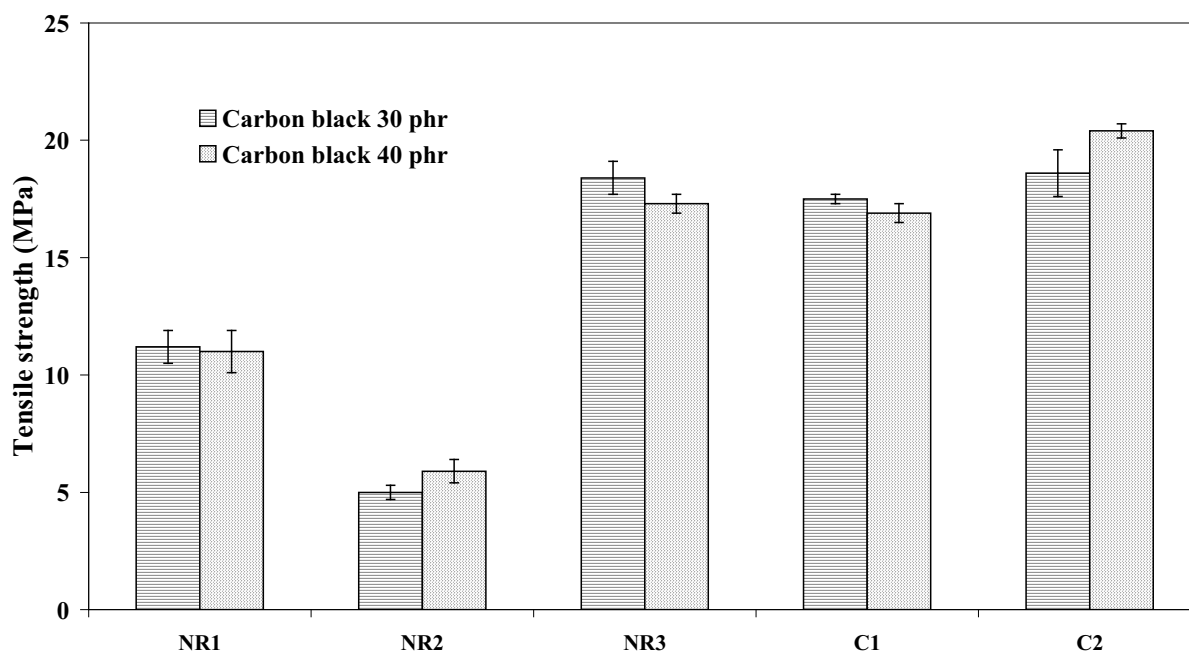


ตารางที่ 3.17 (ต่อ)

B3(30)40	17.5 ± 1.4	433 ± 19	12.2 ± 0.6	316 ± 2	-30.29	-27.02
B3(40)40	16.9 ± 1.0	362 ± 24	12.1 ± 0.5	273 ± 3	-28.4	-24.59
B4(30)30	22.2 ± 1.2	540 ± 20	14.8 ± 0.9	425 ± 9	-33.33	-21.29
B4(40)30	18.2 ± 0.3	464 ± 6	15.0 ± 0.6	449 ± 8	-17.58	-3.23
B4(30)40	21.2 ± 0.6	483 ± 9	16.2 ± 1.4	415 ± 21	-23.58	-14.08
B4(40)40	16.9 ± 0.9	432 ± 19	14.2 ± 0.3	423 ± 5	-15.98	-2.08

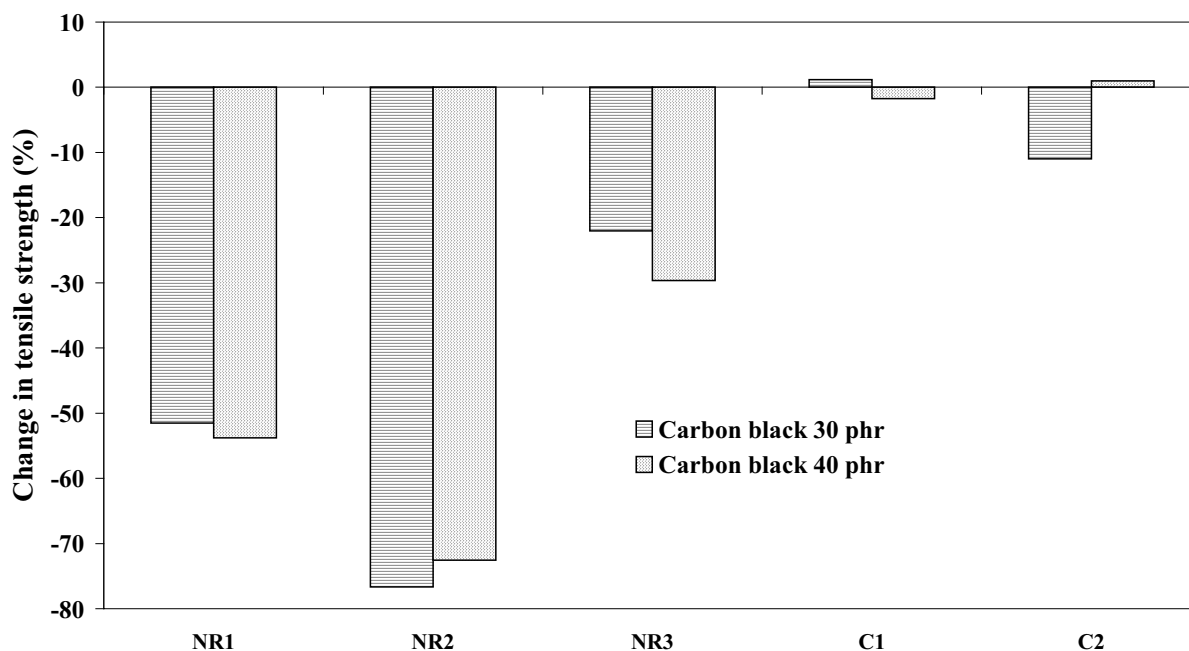
(การเรียกชื่อสูตร : B2(30)40 = สูตร B2 มีปริมาณเขม่าดำ 30 phr และ CSM 40 phr)



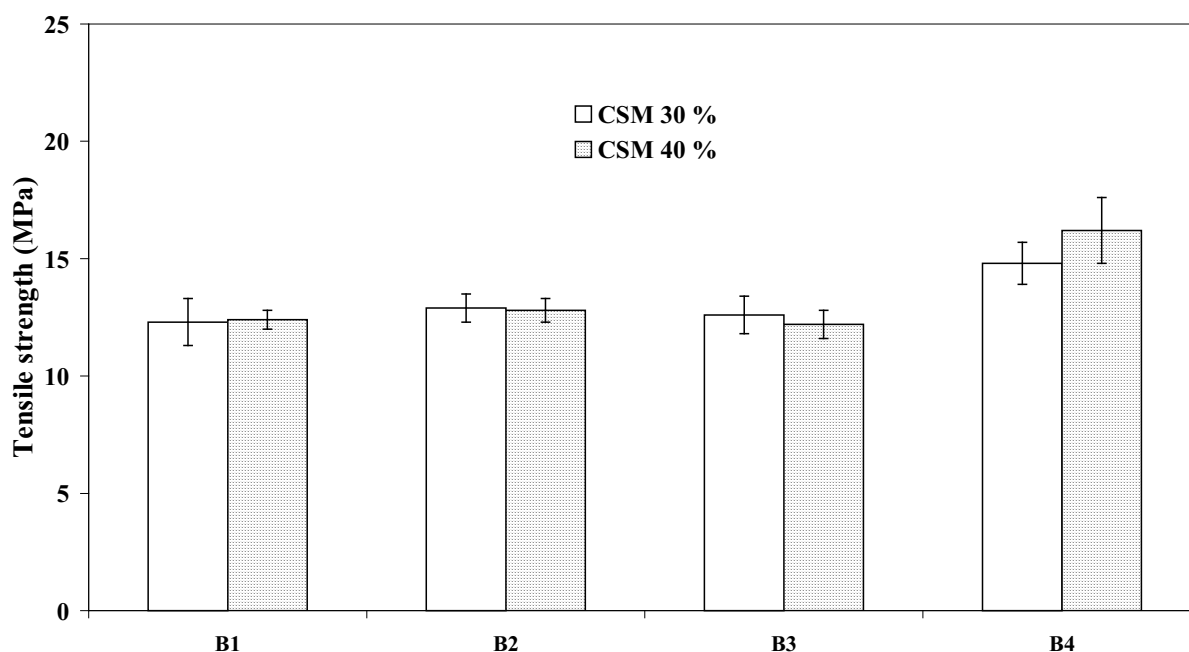
รูปที่ 3.44 ความเค้น ณ จุดขาด หลังอบโอโซนของยางธรรมชาติ (สูตร NR1, NR2 และ NR3) และยาง CSM (สูตร C1 และ C2) ที่ผสมเขม่าดำในปริมาณ 30 และ 40 phr

