บทที่ 6
ผลการวิจัย

6.1 <u>ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับความต้านแรงดึง เมื่อเติมสารป้องกันยางเสื่อมปริมาณ 1 phr</u>

6.1.1 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของฟิล์มยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา และเติมสารป้องกันยางเสื่อม 4 ชนิดคือ Ralox, Vulcanox MB 2/Mg, Vulcanox KB และ Vulcanox BKF ในปริมาณ 1 phrพบว่าความต้านแรงดึงของฟิล์มยางทั้ง 4 ชนิดจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น จนถึงช่วงปริมาณรังสี 13-17 kGy จะให้ความต้านแรงดึงสูงที่สุด และความต้านแรงดึงจะค่อยๆลดลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นอีกดังแสดงไว้ในตารางที่ 6.1และรูปที่ 6.1 ดังนั้นสารป้องกันยางเสื่อมแต่ละชนิดที่เติมลงไปในน้ำยางฉายรังสีสูตรนี้ จะให้ค่าความต้านแรงดึงสูงสุดในช่วงปริมาณรังสีเดียวกันคือ 13-17 kGy

6.1.2 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของฟิล์มยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคใต้โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อม 3 ชนิดคือ Vulcanox BKF, Vulcanox MB 2/Mg และ Vulcanox KBในปริมาณ 1phr พบว่าความต้านแรงดึงของฟิล์มยางทั้ง 3 ชนิดจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นจนถึงช่วงรังสีประมาณ 13-17 kGy จะให้ค่าความต้านแรงดึงสูงสุดและความต้านแรงดึงจะค่อยๆลดลงเรื่อยๆเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6.2 และรูป 6.2 ดังนั้นสารป้องกันยางเสื่อมทั้ง 3 ชนิดที่เติมลงไปในน้ำยางฉายรังสีสูตรนี้ จะให้ค่าความต้านแรงดึงสูงสุดในช่วงปริมาณรังสีเดียวกัน คือ 13-17 kGy เช่นเดียวกัน

6.1.3 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของฟิล์มยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้n-BA:CCl_4เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อม 3 ชนิดคือ Ralox, Vulcanox KB และ Vulcanox BKF ในปริมาณ 1 phr พบว่าความต้านแรงดึงของฟิล์มยางทั้ง 3 ชนิดจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นจนถึงปริมาณรังสีประมาณ 12 kGy จะได้ค่าความต้านแรงดึงของฟิล์มยางสูงสุดและความต้านแรงดึงจะค่อยๆลดลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้นดังตารางที่ 6.3 และรูปที่ 6.3 ดังนั้นสารป้องกันยางเสื่อมแต่ละชนิดที่เติมลงไปในน้ำยางฉายรังสีสูตรนี้จะให้ค่าความต้านแรงดึงสูงสุดในช่วงปริมาณรังสีเดียวกันคือประมาณ 12 kGy

ตาราง 6.1 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของน้ำยางจากภาคตะวันออกหลังฉายรังสีที่ปริมาณต่างๆโดยใช้ 2EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆที่ปริมาณ 1 phr

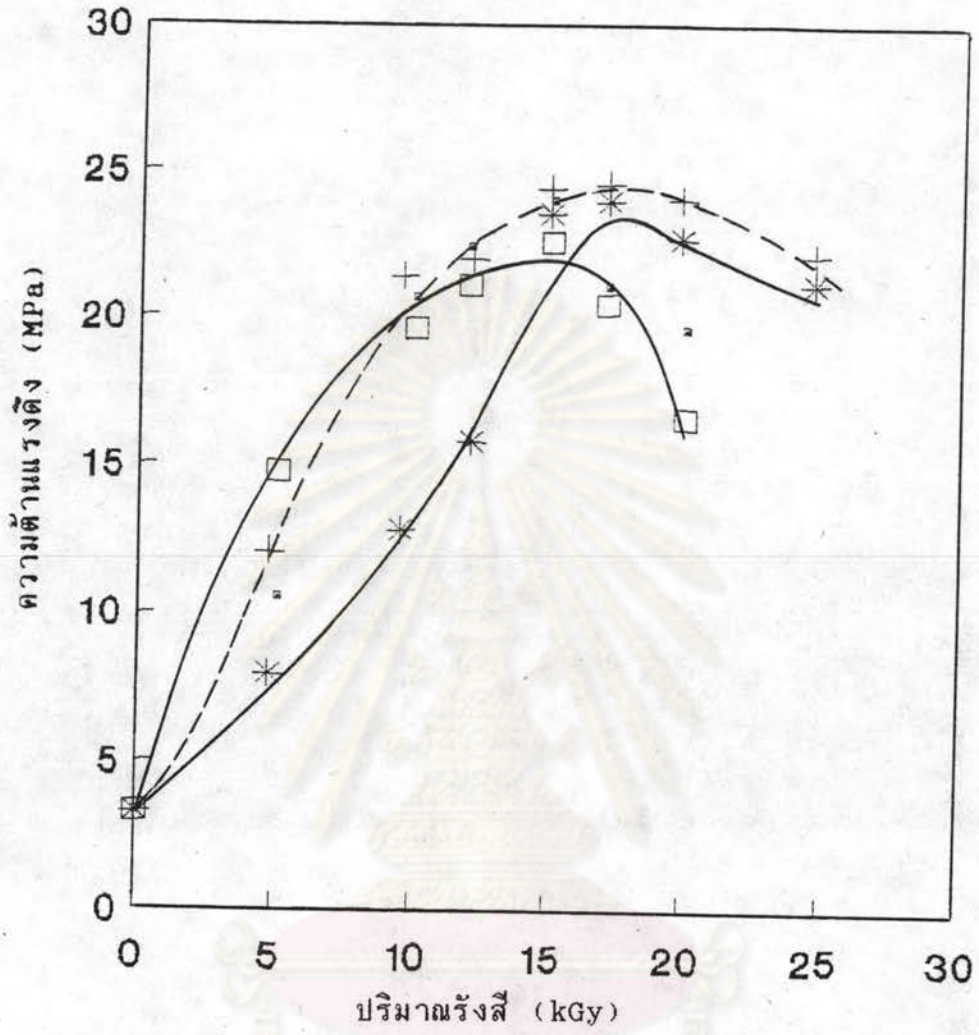
สารป้องกันยางเสื่อม 1 phr	ปริมาณรังสี kGy	ความต้านแรงดึง(MPa) ก่อนอบ 100°C 22 ชม.
RALOX	0	3.25
	5.06	10.50
	9.95	20.62
	11.98	22.35
	15.00	23.95
	17.10	21.05
	20.00	19.55
VULCANOX MB2/MG	0	3.25
	4.80	12.05
	9.50	21.37
	12.10	21.95
	14.90	24.40
	17.10	24.57
	19.80	24.00
	24.60	22.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 6.1 (ต่อ)

สารป้องกันยางเสื่อม 1 phr	ปริมาณรังสี kGy	ความต้านแรงดึง ก่อนอบ 100°C 22 ชม.
VULCANOX KB	0	3.25
	4.80	7.91
	9.50	12.77
	12.10	15.78
	14.90	23.53
	17.10	23.97
	19.80	22.65
	24.60	21.15
VULCANOX BKF	0	3.25
	5.06	14.75
	9.95	19.55
	11.98	21.03
	15.00	22.56
	17.10	20.45
	20.00	16.60

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนบ่มเร่ง กับปริมาณรังสีของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา และเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr

—▪— RALOX

--+-- VULCANOX MB2/Mg

—*— VULCANOX KB

—□— VULCANOX BKF

ตาราง 6.2 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของน้ำยางจากภาคใต้หลังฉายรังสีที่ปริมาณต่างๆโดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆที่ปริมาณ 1 phr

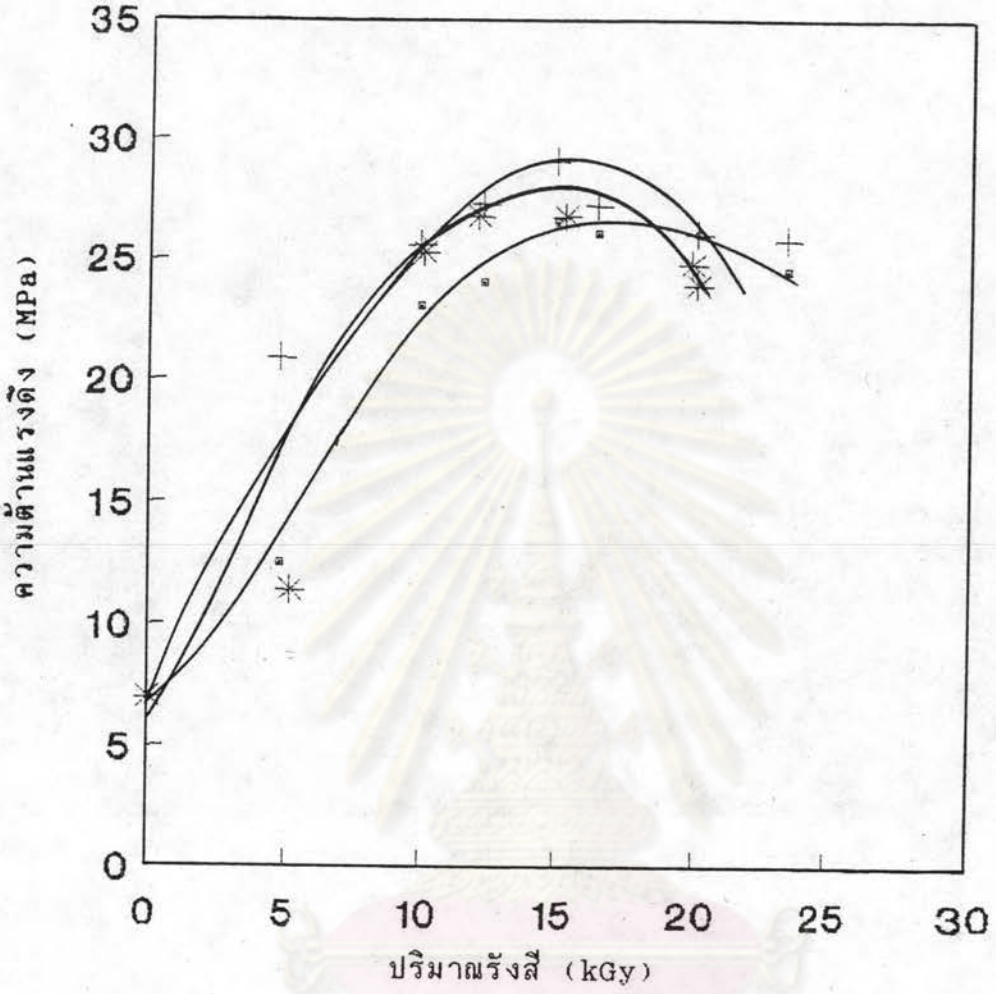
สารป้องกันยางเสื่อม 1 phr	ปริมาณรังสี kGy	ความต้านแรงดึง (MPa) ก่อนอบ 100 °C 22 ชม.
VULCANOX BKF	0	6.97
	4.7	12.45
	9.9	23.00
	12.2	24.00
	14.9	26.50
	16.4	26.05
	20.0	25.95
	23.4	24.45
VULCANOX MB_2/MG	0	6.97
	4.7	20.85
	9.9	25.55
	12.2	27.27
	14.9	29.05
	16.4	27.20
	20.0	26.05
	23.4	25.75

