บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

1. ยาง STR20 , BR, และEPDM
2. กำมะถัน
3. กรดสเตียริก
4. ซิงค์ออกไซด์
5. DPG (Diphenyl guanidine)
6. MBTS(Dibenzothiazyl disulphide

3.2 เครื่องมือและเครื่องทดสอบ

1. เครื่องทดสอบความหนาแน่น(Density)
2. เครื่องมือทดสอบการทนต่อแรงดึง (Tensile test)
3. เครื่องมือทดสอบการต้านทานต่อการกด(Hardness)
4. เครื่องบดสองลูกกลิ้ง (Two roll mill)
5. เครื่องทดสอบสมบัติการคงรูป (Moving Die Rheometer,MDR)
6. เครื่องอัดขึ้นรูป (Compression molding machine)
7. แม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปชิ้นงาน compression set
8. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง (0.0001 g)(Analytical Balance Overting)
9. เกรียงทองเหลือง
10. ถุงมือป้องกันความร้อน
11. แปรงทองเหลือง
12. มีดคัตเตอร์และไม้บรรทัดเหล็ก

3.3 ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนการเตรียมยางผสมตามอัตราส่วนดังแสดงในตารางที่ 3.1 โดยใช้ขั้นตอนการผสม ดังนี้

1. นำยางแท่ง STR 20 , BR , EPDM มาทำการบดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันที่อุณหภูมิประมาณ 50 °C ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที จนยางเริ่มพันลูกกลิ้งมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน

2. ใส่ ZnO ลงไปบดผสมใช้มีดทองเหลืองกรีดและบดผสมไปเรื่อยๆใช้เวลาประมาณ 3 นาที อุณหภูมิประมาณ 50 °C ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3. ใส่ Stearic acid ลงไปบดผสมใช้มีดทองเหลืองกรีดและบดผสมไปเรื่อยๆใช้เวลาประมาณ 3 นาที อุณหภูมิประมาณ 50 °C ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

4. ใส่ MBTS ลงไปบดผสมใช้มีดทองเหลืองกรีดและบดผสมไปเรื่อยๆใช้เวลาประมาณ 3 นาที อุณหภูมิประมาณ 50 °C ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

5. ใส่ DPG ลงไปบดผสมใช้มีดทองเหลืองกรีดและบดผสมไปเรื่อยๆใช้เวลาประมาณ 3 นาที อุณหภูมิประมาณ 50 °C ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

6. ใส่ Sulphur ลงไปบดผสมใช้มีดทองเหลืองกรีดและบดผสมไปเรื่อยๆใช้เวลาประมาณ 3 นาที อุณหภูมิประมาณ 50 °C ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

7. นำส่วนผสมที่ได้ไปทดสอบค่าการคงรูป โดยใช้เครื่อง Moving Die Rheometer ,MDR แล้วนำไปอัดขึ้นรูป หลังจากนั้นนำไปทดสอบค่าความหนาแน่น และเครื่องทดสอบต่างๆดังที่ได้กล่าวในข้างต้น

สูตรยางที่ใช้ในการทดลองที่ 1

ตารางที่ 3-1 สูตรยางที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1					
(phr)	1	2	3	4	5	6
NR	100	90	70	50	30	10
BR	0	10	30	50	70	90
ZnO	5	5	5	5	5	5
Stearic acid	1	1	1	1	1	1
MBTS	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
DPG	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Sulphur	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

สูตรยางที่ใช้ในการทดลองที่ 2

ตารางที่ 3-2 สูตรยางที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ (phr)	สูตรที่ 2			
	1	2	3	4
NR	50	50	50	50
BR	50	50	50	50
EPDM	5	10	20	30
ZnO	5	5	5	5
Stearic acid	1	1	1	1
MBTS	0.8	0.8	0.8	0.8
DPG	0.2	0.2	0.2	0.2
Sulphur	2.5	2.5	2.5	2.5

สูตรยางที่ใช้ในการทดลองที่ 3

ตารางที่ 3-3 สูตรยางที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ (phr)	สูตรที่ 3			
	1	2	3	4
NR	70	70	70	70
BR	30	30	30	30
EPDM	5	10	20	30
ZnO	5	5	5	5
Stearic acid	1	1	1	1
MBTS	0.8	0.8	0.8	0.8
DPG	0.2	0.2	0.2	0.2
Sulphur	2.5	2.5	2.5	2.5

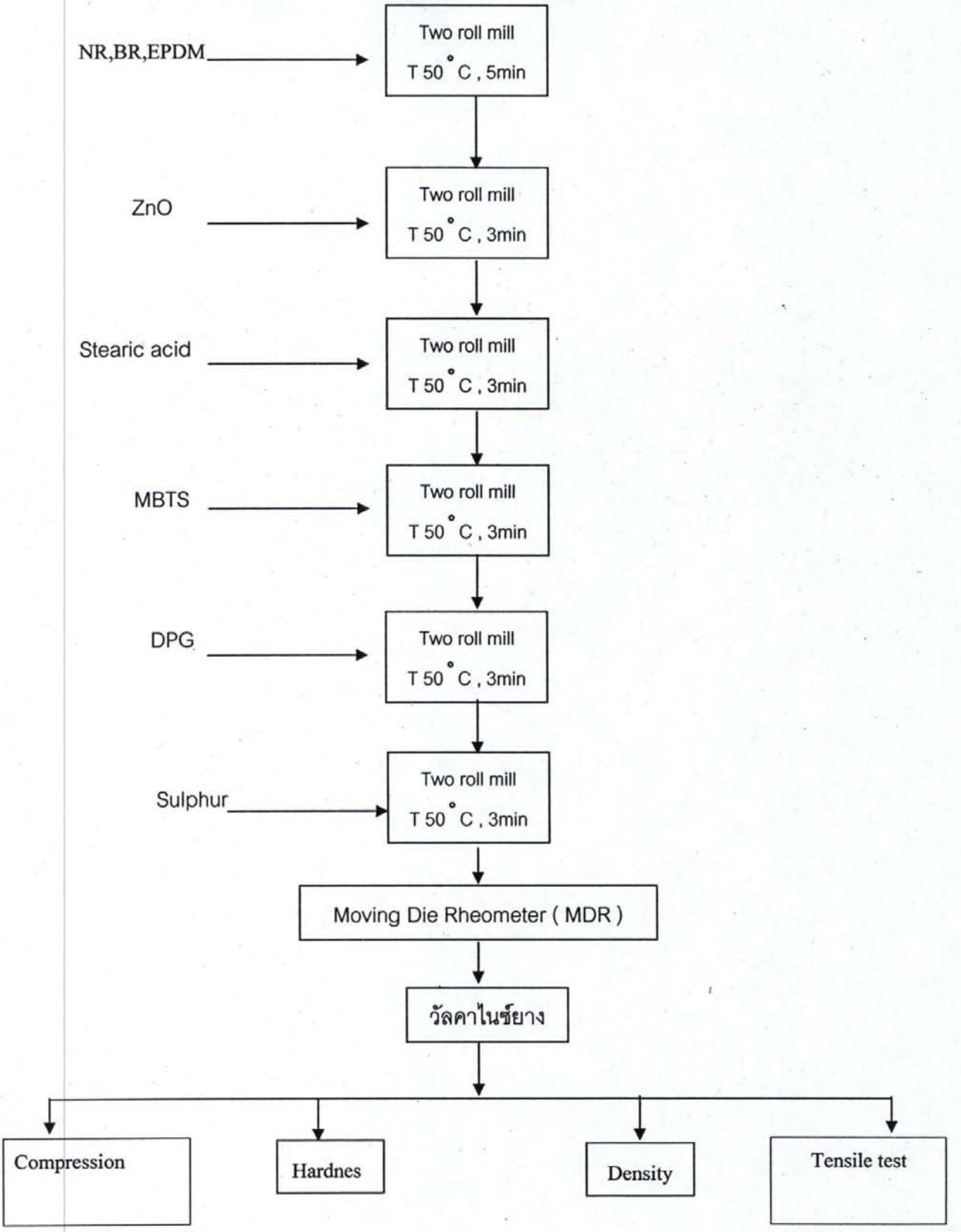
หมายเหตุ : NR (Natural rubber)