ยาง CSM มีความต้านทานต่อโอโซนมากกว่ายางธรรมชาติซึ่งเป็นสมบัติที่เด่นของยาง CSM สังเกตได้จากปริมาณการเปลี่ยนแปลงดังแสดงในรูปที่ 3.45 เนื่องจากยาง CSM มีโครงสร้างที่อึดตัว ไม่มีพันธะคู่ที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาเหมือนยางธรรมชาติที่เป็นผลทำให้มีความต้านทานต่อโอโซนน้อย ยางธรรมชาติสูตร NR3 จะมีความต้านทานต่อโอโซนมากที่สุด ปริมาณเขม่าดำจะให้ผลการทดลองที่ใกล้เคียงกัน ส่วนยาง CSM สูตร C2 ที่ผสมเขม่าดำในปริมาณ 40 phr จะมีความต้านทานต่อโอโซนมากที่สุด และสูตรที่มีความต้านทานต่อโอโซนน้อยที่สุดคือสูตร C2 เนื่องจากในสูตรนี้มีค่าการทนต่อแรงดึงก่อนอบโอโซนที่สูงมากจึงทำให้มีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงมาก

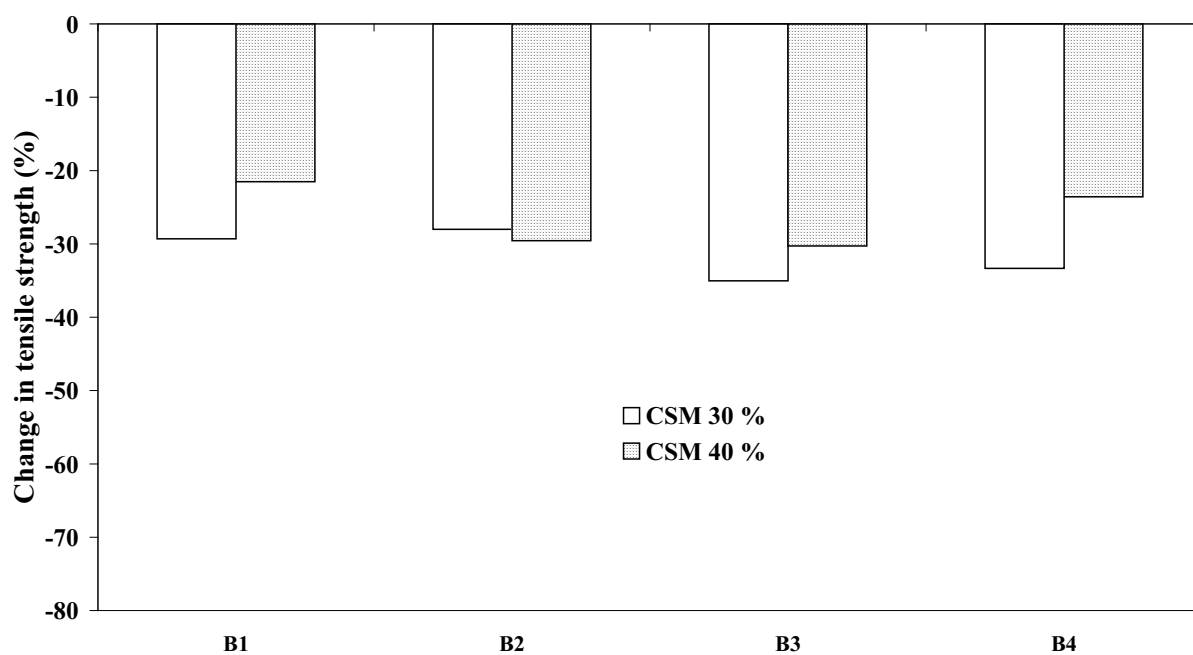
ยางผสมสูตรB4จะให้ค่าความเค้น ณ จุดขาด ก่อนและหลังอบโอโซนมากที่สุด สูตรยางผสมแต่ละสูตรมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกัน และสูตรB4มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าสูตรอื่นๆ เมื่อเพิ่มปริมาณเขม่าดำ เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเค้น ณ จุดขาด มีแนวโน้มลดลง นั่นคือ มีความต้านทานต่อโอโซนดีขึ้น



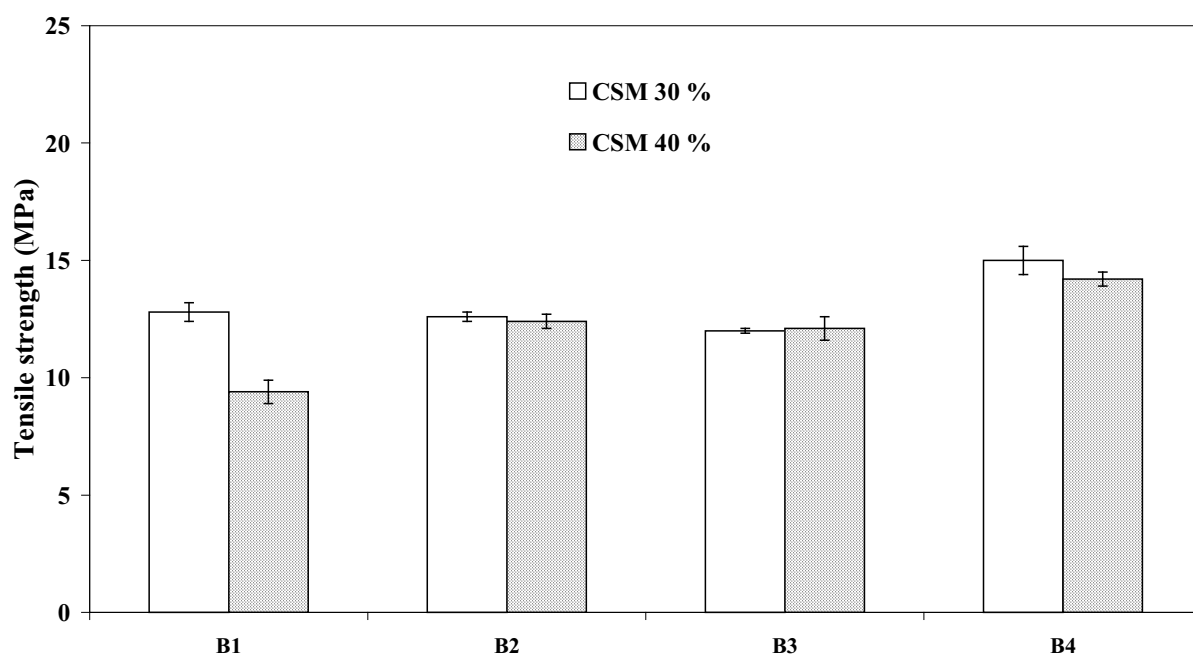
รูปที่ 3.45 การเปลี่ยนแปลงความเค้น ณ จุดขาด หลังอบโอโซนของยางธรรมชาติ (NR1, NR2 และ NR3) และCSM (C1 และ C2) ที่มีเขม่าดำปริมาณ 30 และ 40 phr



