

สารบัญ

	หน้า
หน้าอำนวยการ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญ (ต่อ)	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
สารบัญรูป (ต่อ)	ซ
สารบัญรูป (ต่อ)	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	3
1.6 สถานที่ทำการวิจัย	3
1.7 คำนียามศัพท์เฉพาะ	3
1.8 อักษรย่อ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แกลบ	5
2.2 ชีลิกา	5
2.2.1 องค์ประกอบของแกลบ	6
2.2.2 การผลิตชีลิกาจากแกลบ	8
2.3 ชีลิกา	8
2.4 ยางธรรมชาติ	8
2.4.1 การออกสูตรผลิตภัณฑ์	11
2.4.2 การผสมยาง	25
2.4.3 การขึ้นรูปและการคงรูปยาง	28

2.4.4 การตกแต่งผลิตภัณฑ์อย่าง	29
2.5 การทดสอบสมบัติของยาง	29
2.5.1 การทดสอบลักษณะการคงรูปของยาง	29
2.5.2 การทดสอบสมบัติของยางคงรูป	31
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	40
3.2 วัสดุและสารเคมี	41
3.3 วิธีการทดลอง	41
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 สมบัติของซีลิกาจากแกลบ	45
4.2 ลักษณะการคงรูปของยาง	46
4.3 ทดสอบสมบัติของยางคงรูป	48
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	
5.1 สรุปผลการทดลอง	53
5.2 ข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก ก	57
ภาคผนวก ข	71
ประวัติผู้วิจัย	82

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 สมบัติและองค์ประกอบของแก้วเคลือบ	7
ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของแก้วเคลือบ	7
ตารางที่ 2.3 การแบ่งกลุ่มขององค์ประกอบที่ใช้ในการผสมเคมียาง	12
ตารางที่ 2.4 แสดงลำดับของการผสมสารเคมีโดยทั่วไป	27
ตารางที่ 3.1 ปริมาณการใส่สารเสริมแรงในแต่ละตัวอย่าง	43
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของซิลิกาจากเคลือบและซิลิกาเกรดการค้า (Hi-sil 255)	45
ตารางที่ 4.2 ผลของปริมาณสารเสริมแรงในการศึกษาลักษณะการคงรูป	47
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบค่าความต้านทานต่อแรงดึงของยางในแต่ละสูตร	49
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบค่าการยืดตัว ณ จุดขาดของยางในแต่ละสูตร	50
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบค่าโมดูลัสของยางในแต่ละสูตร	51
ตารางที่ 5.1 แสดงคุณลักษณะซิลิกาจากเคลือบและคุณสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติที่เสริมแรงด้วยซิลิกาจากเคลือบ 50 phr	54

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 การดูดซึมและการสะสมซิลิกาในข้าว	6
รูปที่ 2.2 สูตรโครงสร้างของยางธรรมชาติ	8
รูปที่ 2.3 โมเดลแสดงลักษณะโมเลกุลของยาง	11
(ก) ลักษณะโมเลกุลของยางก่อนการวัลคาไนซ์	
(ข) ลักษณะโมเลกุลของยางหลังการวัลคาไนซ์	
รูปที่ 2.4 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง	11
รูปที่ 2.5 แผนผังแสดงขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาของรูปด้วยกำมะถัน	15
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของเขม่าดำ	17
รูปที่ 2.7 หมูฟุ้งกึ่งชั้นเคมีบนพื้นผิวของเขม่าดำ	18
รูปที่ 2.8 โมเดลแสดงลักษณะโครงสร้างของซิลิกา	20
รูปที่ 2.9 รูปแบบต่างๆ ของหมูโซลานอลบนพื้นผิวของซิลิกา	21
รูปที่ 2.10 แบบจำลองลักษณะของสารตัวเติมเสริมแรง	22
รูปที่ 2.11 กลไกการเข้าไปรวมกันระหว่างยางและสารตัวเติม	22
รูปที่ 2.12 โมเดลแสดงลักษณะการผสม	23
(ก) ยางที่มีการกระจายตัวที่ไม่ดี	
(ข) ยางที่มีการกระจายตัวที่ดี	
รูปที่ 2.13 โมเดลแสดงลักษณะการผสม	24
(ก) ยางที่มีการกระจายตัวที่ดีแต่ไม่มีการแตกตัว	
(ข) ยางที่มีการกระจายตัวและการแตกตัวที่ดี	
รูปที่ 2.14 เครื่องรีดแบบ 2 ลูกกลิ้ง	26
รูปที่ 2.15 เครื่องกดอัดไฮดรอลิก	28
รูปที่ 2.16 ลักษณะพื้นฐานของแม่พิมพ์แบบกดอัด	29
รูปที่ 2.17 เส้นกราฟการคงรูปที่วัดได้จากเครื่อง ODR	30
รูปที่ 2.18 ชิ้นทดสอบและหัวกดแบบต่างๆ สำหรับวัดค่าความแข็ง	32
รูปที่ 2.19 เครื่อง Tensile testing machine	32
รูปที่ 2.20 รูปร่างของชิ้นทดสอบสำหรับการทดสอบสมบัติแรงดึง	34
(ก) รูปคัมเบลล์	
(ข) รูปวงแหวน	
รูปที่ 2.21 ลักษณะของชิ้นทดสอบตามมาตรฐาน BS 903	36
รูปที่ 4.1 ค่าระยะเวลาของการคงรูปที่เหมาะสมของสารประกอบยาง	47