MBTS (Dibenzothiazyl disulphide)

DPG (Diphenyl guanidine)

EPDM (Ethylene-propylene-diene)

BR (Butadiene rubber)



รูปที่ 3-1 แผนผังขั้นตอนการทำงานทั้งหมด

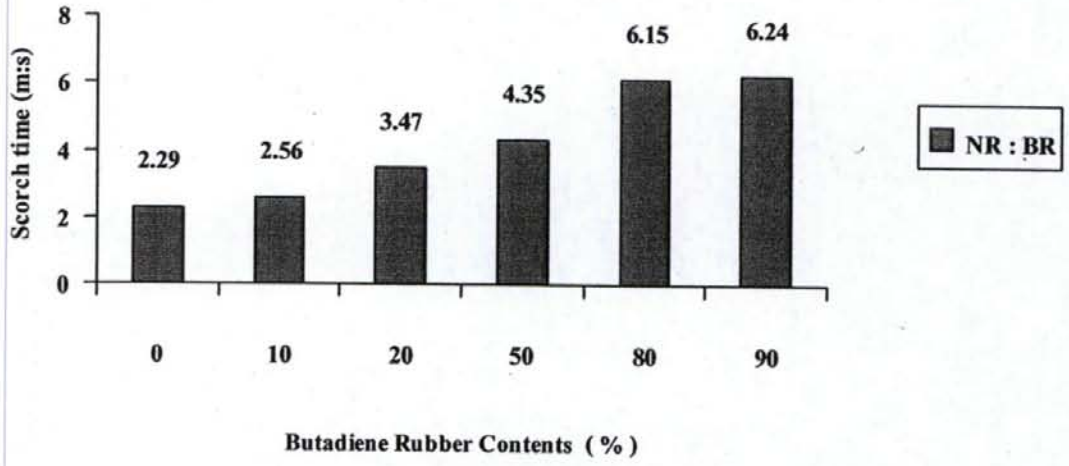
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการทดสอบต่าง ๆ ของยางผสมระหว่าง NR/BR

4.1.1 ผลการทดลองการหาค่า Scorch time (ts_1)

ตารางที่4-1 ผลการทดลองการหาค่า Scorch time (ts1) ของยางผสมระหว่าง NR/BR ในอัตราส่วนต่างๆ

NR : BR (phr)	Scorch time (m:s)
100 : 0	2.29
90 :10	2.56
80 : 20	3.47
50 : 50	4.35
20 : 80	6.15
10 : 90	6.24

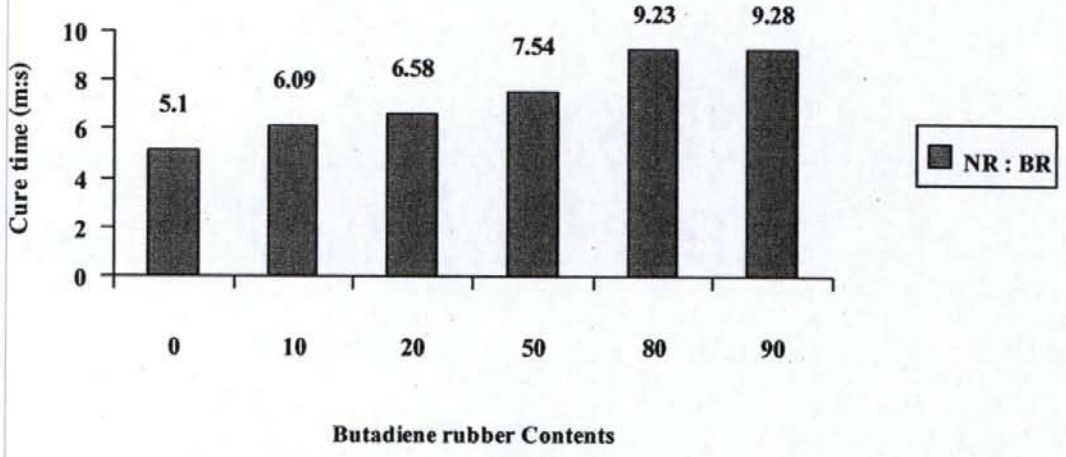


รูปที่ 4-1 แสดงค่า Scorch time ที่ได้จากการผสม NR กับ BR ในอัตราส่วนต่าง ๆ

4.1.2 ผลการทดลองการหาค่า Cure time (tc_{90})

ตารางที่ 4-2 ผลการทดลองการหาค่า Cure time (tc_{90})

NR : BR (phr)	Cure time (m:s)
100 : 0	5.10
90 :10	6.09
80 : 20	6.58
50 : 50	7.54
20 : 80	9.23
10 : 90	9.28



รูปที่ 4-2 แสดงค่า Cure time ที่ได้จากการผสม NR กับ BR ในอัตราส่วนต่าง ๆ

จากรูปที่ 4-1 และ 4-2 แผนภูมิแสดงค่า Scorch time , Cure time ที่ได้จากการผสม NR กับ BR ในอัตราส่วนต่าง ๆทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของBR ที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Scorch time , Cure time มีค่าเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสายโซ่โมเลกุลของBR สูงกว่าNR เมื่อเพิ่มBR มากขึ้นจึงใช้เวลาในการ Scorch timeและ Cure time สูงขึ้น เนื่องจากยางที่มีค่าพลังงานพันธะคู่สูงจะวัลคาไนซ์ได้เร็วกว่ายางที่มีพลังงานพันธะคู่ต่ำยาง NR จะวัลคาไนซ์ได้เร็วกว่า มากกว่ายาง BR

4.1.3 การทดสอบหาค่าความหนาแน่น

ตารางที่4-3 ผลการทดสอบความหนาแน่น Density

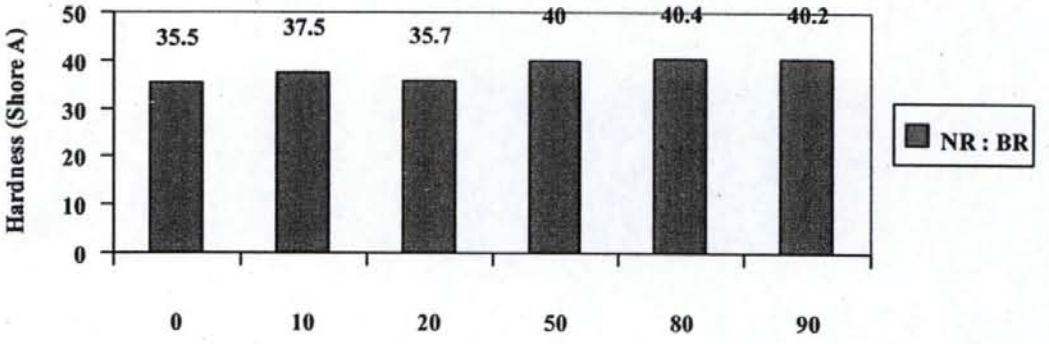
NR : BR (phr)	Density
100 : 0	0.9655
90 :10	0.9511
80 : 20	0.9689
50 : 50	0.9742
20 : 80	0.9712
10 : 90	0.9699

จากตารางที่ 4-3 แสดงผลเปรียบเทียบการทดสอบความหนาแน่น (Density) ของ NR กับ BR ในอัตราส่วนต่างๆ จากการทดลองแสดงความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของBRที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆ ค่าความหนาแน่น มีค่าใกล้เคียงกันมาก เนื่องจากค่าความหนาแน่นของยางทั้ง 2 ใกล้เคียงกัน (NR = 0.92-0.95 g/cm^3, BR = 1.02-1.05)