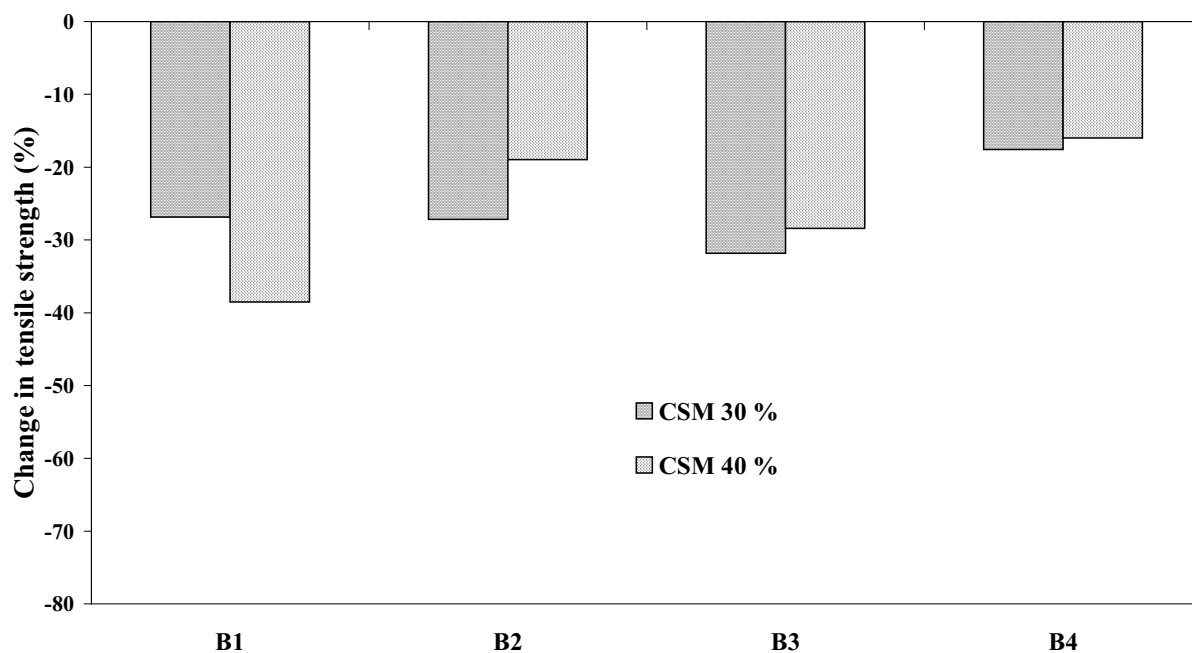
รูปที่ 3.46 ความเค้น ณ จุดขาด หลังอบโอโซนของยางผสมสูตรB1, B2, B3 และ B4 ที่มีเขม่าดำปริมาณ 30 phr



รูปที่ 3.47 การเปลี่ยนแปลงความเค้น ณ จุดขาด หลังอบไอโซนของยางผสมสูตร B1, B2, B3 และ B4 ที่มีเขม่าดำปริมาณ 30 phr

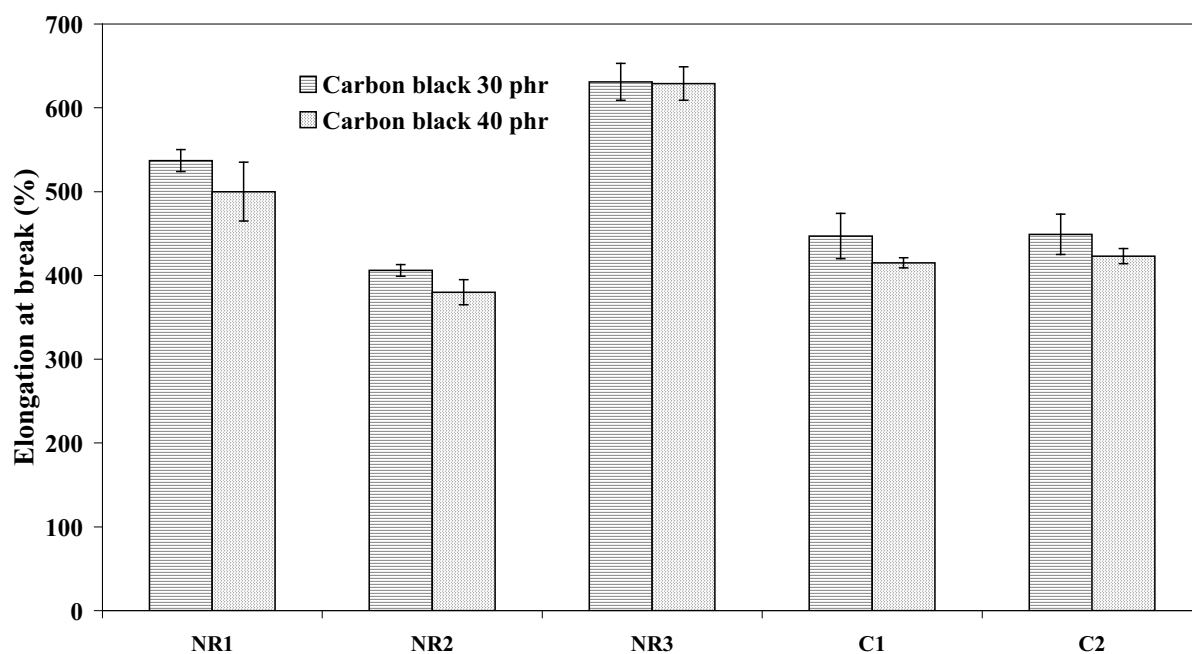


รูปที่ 3.48 ความเค้น ณ จุดขาด หลังอบไอโซนของยางผสมสูตร B1, B2, B3 และ B4 ที่มีเขม่าดำปริมาณ 40 phr

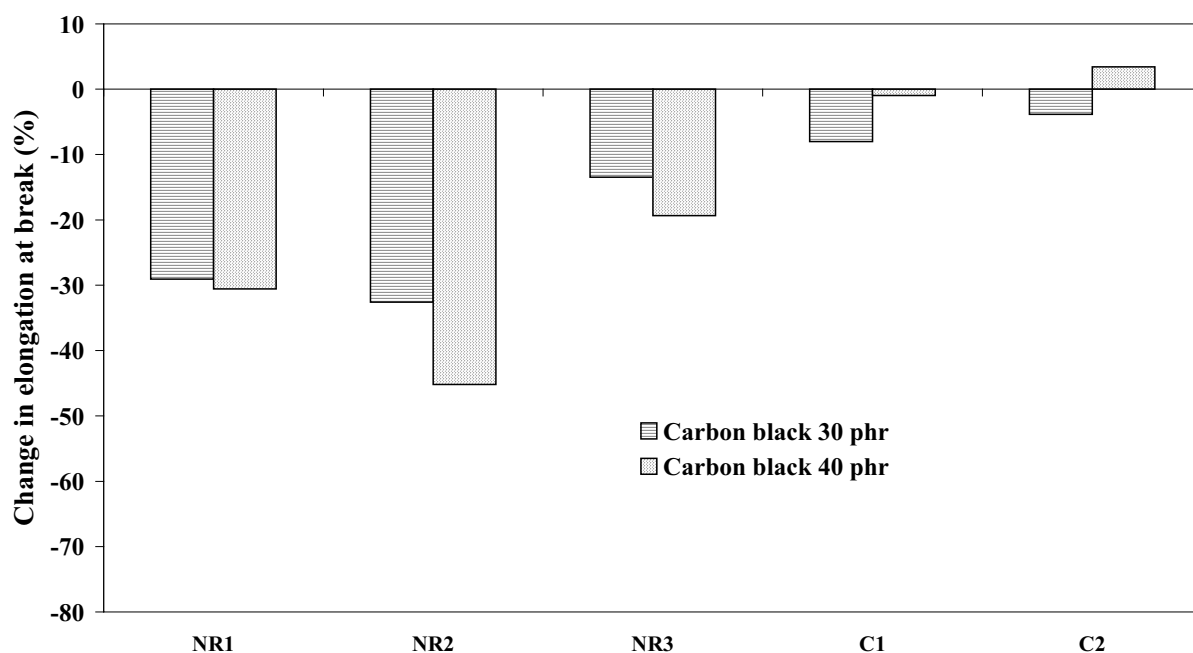


รูปที่ 3.49 การเปลี่ยนแปลงความเค้น ณ จุดขาด หลังอบโอโซนของยางผสมสูตร B1, B2, B3 และ B4 ที่มีเขม่าดำปริมาณ 40 phr

