

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	( 3 )
Abstract.....	( 4 )
กิตติกรรมประกาศ.....	( 5 )
สารบัญ.....	( 6 )
รายการตาราง.....	( 8 )
รายการภาพประกอบ.....	( 11 )
คำย่อและสัญลักษณ์.....	( 15 )
บทที่	
1. บทนำ	
บทนำตั้งเรื่อง.....	1
ตรวจเอกสาร.....	3
วัตถุประสงค์.....	13
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	14
2. วิธีการวิจัย	
วัสดุและอุปกรณ์การวิจัย.....	15
สารเคมี.....	15
วิธีดำเนินการทดลอง.....	16
3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	
ผลของใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ เพียงชนิดเดียวต่อสมบัติของยาง.....	29
ผลของอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลฟรุกโตสร่วมกับ n-BA/t-BHPO.....	32
ผลของปริมาณที่เหมาะสมของน้ำตาลฟรุกโตสร่วมกับ n-BA/t-BHPO.....	40
ผลของอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลกลูโคสร่วมกับ n-BA/t-BHPO.....	44
ผลของปริมาณที่เหมาะสมของน้ำตาลกลูโคสร่วมกับ n-BA/t-BHPO.....	52
ผลของอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลซูโครสร่วมกับ n-BA/t-BHPO.....	56
ผลของปริมาณและชนิดของน้ำตาล.....	57
ผลของอุณหภูมิต่อการวัลคาไนซ์น้ำยาง.....	61

สารบัญ ( ต่อ )

	หน้า
ผลของอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลซูโครสร่วมกับ n-BA/t-BHPO.....	62
ผลของปริมาณที่เหมาะสมของน้ำตาลซูโครสร่วมกับ n-BA/t-BHPO	70
ผลสถานะและปริมาณที่เหมาะสมของน้ำตาลซูโครสต่อการวัลคาไนซ์น้ำยาง.....	76
ผลของปริมาณที่เหมาะสมของ n-BA ต่างกันร่วมกับ Fructose/t-BHPO	
ในการเตรียมน้ำยางสำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์เพื่อขึ้นชั้นผล.....	78
ผลของปริมาณที่เหมาะสมของ n-BA ต่างกันร่วมกับ Glucose/t-BHPO	
ในการเตรียมน้ำยางสำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์เพื่อขึ้นชั้นผล.....	82
ผลของปริมาณที่เหมาะสมของ n-BA ต่างกันร่วมกับ Sucrose/t-BHPO	
ในการเตรียมน้ำยางสำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์เพื่อขึ้นชั้นผล.....	86
ผลของปริมาณที่เหมาะสมของ t-BHPO ร่วมกับน้ำตาลฟรุกโตส และ n-BA.....	93
ผลของปริมาณที่เหมาะสมของ t-BHPO ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส และ n-BA.....	94
ผลของปริมาณที่เหมาะสมของ t-BHPO ร่วมกับน้ำตาลซูโครส และ n-BA.....	95
ผลของปริมาณ t-BHPO.....	98
ผลของการบ่มเร่ง.....	98
4. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	100
บรรณานุกรม.....	103
ภาคผนวก.....	106
ภาคผนวก ก. ....	107
ภาคผนวก ข. ....	108
ภาคผนวก ค. ....	110
ภาคผนวก ง. ....	112
ประวัติผู้เขียน.....	114