4.1.4 ผลการทดสอบ Hardness

ตารางที่4-4 ผลการทดสอบ Hardness

NR : BR (phr)	Hardness (Shore A)
100 : 0	35.5
90 :10	37.5
80 : 20	35.7
50 : 50	40.0
20 : 80	40.4
10 : 90	40.2



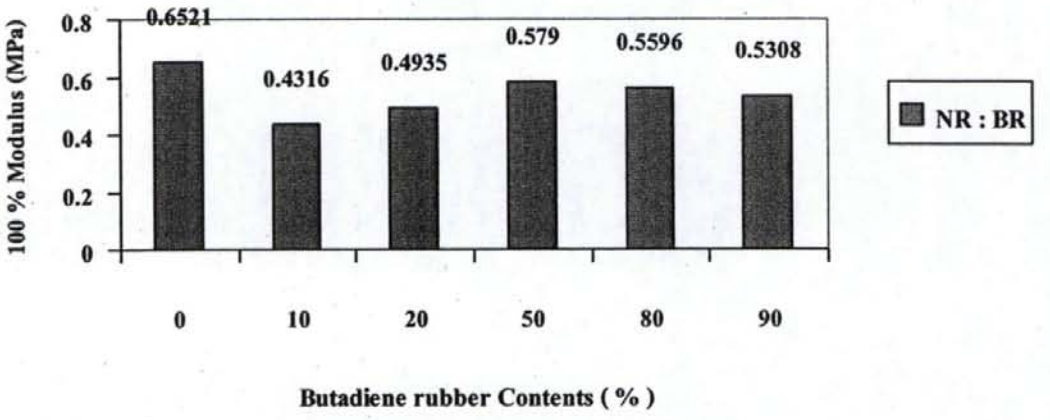
รูปที่ 4-4 แสดงค่า Hardness ที่ได้จากการผสม NR กับ BR ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-4 แสดงผลเปรียบเทียบการทดสอบความแข็ง (Hardness) ของ NR กับBR ในอัตราส่วนต่างๆ จากกราฟที่ได้จากการทดลอง แสดงความสัมพันธ์แสดงความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของBRที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Hardness มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ยางผสมที่อัตราส่วน BR เพิ่มขึ้น (NR/BR คือ 50/50, 20/80, 10/90)

4.1.5 ผลการทดสอบ Modulus 100%

ตารางที่4-5 ผลการทดสอบ Modulus 100%

NR : BR (phr)	Modulus 100%
100 : 0	0.6521
90 :10	0.4316
80 : 20	0.4935
50 : 50	0.5790
20 : 80	0.5596
10 : 90	0.5308



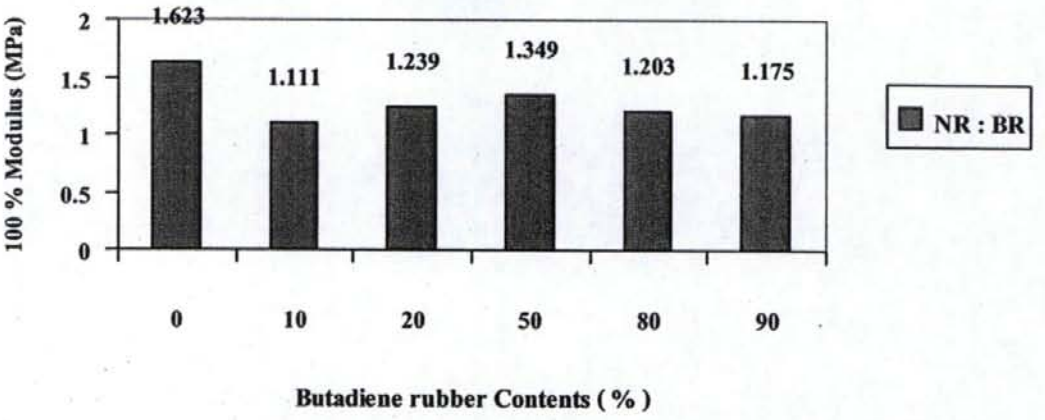
รูปที่ 4-5 แสดงค่า Modulus ที่ได้จากการผสม NR กับ BR ในอัตราส่วนต่าง ๆ

จากค่าที่ได้ในตารางที่ 4-5 เรานำมาเขียนเป็นแผนภูมิแท่งและสมารถวิเคราะห์ผลจากการทดลองพบว่า ผลการทดสอบค่า100% MODULUS จากตาราง จากสูตรทั้ง 3 สูตร คือ NR: BR (100:0) NR: BR (90:10) และ NR: BR (80:20) สูตรที่มีค่า 100% MODULUS สูงที่สุด คือ NR: BR (100:0) มีค่า 100% MODULUS อยู่ที่ 0.6521 ปริมาตร NR:BR(80:20)และNR:BR(10:90) มีค่าน้อยลงมาตามลำดับคือ 0.4316 , 0.4935 อาจจะเกิดจากความเข้ากันไม่ได้ทำให้มีโครงสร้างยางแยกเป็นวัฏภาค ยางที่มีความเป็นขั้วต่างกันมากจะผสมเข้ากันได้ไม่ดีเท่ายางที่มีความเป็นขั้วใกล้เคียงกัน

4.1.6 ผลการทดสอบ Modulus 300%

ตารางที่4-6 ผลการทดสอบ Modulus 300%

NR : BR (phr)	Modulus 300%
100 : 0	1.623
90 :10	1.111
80 : 20	1.239
50 : 50	1.349
20 : 80	1.203
10 : 90	1.175



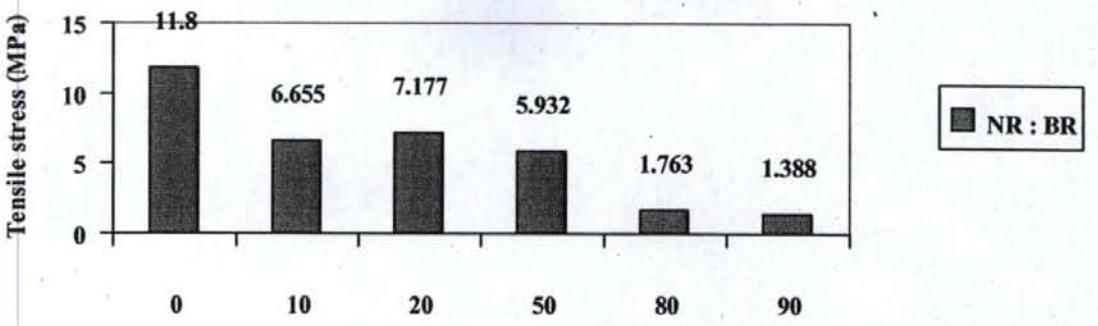
รูปที่4-6 แสดงค่า Modulus ที่ได้จากการผสม NR กับ BR ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-6แสดงผลเปรียบเทียบ การทดสอบค่า(300%Modulus) ของNRกับBR ในอัตราส่วนต่างๆ จากค่าที่ได้ในตารางที่ 4-5 เรานำมาเขียนเป็นแผนภูมิแท่งและสมารถวิเคราะห์ผลจากการทดลองพบว่า ผลการทดสอบค่า300% MODULUS จากตาราง จากสูตรทั้ง 3 สูตร คือ NR: BR (100:0) NR: BR (90:10) และ NR: BR (80:20) สูตรที่มีค่า 300% MODULUS สูงที่สุด คือ NR: BR (100:0) มีค่า 300% MODULUS อยู่ที่1.623 ปริมาตร NR:BR(80:20)และNR:BR(10:90) มีค่าน้อยลงมาตามลำดับ คือ 1.239 และ1.175 เข้ากันไม่ได้ทำให้มีโครงสร้างแยกเป็นวัฏภาค ยางที่มีความเป็นขั้วต่างกันมาก จะผสมเข้ากันได้ไม่ดีเท่ายางที่มีความเป็นขั้วใกล้เคียงกัน

4.1.7 ผลการทดสอบ Tensile

ตารางที่4-7 ผลการทดสอบ Tensile Tests of Rubber

NR : BR (phr)	Tensile Strength (MPa)
100 : 0	11.80
90 :10	6.655
80 : 20	7.177
50 : 50	5.932
20 : 80	1.763
10 : 90	1.388