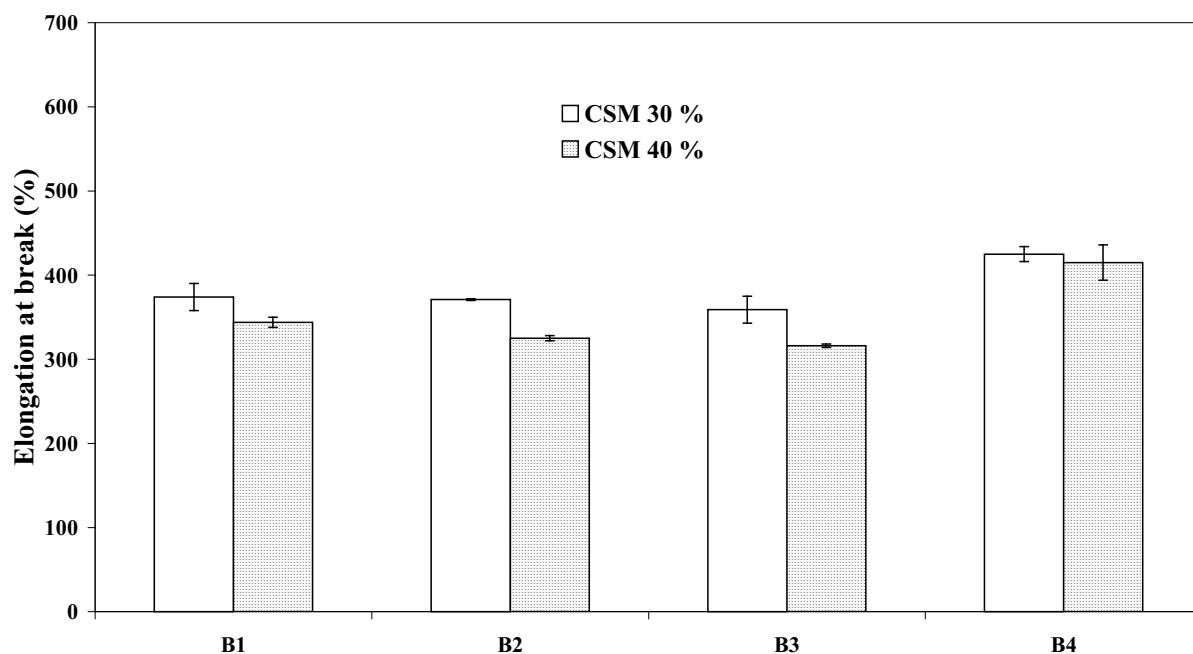
รูปที่ 3.50 – 3.55 แสดงความเครียด ณ จุดขาด และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังอบด้วยโอโซนของยางธรรมชาติ ยางCSM และยางผสมสูตรต่างๆ ผลการทดลองมีทิศทางเช่นเดียวกับค่าความเค้น ณ จุดขาด ดังที่กล่าวมา



รูปที่ 3.50 ความเครียด ณ จุดขาด หลังอบโอโซนของยางธรรมชาติ (NR1, NR2 และ NR3) และCSM (C1 และ C2) ที่มีเขม่าดำปริมาณ 30 และ 40 phr



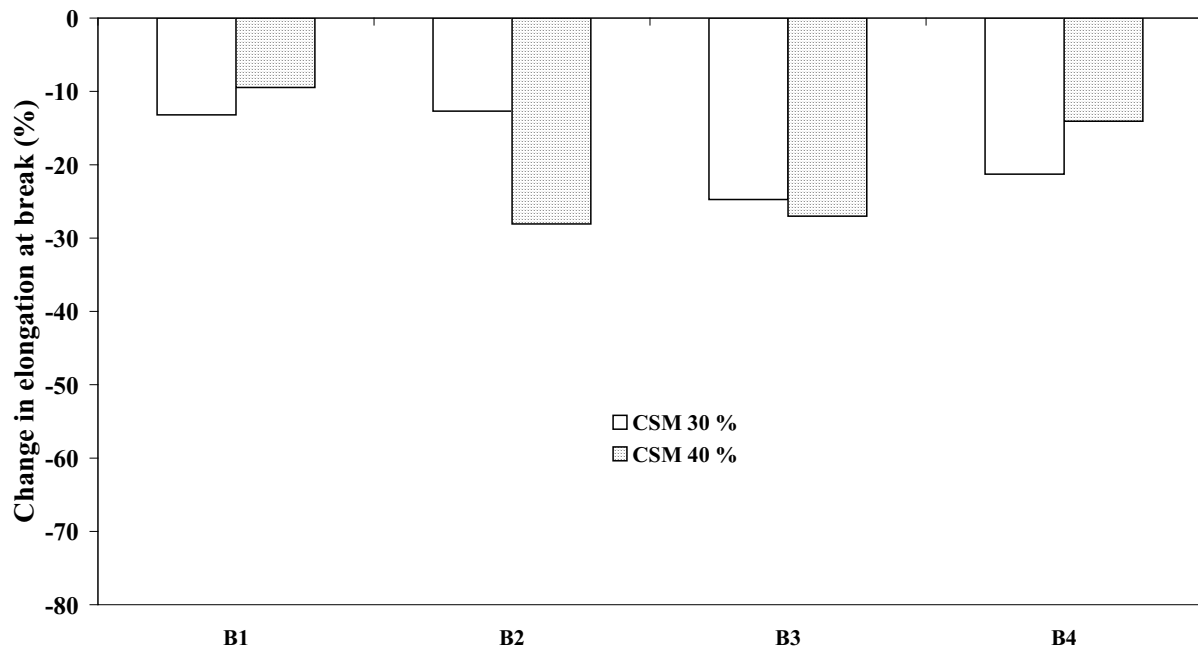
รูปที่ 3.51 การเปลี่ยนแปลงความเครียด ณ จุดขาด หลังอบโอโซนของยางธรรมชาติ (สูตร NR1, NR2 และ NR3) และยาง CSM (สูตร C1 และ C2) ที่ผสมเขม่าดำในปริมาณ 30 และ 40 phr



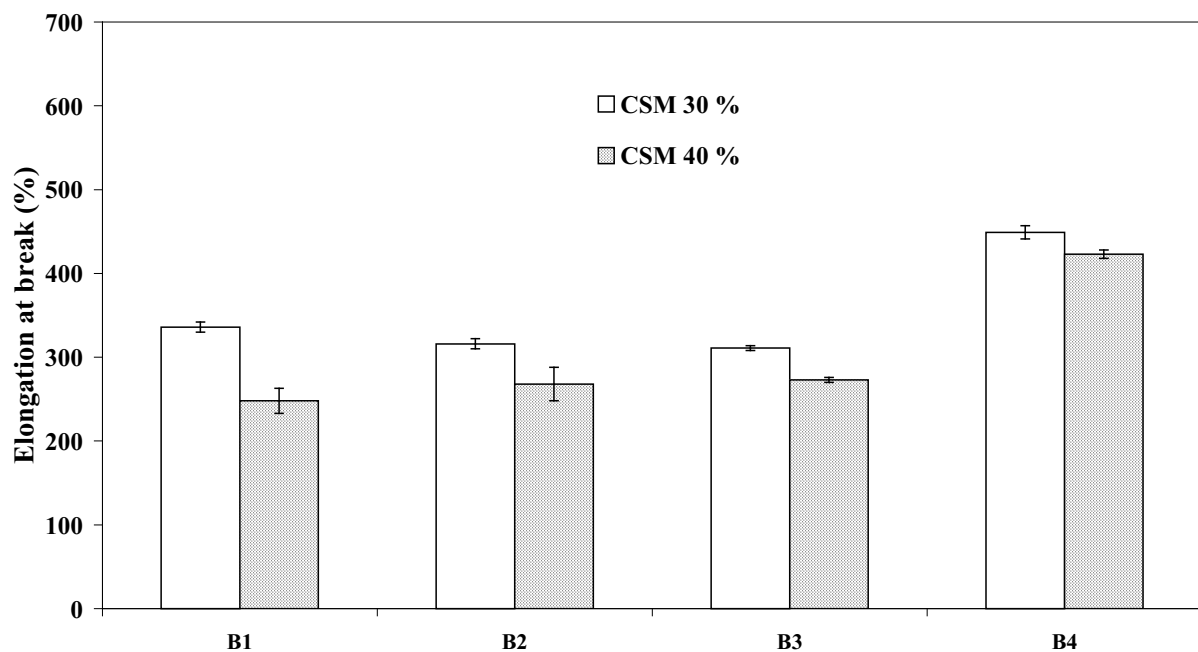
รูปที่ 3.52 ความเครียด ณ จุดขาด หลังอบโอโซนของยางผสมสูตร B1, B2, B3 และ B4 ที่มีเขม่าดำปริมาณ 30 phr

ยาง CSM มีความต้านทานต่อโอโซนในด้านความสามารถในการยืดจนขาดมากกว่ายางธรรมชาติ โดยยางธรรมชาติในสูตร NR3 มีความต้านทานต่อโอโซนมากที่สุด ยางธรรมชาติสูตรที่ผสมเขม่าดำในปริมาณ 30 phr มีความต้านทานต่อ