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 6.2 (ต่อ)

สารป้องกันยางเสื่อม 1 phr	ปริมาณรังสี kGy	ความต้านแรงดึง(MPa) ก่อนอบ 100 °C 22 ชม.
VULCANOX KB	0	6.97
	5.1	11.37
	10.0	25.25
	12.0	26.75
	15.2	26.75
	19.8	24.80
	20.0	23.94

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนบ่มเร่งกับปริมาณรังสีของน้ำยางภาคใต้โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา และเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr

---•--- VULCANOX BKF
——+—— VULCANOX MB2/Mg
——*—— VULCANOX KB

ตาราง 6.3 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของน้ำยางจากภาคตะวันออกหลังฉายรังสีที่ปริมาณต่างๆโดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆ ที่ปริมาณ 1 phr

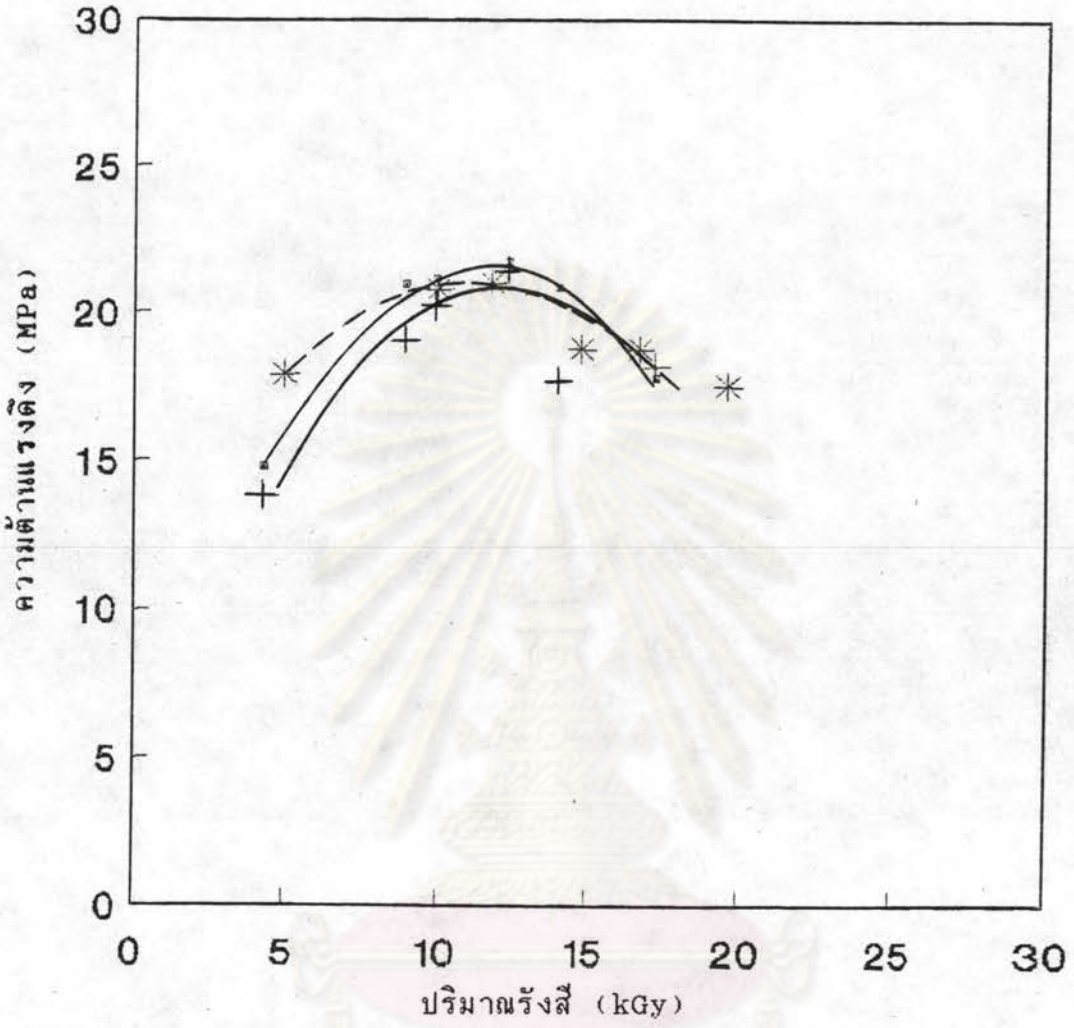
สารป้องกันยางเสื่อม 1 phr	ปริมาณรังสี kGy	ความต้านแรงดึง(MPa) ก่อนอบ 100°C 22 ชม.
RALOX	0	ขาดไม่มีค่า
	4.3	14.75
	8.9	20.85
	9.9	21.10
	12.3	21.60
	14.0	20.75
	17.3	17.70
VULCANOX KB	0	ขาดไม่มีค่า
	4.3	13.83
	8.9	19.05
	9.9	20.20
	12.3	21.40
	14.0	17.65
	17.3	18.15

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 6.3 (ต่อ)

สารป้องกันยางเสื่อม 1 phr	ปริมาณรังสี kGy	ความต้านแรงดึง ก่อนอบ 100 °C 22 ชม.
VULCANOX BKF	0	ขาดไม่มีค่า
	4.98	17.87
	9.96	20.75
	11.76	21.00
	14.80	18.75
	16.77	18.75
	19.65	17.50

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนบ่มเร่งกับปริมาณรังสีของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา และเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr

--✳-- VULCANOX BKF

—■— RALOX

—+— VULCANOX KB

6.1.4 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของฟิล์มยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคใต้โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา และเติมสารป้องกันยางเสื่อม 3 ชนิดคือ Vulcanox BKF, Vulcanox MB2/Mg และ Vulcanox KB ในปริมาณ 1 phrพบว่าความต้านแรงดึงของฟิล์มยางทั้ง 3 ชนิดจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นจนถึงปริมาณรังสีประมาณ 12 KGyจะให้ความต้านแรงดึงสูงที่สุดเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีสูงขึ้นอีก ความต้านแรงดึงจะค่อยๆลดลงดังตารางที่ 6.4และรูปที่ 6.4 ดังนั้นสารป้องกันยางเสื่อมแต่ละชนิดที่เติมลงไปในน้ำยางฉายรังสีสูตรนี้ จะให้ค่าความต้านแรงดึงสูงสุดในช่วงปริมาณรังสีเดียวกันคือ ประมาณ 12 kGy

6.1.5 จากผลการทดลองข้างบน จะเห็นว่าน้ำยางภาคตะวันออกและภาคใต้ที่มี 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาจะใช้ปริมาณรังสีในช่วงประมาณ13-17 kGyเพื่อให้ได้ค่าความต้านแรงดึงสูงสุดในปริมาณเดียวกันโดยสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆที่เติมลงไปในน้ำยางฉายรังสีจะไม่มีผลต่อปริมาณรังสีและถ้าใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาจะใช้ปริมาณรังสีประมาณ 12 kGy เพื่อให้ได้ความต้านแรงดึงสูงสุดสำหรับน้ำยางทั้งสองแหล่งเหมือนกัน โดยสารป้องกันยางเสื่อมที่เติมลงไปจะไม่มีผลต่อปริมาณรังสีเลยเช่นกัน

6.2 <u>ผลการศึกษาความต้านแรงดึงก่อนและหลังบ่มเร่ง (aging) กับเวลาในการล้างฟิล์มยางหลังจากวัลคาไนซ์ด้วยรังสีในปริมาณที่เหมาะสม</u>

6.2.1 เมื่อนำน้ำยางสองแหล่งไปฉายรังสีในปริมาณ 15และ12 kGy โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 และ n-BA:CCl_4 ตามลำดับเป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆลงไป 1phrหลังจากนั้นจึงนำไปล้างด้วยน้ำกลั่นในเวลาต่างๆตั้งแต่ 0 ถึง 48 ชั่วโมงดังตารางที่ 6.5-6.8 และรูปที่ 6.5-6.8 พบว่าการใช้น้ำกลั่นล้างฟิล์มยางจะทำให้ค่าความต้านแรงดึงสูงกว่าฟิล์มยางที่ไม่ผ่านการล้าง แต่ในขณะเดียวกันถ้าล้างฟิล์มยางนานเกินไปจะทำให้สารป้องกันยางเสื่อมที่เติมลงไปละลายไปกับน้ำด้วยดังนั้นเมื่อนำฟิล์มยางไปบ่มเร่งที่ความร้อน 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 22 ชม.จะทำให้ความต้านแรงดึงของยางลดลงอย่างมากซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานของ examination glove ASTM D 3578 คือ 16 MPa และสารป้องกันยางเสื่อมแต่ละชนิดจะใช้เวลาในการล้างฟิล์มยางแตกต่างกันด้วย โดยทั่วๆไปแล้วพบว่า Vulcanox MB และVulcanox MB2/Mg จะละลายในน้ำได้น้อยกว่าสารป้องกันยางเสื่อมตัวอื่นๆดังนั้นจะให้ค่าความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่งสูงกว่าสารป้องกันยางเสื่อมตัวอื่นเมื่อใช้เวลาในการล้างเท่ากัน

ตาราง 6.4 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของน้ำยางจากภาคใต้หลังฉายรังสีที่ปริมาณต่างๆโดยใช้ n-BA : CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา และเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆที่ปริมาณ 1 phr

