

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1.1 ยางธรรมชาติ (Natural rubber, NR)	3
2.1.2 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ยางและขึ้นรูปยาง	8
2.1.3 เส้นใย (Fiber)	16
2.1.4 คอมโพสิต (Composite)	22
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินวิจัย	33
3.1 วัสดุและสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย	33
3.1.1 วัสดุ	33
3.1.2 สารเคมี	35
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	35
3.3 วิธีการทดลอง	38
3.3.1 การปรับปรุงผิวเส้นธรรมชาติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	38
3.3.2 สารเคมี ที่ใช้ในการทดลอง	40
3.3.3 การผสมยางกับสารเคมีด้วยเครื่องบดสองลูกกลิ้ง	41
3.3.4 วิธีการขึ้นรูปยางด้วยเครื่องอัด	41
3.3.5 การทดสอบสมบัติความแข็งของยางคงรูป	42
3.3.6 การทดสอบต่อสมบัติการทนต่อแรงดึง	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	45
4.1 ผลของเวลาการคงรูปยาง	45
4.2 สมบัติทางกล	49
4.1.1 ค่าความแข็ง	49
4.1.2 ค่าความแข็งแรงดึง	49
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	52
5.1 สรุปผลการทดลอง	52
5.2 ข้อเสนอแนะ	52
บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย	53
6.1 การเผยแพร่	53
บรรณานุกรม	54
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก เอกสารหลักฐานอ้างอิงของผลผลิตบทที่ 6	56
ภาคผนวก ข ผลการทดสอบ	62
ภาคผนวก ค สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย	65
ประวัตินักวิจัย	67

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงสูตรโครงสร้างแบบ cis-1,4-polyisoprene ของยางธรรมชาติ	3
2.2 การแบ่งตามส่วนประกอบและชนิดของยางธรรมชาติ	5
2.3 โครงสร้างการเชื่อมโยงแบบต่างๆ	12
2.4 กราฟแสดงการวัลคาไนซ์แบบต่างๆ	13
2.5 ขั้นตอนการวัลคาไนซ์ยางคอมพาวด์	13
2.6 หัวกดแบบต่างๆ สำหรับการวัลคาไนซ์ความแข็ง	14
2.7 ตัวอย่างทดสอบรูป Dumb-bell ตามมาตรฐาน ASTM D412	15
2.8 แสดงโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุลของเซลลูโลส	18
2.9 แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุลเอมิเซลลูโลส	18
2.10 แสดงรูปร่างหน้าตัดขวางของเส้นใยต่างๆ	21
2.11 ลักษณะต่างๆของเฟสที่กระจายตัวอยู่ที่ส่งผลต่อสมบัติสุดท้ายของคอมโพสิต ได้แก่ ความเข้มข้น (ปริมาณ) ขนาด รูปร่าง การกระจาย และการจัดเรียงตัว	23
2.12 แผนผังการแบ่งประเภทของคอมโพสิต	24
3.1 ยางแท่ง STR 5L	33
3.2 เส้นใยกาบมะพร้าว	34
3.3 เส้นใยปาล์ม	34
3.4 เส้นใยหมาก	34
3.5 เส้นใยแก้ว ชนิด E glass	34
3.6 เครื่องบดยางสองลูกกลิ้ง (Two roll mill)	36
3.7 เครื่องทดสอบหาเวลาการวัลคาไนซ์ของยาง Moving Die Rheometer (MDR)	36
3.8 เครื่องอัดแม่พิมพ์ยางไฮดรอลิก (Compression molding)	37
3.9 เครื่องทดสอบแรงดึง (Universal Testing Machine)	37
3.10 เครื่องมือทดสอบสมบัติความแข็ง (Hardness tester)	37
3.11 ตู้อบ (OVEN) รุ่น ED/FD	38
3.12 เครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 3 ตำแหน่ง	38
3.13 แสดงตัวอย่าง dies ที่ใช้ตัดขึ้นทดสอบรูปดัมเบลล์	38
3.14 แสดงการเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	39
3.15 แสดงการนำเส้นใย แซ่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	39
3.16 แสดงการอบเส้นใย	40
3.17 ชิ้นงานที่ทำการหาเวลาคงรูปยาง	41
3.18 แม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปยาง (ก) และ (ข) ชิ้นงาน (ค)	42
3.19 ขึ้นทดสอบรูปดัมเบลล์ (Die C) สำหรับการทดสอบความทนต่อแรงดึง	43
3.20 แสดงการทดสอบ Tensile Strength (ASTM D412)	43
3.21 แสดงลักษณะชิ้นงานสำหรับการทดสอบแรงดึง Tensile Strength (ASTM D412)	44
4.1 ผลของปริมาณเส้นใยต่อค่าทอร์กสูงสุดของคอมโพสิตที่มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการวัลคาไนซ์กับปริมาณความยาวเส้นใยที่ต่างกัน	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.2 ผลของปริมาณเส้นใยต่อค่าทอร์กต่ำสุดของคอมโพสิตที่มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการวัลคาไนซ์กับปริมาณความยาวเส้นใยที่ต่างกัน	47
4.3 ผลของปริมาณเส้นใยต่อค่าเวลาการสกรูของคอมโพสิตที่มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการวัลคาไนซ์กับปริมาณความยาวเส้นใยที่ต่างกัน	48
4.4 ผลของปริมาณเส้นใยต่อค่าเวลาการคงรูปของคอมโพสิตที่มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการวัลคาไนซ์กับปริมาณความยาวเส้นใยที่ต่างกัน	48
4.5 ผลของปริมาณเส้นใยต่อค่าความแข็งของคอมโพสิตที่มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการวัลคาไนซ์กับปริมาณความยาวเส้นใยที่ต่างกัน	49
4.6 ผลของปริมาณเส้นใยต่อค่าความต้านทานแรงดึงของคอมโพสิตที่มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการวัลคาไนซ์กับปริมาณความยาวเส้นใยที่ต่างกัน	50
4.7 ผลของปริมาณเส้นใยต่อค่าการยืดตัวก่อนขาดของคอมโพสิตที่มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการวัลคาไนซ์กับปริมาณความยาวเส้นใยที่ต่างกัน	51

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 การเปรียบเทียบการใช้งานชนิดของยางดิบ	5
2.2 ส่วนประกอบของน้ำยางสด	6
2.3 มาตรฐานยางแท่งของไทย (Standard Thai Rubber)	8
2.4 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตยางแท่งที่ผลิตในประเทศไทย	8
2.5 แสดงความหนาแน่นและสมบัติเชิงกลของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่างๆ	17
2.6 ส่วนประกอบของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่างๆ	19
2.7 ขนาดของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่างๆ	21
3.1 แสดงสารเคมีในการวิจัย	35
3.2 สูตรผสมของยางในการทดสอบ	40
4.1 สมบัติการคงรูปของยางธรรมชาติที่เสริมแรงด้วยเส้นใยที่ได้มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการทำวัลคาไนซ์ที่ปริมาณเส้นใยต่างๆ	46
ข.1 แสดงผลการทดสอบเชิงกล	63