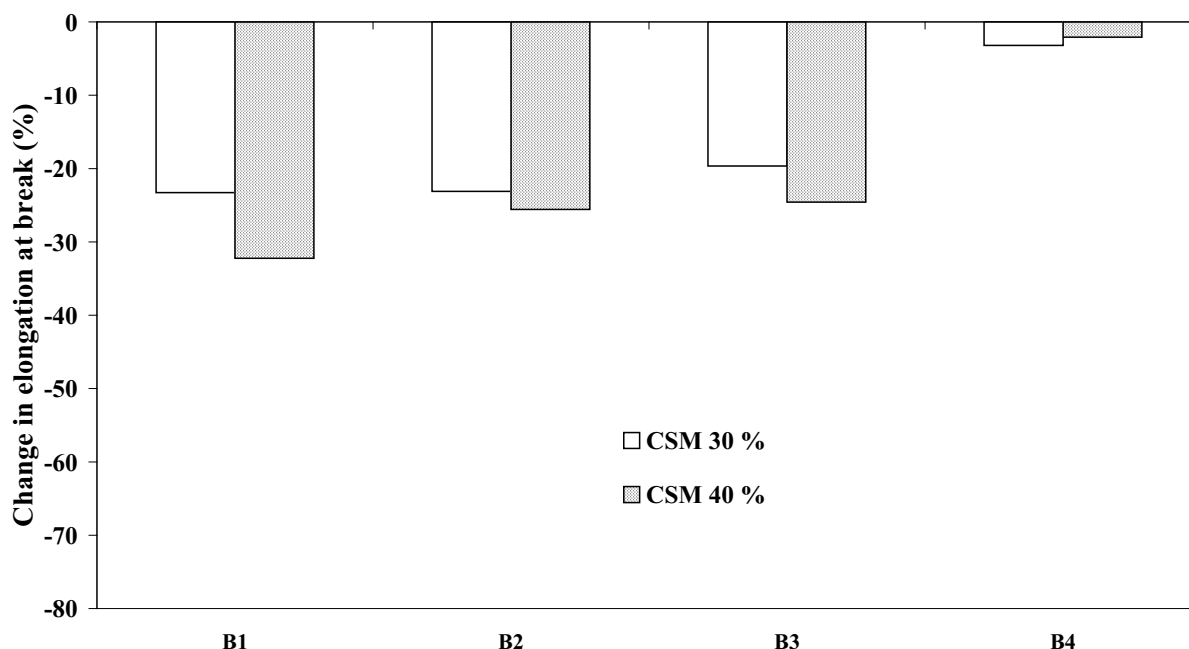
โอโซนมากกว่าปริมาณ 40 phr ส่วนยางCSMมีความต้านทานต่อโอโซนที่ใกล้เคียงกัน และยางCSMที่ผสมเขม่าดำในปริมาณ 40 phr จะมีความต้านทานต่อโอโซนที่มากกว่าที่ปริมาณ 30 phr



รูปที่ 3.53 การเปลี่ยนแปลงความความเครียด ณ จุดขาด หลังอบโอโซนของยางผสมสูตร B1, B2, B3 และ B4 ที่ผสมเขม่าดำในปริมาณ 30 phr



รูปที่ 3.54 ความเครียด ณ จุดขาด หลังอบโอโซนของยางผสมสูตร B1, B2, B3 และ B4 ที่มีเขม่าดำปริมาณ 40 phr

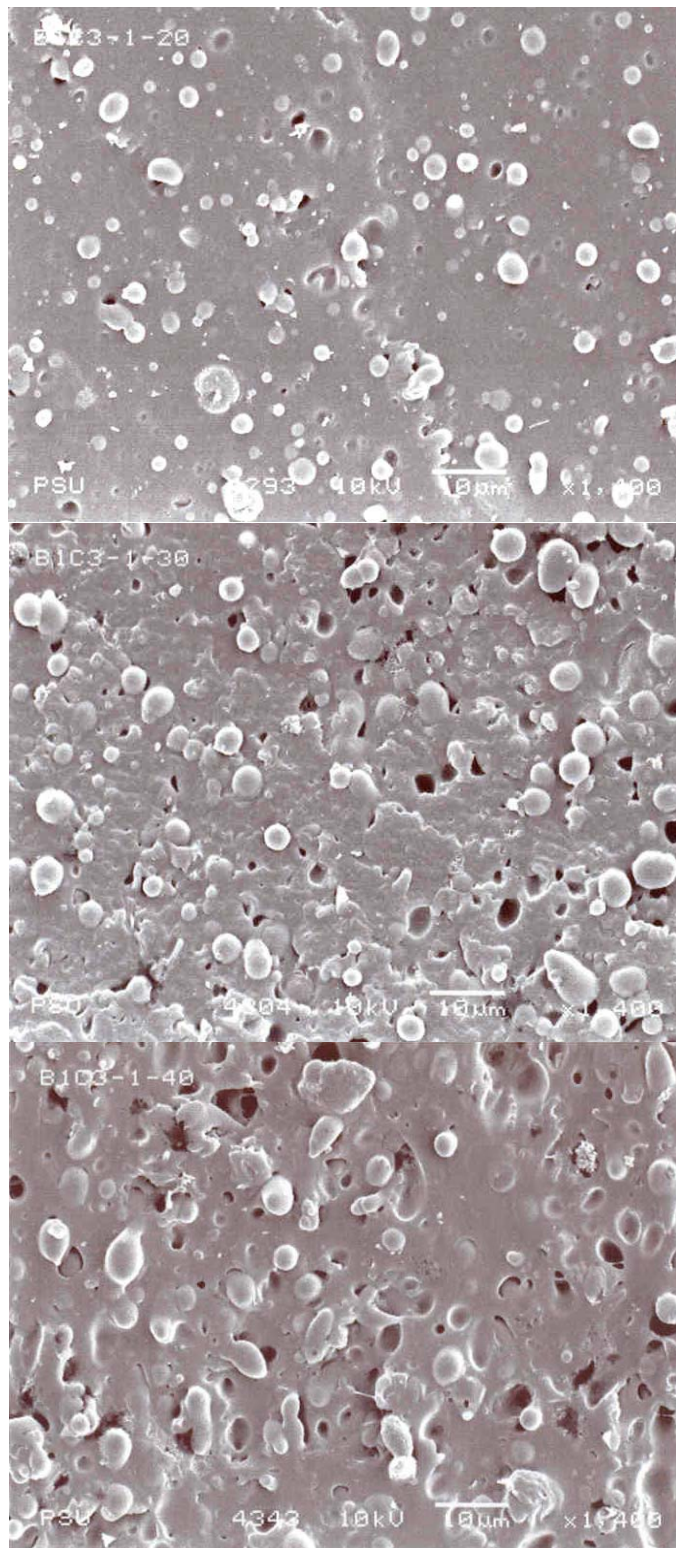


รูปที่ 3.55 การเปลี่ยนแปลงของความเครียด ณ จุดขาด หลังอบโอโซนของยางผสมสูตร B1, B2, B3 และ B4 ที่มีเขม่าดำปริมาณ 40 phr

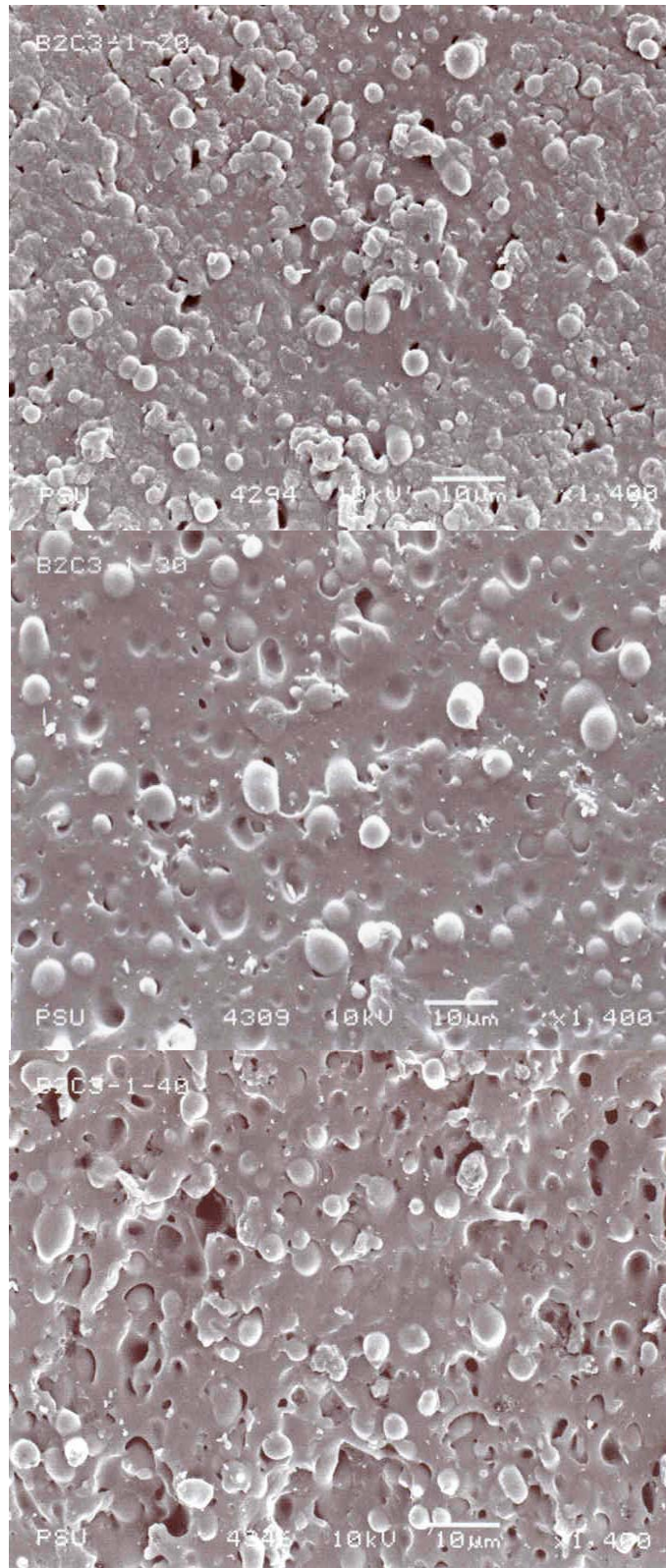
สูตร B4 มีความสามารถในการยืดจนขาดหลังอบโอโซนมากที่สุดและมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ยางผสมสูตร B4 มีความต้านทานต่อโอโซนมากที่สุด ส่วนยางผสมสูตรอื่นๆ มีความต้านทานต่อโอโซนใกล้เคียงกัน