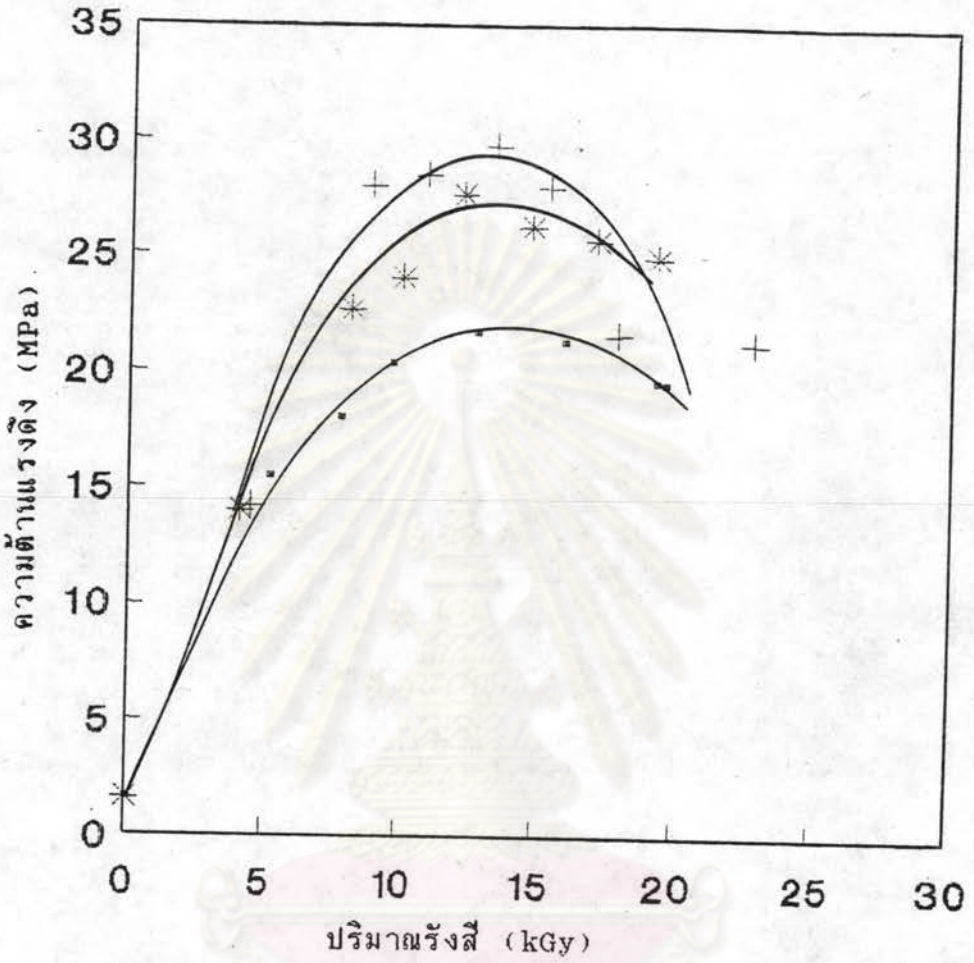
สารป้องกันยางเสื่อม 1 phr	ปริมาณรังสี kGy	ความต้านแรงดึง (MPa) ก่อนอบ 100°C 22 ชม.
VULCANOX BKF	0	1.62
	5.16	15.41
	7.75	18.00
	9.68	20.34
	12.81	21.63
	15.99	21.26
	19.31	19.58
	19.61	19.50
VULCANOX MB2/MG	0	1.62
	4.48	14.20
	8.80	27.90
	10.88	28.43
	13.44	29.71
	15.36	27.95
	17.92	21.57
	22.79	21.25

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 6.4 (ต่อ)

สารป้องกันยางเสื่อม 1 phr	ปริมาณรังสี kGy	ความต้านแรงดึง(MPa) ก่อนอบ 100°C 22 ชม.
VULCANOX KB	0	1.62
	4.1	13.97
	8.1	22.60
	10.0	24.00
	12.2	27.60
	14.7	26.20
	17.1	25.65
	19.3	24.90

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนบ่มเร่งกับปริมาณรังสีของน้ำยางภาคใต้โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr

—■— VULCANOX BKF

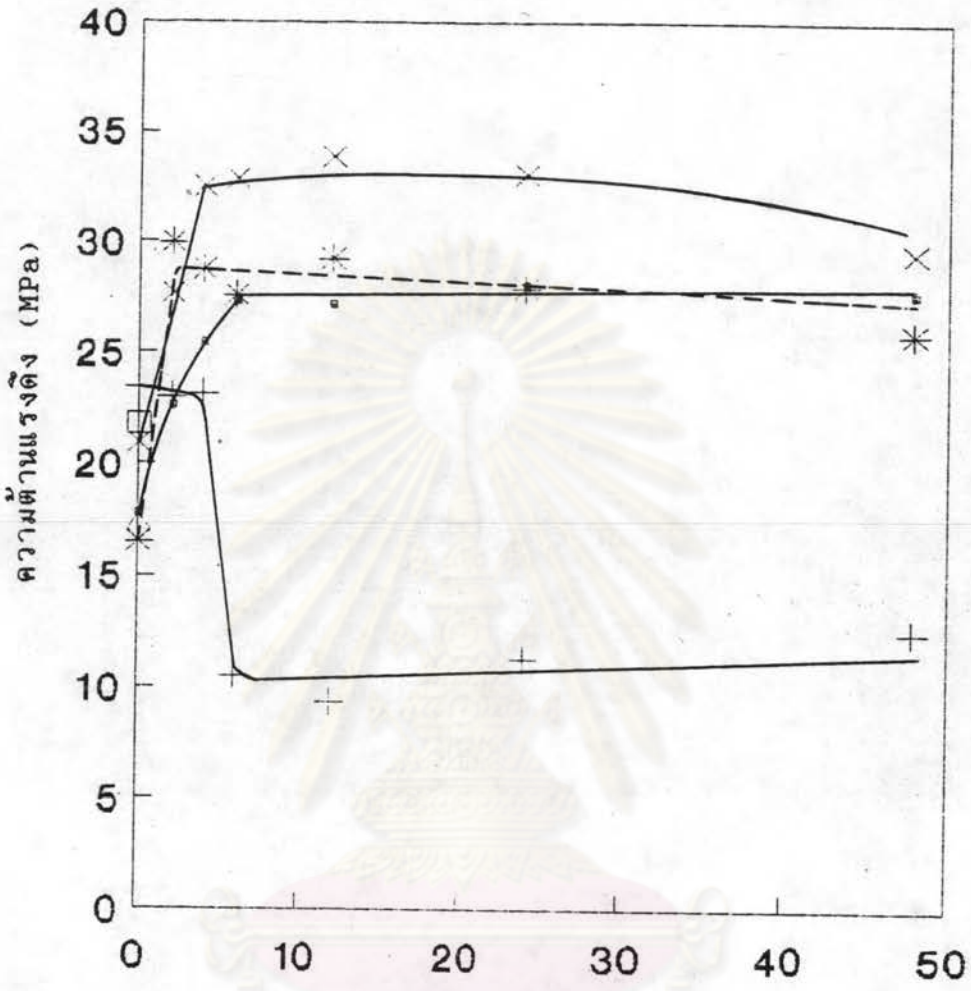
---+--- VULCANOX MB2/Mg

—✳— VULCANOX KB

ตาราง 6.5 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วยน้ำของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคตะวันออกหลังฉายรังสี 15 kGy โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆปริมาณ 1 phr

เวลาในการล้าง ช.ม.	ความต้านแรงดึง (MPa)					
	VULCANOX MB2/MG		IONOL		VULCANOX KB	
	ก่อนบ่ม	หลังบ่ม	ก่อนบ่ม	หลังบ่ม	ก่อนบ่ม	หลังบ่ม
0	17.70	23.40	16.45	21.75	20.87	17.03
2	22.52	23.00	29.90	เหลว	27.62	เหลว
4	25.35	23.10	28.70	เหลว	30.45	"
6	27.25	10.48	27.50	"	30.80	"
12	27.10	9.35	29.20	"	30.85	"
24	28.00	11.28	27.90	"	30.05	"
48	27.60	12.50	28.88	"	29.45	"

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



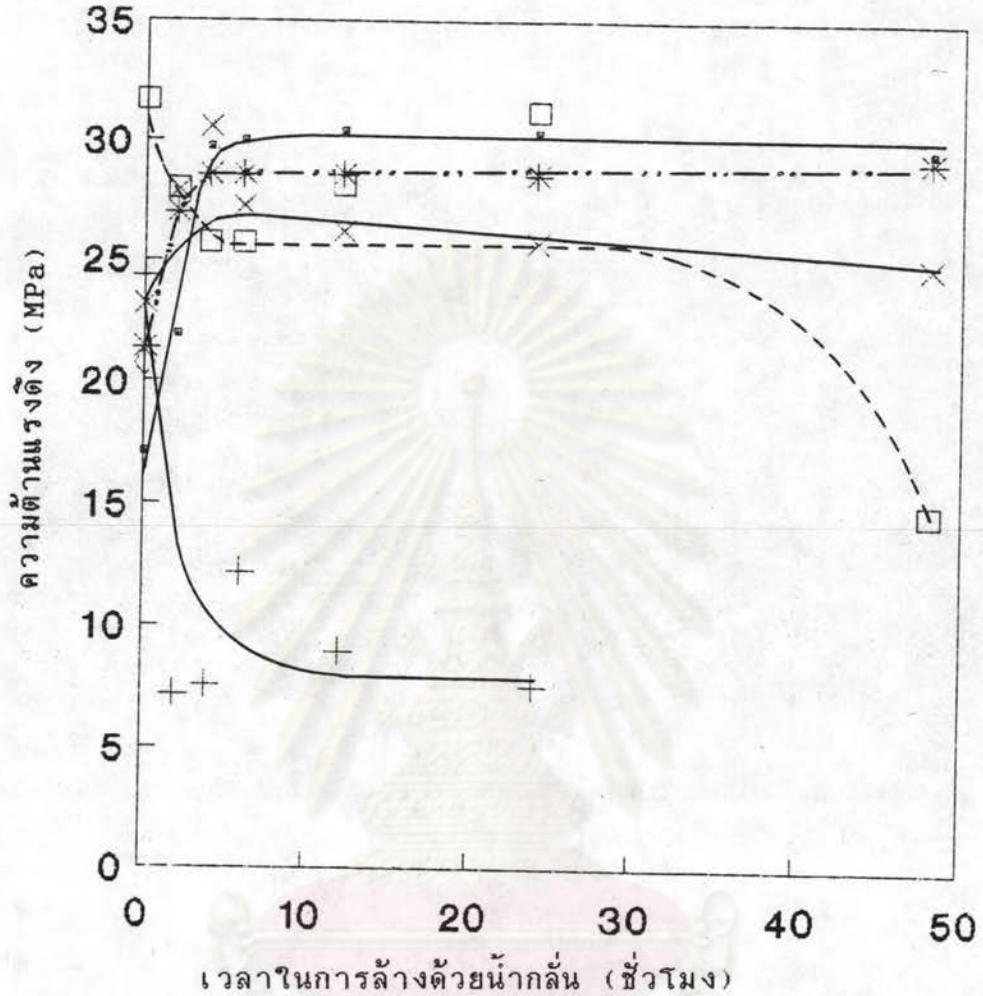
รูปที่ 6.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วยน้ำกลั่นของน้ำยางภาคตะวันออก โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา และเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr

- VULCANOX MB2/Mg ก่อนบ่มเร่ง
- VULCANOX MB2/Mg หลังบ่มเร่ง
- IONOL ก่อนบ่มเร่ง
- IONOL หลังบ่มเร่ง
- VULCANOX KB ก่อนบ่มเร่ง
- VULCANOX KB หลังบ่มเร่ง

ตาราง 6.6 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วยน้ำของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคตะวันออกหลังฉายรังสี 12 kGy โดยใช้ n-BA : CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆปริมาณ 1 phr

เวลาในการล้าง ช.ม.	ความต้านแรงดึง (MPa)					
	VULCANOX MB2/MG		VULCANOX MB		IONOL	
	ก่อนบ่ม	หลังบ่ม	ก่อนบ่ม	หลังบ่ม	ก่อนบ่ม	หลังบ่ม
0	17.05	24.30	21.35	31.65	23.15	20.59
2	21.85	7.13	26.92	27.93	27.85	เหลว
4	29.65	7.58	28.55	25.70	30.50	"
6	29.95	12.15	28.55	25.70	27.20	"
12	30.30	8.91	28.55	28.10	26.15	"
24	30.25	7.55	28.55	31.20	25.70	"
48	29.55	เหลว	29.22	14.70	24.75	"

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



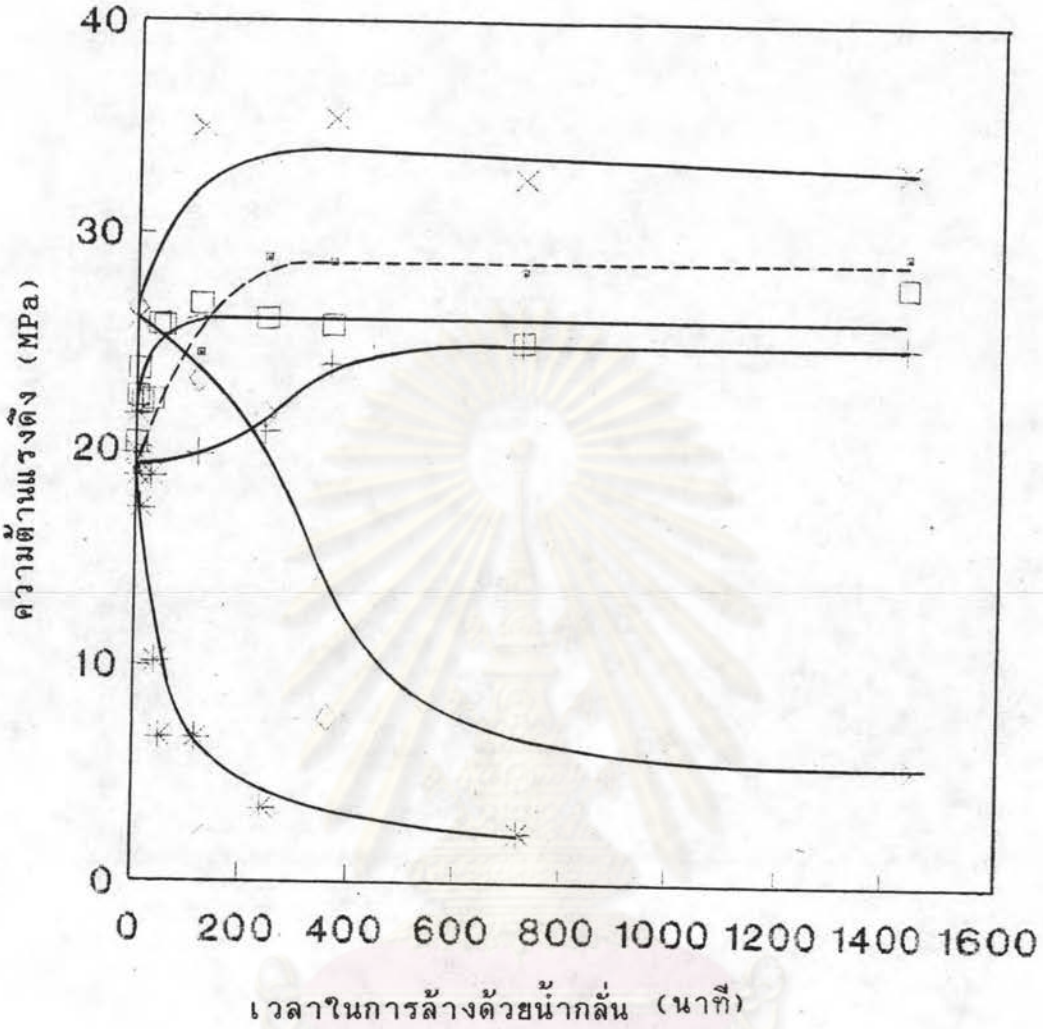
รูปที่ 6.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วยน้ำกลั่นของน้ำยางภาคตะวันออก โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr

—●— VULCANOX MB2/Mg ก่อนบ่มเร่ง
—+— VULCANOX MB2/Mg หลังบ่มเร่ง
—✳— VULCANOX MB ก่อนบ่มเร่ง
-□- VULCANOX MB หลังบ่มเร่ง
—×— IONOL ก่อนบ่มเร่ง
◇ IONOL หลังบ่มเร่ง

ตาราง 6.7 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วยน้ำของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคใต้หลังฉายรังสี 15 kGy โดยใช้ 2-EHA: CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆ ปริมาณ 1 phr

เวลาในการล้าง	ความต้านแรงดึง (MPa)					
	VULCANOX MB2/MG		IONOL		VULCANOX KB	
	ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ
0	18.80	19.68	25.85	26.38	20.18	19.70
2 นาที	-	-	-	-	22.30	21.50
5 นาที	-	-	-	-	23.60	18.65
10 นาที	-	-	-	-	22.00	17.20
30 นาที	-	-	-	-	22.18	18.70
40 นาที	-	-	-	-	25.68	10.15
50 นาที	-	-	-	-	25.55	6.60
2 ช.ม.	24.30	19.69	34.95	23.10	26.65	6.60
4 ช.ม.	28.75	20.75	33.70	21.50	25.95	3.34
6 ช.ม.	28.55	23.88	35.35	7.53	25.65	เหลว
12 ช.ม.	28.15	24.87	32.55	เหลว	24.95	2.21
24 ช.ม.	29.10	24.81	33.00	5.45	27.65	เหลว
48 ช.ม.	28.65	24.62	34.00	เหลว	25.70	"

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

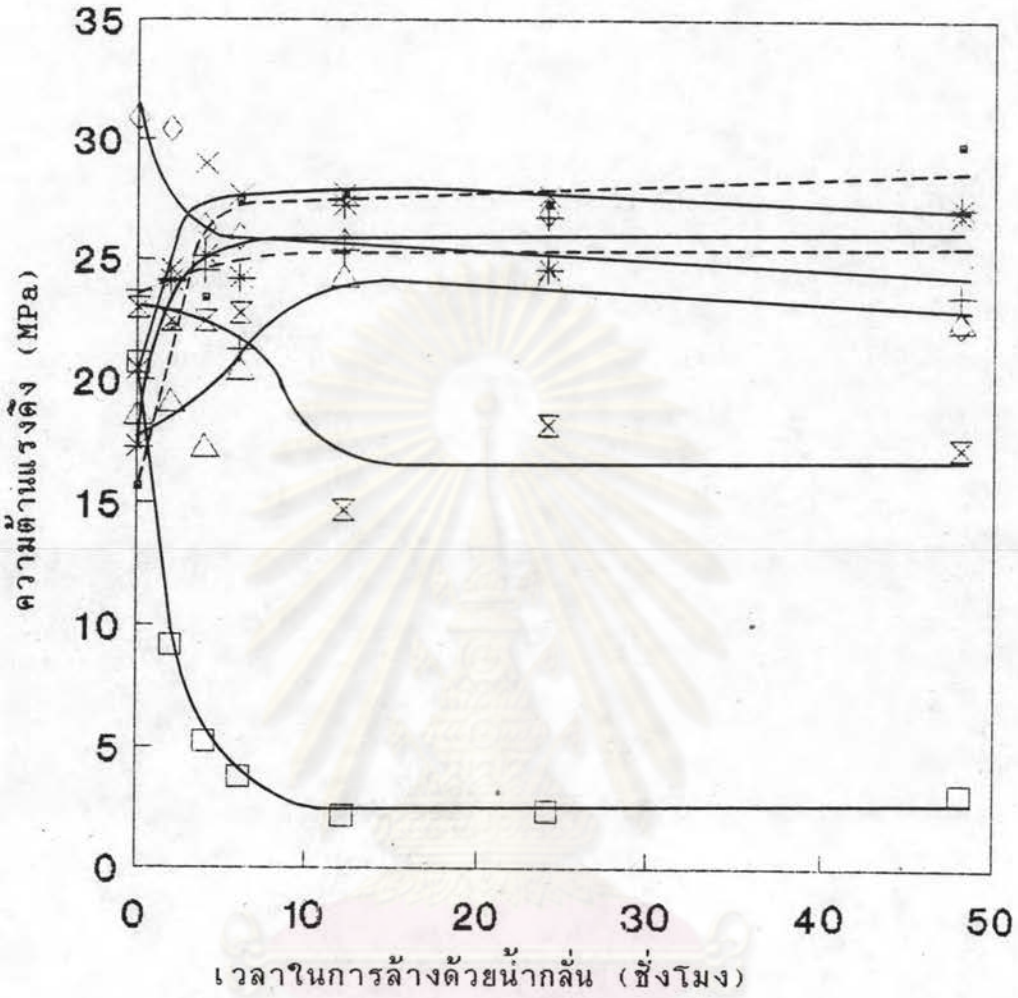


รูปที่ 6.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วยน้ำกลั่นของน้ำยางภาคใต้โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา และเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr