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1 สูตรน้ำยางที่มีปริมาณสารเคมี เพียงชนิดเดียว.....	16
2 สูตรน้ำยางที่แสดงอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลฟรุคโตสกับ n-BA ในการเตรียมน้ำยางสำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์.....	20
3 สูตรน้ำยางที่แสดงอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลกลูโคสกับ n-BA ในการเตรียมน้ำยางสำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์น้ำยาง.....	21
4 สูตรน้ำยางที่แสดงอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลซูโครสกับ n-BA ในการเตรียมน้ำยางสำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์น้ำยาง.....	21
5 สูตรน้ำยางที่มีปริมาณน้ำตาลฟรุคโตสต่างกันร่วมกับ n-BA/t-BHPO ในการเตรียมน้ำยางสำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์เพื่อยืนยันผล.....	24
6 สูตรน้ำยางที่มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสต่างกันร่วมกับ n-BA/t-BHPO ในการเตรียมน้ำยางสำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์เพื่อยืนยันผล.....	24
7 สูตรน้ำยางแสดงอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลซูโครสหลังทำการไฮโดรไลต์กับ n-BA ในการเตรียมน้ำยางสำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์.....	25
8 สูตรน้ำยางที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครสต่างกันร่วมกับ n-BA/t-BHPO ในการเตรียมน้ำยางสำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์เพื่อยืนยันผล.....	26
9 สูตรน้ำยางที่มีปริมาณ n-BA ต่างกันร่วมกับ Fructose / t-BHPO ในการเตรียมน้ำยางสำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์เพื่อยืนยันผล.....	26
10 สูตรน้ำยางที่มีปริมาณ n-BA ต่างกันร่วมกับ Glucose / t-BHPOในการ เตรียมน้ำยางสำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์เพื่อยืนยันผล .....	27
11 สูตรน้ำยางที่มีปริมาณ n-BA ต่างกันร่วมกับ Sucrose / t-BHPOในการ เตรียมน้ำยางสำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์เพื่อยืนยันผล.....	27
12 สูตรน้ำยางที่มีปริมาณเทอริวีร์บิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ต่างกัน ร่วมกับ Fructose / n-BA.....	28
13 สูตรน้ำยางที่มีปริมาณเทอริวีร์บิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ต่างกัน ร่วมกับ Glucose / n-BA.....	28
14 สูตรน้ำยางที่มีปริมาณเทอริวีร์บิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์ต่างกัน ร่วมกับ Sucrose / n-BA.....	28

รายการตาราง ( ต่อ )

ตาราง	หน้า
15 ผลสารเคมีชนิดเดียวต่อสมบัติทางกายภาพของยาง.....	29
16 ผลของอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลฟรุคโตสกับ n-BA ในการเตรียมน้ำยาง พรีวัลคาไนซ์.....	32
17 แสดงผลของสัมประสิทธิ์ของตัวแปร SD และ $\bar{X}$ ของสมการที่แสดง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพกับปริมาณฟรุคโตสและ n-BA ที่อุณหภูมิ 90 ° C.....	33
18 ผลของปริมาณที่เหมาะสมของน้ำตาลฟรุคโตสร่วมกับ n-BA/t-BHP.....	40
19 ผลของอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลกลูโคสกับ n-BA ในการเตรียมน้ำยาง สำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์.....	44
20 แสดงผลของสัมประสิทธิ์ของตัวแปร SD และ $\bar{X}$ ของสมการที่แสดง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพกับปริมาณกลูโคสและ n-BA ที่อุณหภูมิ 90 ° C.....	45
21 ผลของปริมาณที่เหมาะสมของน้ำตาลกลูโคสร่วมกับ n-BA/t-BHP.....	52
22 ผลของอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลซูโครสกับ n-BA ในการเตรียมน้ำยาง สำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์.....	56
23 ผลของอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลซูโครสหลังการไฮโดรไลส์กับ n-BA ในการเตรียมน้ำยางสำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์.....	62
24 แสดงผลของประสิทธิ์ของตัวแปร, SD และ $\bar{X}$ ของสมการที่แสดง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพกับปริมาณซูโครสและ n-BA ที่อุณหภูมิ 90 ° C.....	63
25 ผลของปริมาณที่เหมาะสมของน้ำตาลซูโครสร่วมกับ n-BA/t-BHP.....	70
26 ผลของปริมาณที่เหมาะสมของ n-BA ต่างกันร่วมกับ Fructose / t-BHPO ในการเตรียมน้ำยาง สำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์เพื่อยืนยันผล.....	78
27 ผลของปริมาณที่เหมาะสมของ n-BA ต่างกันร่วมกับ Glucose / t-BHPO ในการเตรียมน้ำยาง สำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์เพื่อยืนยันผล.....	82
28 ผลของปริมาณที่เหมาะสมของ n-BA ต่างกันร่วมกับ Sucrose / t-BHPO ในการเตรียมน้ำยางสำหรับการทำพรีวัลคาไนซ์เพื่อยืนยันผล.....	86