3.4 สัณฐานวิทยาของยางผสม

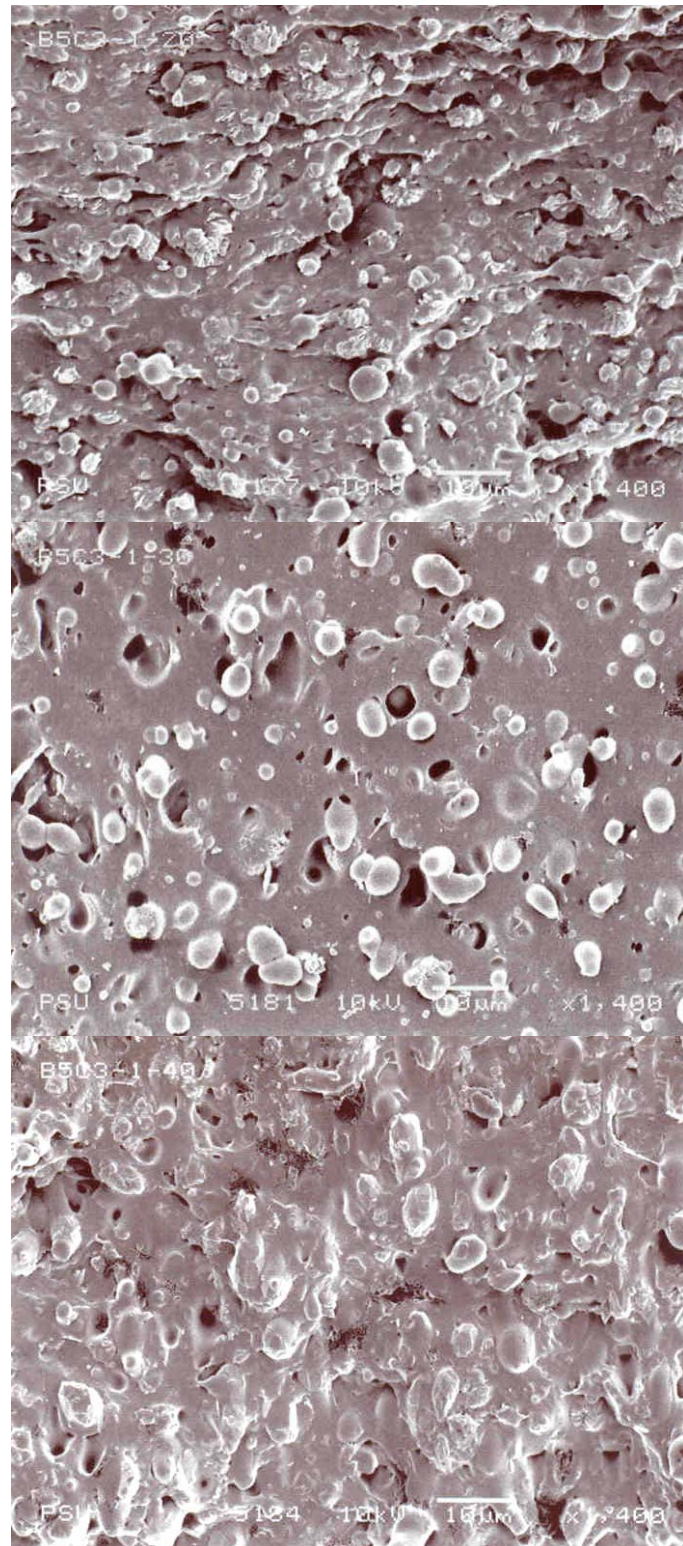
สัณฐานวิทยา (morphology) ของยางผสมถูกตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ขึ้นตัวอย่างถูกย้อมสีด้วยออสเมียมเตตระออกไซด์เพื่อให้เห็นความแตกต่างระหว่างยางธรรมชาติและยาง CSM ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น รูปที่ 3.56 – 3.58 เป็นภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของยางผสมสูตร B2 – B4 ตามลำดับ ที่อัตราส่วนผสม 80/20, 70/30 และ 60/40 (NR/CSM) ตามลำดับ จะเห็นอนุภาคของยาง CSM ที่มีรูปร่างส่วนใหญ่เป็นทรงกลม มีบางส่วนเป็นทรงรียาว ขนาดของอนุภาคมีหลากหลายตั้งแต่ต่ำกว่า $1\ \mu\text{m}$ ไปจนถึง $6\ \mu\text{m}$ ตารางที่ 3.18 แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ค่า $\pm$) ของอนุภาคยาง CSM ของยางผสมสูตรต่างๆ การวัดขนาดของอนุภาคจะทำการวัดในช่วง 150 – 200 อนุภาค พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของอนุภาคยาง CSM อยู่ในช่วง $2\ \mu\text{m}$ ขนาดอนุภาคยาง CSM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณยาง CSM เพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยที่ต่ำลงเมื่อปริมาณยาง CSM เพิ่มขึ้นอาจเกิดจากความผิดพลาดในการวัด อย่างไรก็ตาม ขนาดของอนุภาคยาง CSM มีค่าใกล้เคียงกันทุกสูตรและทุกอัตราส่วนที่ทำการตรวจสอบ โดยทั่วไปอนุภาคของ dispersed phase มักจะมีขนาดโตขึ้นเมื่อมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น แต่สำหรับยางผสมคูนีอนุภาคของ dispersed phase หรืออนุภาคของยาง CSM มีแนวโน้มคงที่ (ประมาณ $2\ \mu\text{m}$) ถึงแม้ว่าจะมียาง CSM เพิ่มขึ้นก็ตาม ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางนี้ค่อนข้างโต ($> 1\ \mu\text{m}$) ส่วนยางผสมที่มียางธรรมชาติน้อยลงจะเห็นอนุภาคของ dispersed phase ได้ไม่ชัดเจน แต่เนื่องจากโครงการวิจัยนี้สนใจเฉพาะยางผสมที่มียางธรรมชาติเป็นองค์ประกอบหลัก จึงไม่ได้ให้ความสำคัญแก้อัตราส่วนที่มียางธรรมชาติเป็นองค์ประกอบรอง



รูปที่ 3.56 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของยางผสมสูตรB2 แสดงอนุภาคของเม็ดยางCSM ที่กระจายอยู่ทั่วไป (ยางผสม : 20, 30 และ 40 %CSM เรียงจากบนลงล่าง)



รูปที่ 3.57 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของยางผสมสูตรB3 แสดงอนุภาคของเม็ดยาง CSMที่กระจายอยู่ทั่วไป (ยางผสม : 20, 30 และ 40 %CSM เรียงจากบนลงล่าง)



รูปที่ 3.58 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของยางผสมสูตรB4 แสดงอนุภาคของเม็ดยาง CSMที่กระจายอยู่ทั่วไป (ยางผสม : 20, 30 และ 40 %CSM เรียงจากบนลงล่าง)