- VULCANOX MB2/Mg ก่อนบ่มเร่ง
- VULCANOX MB2/Mg หลังบ่มเร่ง
- IONOL ก่อนบ่มเร่ง
- IONOL หลังบ่มเร่ง
- VULCANOX KB ก่อนบ่มเร่ง
- VULCANOX KB หลังบ่มเร่ง

ตาราง 6.8 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วยน้ำของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคใต้ หลังฉายรังสี 12 kGy โดยใช้ n-BA :CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา แล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆ ปริมาณ 1 phr

เวลาในการล้าง ช.ม.	ความต้านแรงดึง (MPa)							
	VULCANOX MB2/MG		IONOL		VULCANOX KB		VULCANOX MB	
	ก่อนบ่ม	หลังบ่ม	ก่อนบ่ม	หลังบ่ม	ก่อนบ่ม	หลังบ่ม	ก่อนบ่ม	หลังอบ
0	15.60	23.65	17.25	20.65	18.53	22.95	20.40	30.83
2	22.10	24.13	24.05	9.15	19.03	22.40	24.54	30.35
4	23.35	24.50	25.10	5.19	17.18	22.38	28.95	26.28
6	27.35	21.29	24.15	3.75	20.33	22.75	27.60	25.88
12	27.60	25.38	27.20	2.17	24.15	14.65	27.70	25.65
24	27.20	26.75	24.60	2.31	24.13	18.15	27.60	26.90
48	29.75	23.50	27.15	3.06	22.43	17.25	26.80	22.35



รูปที่ 6.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วยน้ำกลั่นของน้ำยางภาคใต้โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาและเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr

---■--- VULCANOX MB2/Mg ก่อนบ่มเร่ง
---+--- VULCANOX MB2/Mg หลังบ่มเร่ง
—✳— IONOL ก่อนบ่มเร่ง
—□— IONOL หลังบ่มเร่ง
—△— VULCANOX KB ก่อนบ่มเร่ง
—⧖— VULCANOX KB หลังบ่มเร่ง
—✳— VULCANOX MB ก่อนบ่มเร่ง
—◇— VULCANOX MB หลังบ่มเร่ง

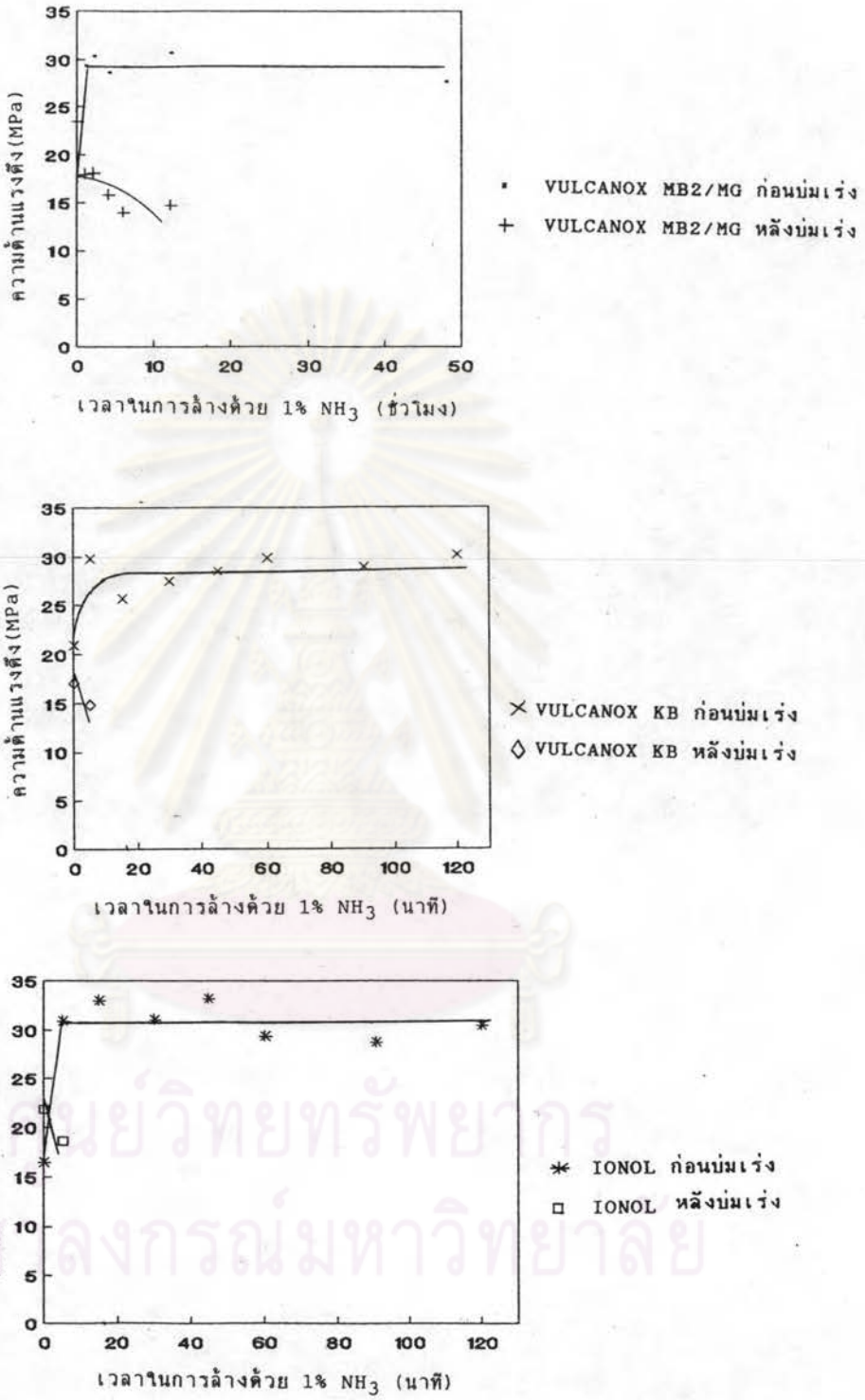
6.2.2 เมื่อนำน้ำยางทั้ง 2 แหล่งไปฉายรังสีในปริมาณ 15 kGyและ 12 kGyโดยใช้ 2-EHA:CCl_4 และ n-BA:CCl_4 ตามลำดับเป็นสารไวปฏิกิริยา แล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆลงไป 1 phrหลังจากนั้นจึงนำฟิล์มยางไปล้างด้วย 1%NH_3 เป็นเวลาต่างๆ ตั้งแต่ 0 ถึง 48 ชั่วโมงดังตาราง 6.9 - 6.12 และรูปที่ 6.9 - 6.12 พบว่าการล้างฟิล์มยางด้วย 1%NH_3 จะให้ค่าความต้านแรงดึงของฟิล์มยางมากกว่าฟิล์มยางที่ไม่ได้ล้างแต่ในขณะเดียวกันถ้าล้างฟิล์มยางนานเกินไปจะทำให้ความต้านแรงดึงของยางหลังจากบ่มเร่งที่ 100 °C 22 ชม. ลดลงอย่างมาก ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐาน ASTM D 3578 และสารป้องกันยางเสื่อมแต่ละชนิดที่เติมลงไปในน้ำยางนั้น จะใช้เวลาในการล้างฟิล์มยางแตกต่างกันด้วย โดยทั่วๆไปแล้วพบว่า Vulcanox MB2/Mg และ Vulcanox MB จะละลายใน 1% NH_3 ได้น้อยกว่าสารป้องกันยางเสื่อมตัวอื่นๆ ดังนั้นจะให้ค่าความต้านแรงดึงหลังการบ่มเร่งสูงกว่าสารป้องกันยางเสื่อมตัวอื่นเมื่อใช้เวลาในการล้างด้วยเท่ากัน

6.2.3 เมื่อเปรียบเทียบการล้างฟิล์มยางของน้ำยางทั้ง 2 แหล่งและสารไวปฏิกิริยาทั้ง 2 ชนิดจากข้อ 6.2.1 และ 6.2.2 พบว่าถ้าล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3 จะได้ค่าความต้านแรงดึงก่อนบ่มเร่ง สูงกว่าการล้างฟิล์มยางด้วยน้ำกลั่นในระยะเวลาล้างเดียวกัน นั่นคือถ้าใช้ 1% NH_3 เป็นตัวล้างฟิล์มยางจะใช้เวลาในการล้างจนได้ฟิล์มยางที่มีค่าความต้านแรงดึงสูงสุด สั้นกว่าใช้น้ำกลั่นล้าง ทั้งนี้ เพราะสารป้องกันยางเสื่อมจะสามารถละลายในสารละลายที่เป็นด่างได้ดีกว่าในน้ำกลั่น ดังนั้นการทดลองขั้นต่อไปจะใช้ 1% NH_3 เป็นตัวล้างฟิล์มยางตามเวลาดังนี้

VULCANOX MB	ใช้เวลาล้าง	10	นาที
VULCANOX BKF	ใช้เวลาล้าง	10	นาที
VULCANOX MB2/Mg	ใช้เวลาล้าง	10	นาที
VULCANOX KB	ใช้เวลาล้าง	5	นาที
IONOL	ใช้เวลาล้าง	5	นาที
WING STAY L	ใช้เวลาล้าง	5	นาที
RALOX	ใช้เวลาล้าง	5	นาที

ตาราง 6.9 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วย 1% แอมโมเนีย ของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคตะวันออกหลังฉายรังสี 15 kGy โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆปริมาณ 1 phr

เวลาในการล้าง	ความต้านแรงดึง (MPa)					
	VULCANOX MB2/MG		IONOL		VULCANOX KB	
	ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ
0	17.70	23.40	16.45	21.75	20.87	17.03
5 นาที	-	-	30.90	18.53	29.75	14.83
15 "	-	-	32.93	เหลว	25.65	เหลว
30 "	-	-	31.00	"	27.40	"
45 "	-	-	33.15	"	28.50	"
1 ช.ม.	29.30	17.88	29.35	"	29.85	"
1.5 "	-	-	28.75	"	28.90	"
2 "	30.30	18.03	30.50	"	30.10	"
4 "	28.60	15.80	-	-	29.05	"
6 "	29.20	13.88	-	-	27.75	"
12 "	30.70	14.65	-	-	28.25	"
24 "	29.20	เหลว	-	-	27.85	"
48 "	27.65	"	-	-	-	-