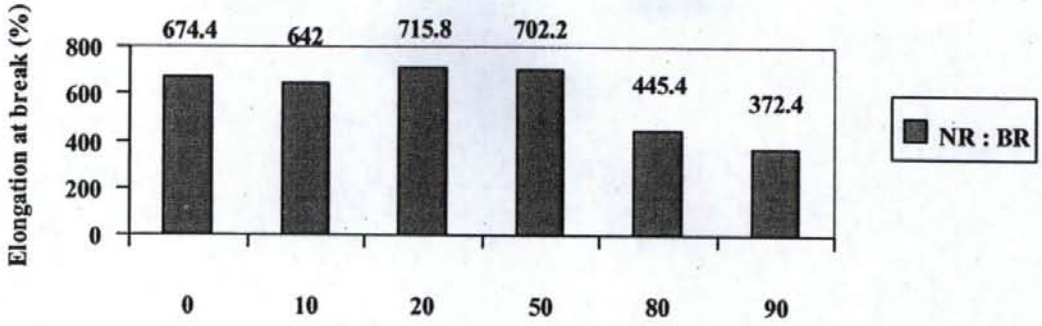
รูปที่ 4-7 แสดงค่า Tensile Strength ที่ได้จากการผสม NR กับ BR ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-7กราฟแสดงผลเปรียบเทียบการทดสอบการทนต่อแรงดึง (Tensile Strength) ของยาง NR กับยาง BRในอัตราส่วนต่างๆ จากค่าที่ได้ในตารางที่ 4-7 เรานำมาเขียนเป็นแผนภูมิแท่งและสมารถวิเคราะห์ผลจากการทดลองพบว่า สูตรที่มีปริมาณ NR:BR (100:0) มีค่าการทนต่อแรงดึงสูงที่สุด คือ 11.8 MPa สูตรที่มีปริมาตร NR:BR(90:10)และNR:BR(50:50) มีค่าน้อยลงมาตามลำดับคือ 6.665 MPa และ5.932 MPaจะเห็นได้ว่าเมื่อทำการเพิ่มอัตราส่วนของBRมากขึ้นค่าการทนต่อแรงดึงจะมีค่าลดลง เนื่องมาจาก สมบัติของBRทนต่อแรงดึงต่ำและสมบัติของการผสมของพอลิเมอร์ทั้ง2ตัวนั้นเข้ากันได้ไม่ดี เมื่อเพิ่มปริมาณอัตราส่วนของBRมากขึ้นค่าtensileจึงต่ำลง

4.1.8 ผลการทดสอบ Elongation at break

ตารางที่4-8 ผลการทดสอบ Elongation at break

NR : BR (phr)	Elongation at break (%)
100 : 0	674.4
90 :10	642.0
80 : 20	715.8
50 : 50	702.2
20 : 80	445.4
10 : 90	372.4



รูปที่4-8 แสดงค่า Elongation at break ที่ได้จากการผสม NR กับ BR ในอัตราส่วนต่างๆ

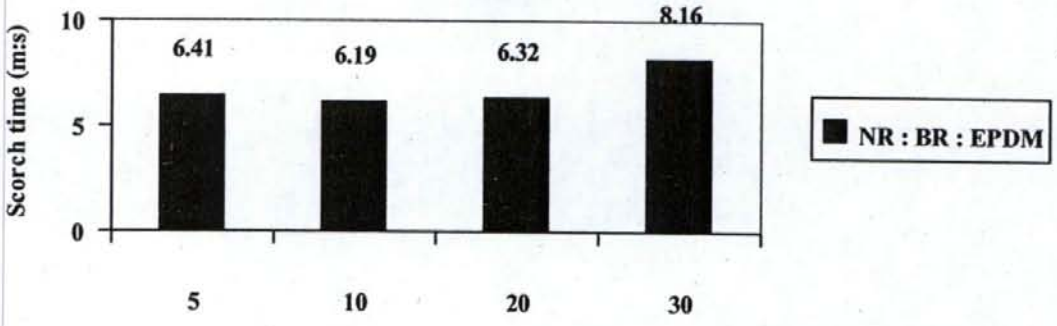
ตารางที่4-8 แสดงผลเปรียบเทียบการทดสอบค่า (Elongation at Break) ของNRกับBR ในอัตราส่วนต่างๆ จากค่าที่ได้ในตารางที่ 4-8 เรานำมาเขียนเป็นแผนภูมิแท่งและสามารถวิเคราะห์ผลจากการทดลองพบว่า ผลการทดสอบ ELONGATION AT BREAK สูตรที่มีปริมาณ NR:BR (80:20) มีค่า 715.8 ซึ่งมีค่าสูงสุด สูตรที่มีปริมาตร NR:BR (50:50) มีค่า ELONGATION AT BREAK 702.2และ NR:BR(20:80)มีค่าELONGATION ATBREAK 445.4 ซึ่งจะสังเกตุได้ว่า ค่า ELONGATION AT BREAK ที่ได้จะมีแนวโน้มลดลงเมื่ออัตราส่วนของ BR มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากสมบัติของBRทนต่อแรงดึงต่ำและสมบัติของการผสมของพอลิเมอร์ทั้ง2ตัวนั้นเข้ากันได้ไม่ดี เมื่อเพิ่มปริมาณอัตราส่วนของBRมากขึ้นค่า Elongation at break จึงต่ำลง

4.2 ผลการทดสอบต่าง ๆ ของยางผสมระหว่าง NR/BR (50/50) และ EPDM อัตราส่วนต่างๆ

4.2.1 ผลการทดลองหาค่า Scorch time (ts_1)

ตารางที่4-9 ผลการทดลองหาค่า Scorch time (ts_1)

NR : BR : EPDM (phr)	Scorch time (m:s)
50 : 50 : 5	6.41
50 : 50 : 10	6.19
50 : 50 : 20	6.32
50 : 50 : 30	8.16



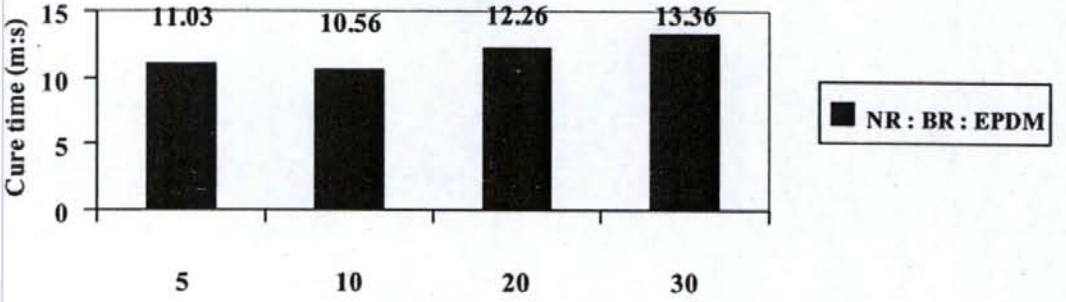
รูปที่ 4-9แสดงค่า Scorch time ที่ได้จากการผสม NR : BR : EPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-9 ผลการทดลองหาค่า Scorch time ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆจากแผนภูมิแสดงค่า Scorch timeที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของ EPDMที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Scorch time มีค่าเพิ่มมากขึ้นโครงสร้างของ EPDMมีพันธะคู่น้อย อิ่มตัวมาก ทำให้เกิดการวัลคาไนส์ได้ช้า จึงทำได้ค่า Scorch time มีค่าสูง เนื่องจากยางที่มีค่าพลังงานพันธะคู่สูง จะวัลคาไนซ์ได้เร็วกว่ายางที่มีพลังงานพันธะคู่ต่ำยาง NR จะวัลคาไนซ์ได้เร็วกว่า มากกว่ายาง BRและยางEPDM

4.2.2 การทดลองหาค่า Cure time (tc_{90})