รูปที่ 4.2 ความต้านทานต่อแรงดึงของสารประกอบยาง	49
รูปที่ 4.3 การยึดตัว ณ จุดขาดของสารประกอบยาง	50
รูปที่ 4.4 ค่ามอดูลัสของสารประกอบยาง	51
รูปที่ 4.5 ความแข็งของสารประกอบยาง	52
รูปที่ 4.6 ความทนทานต่อการสึกหรอของสารประกอบยาง	52
รูปผนวก ก1.ผลของการศึกษาลักษณะการคงรูป (R-1)	58
รูปผนวก ก2.ผลของการศึกษาลักษณะการคงรูป (R-2,R-3,R-4)	59
รูปผนวก ก3.ผลของการศึกษาลักษณะการคงรูป (R-5)	60
รูปผนวก ก4.ผลของการศึกษาลักษณะการคงรูป (R-6)	61
รูปผนวก ก5. แสดงผลการทดสอบค่าแรงดึงก่อนการบ่มเร่ง (R-1)	62
รูปผนวก ก6. แสดงผลการทดสอบค่าแรงดึงก่อนการบ่มเร่ง (R-2)	63
รูปผนวก ก7. แสดงผลการทดสอบค่าแรงดึงหลังการบ่มเร่ง (R-2)	64
รูปผนวก ก8. แสดงผลการทดสอบค่าแรงดึงก่อนการบ่มเร่ง (R-3)	65
รูปผนวก ก9. แสดงผลการทดสอบค่าแรงดึงหลังการบ่มเร่ง (R-3)	66
รูปผนวก ก10. แสดงผลการทดสอบค่าแรงดึงก่อนการบ่มเร่ง (R-4)	67
รูปผนวก ก11. แสดงผลการทดสอบค่าแรงดึงหลังการบ่มเร่ง (R-4)	68
รูปผนวก ก12. แสดงผลการทดสอบค่าแรงดึงก่อนการบ่มเร่ง (R-6)	69
รูปผนวก ก13. รายงานการทดสอบคุณสมบัติของซิลิกาที่ผลิตจากแกลบ	70
รูปผนวก ข1. ดินยางพารา	72
รูปผนวก ข2. ลักษณะของน้ำยางจากดินยางพารา	72
รูปผนวก ข3. ลักษณะผลึกควอตซ์ (SiO ₂)	73
รูปผนวก ข4. แกลบ	73
รูปผนวก ข5. การคัดแกลบ	74
รูปผนวก ข6. การแช่แกลบทิ้งไว้	74
รูปผนวก ข7. แกลบหลังจากแช่ HCl 6M ไว้ 1 สัปดาห์	75
รูปผนวก ข8. ชั่งแกลบก่อนการเผา	75
รูปผนวก ข9. แกลบก่อนเผา	76
รูปผนวก ข10. ซิลิกาได้จากการเผาแกลบ	76
รูปผนวก ข11. การกรีดยางระหว่างการบดยางด้วยเครื่องบดสองลูกกลิ้ง	77
รูปผนวก ข12. แผ่นยางสำหรับการทดสอบค่าความต้านทานแรงดึง	77
รูปผนวก ข13. แผ่นยางสำหรับทดสอบด้วยเครื่อง ODR	78
รูปผนวก ข14. ชั้นทดสอบรูปดัมเบลล์	78

รูปผนวก ข15. เต้าเผาไฟฟ้า	79
รูปผนวก ข16. เครื่อง ODR	79
รูปผนวก ข17. เครื่องตัดชิ้นทดสอบ	80
รูปผนวก ข18. เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง	80
รูปผนวก ข19. เครื่องบดยางสองลูกกลิ้ง	81