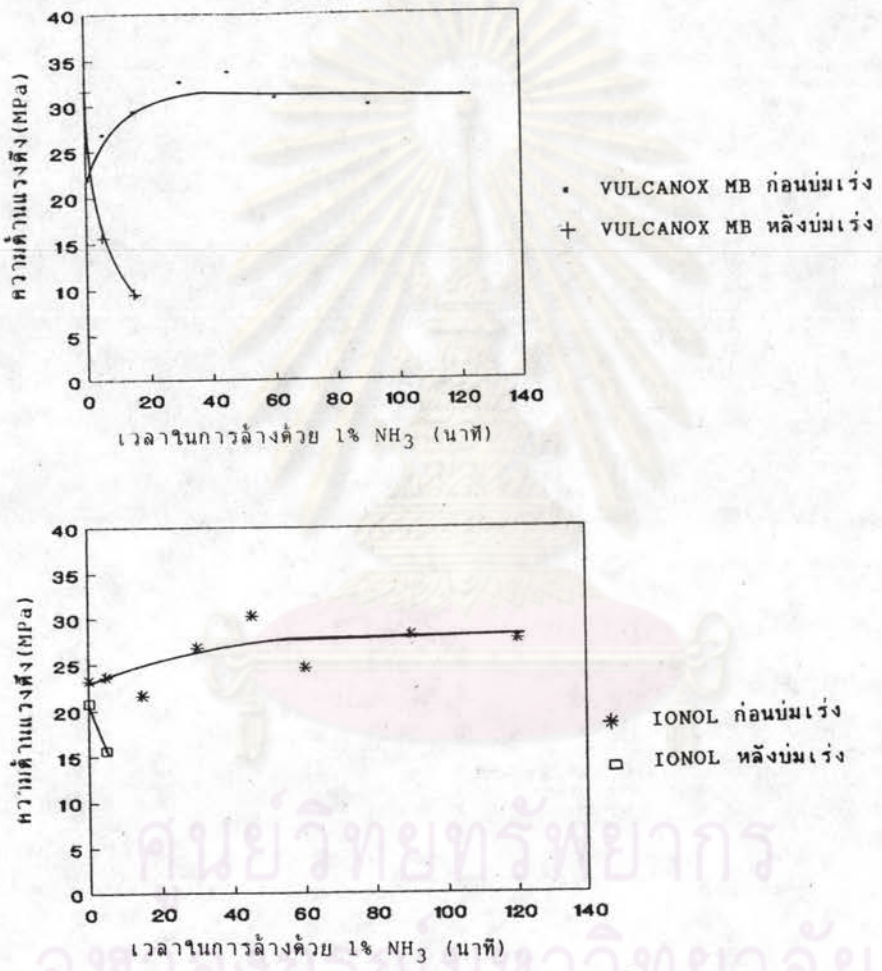


รูปที่ 6.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3 ของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา และเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr

ตาราง 6.10 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วย1%แอมโมเนียของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคตะวันออกหลังฉายรังสี 12 kGy โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆปริมาณ 1 phr

เวลาในการล้าง นาที	ความต้านแรงดึง (MPa)			
	VULCANOX MB		IONOL	
	ก่อนบ่ม	หลังบ่ม	ก่อนบ่ม	หลังบ่ม
0	21.95	31.65	23.15	20.65
5	26.80	15.65	23.55	15.59
15	29.35	9.50	21.50	เหลว
30	32.55	เหลว	26.75	"
45	33.65	"	30.25	"
60	30.75	"	24.56	"
90	29.95	"	28.15	"
120	30.90	"	27.65	"

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

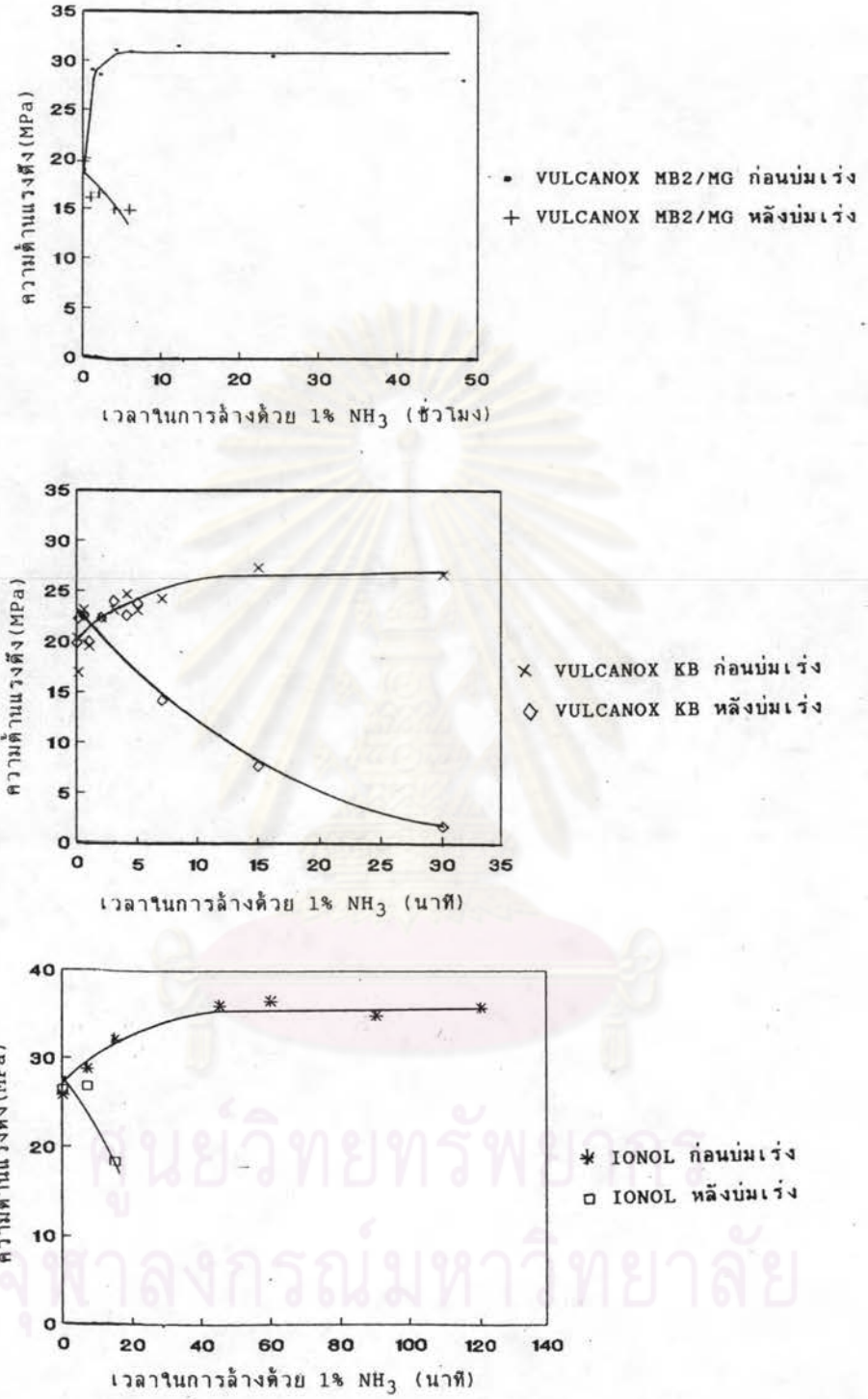


รูปที่ 6.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3 ของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา และเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 6.11 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วย 1% แอมโมเนีย ของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคใต้หลังฉายรังสี 15 kGy โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆปริมาณ 1 phr

เวลาในการล้าง	ความต้านแรงดึง (MPa)					
	VULCANOX MB2/MG		IONOL		VULCANOX KB	
	ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ
0	18.80	19.68	25.85	26.38	20.18	19.70
5 วินาที	-	-	-	-	16.88	22.20
30 "	-	-	-	-	23.08	22.45
1 นาที	-	-	-	-	19.43	19.90
2 "	-	-	-	-	22.30	22.30
3 "	-	-	-	-	23.15	24.00
4 "	-	-	-	-	24.78	22.65
5 "	-	-	-	-	23.20	23.90
7 "	-	-	28.80	26.78	24.35	14.27
15 "	-	-	32.25	18.35	27.40	7.74
30 "	-	-	-	-	26.70	1.72
45 "	-	-	36.05	เหลว	26.30	เหลว
1 ช.ม.	29.05	16.05	36.65	"	27.30	"
1.5 "	-	-	35.00	"	29.40	"
2 "	28.60	16.55	35.85	"	28.60	"
4 "	31.12	15.00	-	-	-	-
6	31.00	14.98	-	-	-	-
12	31.62	เหลว	-	-	-	-
24	30.62	"	-	-	-	-
48	28.12	"	-	-	-	-