รายการตาราง ( ต่อ )

ตาราง	หน้า
29 ผลของปริมาณที่เหมาะสมของ t-BHPO ร่วมกับ Fructose และ n-BA.....	93
30 ผลของปริมาณที่เหมาะสมของ t-BHPO ร่วมกับ Glucose และ n-BA.....	94
31 ผลของปริมาณที่เหมาะสมของ t-BHPO ร่วมกับ Sucrose และ n-BA.....	95
32 คุณสมบัติของน้ำยางชั้นที่สามารถนำไปใช้ในการนำไปทำผลิตภัณฑ์ ได้เป็นน้ำยางชั้นชนิดชนิดแอมโนเนียสูงซึ่งมีคุณสมบัติในการผลิตน้ำ ยางชั้นตามมาตรฐาน ISO-2004-1979 (E).....	107
33 ระดับไนโตรซามีนมาตรฐานสากลในหัวตุตและ จุกนม.....	110
34 ระดับไนโตรซามีนในยางธรรมชาติดิบ.....	110
35 ระดับไนโตรซามีนในอนุภาคยางธรรมชาติ.....	111
36 ผลของการล้างต่อปริมาณไนโตรซามีน.....	111

## รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	โครงสร้างของซิงค์ไดเอทิลไดไซโอคาร์บาเมต.....	1
2	โครงสร้างของสารประกอบเอ็น-โนโตรโซ.....	2
3	ชิ้นงานที่ใช้ทดสอบการดึงยาง.....	18
4	กราฟคอนทิวส์แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลฟรุคโตสและปริมาณ n-BA ที่มีต่อความต้านทานต่อแรงดึงของยางพรีวัลคาไนซ์.....	34
5	กราฟคอนทิวส์แบบสามแกนแสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลฟรุคโตส และ ปริมาณ n-BA ที่มีต่อความต้านทานต่อแรงดึงของยางพรีวัลคาไนซ์.....	35
6	กราฟคอนทิวส์แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลฟรุคโตสและปริมาณ n-BA ที่มีต่อความยืดยางจนขาดของยางพรีวัลคาไนซ์.....	35
7	กราฟคอนทิวส์แบบสามแกนแสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลฟรุคโตส และปริมาณ n-BA ที่มีต่อความยืดยางจนขาดของยางพรีวัลคาไนซ์.....	36
8	กราฟคอนทิวส์แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลฟรุคโตสและปริมาณ n-BA ที่มีต่ออัตราการบวมของยางพรีวัลคาไนซ์.....	36
9	กราฟคอนทิวส์แบบสามแกนแสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลฟรุคโตส และปริมาณ n-BA ที่มีต่ออัตราการบวมของยางพรีวัลคาไนซ์.....	37
10	กราฟคอนทิวส์แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลฟรุคโตสและปริมาณ n-BA ที่มีต่อ โมดูลัส ของยางพรีวัลคาไนซ์.....	37
11	กราฟคอนทิวส์แบบสามแกนแสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลฟรุคโตส และปริมาณ n-BA ที่มีต่อโมดูลัส ของยางพรีวัลคาไนซ์.....	38
12	พื้นที่ของกราฟคอนทิวส์ (ส่วนที่แรเงา) ที่แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาล ฟรุคโตส และ n-BA.....	38
13	กราฟคอนทิวส์ที่แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาล ฟรุคโตส และ n-BA ที่มี การขยายสเกลเพิ่มขึ้นเพื่อยืนยันผล.....	39
14	ผลความเข้มข้นของน้ำตาลฟรุคโตสต่อความต้านทานต่อแรงดึง.....	42
15	ผลความเข้มข้นของน้ำตาลฟรุคโตสต่ออัตราการบวม.....	42
16	ผลความเข้มข้นของน้ำตาลฟรุคโตสต่อความยืดยางจนขาด.....	43
17	ผลความเข้มข้นของน้ำตาลฟรุคโตสต่อค่าโมดูลัส.....	43