ตารางที่ 4-10 การทดลองหาค่า Cure time (tc_{90})

NR : BR : EPDM (phr)	Cure time (m:s)
50 : 50 : 5	11.03
50 : 50 : 10	10.56
50 : 50 : 20	12.26
50 : 50 : 30	13.36



รูปที่ 4-10 แสดงค่า Cure time ที่ได้จากการผสม NR : BR : EPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-10 ผลการทดลองหาค่า Cure time ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ จากแผนภูมิแสดงค่า Cure time ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของEPDMที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Cure time มีค่าเพิ่มมากขึ้น โครงสร้างของEPDMมีพันธะคู่น้อย อิ่มตัวมาก ทำให้เกิดการวัลคาไนส์ได้ช้า จึงทำได้ค่า มีค่า Cure timeสูง เนื่องจากยางที่มีค่าพลังงานพันธะคู่สูง จะวัลคาไนซ์ได้เร็วกว่ายางที่มีพลังงานพันธะคู่ต่ำยาง NR จะวัลคาไนซ์ได้เร็วกว่า มากกว่ายาง BRและยางEPDM

4.2.3 ผลการทดสอบความหนาแน่น Density

ตารางที่ 4-11 ผลการทดสอบความหนาแน่น Density

NR : BR : EPDM (phr)	Density
50 : 50 : 5	0.9766
50 : 50 : 10	0.9441
50 : 50 : 20	0.9616
50 : 50 : 30	0.9288

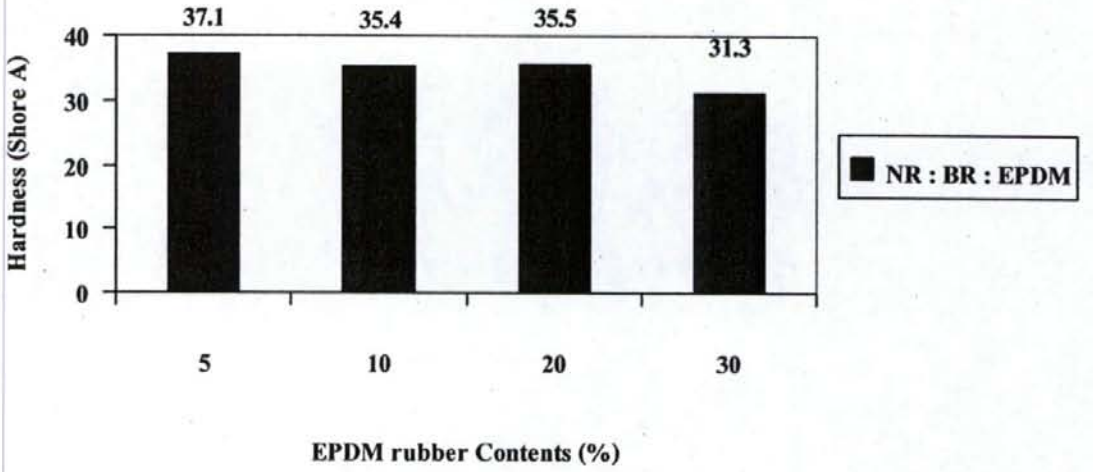
ตารางที่4-11 ผลการทดลองหาค่า Density ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ จากแผนภูมิแสดงค่า Density ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ ทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของ EPDM ที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆ ทำให้ค่าการทดสอบ Density มี

แนวโน้มใกล้เคียงกัน เนื่องจากค่าความหนาแน่นของยางทั้ง 2 ใกล้เคียงกัน (NR = 0.92-0.95 g/cm^3, BR = 1.02-1.05 , EPDM = 0.86-0.87)

4.2.4 ผลการทดสอบ Hardness

ตารางที่4-12 ผลการทดสอบ Hardness

NR : BR : EPDM (phr)	Hardness (Shore A)
50 : 50 : 5	37.1
50 : 50 : 10	35.4
50 : 50 : 20	35.5
50 : 50 : 30	31.3



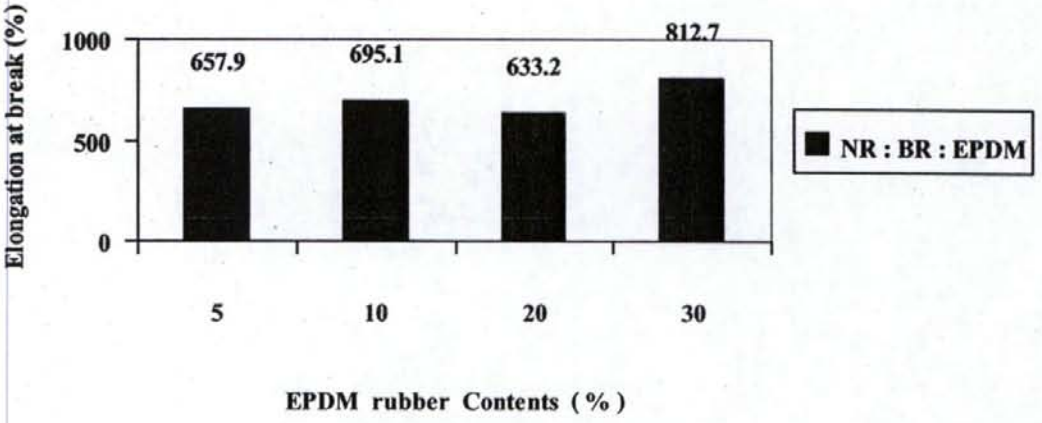
รูปที่ 4-12 แสดงค่า Hardness ที่ได้จากการผสม NR : BR : EPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-12 ผลการทดลองหาค่า Hardness ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ จากแผนภูมิแสดงค่า Hardness ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของEPDMที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Hardness มีค่าลดลงเล็กน้อยทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเข้ากันได้ของยางทั้งสามชนิด

4.2.5 ผลการทดสอบ Elongation at break

ตารางที่4-13ผลการทดสอบ Elongation at break

NR : BR : EPDM (phr)	Elongation at break (%)
50 : 50 : 5	657.9
50 : 50 : 10	695.1
50 : 50 : 20	633.2
50 : 50 : 30	812.7



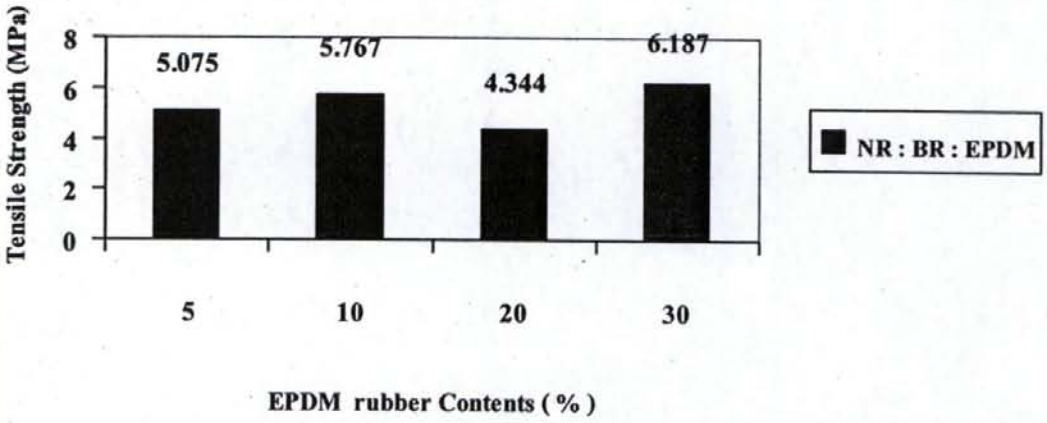
รูปที่ 4-13 แสดงค่า Elongation at break ที่ได้จากการผสม NR : BR : EPDM ในอัตราส่วนต่างๆ