ตารางที่ 3.18 เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของอนุภาคยางCSMในยางผสม

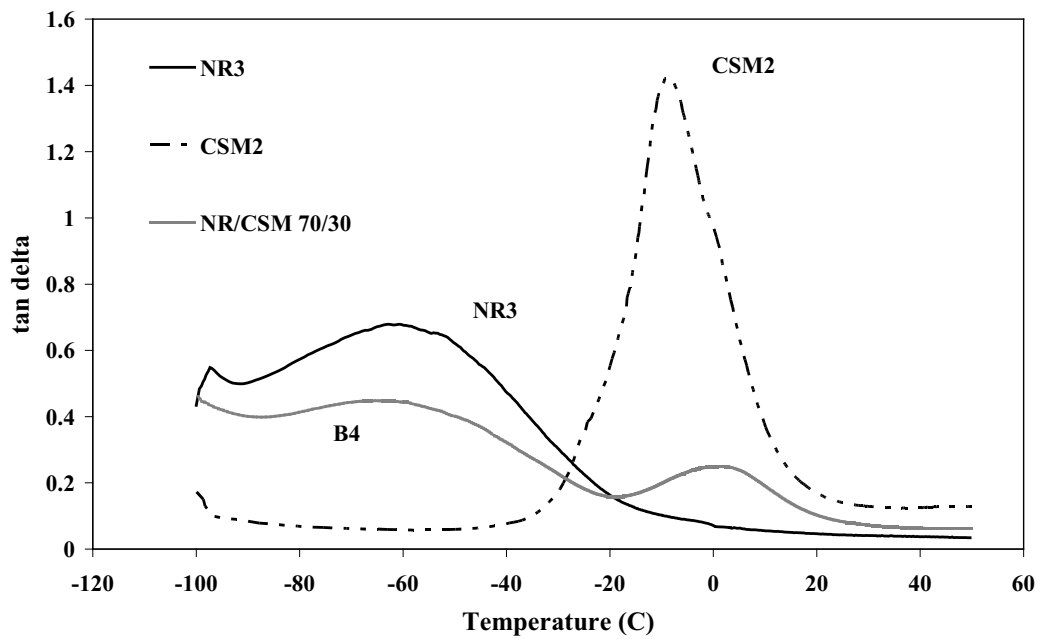
Rubber	Average Diameter (μm)	Minimum Diameter (μm)	Maximum diameter (μm)
B1: 20%CSM	2.00 ± 0.78	0.80	4.81
30%CSM	1.71 ± 0.74	0.68	4.55
40%CSM	1.89 ± 0.74	0.69	4.25
50%CSM	1.89 ± 0.67	0.75	3.79
B2: 20%CSM	2.17 ± 0.78	0.89	4.85
30%CSM	2.32 ± 1.04	0.41	5.30
40%CSM	2.40 ± 0.86	0.77	5.63
50%CSM	2.22 ± 0.80	0.65	4.74
B3: 20%CSM	2.04 ± 0.83	0.70	4.92
30%CSM	2.45 ± 1.02	0.90	5.43
40%CSM	2.25 ± 0.79	0.81	5.67
50%CSM	1.98 ± 0.85	0.70	4.57
B4: 20%CSM	1.55 ± 0.69	0.56	4.85
30%CSM	2.02 ± 1.07	0.52	5.17
40%CSM	1.94 ± 1.09	0.52	6.45

3.5 อุณหภูมิกลาสแทรนซิชันของยางผสม

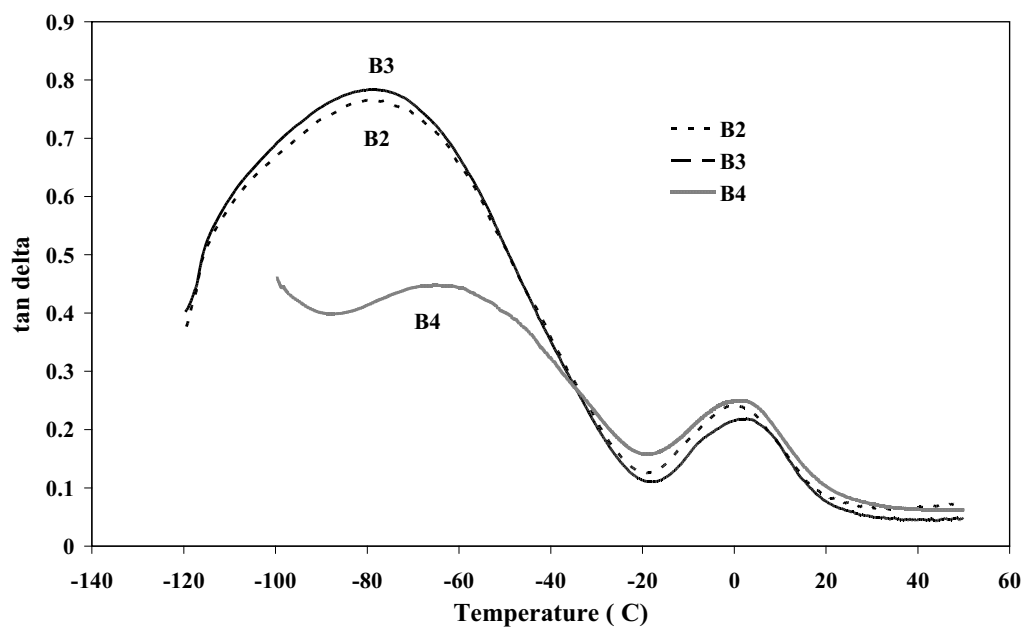
ค่า T_g ของพอลิเมอร์ในที่นี้หมายถึง ค่า α transition temperature ที่ได้จากเทคนิค DMTA ตารางที่ 3.19 แสดงค่า T_g ของยางธรรมชาติ ยางCSM และยางผสม (30% CSM) รูปที่ 3.59 – 3.60 แสดง Dynamic mechanical spectra ที่บันทึกได้ในช่วงอุณหภูมิ -120°C ถึง 50°C การที่ T_g ที่ตำแหน่งของยางธรรมชาติในยางผสมสูตรB2และB3 มีค่าต่ำกว่ายางธรรมชาติบริสุทธิ์นั้น อาจเป็นเพราะฟีดที่ตำแหน่งนี้กว้างมาก (ดูรูปที่ 3.59) ส่วน T_g ของCSMในยางผสมมีค่าสูงขึ้น อาจเนื่องมาจากยางCSMมีการวัลคาไนซ์มากขึ้น

ตารางที่ 3.19 ค่า T_g (α transition)ของยางธรรมชาติ ยางCSM และยางผสม

Rubber	Blend Composition	T_g of NR ($^{\circ}\text{C}$)	T_g of CSM ($^{\circ}\text{C}$)
NR3	-	-62.8	-
CSM2	-	-	-8.5
B2: NR/CSM	70/30	-80.1	0.2
B3: NR/CSM	70/30	-79.5	2.83
B4: NR/CSM	70/30	-63.0	1.9



รูปที่ 3.59 Dynamic mechanical spectra ของยางธรรมชาติ ยางCSM และยางผสมสูตรB4 (30% CSM) แสดง T_g ของยางธรรมชาติ (-62.8°C) และ T_g ของCSM (-8.5°C)



รูปที่ 3.60 Dynamic mechanical spectra ของยางผสมสูตรB2, B3 และ B4 (30% CSM) แสดง T_g สองตำแหน่ง (ของยางธรรมชาติและยางCSM)

บทที่ 4

สรุปผลการทดลอง

1. ยางผสมที่ไม่มีเซมาดำ

- ✧ สามารถเตรียมยางผสม (NR/CSM) ให้มีลักษณะเป็น compatible blend ได้ โดยไม่ต้องเติมสารช่วยผสม (compatibilizer) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสูตรคอมพาวด์และอัตราส่วนผสมของยางทั้งสองชนิด
- ✧ ยางผสมสูตรB4ให้สมบัติเชิงกลดีที่สุด (สมบัติการทนต่อแรงดึงและสมบัติการบ่มเร่งทางความร้อน) ยกเว้น สมบัติความต้านทานต่อการฉีกขาดที่มีค่าต่ำกว่าสูตรอื่นๆ ยางผสมสูตรB2ให้สมบัติความต้านทานต่อการฉีกขาดที่ดีที่สุดในทุกอัตราส่วนผสม
- ✧ CSMช่วยให้ความต้านทานต่อน้ำมันของยางธรรมชาติดีขึ้น การบวมในน้ำมันของยางผสมลดลงเมื่อปริมาณ CSM มากขึ้น ยางผสมแต่ละสูตรแสดงความต้านทานต่างกันและขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสม
- ✧ CSMช่วยให้ความต้านทานต่อโอโซนของยางธรรมชาติดีขึ้น โดยทำให้ใช้เวลาในการเกิดรอยแตกนานขึ้น ความต้านทานของยางผสมเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณ CSM มากขึ้น ถ้าต้องการเพิ่มความต้านทานต่อโอโซนให้สูง ควรมีCSM $\geq 30\%$ และเลือกใช้สูตรยางผสมที่เหมาะสม ความต้านทานต่อโอโซนเรียงตามลำดับดังต่อไปนี้ B2, B3 > B4 > B1