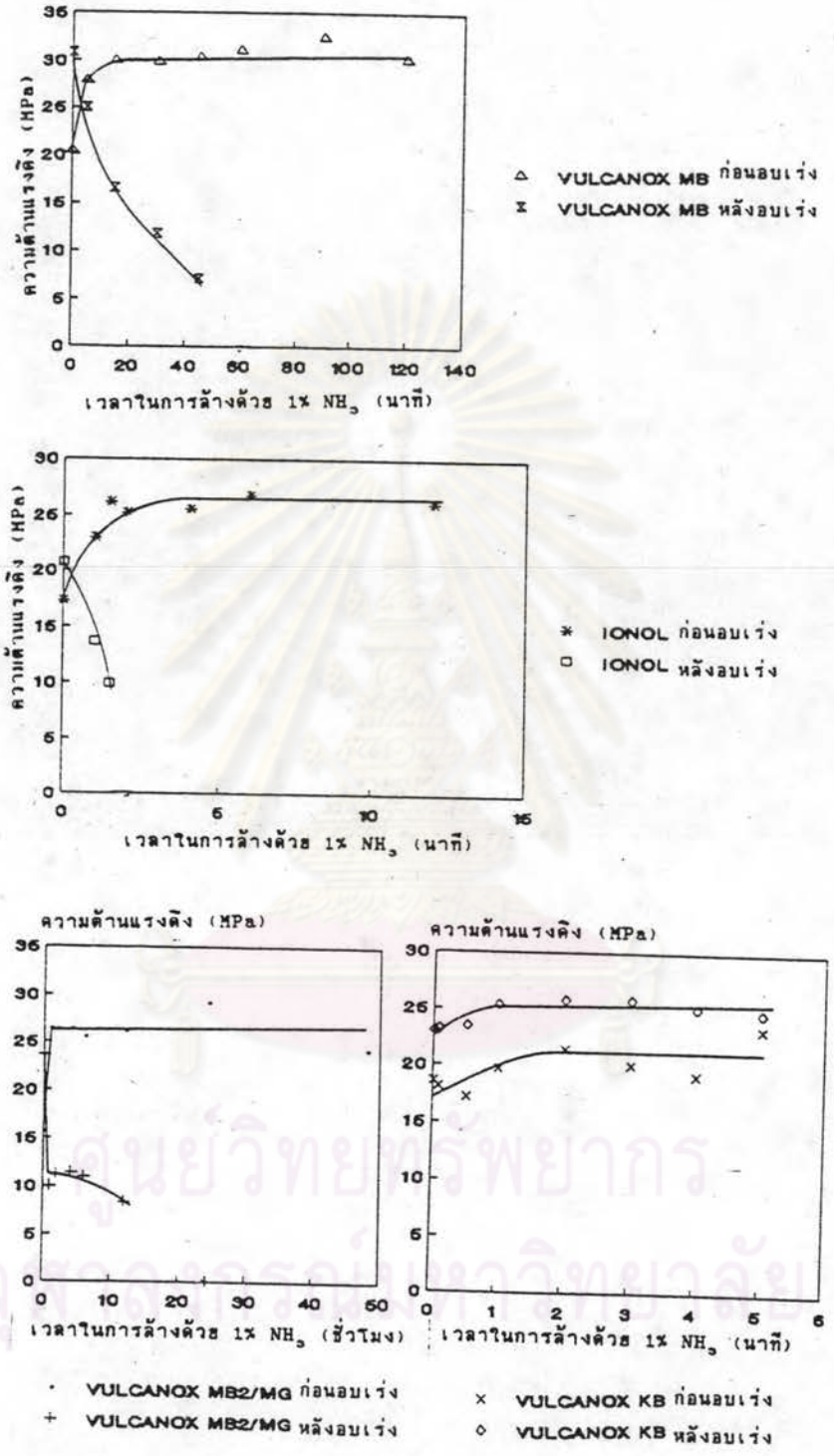


รูปที่ 6.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3 ของน้ำยางภาคใต้ โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา และเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 6.12 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงกับเวลาล้างด้วย 1% แอมโมเนีย ของแผ่นยางที่เตรียมจากน้ำยางภาคใต้หลังฉายรังสี 12 kGy โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อมต่างๆปริมาณ 1 phr

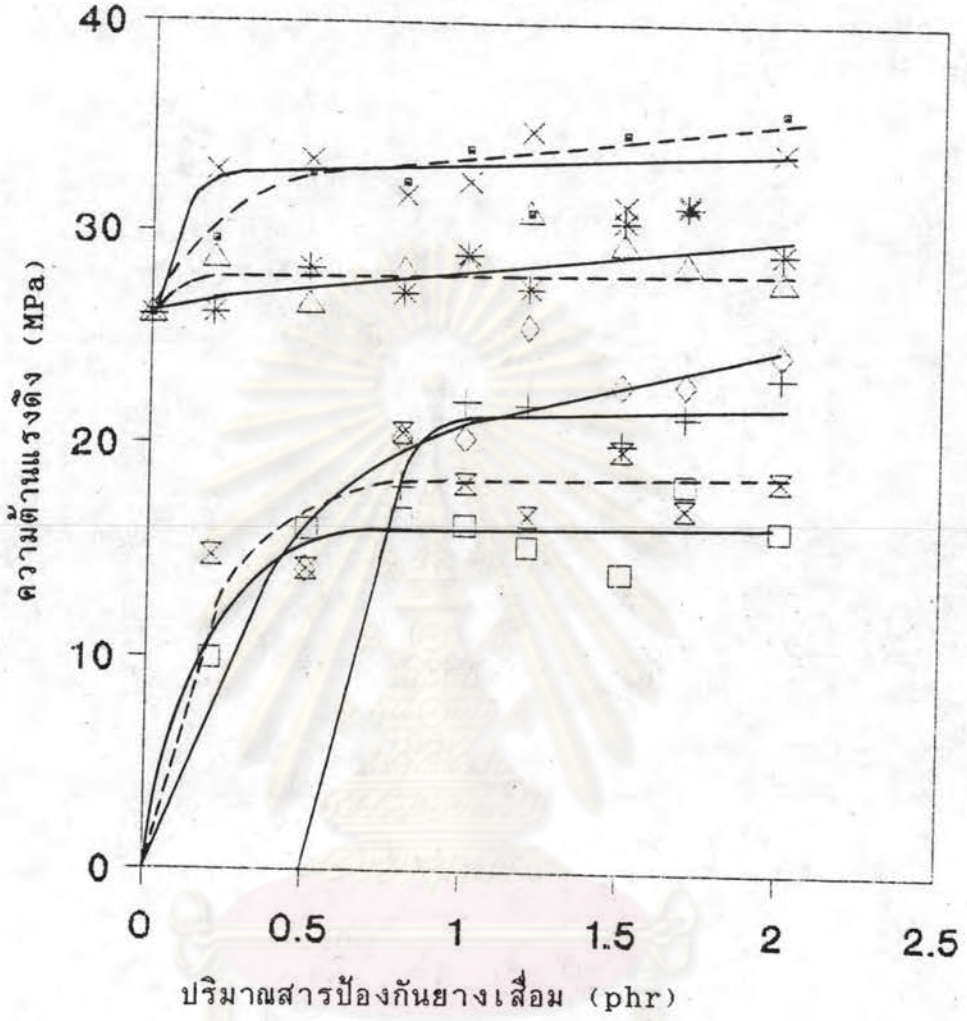
เวลาในการล้าง	ความต้านแรงดึง (MPa)							
	VULCANOX MB2/MG		IONOL		VULCANOX KB		VULCANOX MB	
	ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ	ก่อนอบ	หลังอบ
0	15.60	23.65	17.25	20.65	18.53	22.95	20.40	30.83
5 วินาที	-	-	-	-	18.10	23.15	-	-
30 "	-	-	-	-	17.13	23.45	-	-
1 นาที	-	-	-	-	19.70	25.35	-	-
2 "	-	-	-	-	21.40	25.80	-	-
3 "	-	-	-	-	20.08	25.80	-	-
4 "	-	-	-	-	19.18	25.13	-	-
5 "	-	-	-	-	23.24	24.70	27.85	24.98
15 "	-	-	-	-	-	-	29.95	16.53
30 "	-	-	-	-	-	-	29.80	11.80
45 "	-	-	-	-	-	-	30.30	7.10
1 ช.ม.	26.30	9.98	22.95	13.65	-	-	31.05	เหลว
1.5 "	-	-	26.20	9.30	-	-	32.45	"
2 "	26.25	11.16	25.25	เหลว	-	-	30.20	"
4 "	26.35	11.41	25.60	"	-	-	-	-
6 "	25.50	11.00	26.85	"	-	-	-	-
12 "	26.05	8.37	26.20	"	-	-	-	-
24 "	29.15	เหลว	-	"	-	-	-	-
48 "	24.25	"		"	-	-	-	-



รูปที่ 6.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับเวลาในการล้างฟิล์มยางด้วย 1 % NH_3 ของน้ำยางภาคใต้โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา และเติมสารป้องกันยางเสื่อมที่ปริมาณ 1 phr

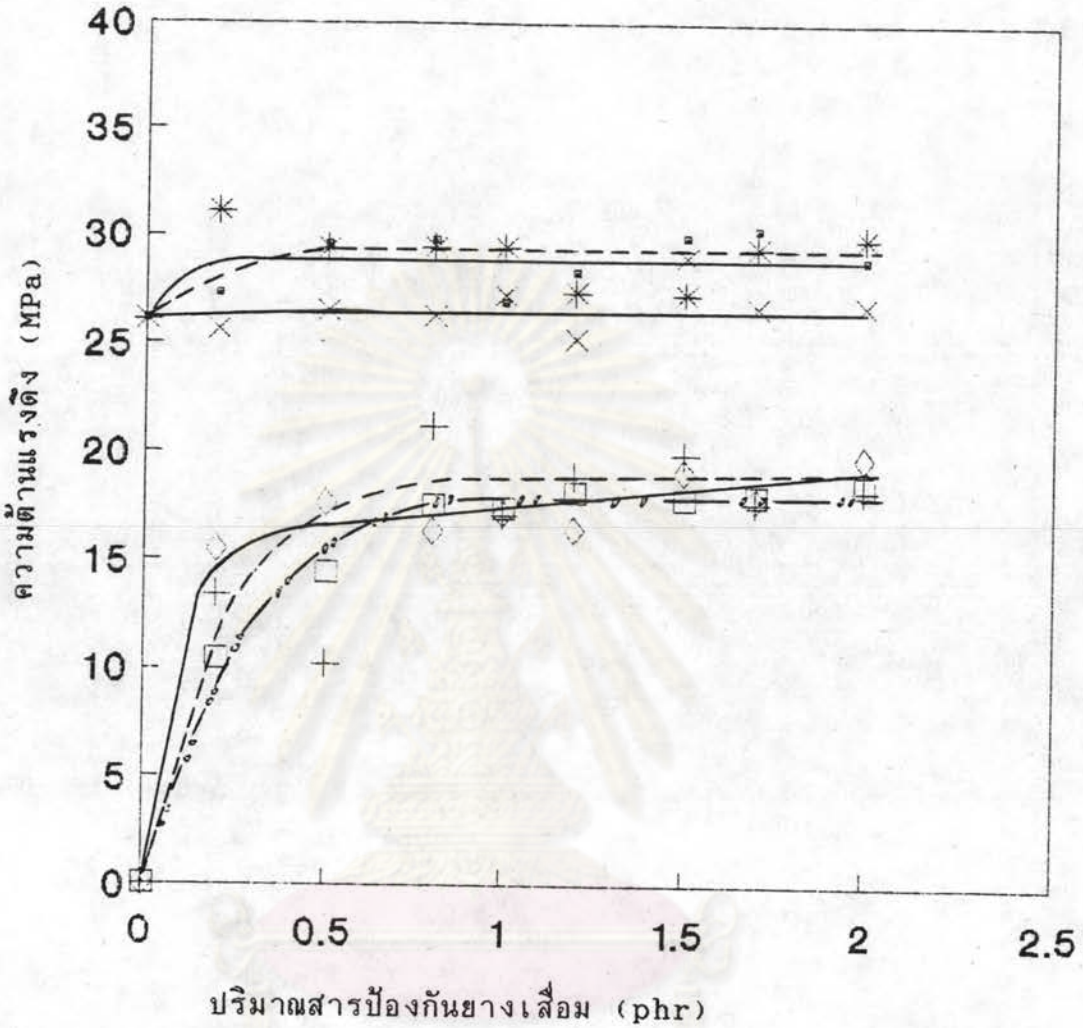
ตาราง 6.13 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของฟิล์มยางฉายรังสีกับก่อนและหลังบ่มที่ 100° C 22 ชั่วโมงกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมโดยใช้น้ำยางจากภาคใต้มี 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% แอมโมเนียในเวลาที่เหมาะสม