ตารางที่4-13 ผลการทดลองหาค่า Elongation at break ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ จากแผนภูมิแสดงค่า Elongation at break ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของEPDMที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Elongation at break มีค่าเพิ่มมากขึ้นเนื่องมาจากสมบัติของ BR ทนต่อแรงดึงต่ำและสมบัติของการผสมของพอลิเมอร์ทั้ง2ตัวนั้นเข้ากันได้ไม่ดี เมื่อเพิ่มปริมาณอัตราส่วนของBRมากขึ้นค่า Elongation at break จึงต่ำลง

4.2.6 ผลการทดสอบ Tensile Tests

ตารางที่4-14 ผลการทดสอบ Tensile Tests of Rubber

NR : BR : EPDM (phr)	Tensile Strength (MPa)
50 : 50 : 5	5.075
50 : 50 : 10	5.767
50 : 50 : 20	4.344
50 : 50 : 30	6.187



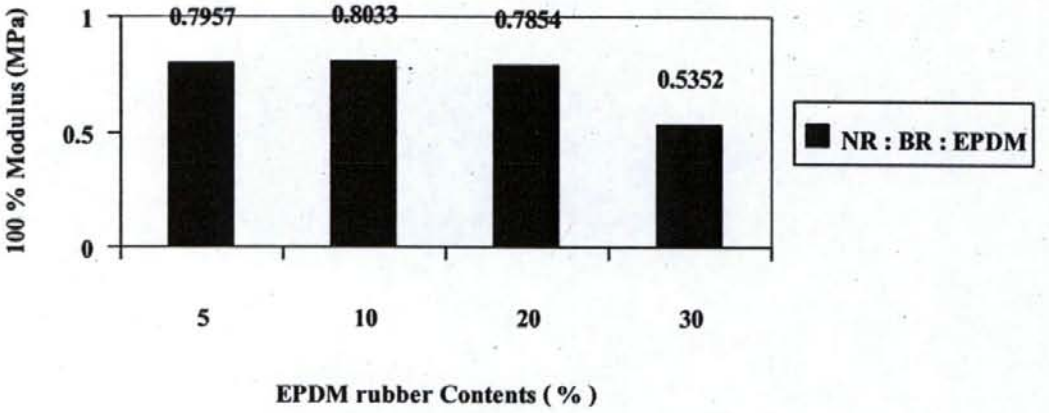
รูปที่ 4-14 แสดงค่า Tensile Strength ที่ได้จากการผสม NR : BR : EPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-14 ผลการทดลองหาค่า Tensile Strength ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ จากแผนภูมิแสดงค่า Tensile Strength ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของEPDMที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Tensile Strength มีค่าเพิ่มมากขึ้นเนื่องมาจาก สมบัติของBRทนต่อแรงดึงต่ำและสมบัติของการผสมของพอลิเมอร์ทั้ง 2 ตัวนั้นเข้ากันได้ไม่ดี เมื่อเพิ่มปริมาณอัตราส่วนของBRมากขึ้นค่าtensileจึงต่ำลง

4.2.7 ผลการทดสอบ Modulus 100%

ตารางที่4-15 ผลการทดสอบ Modulus 100%

NR : BR : EPDM (phr)	Modulus 100%
50 : 50 : 5	0.7957
50 : 50 : 10	0.8033
50 : 50 : 20	0.7854
50 : 50 : 30	0.5352



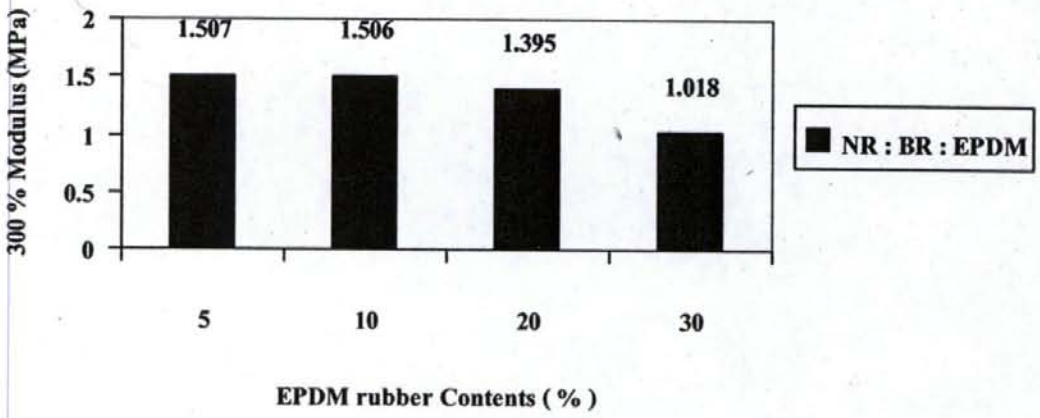
รูปที่ 4-15 แสดงค่า Modulus ที่ได้จากการผสม NR : BR : EPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-15 ผลการทดลองหาค่า Modulus 100%ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ จากแผนภูมิแสดงค่า Modulus 100% ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ ทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของEPDMที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Modulus 100%มีค่าสูงสุดที่ระดับประมาณ 10-20 ส่วน และเมื่อเติมถึง 30 ส่วนจะทำให้ค่าความแข็งแรงลดลง

4.2.8 การทดสอบ Modulus 300%

ตารางที่4-16 ผลการทดสอบ Modulus 300%

NR : BR : EPDM (phr)	Modulus 300%
50 : 50 : 5	1.507
50 : 50 : 10	1.506
50 : 50 : 20	1.395
50 : 50 : 30	1.018



รูปที่ 4-16 แสดงค่า Modulus ที่ได้จากการผสม NR : BR : EPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ

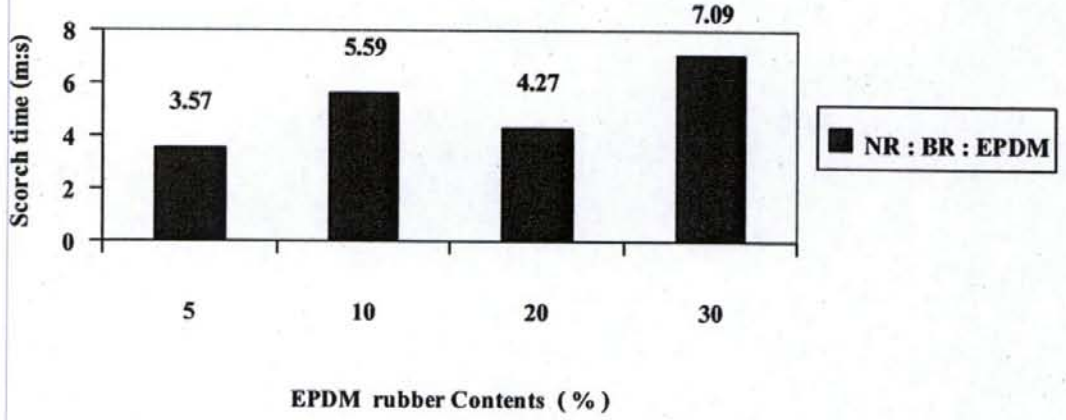
ตารางที่4-16 ผลการทดลองหาค่า Modulus 300%ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ จากแผนภูมิแสดงค่า Modulus 300% ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ ทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของ EPDM ที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Modulus 300%มีแนวโน้มลดลง

4.3 ผลการทดสอบต่าง ๆ ของยางผสมระหว่าง NR/BR (70/30) และ EPDM อัตราส่วนต่างๆ

4.3.1 ผลการทดลองหาค่า Scorch time (ts_1)

ตารางที่4-17 ผลการทดลองหาค่า Scorch time (ts_1)

NR : BR : EPDM (phr)	Scorch time (m:s)
70 : 30 : 5	3.57
70 : 30 : 10	5.59
70 : 30 : 20	4.27
70 : 30 : 30	7.09



