

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพประกอบ	(12)
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 บทนำตั้งเรื่อง	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. ตรวจสอบเอกสาร	3
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำยางธรรมชาติ	3
2.2 ยางธรรมชาติอีพอกไซค์	11
2.3 วัสดุแก้วและการยึดเกาะ	23
2.4 ชนิดของข้อต่อไม้ที่ใช้ในเฟอร์นิเจอร์	36
2.5 สารเพิ่มการยึดติด	37
3. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	45
3.1 สารเคมี	45
3.2 อุปกรณ์	46
3.3 วิธีการวิจัย	49
4. ผลการทดลองและวิจารณ์	56
4.1 การวิเคราะห์สมบัติของยางธรรมชาติอีพอกไซค์	56
4.2 การเตรียมสารเพิ่มการยึดติด	62
4.3 การเตรียมกาวยาง	63
4.4 การทดสอบคุณสมบัติของกาว	75
4.5 การทดสอบความต้านแรงลอก	78
4.6 การทดสอบความต้านแรงเฉือน	81
4.7 การทดสอบความแข็งแรงของข้อต่อแบบนิ้วมือประสาน	83
4.8 การประเมินต้นทุนในการเตรียมกาวยาง	87

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5. สรุปผลการทดลอง	90
ข้อเสนอแนะ	91
บรรณานุกรม	92
ภาคผนวก	
ก. คุณลักษณะทางฟิสิกส์ของกาวชนิดต่างๆ	96
ข. ผลการทดสอบคุณสมบัติของกาว	99
ประวัติผู้เขียน	102

## รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1 องค์ประกอบของน้ำยางธรรมชาติ	4
2 ชนิดของน้ำยางและระบบการรักษาสภาพน้ำยางขั้นที่ผลิตโดยวิธีการปั่น	7
3 การใช้สารอีพอกไซด์แต่ละชนิดในปฏิกิริยาออกซิเดชัน	13
4 เปอร์เซนต์การบวมพองของยางในของเหลวชนิดต่างๆ	19
5 ตัวอย่างสูตรกาวน้ำยางประเภทกาวผนังของจดหมาย	26
6 ตัวอย่างสูตรกาวสารละลาย	27
7 ชนิดของเรซิน	37
8 อัตราส่วนของสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	50
9 อัตราส่วนของสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมกาวยางสูตรพื้นฐาน	53
10 อัตราส่วนของสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมกาวยางสูตรปรับปรุง	54
11 ตำแหน่งของหมู่ฟังก์ชันของยางธรรมชาติอีพอกไซด์	57
12 อัตราส่วนการดูดกลืนและปริมาณหมู่อีพอกไซด์ของยางธรรมชาติอีพอกไซด์ที่วิเคราะห์โดยเทคนิค FT-IR และเทคนิค $^1\text{H-NMR}$	60
13 กาวสูตรต่างๆ โดยปรับเปลี่ยนเปอร์เซนต์โดยน้ำหนักและปริมาณของแป้งข้าวเหนียวเจลาตินไนซ์	64
14 ผลของความต้านแรงเหนือนในกาวสูตรต่างๆ เมื่อใช้คิวมาโรนอิมัลชัน 8 phr เป็นสารเพิ่มการยึดติด โดยปรับเปลี่ยนค่าความเป็นกรด-ด่างในสูตรกาวพื้นฐาน	67
15 กาวสูตรต่างๆ โดยปรับเปลี่ยนชนิดและปริมาณของสารเพิ่มการยึดติดในสูตรกาวพื้นฐาน (แสดงในรูปน้ำหนักเปียก (กรัม) และน้ำหนักแห้ง (phr))	79
16 ต้นทุนในการเตรียมน้ำยางธรรมชาติอีพอกไซด์	88
17 ต้นทุนในการเตรียม 22% คิวมาโรนอิมัลชัน	88
18 ต้นทุนในการเตรียมกาวยางผสมคิวมาโรนอิมัลชัน 8 phr	89
19 กาวยาง (ตามมอก.521-2527)	96
20 กาวเรซินสังเคราะห์ (ฟีนอลิกและอะมิโนพลาสติก) สำหรับไม้ (ตามมอก.360-2523)	97
21 กาวโพลีไวนิลอะซิเตอิมัลชัน (ตามมอก.181-2530)	98
22 ผลการทดสอบคุณสมบัติกาวก่อนใช้งาน	99



## รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบที่	หน้า
1 โครงสร้างของน้ำยางธรรมชาติ	5
2 โครงสร้างของยางธรรมชาติอีพอกไซค์	12
3 ปฏิกิริยาอีพอกซิเดชัน โดยใช้กรดเปอร์ฟอร์มิกและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	14
4 ปฏิกิริยาการเปิดวงแหวนอีพอกไซค์	14
5 ปฏิกิริยาอีพอกซิเดชัน โดยการใช้กรดเปอร์ฟอร์มิก	15
6 การคำนวณการจัดเรียงหมู่อีพอกไซค์แบบสุ่มของยางธรรมชาติอีพอกไซค์	17
7 การเปลี่ยนแปลงของค่าอุณหภูมิคล้ายแก้วต่อปริมาณเปอร์เซ็นต์โมลอีพอกไซค์	18
8 <sup>13</sup> C-NMR สเปกตรัมของยางธรรมชาติอีพอกไซค์ 30 เปอร์เซ็นต์โมล	20
9 <sup>1</sup> H-NMR สเปกตรัมของยางธรรมชาติอีพอกไซค์ 50 เปอร์เซ็นต์โมล	21
10 กราฟมาตรฐานเปอร์เซ็นต์โมลอีพอกไซค์ของยางธรรมชาติอีพอกไซค์จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง FT-IR	22
11 ขนาดและลักษณะชั้นทดสอบความต้านแรงลอก	31
12 ขนาดและลักษณะชั้นทดสอบความต้านแรงเฉือน	32
13 ปากจับชั้นทดสอบความต้านแรงเฉือน	33
14 ขนาดของชั้นทดสอบและการทดสอบการดึงขนานเสี้ยน	33
15 ตัวอย่างชั้นทดสอบและตำแหน่งที่ใช้ทดสอบการตัดสถิติ	34
16 โครงสร้างโมเลกุลของ Abietic acid	38
17 โครงสร้างเคมีของ Indene และ Coumarone	38
18 ปฏิกิริยาการเกิดเรซินชนิด Novolak	40
19 โครงสร้างของเรซินฟีนอลิกชนิด Novolak ที่ปรับปรุงด้วยหมู่อัลคิล	40
20 แบบจำลองโครงสร้างกรานูลของแป้ง	42
21 สูตรโครงสร้างทางเคมีของอะไมโลส ซึ่งเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ $\alpha$ -1,4 และอะไมโลเพกติน ที่เชื่อมต่อกับอะไมโลสด้วยพันธะ $\alpha$ -1,6	42
22 การบวม การแตกตัว และการกระจายตัวของกรานูลแป้งขณะเกิดเจล	43
23 ชุดอุปกรณ์สำหรับเตรียมน้ำยางธรรมชาติอีพอกไซค์	46
24 เครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์	47

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
25 เครื่องดีฟเฟอร์เรนเซียมสแกนนิ่งแคลลอริมิเตอร์	47
26 เครื่องทดสอบสมบัติด้านการดึง	48
27 เครื่องวัดความหนืด อาร์ วี บรูคฟิลด์	48
28 เครื่องหมุนเหวี่ยง	49
29 วิธีการเตรียมคิวมาโรนอิมัลชัน	52
30 ลักษณะน้ำยางธรรมชาติพอกไซค์จากปฏิกิริยาอีพอกซิเดชันโดยใช้กรดเปอร์ฟอร์มิก และลักษณะน้ำยางข้น	56
31 กราฟสเปกตรัมอินฟราเรดของยางธรรมชาติและยางธรรมชาติอีพอกไซค์ระยะเวลาการเกิดปฏิกิริยา 6 ชั่วโมง	58
32 <sup>1</sup> H-NMR สเปกตรัมของยางธรรมชาติอีพอกไซค์	59
33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์โมลอีพอกไซค์กับเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา	60
34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิคล้ายแก้วกับเปอร์เซ็นต์โมลอีพอกไซค์ของยางธรรมชาติอีพอกไซค์	61
35 คิวมาโรน อินดิน เรซินในรูปอิมัลชันและแป้งข้าวเหนียวเจลาตินไนซ์	62
36 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์โมลอีพอกไซค์กับค่าความต้านแรงเฉือน	63
37 กาวยางสูตรพื้นฐานที่ใช้ 10% โดยน้ำหนักของแป้งข้าวเหนียวเจลาตินไนซ์เป็นสารเพิ่มการยึดติดในปริมาณต่างๆ	65
38 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกาวสูตรต่างๆ กับค่าความต้านแรงเฉือน	65
39 กาวยางที่ค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ เมื่อใช้คิวมาโรนอิมัลชัน 8 phr เป็นสารเพิ่มการยึดติด	66
40 กราฟแสดงผลของความเป็นกรด-ด่างต่อความต้านแรงเฉือน	67
41 กาวยางธรรมชาติอีพอกไซค์ 44% โมลอีพอกไซค์ ผสมแป้งข้าวเหนียวเจลาตินไนซ์ 10% โดยน้ำหนัก : คิวมาโรนอิมัลชัน 22% โดย น้ำหนัก ที่ปริมาณต่างๆ	70
42 กราฟแสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของกาว UF กาว TOA และกาวยาง	72

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
43 กราฟแสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของแป้งข้าวเหนียวเจลาตินไนซ์ กว้างและยาวที่ผสมแป้งข้าวเหนียวเจลาตินไนซ์	73
44 กราฟแสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของคิวมาโรนอิมัลชัน กว้างและยาวที่ผสมคิวมาโรนอิมัลชัน	74
45 กราฟแสดงผลของชนิดกาวต่อปริมาณเนื้อกาว	75
46 กราฟแสดงผลของชนิดกาวต่อความหนาแน่น	75
47 กราฟแสดงผลของชนิดกาวต่อความหนืด	76
48 กราฟแสดงผลของชนิดกาวต่อความเป็นกรด-ด่าง	76
49 กราฟแสดงผลของชนิดกาวต่อความต้านแรงลอก	78
50 ลักษณะขึ้นทดสอบภายหลังการทดสอบความต้านแรงลอก	79
51 กราฟแสดงผลของชนิดกาวต่อความต้านแรงเนียน	81
52 ลักษณะของขึ้นทดสอบภายหลังการทดสอบแรงเนียน	82
53 กราฟแสดงผลของชนิดกาวต่อแรงดึงขนานเส้นสูงสุด	84
54 ลักษณะของขึ้นทดสอบภายหลังการทดสอบแรงดึงขนานเส้นสูงสุด	84
55 กราฟแสดงผลของชนิดกาวต่อค่ามอดูลัสแตกร้าว	85
56 ลักษณะของขึ้นทดสอบภายหลังการทดสอบการคัดสถิตย์	86