ค่าระยะยืด ณ จุดขาด ของยางธรรมชาติที่ใช้ Si-69 ปริมาณต่างๆ.....	86
4.16 สมบัติของแรงดึงภายหลังการบ่มเร่งของยางธรรมชาติที่ใช้ Si-69 ปริมาณต่างๆ.....	87
4.17 ค่าความแข็งของยางธรรมชาติที่ใช้ Si-69 ปริมาณต่างๆ.....	88
4.18 ค่าดัชนีความต้านทานต่อการสึกหรอของยางธรรมชาติที่ใช้ Si-69 ปริมาณต่างๆ.....	88
4.19 ค่าความต้านทานต่อการฉีกขาดของยางธรรมชาติที่ใช้ Si-69 ปริมาณต่างๆ.....	89
4.20 ค่าความต้านทานต่อแรงดึงของยางธรรมชาติที่ใช้สารป้องกันยางเสื่อมต่างชนิดกัน...	91
4.21 ค่า 300% มอดุลัส ของยางธรรมชาติที่ใช้สารป้องกันยางเสื่อมต่างชนิดกัน.....	91
4.22 ค่าระยะยืด ณ จุดขาด ของยางธรรมชาติที่ใช้สารป้องกันยางเสื่อมต่างชนิดกัน.....	92
4.23 ค่าความต้านทานต่อแรงดึงที่เปลี่ยนแปลงหลังบ่มเร่งของยางธรรมชาติที่ใช้สารป้องกันยางเสื่อมต่างชนิดกัน.....	93
4.24 ค่า 300% มอดุลัส ที่เปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่งของยางธรรมชาติที่ใช้สารป้องกันยางเสื่อมต่างชนิดกัน.....	93
4.25 ค่าระยะยืด ณ จุดขาดที่เปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่งของยางธรรมชาติที่ใช้สารป้องกันยางเสื่อมต่างชนิดกัน.....	94
4.26 ลักษณะยางธรรมชาติที่ใช้สารป้องกันยางเสื่อมต่างชนิดกันก่อนอบด้วยตู้อบ โอ โชน	95
4.27 ลักษณะยางธรรมชาติที่ใช้สารป้องกันยางเสื่อมต่างชนิดกันภายหลังจากอบด้วยตู้อบ โอ โชนที่ความเข้มข้น โอ โชน 25 pphm อุณหภูมิ 40 °C เวลา 72 hr.....	95
4.28 ค่าความต้านทานต่อการหักงอของยางธรรมชาติที่ใช้สารป้องกันยางเสื่อมต่างชนิดกัน	96
4.29 ลักษณะของยางธรรมชาติที่ใช้ Paraffin wax ปริมาณต่างกันก่อนอบด้วยตู้อบ โอ โชน....	98

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.30	ลักษณะของยางธรรมชาติที่ใช้ Paraffin Wax ปริมาณต่างกันที่ความเข้มข้น โอ โชน 25 pphm อุณหภูมิ 40 °C เวลา 72 hr.....	98
4.31	ค่าความหนืดมูนิของยางผสม EPDM/NR.....	100
4.32	ค่าเวลาการวัลคาไนซ์และเวลายางคอมปาวด์สุกก่อนกำหนดของยางผสม EPDM/NR ที่อุณหภูมิ 150 °C เวลา 30 min.....	100
4.33	ค่าความต้านทานต่อแรงดึง และ 300% มอดุลัส ของยางผสม EPDM/NR.....	101
4.34	ค่าระยะยืด ณ จุดขาด ของยางผสม EPDM/NR.....	102
4.35	สมบัติของแรงดึงที่เปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่งของยางผสม EPDM/NR.....	102
4.36	ค่าความต้านทานต่อการฉีกขาดของยางผสม EPDM/NR.....	103
4.37	ค่าดัชนีความต้านทานต่อการสึกหรอของยางผสม EPDM/NR.....	103
4.38	ลักษณะยางธรรมชาติก่อนอบด้วยตู้อบ โอ โชนของยางผสม EPDM/NR.....	104
4.39	ลักษณะยางธรรมชาติภายหลังจากอบด้วยตู้อบ โอ โชนของยางผสม EPDM/NR.....	104
4.40	ค่าความแข็งของยางผสม EPDM/NR.....	105
4.41	ค่าความต้านทานต่อการหักงอของยางผสม EPDM/NR.....	105
4.42	ค่าความหนืดมูนิของยางธรรมชาติที่ใช้ชนิดและปริมาณสารเพิ่มความเหนียวต่างชนิดกัน.....	109
4.43	ค่าความต้านทานต่อแรงดึง และ 300% มอดุลัส ของยางธรรมชาติที่ใช้ชนิด และปริมาณสารเพิ่มความเหนียวต่างชนิดกัน.....	110
4.44	ค่าระยะยืด ณ จุดขาด ของยางธรรมชาติที่ใช้ชนิดและปริมาณสารเพิ่มความเหนียวต่างชนิดกัน.....	110
4.45	ค่าความแข็งแรงการยึดติระหว่างชั้นของผ้าใบไนลอนของยางธรรมชาติที่ใช้ชนิด และปริมาณสารเพิ่มความเหนียวต่างชนิดกัน.....	111
4.46	ค่าความแข็งแรงการยึดติระหว่างชั้นของผ้าฝ้ายของยางธรรมชาติที่ใช้ชนิด และปริมาณสารเพิ่มความเหนียวต่างชนิดกัน.....	112
4.47	ลักษณะ โครงสร้างการถักทอของผ้าใบไนลอน.....	113
4.48	ลักษณะ โครงสร้างการถักทอของผ้าฝ้าย.....	113
4.49	ภาพตัดขวางของชั้นผ้าใบไนลอนกับยางธรรมชาติ (สูตร Si10).....	114
4.50	ภาพตัดขวางของชั้นผ้าฝ้ายกับยางธรรมชาติ (สูตร Si10).....	114