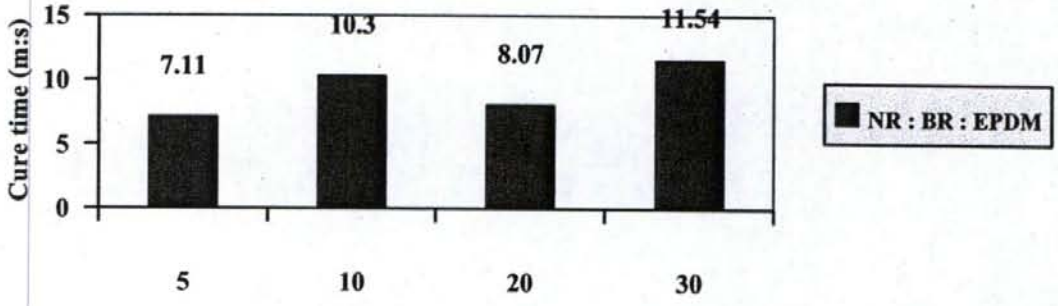
รูปที่ 4-17 แสดงค่า Scorch time ที่ได้จากการผสม NR : BR : EPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-17 ผลการทดลองหาค่า Scorch time ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ จากแผนภูมิแสดงค่า Scorch time ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของEPDMที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Scorch time มีค่าเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากยางที่มีค่าพลังงานพันธะคู่สูง จะวัลคาไนซ์ได้เร็วกว่ายางที่มีพลังงานพันธะคู่ต่ำยาง NR จะวัลคาไนซ์ได้เร็วกว่า มากกว่ายาง BR และยาง EPDM

4.3.2 การทดลองหาค่า Cure time (tc_{90})

ตารางที่4-18 การทดลองหาค่า Cure time (tc_{90})

NR : BR : EPDM (phr)	Cure time (m:s)
70 : 30 : 5	7.11
70 : 30 : 10	10.30
70 : 30 : 20	8.07
70 : 30 : 30	11.54



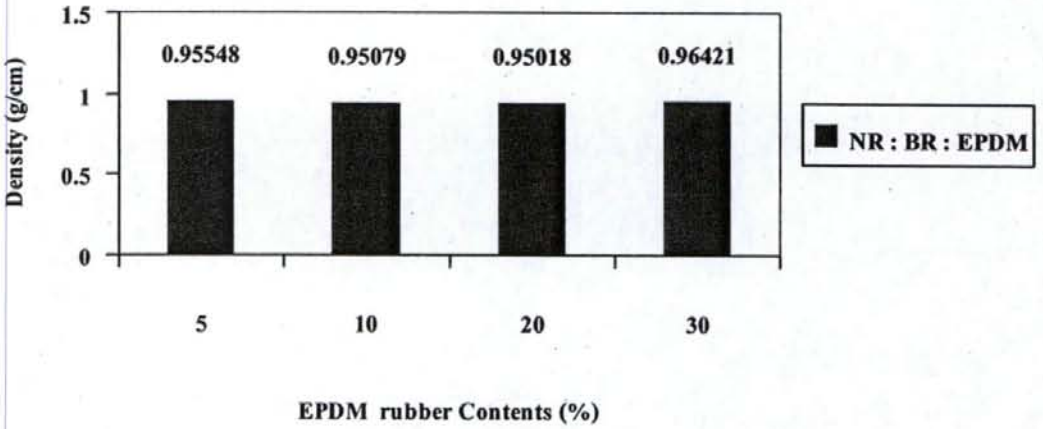
รูปที่ 4-18 แสดงค่า Cure time ที่ได้จากการผสม NR : BR : EPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-18 ผลการทดลองหาค่า Cure time ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ จากแผนภูมิแสดงค่า Cure time ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของEPDMที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Cure time มีค่าเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากยางที่มีค่าพลังงานพันธะคู่สูง จะวัลคาไนซ์ได้เร็วกว่ายางที่มีพลังงานพันธะคู่ต่ำยาง NR จะวัลคาไนซ์ได้เร็วกว่า มากกว่ายาง BR และยาง EPDM

4.3.3 การทดลองหาค่า Density

ตารางที่4-19 การทดลองหาค่า Density

NR : BR : EPDM (phr)	Density
70 : 30 : 5	0.95548
70 : 30 : 10	0.95079
70 : 30 : 20	0.95018
70 : 30 : 30	0.96421



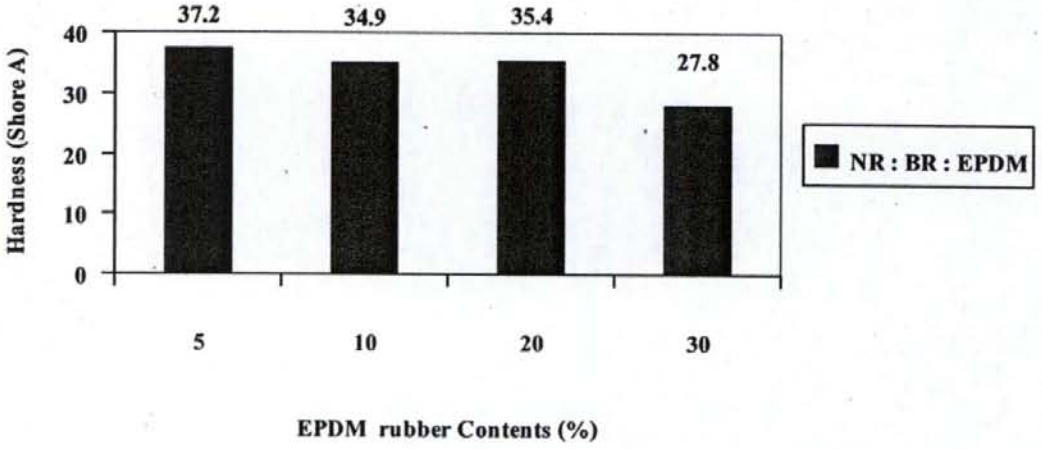
รูปที่ 4-19 แสดงค่า Density ที่ได้จากการผสม NR : BR : EPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-19 ผลการทดลองหาค่า Densityที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ จากแผนภูมิแสดงค่า Densityที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของEPDMที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Density ใกล้เคียงกันเนื่องจากค่าความหนาแน่นของยางทั้ง 2 ใกล้เคียงกัน (NR = 0.92-0.95 g/cm^3, BR = 1.02-1.05 , EPDM = 0.86-0.87

4.3.4 ผลการทดลองการทดสอบ Hardness

ตารางที่4-20 ผลการทดลองการทดสอบ Hardness

NR : BR : EPDM (phr)	Hardness (Shore A)
70 : 30 : 5	37.2
70 : 30 : 10	34.9
70 : 30 : 20	35.4
70 : 30 : 30	27.8



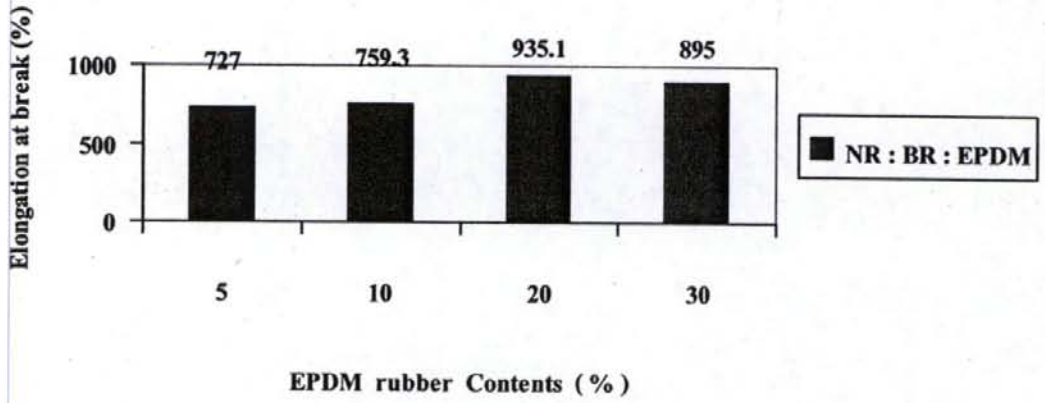
รูปที่ 4-20 แสดงค่า Hardness ที่ได้จากการผสม NR : BR : EPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-20 ผลการทดลองหาค่า Hardness ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ จากแผนภูมิแสดงค่า Hardness ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของEPDMที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Hardness มีค่าลดลง