รายการภาพประกอบ ( ต่อ )

ภาพประกอบ	หน้า
18 กราฟคอนทิวส์แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลกลูโคสและปริมาณ n-BA ที่มีต่อความต้านทานต่อแรงดึงของยางพรีวัลคาไนซ์.....	46
19 กราฟคอนทิวส์แบบสามแกนแสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลกลูโคส และ ปริมาณ n-BA ที่มีต่อความต้านทานต่อแรงดึงของยางพรีวัลคาไนซ์.....	47
20 กราฟคอนทิวส์แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลกลูโคสและปริมาณ n-BA ที่มีต่อความยืดหยุ่นของยางพรีวัลคาไนซ์.....	47
21 กราฟคอนทิวส์แบบสามแกนแสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลกลูโคส และปริมาณ n-BA ที่มีต่อความยืดหยุ่นของยางพรีวัลคาไนซ์.....	48
22 กราฟคอนทิวส์แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลกลูโคสและปริมาณ n-BA ที่มีต่ออัตราการบวมของยางพรีวัลคาไนซ์.....	48
23 กราฟคอนทิวส์แบบสามแกนแสดงปริมาณน้ำตาลกลูโคส และปริมาณ n-BA ที่มีต่ออัตราการบวมของยางพรีวัลคาไนซ์.....	49
24 กราฟคอนทิวส์แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลกลูโคสและปริมาณ n-BA ที่มีต่อโมดูลัสของยางพรีวัลคาไนซ์.....	49
25 กราฟคอนทิวส์แบบสามแกนแสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลกลูโคส และปริมาณ n-BA ที่มีต่อโมดูลัสของยางพรีวัลคาไนซ์.....	50
26 พื้นที่ของกราฟคอนทิวส์ (ส่วนที่แรงงา) ที่แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาล กลูโคส และปริมาณ n-BA.....	50
27 กราฟคอนทิวส์ที่แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลกลูโคส และปริมาณ n-BA ที่มีการขยายสเกลเพิ่มขึ้นเพื่อยืนยันผล.....	51
28 ผลความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสต่อความต้านทานต่อแรงดึง.....	54
29 ผลความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสต่ออัตราการบวม.....	54
30 ผลความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสต่อความยืดหยุ่น.....	55
31 ผลความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสต่อค่าโมดูลัส.....	55
32 กราฟคอนทิวส์แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณ n-BA ที่มีต่อความต้านทานต่อแรงดึงของยางพรีวัลคาไนซ์.....	64

รายการภาพประกอบ ( ต่อ )

ภาพประกอบ	หน้า
33 กราฟคอนทิวส์แบบสามแกนแสดงอิทธิพลปริมาณน้ำตาลซูโครส และ ปริมาณ n-BA ที่มีต่อความต้านทานต่อแรงดึงของยางพรีวัลคาไนซ์.....	65
34 กราฟคอนทิวส์แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณ n-BA ที่มีต่อความยืดหยุ่นของยางพรีวัลคาไนซ์.....	65
35 กราฟคอนทิวส์แบบสามแกนแสดงอิทธิพลปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณ n-BA ที่มีต่อความยืดหยุ่นของยางพรีวัลคาไนซ์.....	66
36 กราฟคอนทิวส์แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณ n-BA ที่มีต่ออัตราการบวมของยางพรีวัลคาไนซ์.....	66
37 กราฟคอนทิวส์แบบสามแกนแสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณ n-BA ที่มีต่ออัตราส่วนการบวมของยางพรีวัลคาไนซ์.....	67
38 กราฟคอนทิวส์แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณ n-BA ที่มีต่อ โมดูลัส ของยางพรีวัลคาไนซ์.....	67
39 กราฟคอนทิวส์แบบสามแกนแสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณ n-BA ที่มีต่อโมดูลัส ของยางพรีวัลคาไนซ์.....	68
40 พื้นที่ของกราฟคอนทิวส์ (ส่วนที่แรเงา) ที่แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลซูโครส และ n-BA.....	68
41 กราฟคอนทิวส์ที่แสดงอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลซูโครส และ n-BA ที่มี การขยายสเกลเพิ่มขึ้นเพื่อยืนยันผล.....	69
42 ผลความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่อความต้านทานต่อแรงดึง.....	72
43 ผลความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่ออัตราการบวม.....	72
44 ผลความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่อความยืดหยุ่น.....	73
45 ผลความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่อค่าโมดูลัส.....	73
46 ผลความเข้มข้นของน้ำตาลชนิดต่างๆต่อความต้านทานต่อแรงดึง.....	74
47 ผลความเข้มข้นของน้ำตาลชนิดต่างๆต่ออัตราส่วนการบวม.....	74
48 ผลความเข้มข้นของน้ำตาลชนิดต่างๆต่อความยืดหยุ่น.....	75
49 ผลความเข้มข้นของน้ำตาลชนิดต่างๆต่อค่าโมดูลัส.....	75
50 ผลความเข้มข้นของ n-BA ต่อความต้านทานต่อแรงดึง( สำหรับฟรุคโตส ).....	80