2. ยางผสมที่มีเซมาดำ

- ✧ ปริมาณเซมาดำ 10 – 40 phr ทำให้สมบัติการทนต่อแรงดึงของยางธรรมชาติและยางCSMเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก
- ✧ ผลของเซมาดำที่มีต่อสมบัติการทนต่อแรงดึงขึ้นอยู่กับสูตรยางผสมและอัตราส่วนผสม ปริมาณเซมาดำที่เหมาะสมสำหรับทุกสูตรเพื่อให้มีสมบัติต้านแรงดึงสูงขึ้นคือ 30 phr และสูตรที่ดีที่สุดคือสูตรB4
- ✧ สมบัติความต้านทานต่อการฉีกขาดของยางธรรมชาติและยางCSMเพิ่มขึ้นตามปริมาณเซมาดำ และอิทธิพลของเซมาดำที่มีต่อสมบัตินี้ในยางผสมขึ้นอยู่กับสูตรยางผสม อัตราส่วนผสม และปริมาณเซมาดำ สูตรB4เป็นสูตรที่ให้สมบัติด้านนี้ดี
- ✧ สมบัติหลังการบ่มเร่งของยางธรรมชาติ ยางCSM และยางผสม ขึ้นอยู่กับสภาวะการทดสอบ ยางCSMมีความต้านทานต่อการบ่มเร่งสูงกว่ายางธรรมชาติทั้งที่มีและไม่มีเซมาดำ การเติมเซมาดำทำให้ยางธรรมชาติมีความแข็งแรงหลังการบ่มเร่งลดลง ยางผสมมีความต้านทานต่อการบ่มเร่งสูงขึ้นเมื่อมีปริมาณยางCSMมากขึ้น สูตร B4แสดงความต้านทานต่อการบ่มเร่งดีที่สุด
- ✧ ยางผสมมีความแข็งแรงใกล้เคียงกันทุกสูตรในอัตราส่วนที่มียางCSMปริมาณ 10 – 40% และมีความแข็งแรงสูงกว่ายางธรรมชาติและยางCSM
- ✧ ยางธรรมชาติมีความต้านทานต่อการสึกหรอดีกว่ายางCSMและยางผสม ปริมาณCSMเพิ่มขึ้นทำให้ความต้านทานการสึกหรอลดลง
- ✧ ยางผสมมีข้อด้อยด้านความต้านทานต่อการสึกหรอและการหักงอ มีค่าต่ำกว่ายางธรรมชาติ
- ✧ เซมาดำทำให้ยางผสมมีความต้านทานต่อโอโซนสูงขึ้น ทั้งในด้านเวลาที่เริ่มเกิดรอยแตกและการเปลี่ยนแปลงสมบัติเชิงกลหลังการอบด้วยโอโซน สูตรB4แสดงความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค้นและความเครียด ณ จุดขาด หลังการอบด้วยโอโซนต่ำที่สุด

3. ยางผสม NR/CSM มีลักษณะเป็น immiscible blend ทุกสูตรและทุกอัตราส่วน และแสดง T_g สองตำแหน่ง ยางผสมที่มียางธรรมชาติเป็นส่วนประกอบหลัก ($\geq 50\%$) แสดงอนุภาคยาง CSM ที่มีรูปร่างค่อนข้างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ $2\ \mu\text{m}$ (ระหว่าง $1.6 - 2.5\ \mu\text{m}$)

4. ยางผสมสูตร B4 ที่อัตราส่วน 70/30 และ 60/40 (NR/CSM) ทั้งที่มีเขม่าดำ (30 – 40 phr) และไม่มีเขม่าดำ เป็นยางผสมที่มีศักยภาพในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ยางที่ทนต่อโอโซนและการบ่มเร่ง

เอกสารอ้างอิง

1. Asaletha, R and Thomas, Sabu. 1995. "The technological compatibilization of natural rubber/polystyrene blends by the addition of natural rubber-graft-polystyrene", Rubber chemistry and technology. 26(May 1995), 671 – 687.
2. Boochathum, P. and Chiewnawin, S. 2001. "Vulcanization of cis- and trans-polyisoprene and their blends : crystallization characteristics and properties", European polymer journal. 37(2001), 429 – 434.
3. El-Sabbagh, S.H. 2003. "Compatibility study of natural rubber and ethylene propylene diene rubber blends", Polymer testing. 22(2003), 93 – 100.
4. Ismail, H. and Poh, B.T. 2000. "Cure and tear properties of ENR 25/SMR L and ENR 50/SMR L blends", European polymer journal. 36(2000), 2403 – 2408.
5. Ismail, H. and Leong, H.C. 2001. "Curing characteristics and mechanical properties of natural rubber/ chloroprene rubber and epoxidized natural rubber/chloroprene rubber blends", Polymer testing. 20(2001), 509 – 516.
6. Kumnuantip, C. and Sombatsompop, N. 2003. "Dynamic mechanical properties and swelling behavior of NR/reclaimed rubber blends", Materials letters. 57(2003), 3167 – 3174.
7. Mukhopadhyay, Sujata and De, S.K. 1991. "Self – vulcanizable rubber blend system based on epoxidized natural rubber and chlorosulfonated polyethylene : effect of blend composition, epoxy content of epoxidized natural rubber, and reinforcing black filler on physical properties", J. of Applied polymer science. 42(May 1991), 2773 – 2786.
8. Mukhopadhyay, S., De, P.P. and De, S.K. 1991. "A self – vulcanizable and miscible blend system based on hypalon and carboxylated nitrile rubber", J. of Applied polymer science. 43(July 1991), 347 – 355.
9. Nichols, Mark E. and Pett, Robert A. 1994. "Effect of aging on the fracture behavior of chlorinated polyethylene and chlorosulfonated polyethylene", Rubber chemistry and technology. 67(Sep – Oct 1994), 619 – 628.
10. Phewthongin, N., Saeoui, P. and Sirisinha, C. 2005. "A study of rheological properties in sulfur-vulcanized CPE/NR blends", Polymer testing. 24(2005), 227 – 233.
11. Sirisinha, C., Saeoui, P. and Guaysomboon, J. 2004. "Oil and thermal aging resistance in compatibilized and thermally stabilized chlorinated polyethylene/natural rubber blends", Polymer. 45(2004), 4909 – 4916.
12. Zaharescu, Traian, Meltzer, Viorica and Vilcu, Rodica. 2000. "Thermal properties of EPDM/NR blends", Polymer Degradation and Stability. 70(2000), 341 – 345.
13. Zanzig, David J., et al. 1993. "IBR block copolymers as compatibilizers in NR/BR blends", Rubber chemistry and technology. 43(May 1993), 538 – 549.

1. ผลของขนาดพื้นที่ของถนนต่อการลดลง ความเร็วในการเดินทางของยานพาหนะ และจำนวนครั้งที่ผู้ขับขี่ถูกตำรวจจราจร ตรวจจับว่าผิดกฎหมาย และปริมาณของยานพาหนะที่เข้ามาบนถนนในพื้นที่ถนนก่อนการปรับปรุงจะขึ้นอยู่กับปริมาณของ CSM และขนาดของพื้นที่ถนน

2. อาจจะมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความถี่ในการทดลองการพิจารณาของรถบรรทุกหนัก ที่ใช้เพื่อสำรวจความถี่ของรถบรรทุกหนักที่เข้ามาบนถนน

3. เซนเซอร์ที่ใช้ตรวจสอบปริมาณการเข้ามาบนถนนโดยอัตโนมัติ อาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับพื้นที่การครอบคลุมของการประเมินผลกระทบของสัญญาณจราจรตามลำดับก่อนหน้า

4. การรวมข้อมูล B4 ที่วัดในช่วง 7:30 และ 6:40 (S&RCSM) ที่มีประสิทธิภาพ (30 – 40 phs) โดยใช้จำนวนรถ เป็นข้อมูลแทน เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการใช้ข้อมูลแบบเรียลไทม์