4.3.5 Elongation at break

ตารางที่4-21 Elongation at break

NR : BR : EPDM (phr)	Elongation at break (%)
70 : 30 : 5	727.0
70 : 30 : 10	759.3
70 : 30 : 20	935.1
70 : 30 : 30	895.0



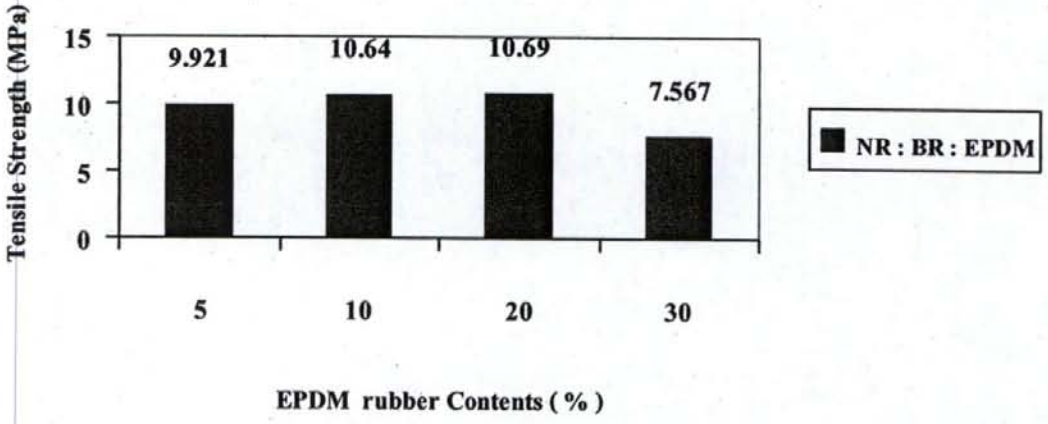
รูปที่ 4-21 แสดงค่า Elongation at break ที่ได้จากการผสม NR:BR:EPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-21 ผลการทดลองหาค่า Elongation at break ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ จากแผนภูมิแสดงค่า Elongation at break ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของEPDMที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Elongation at break มีค่าเพิ่มมากขึ้น

4.3.6 ผลการทดลองการทดสอบ Tensile Tests of Rubber

ตารางที่4-22 ผลการทดลองการทดสอบ Tensile Tests of Rubber

NR : BR : EPDM (phr)	Tensile Strength (MPa)
70 : 30 : 5	9.921
70 : 30 : 10	10.640
70 : 30 : 20	10.690
70 : 30 : 30	7.567



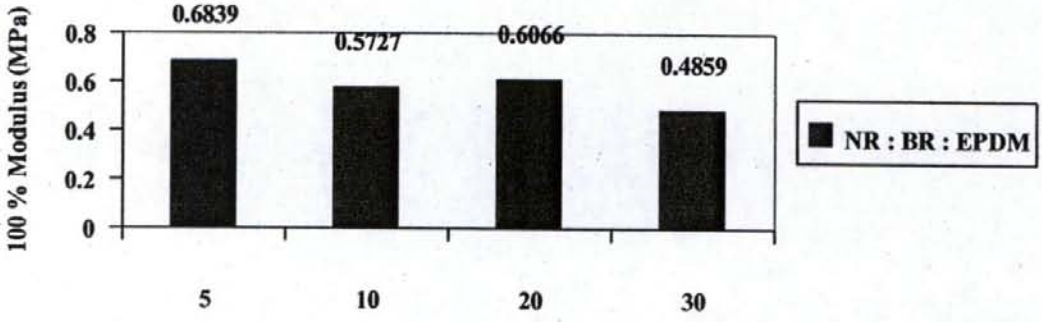
รูปที่ 4-22 แสดงค่า Tensile Strength ที่ได้จากการผสม NR : BR : EPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-22 ผลการทดลองหาค่า Tensile ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ จากแผนภูมิแสดงค่า Tensile ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของEPDMที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Tensile มีค่าลดลง เนื่องมาจาก สมบัติของBRทนต่อแรงดึงต่ำและสมบัติของการผสมของพอลิเมอร์ทั้ง2ตัวนั้นเข้ากันได้ไม่ดี เมื่อเพิ่มปริมาณอัตราส่วนของBRและEPDM มากขึ้นค่า tensileจึงต่ำลง

4.3.7 Modulus 100%

ตารางที่4-23 Modulus 100%

NR : BR : EPDM (phr)	Modulus 100%
70 : 30 : 5	0.6839
70 : 30 : 10	0.5727
70 : 30 : 20	0.6066
70 : 30 : 30	0.4859



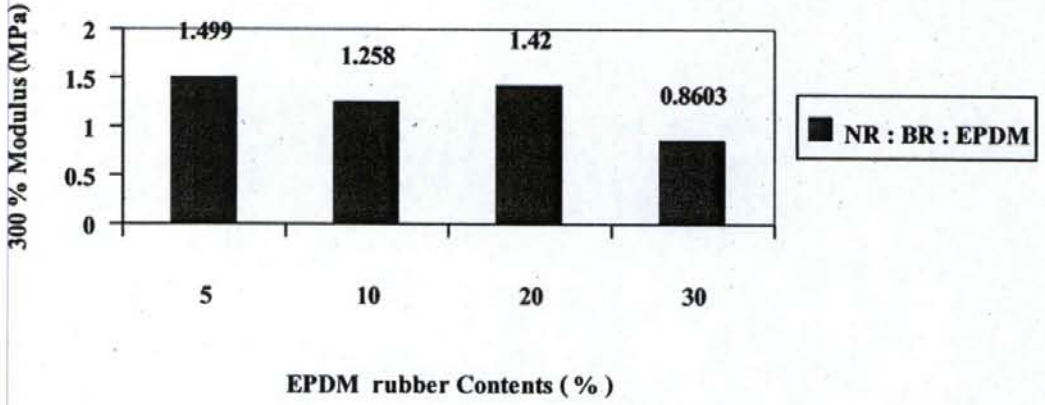
รูปที่ 4-23 แสดงค่า Modulus ที่ได้จากการผสม NR : BR : EPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-23 ผลการทดลองหาค่า Modulus 100%ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ จากแผนภูมิแสดงค่า Modulus 100%ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของEPDMที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Modulus 100% มีค่าลดลง สมบัติของBRทนต่อแรงดึงต่ำและสมบัติของการผสมของพอลิเมอร์ทั้ง2ตัวนั้นเข้ากันได้ไม่ดี เมื่อเพิ่มปริมาณอัตราส่วนของBRและEPDM มากขึ้นค่า tensileจึงต่ำลง

4.3.8 Modulus 300%

ตารางที่4-24 Modulus 300%

NR : BR : EPDM (phr)	Modulus 300%
70 : 30 : 5	1.499
70 : 30 : 10	1.258
70 : 30 : 20	1.420
70 : 30 : 30	0.8603



รูปที่ 4-24 แสดงค่า Modulus ที่ได้จากการผสม NR : BR : EPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ

ตารางที่4-24 ผลการทดลองหาค่า Modulus 300%ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ จากแผนภูมิแสดงค่า Modulus 300%ที่ได้จากการผสม NR , BR และEPDM ในอัตราส่วนต่าง ๆ ทำให้เราทราบว่าอัตราส่วนของEPDMที่เพิ่มขึ้นในสูตรต่างๆทำให้ค่าการทดสอบ Modulus 300% มีค่าลดลงสมบัติของBRทนต่อแรงดึงต่ำและสมบัติของการผสมของพอลิเมอร์ทั้ง2ตัวนั้นเข้ากันได้ไม่ดี เมื่อเพิ่มปริมาณอัตราส่วนของBRและEPDM มากขึ้นค่า tensileจึงต่ำลง