รายการภาพประกอบ ( ต่อ )

ภาพประกอบ	หน้า
51 ผลความเข้มข้นของ n-BA ต่ออัตราการบวม ( สำหรับฟรุคโตส ).....	80
52 ผลความเข้มข้นของ n-BA ต่อความยืดหยุ่นขนาด ( สำหรับฟรุคโตส ).....	81
53 ผลความเข้มข้นของ n-BA ต่อค่าโมดูลัส ( สำหรับฟรุคโตส ).....	81
54 ผลความเข้มข้นของ n-BA ต่อความต้านทานต่อแรงดึง ( สำหรับกลูโคส ).....	84
55 ผลความเข้มข้นของ n-BA ต่ออัตราการบวม ( สำหรับกลูโคส ).....	84
56 ผลความเข้มข้นของ n-BA ต่อความยืดหยุ่นขนาด ( สำหรับกลูโคส ).....	85
57 ผลความเข้มข้นของ n-BA ต่อค่าโมดูลัส ( สำหรับกลูโคส ).....	85
58 ผลความเข้มข้นของ n-BA ต่อความต้านทานต่อแรงดึง ( สำหรับซูโครส ).....	88
59 ผลความเข้มข้นของ n-BA ต่ออัตราการบวม ( สำหรับซูโครส ).....	88
60 ผลความเข้มข้นของ n-BA ต่อความยืดหยุ่นขนาด ( สำหรับซูโครส ).....	89
61 ผลความเข้มข้นของ n-BA ต่อค่าโมดูลัส ( สำหรับซูโครส ).....	89
62 ผลความเข้มข้นของ n-BA ของน้ำตาลชนิดต่างๆต่อความต้านทานต่อแรงดึง.....	90
63 ผลความเข้มข้นของ n-BA ของน้ำตาลชนิดต่างๆต่ออัตราการบวม.....	90
64 ผลความเข้มข้นของ n-BA ของน้ำตาลชนิดต่างๆต่อความยืดหยุ่นขนาด.....	91
65 ผลความเข้มข้นของ n-BA ของน้ำตาลชนิดต่างๆต่อค่าโมดูลัส.....	91
66 ผลความเข้มข้นของ t-BHPO ต่อความต้านทานต่อแรงดึงก่อนการบ่มแรง.....	96
67 ผลความเข้มข้นของ t-BHPO ต่อความต้านทานต่ออัตราการบวม ก่อนการบ่มแรง.....	96
68 ผลความเข้มข้นของ t-BHPO ต่อความต้านทานต่อแรงดึงเปรียบเทียบก่อน และหลังการบ่มแรง.....	97
69 ผลความเข้มข้นของ t-BHPO ต่อความยืดหยุ่นขนาดเปรียบเทียบก่อนและหลัง การบ่มแรง.....	97

## ตัวย่อและสัญลักษณ์

t-BHPO	= เทอริวรีบิวทิลไฮโดรเปอร์ออกไซด์
n-BA	= นอร์มัลบิวทิลอะครีเลต
phr	= ส่วนในขางร้อยละ
MPa	= เมกะพาสกาล
Q	= อัตราส่วนการบวม