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.51 ภาพตัดขวางของชั้นผ้าฝ้ายกับยางธรรมชาติ (สูตร Si10WR5).....	114
4.52 ค่าความแข็งแรงของการติดประสานระหว่างยางธรรมชาติกับผ้าฝ้ายของ ยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	116
4.53 ค่าความแข็งแรงของการติดประสานระหว่างยางธรรมชาติกับผ้าใบไนลอนของ ยางธรรมชาติที่ใช้สารเสริมแรง N220 N330 และ Hi-Sil 233.....	117
4.54 ความแข็งแรงการติดประสานระหว่างยางธรรมชาติกับผ้าใบไนลอนและผ้าฝ้าย ของยางธรรมชาติที่ใช้ Si-69 ปริมาณต่างๆ.....	117
4.55 ค่าความแข็งแรงของการติดประสานระหว่างยางผสม EPDM/NR กับผ้าใบไนลอน และผ้าฝ้าย.....	118
4.56 ค่าความแข็งแรงของการติดประสานระหว่างยางธรรมชาติกับผ้าฝ้าย ของผ้าฝ้าย ที่เคลือบกาวยางธรรมชาติ และไม่เคลือบกาวยางธรรมชาติ.....	120
4.57 ค่าความแข็งแรงของการยึดติดระหว่างชั้นผ้าใบ ของผ้าใบที่ใช้เทคนิคการเคลือบยาง โดยใช้เครื่องรีดยาง 3 ลูกกลิ้ง และการเคลือบโดยใช้สารละลายกาวยาง.....	122
4.58 ค่าความทนต่อแรงดึงของผ้าใบไนลอนและผ้าฝ้ายที่เคลือบยางแล้วเมื่อให้เส้นใย ทำมุม 0 °/90 ° และ ± 45°	124
4.59 ทดสอบเติมน้ำปริมาตร 25 L.....	125
4.60 ทดสอบกลิ้งและชักลาก.....	125
4.61 ทดสอบยกและโยน.....	125
4.62 ทดสอบการถ่ายเทน้ำ.....	125
4.63 เมื่อเทน้ำออกแล้วสามารถม้วน หรือพับเก็บได้.....	125
ก.1 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางที่ใช้เขม่าดำเกรด N220 ที่อุณหภูมิ 160 °C เวลา 60 min.....	137
ก.2 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางที่ใช้เขม่าดำเกรด N330 ที่อุณหภูมิ 160 °C เวลา 60 min.....	137
ก.3 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางที่ใช้สารตัวเติมซิลิกาเกรด Hi-Sil 233 ที่อุณหภูมิ 160 °C เวลา 60 min.....	138
ก.4 ลักษณะการวัลคาไนซ์ ของยางที่ใช้ไซเลนปริมาณต่างๆ ที่อุณหภูมิ 160 °C เวลา 60 min.....	138

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.5 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางที่ใช้สารป้องกันยางเสื่อมชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 160 °C เวลา 60 min.....	139
ก.6 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางที่ใช้สัดส่วนยาง EPDM/NR ที่อุณหภูมิ 160 °C เวลา 60 min.....	139
ก.7 ลักษณะการวัลคาไนซ์ของยางที่ใช้ชนิดและปริมาณสารเพิ่มความเหนียว (Tackifier) ต่างชนิดกันที่อุณหภูมิ 160 °C เวลา 60 min.....	140