สารป้องกันยางเสื่อม	เวลาล้าง (นาที)	ความต้านแรงดึง(MPa)								
		ปริมาณสารป้องกันยางเสื่อม(phr) 0	0.2	0.5	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0
VULCANOX MB	10	ก่อนบ่ม 26.00	29.49	32.67	32.31	33.90	30.85	34.63	31.09	35.69
		หลังบ่ม <-----ยางเหลว----->			18.03	22.04	21.93	20.07	21.35	23.28
VULCANOX BKF	10	ก่อนบ่ม 26.00	26.19	28.26	27.11	28.94	27 37	30.52	31.23	29.10
		หลังบ่ม ยางเหลว	9.92	16.04	16.52	16.21	15.26	14.03	18.24	16.07
VULCANOX MB2-MG	10	ก่อนบ่ม 26.00	32.85	33.39	31.72	32.42	34.78	31.28	31.42	33.90
		หลังบ่ม <--ยางเหลว-->			14.10	20.31	20.31	25.52	22.79	22.87 24.31
VULCANOX KB	5	ก่อนบ่ม 26.00	28.58	26.50	28.13	28.33	30.84	29.34	28.44	27.71
		หลังบ่ม ยางเหลว	14.70	14.12	20.52	18.22	16.69	19.76	17.05	18.41
IONOL	5	ก่อนบ่ม 26.00	27.24	29.51	29.71	26.85	28.29	29.91	30.25	28.88
		หลังบ่ม ยางเหลว	13.37	10.21	21.22	17.13	18.92	19.93	17.73	18.28
WINGSTAY L	5	ก่อนบ่ม 26.00	31.11	29.40	29.43	29.46	27.38	27.32	29.43	29.89
		หลังบ่ม ยางเหลว	10.45	14.45	17.52	17.44	18.12	17.86	17.97	18.50
RALOX	5	ก่อนบ่ม 26.00	25.59	26.46	26.24	27.24	25.20	28.97	26.68	26.74
		หลังบ่ม ยางเหลว	15.45	17.60	16.40	17.15	16.45	19.14	17.88	19.81



รูปที่ 6.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา แล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3

---■--- VULCANOX MB ก่อนบ่มเร่ง
——+—— VULCANOX MB หลังบ่มเร่ง
——✳—— VULCANOX BKF ก่อนบ่มเร่ง
——□—— VULCANOX BKF หลังบ่มเร่ง
——×—— VULCANOX MB2/Mg ก่อนบ่มเร่ง
——◇—— VULCANOX MB2/Mg หลังบ่มเร่ง
---△--- VULCANOX KB ก่อนบ่มเร่ง
---⧖--- VULCANOX KB หลังบ่มเร่ง



รูปที่ 6.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา แล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3

---▪--- IONOL ก่อนบ่มเร่ง

---+--- IONOL หลังบ่มเร่ง

—✳— WINGSTAY L ก่อนบ่มเร่ง

···⊟··· WINGSTAY L หลังบ่มเร่ง

—×— RALOX ก่อนบ่มเร่ง

—◇— RALOX หลังบ่มเร่ง

6.3 ผลการศึกษาความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งเมื่อเติมสารป้องกันยางเสื่อมปริมาณต่างๆและใช้ 1% NH_3 เป็นตัวล้างฟิล์มยาง

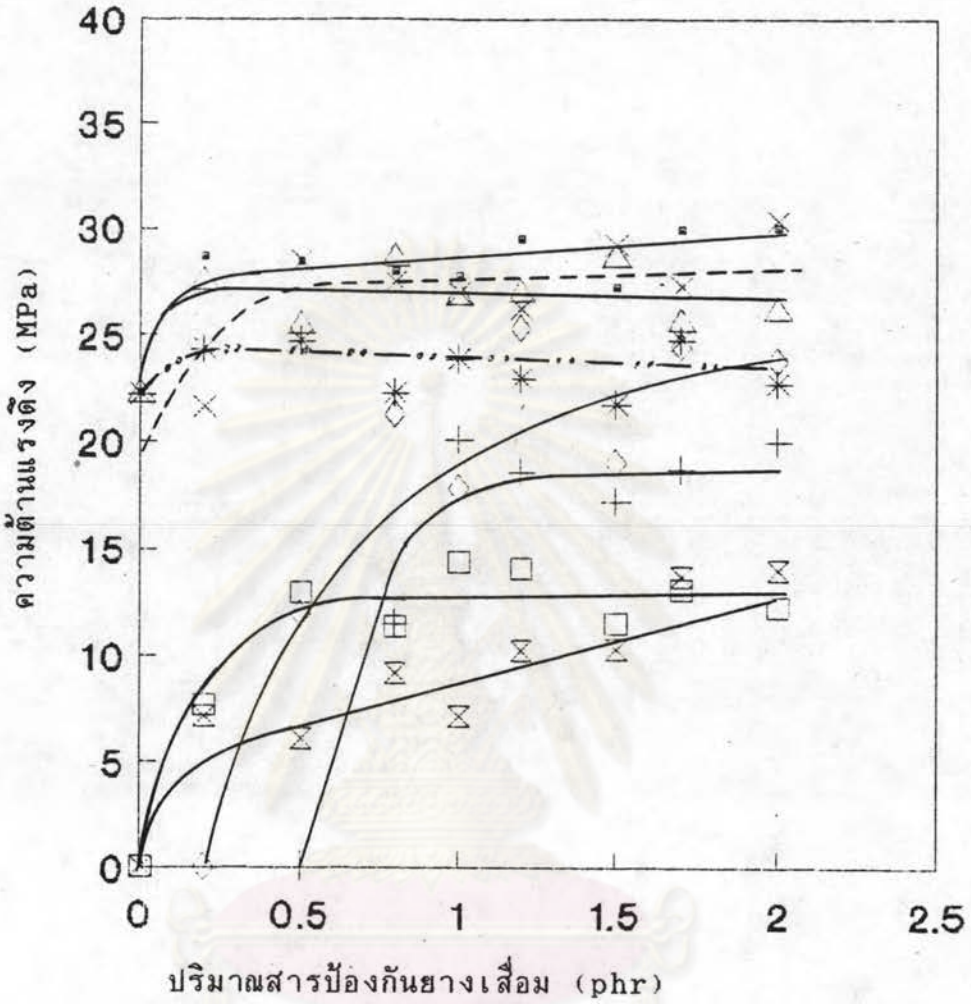
6.3.1 เมื่อพิจารณาน้ำยางภาคตะวันออกและใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาดังตารางที่ 6.13 และรูปที่ 6.13 และ 6.14 พบว่าสารป้องกันยางเสื่อมที่เติมลงในน้ำยางตั้งแต่ 0.2-2.0 phr จะทำให้ความต้านแรงดึงก่อนบ่มเร่งมากกว่าน้ำยางที่ไม่เติมสารป้องกันยางเสื่อม ยกเว้น Vulcanox BKF, Vulcanox KB และ Ralox จะให้ค่าความต้านแรงดึงไม่แตกต่างส่วนความต้านแรงดึงของฟิล์มยางหลังบ่มเร่ง จะได้ค่าความต้านแรงดึงของฟิล์มยางแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของสารป้องกันยางเสื่อมที่เติมลงไป จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมความต้านแรงดึงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกแต่เมื่อเพิ่มปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมลงไปอีกจนถึงจุดๆหนึ่ง ความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่งจะค่อยๆคงที่ นอกจากนั้นเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมตั้งแต่ 0.8 phrขึ้นไปจะเห็นว่า Vulcanox MB2/Mg กับVulcanox MB จะทำให้ความต้านแรงดึงของฟิล์มยางหลังบ่มเร่งสูงเกินมาตรฐานมาก ส่วนสารป้องกันยางเสื่อมตัวอื่นจะให้ค่าความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่งสูงกว่ามาตรฐานเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมอย่างน้อยที่สุด ที่จะเติมลงในน้ำยางชนิดนี้เพื่อให้ได้ค่าความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่งเกินมาตรฐานที่ยอมรับได้คือ 16 MPaจะไม่เท่ากันจะเห็นว่า Vulcanox BKFและ Raloxจะใช้ในปริมาณไม่ต่ำกว่า 0.5 phr ส่วน Vulcanox MB, Vulcanox MB2/Mg, Ionol และ Wingstay L จะใช้ในปริมาณไม่ต่ำกว่า 0.8 phr

6.3.2 เมื่อพิจารณาน้ำยางจากภาคตะวันออกและใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา ดังตารางที่ 6.14 และรูปที่ 6.15 และ 6.16 พบว่าส่วนใหญ่สารป้องกันยางเสื่อมที่เติมลงในน้ำยางตั้งแต่ 0.2-2.0 phr จะทำให้ความต้านแรงดึงก่อนบ่มเร่ง มากกว่าน้ำยางที่ไม่เติมสารป้องกันยางเสื่อม ยกเว้น Vulcanox BKF ที่ค่าความต้านแรงดึงไม่แตกต่างกัน ส่วนความต้านแรงดึงของฟิล์มยางหลังการบ่มเร่ง จะได้ค่าความต้านแรงดึงของฟิล์มยางแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของสารป้องกันยางเสื่อมที่เติมลงไป จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณสารป้องกันยางเสื่อม ความต้านแรงดึงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกแต่เมื่อเพิ่มปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมลงไปอีกจนถึงจุดๆหนึ่ง ความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่งจะค่อยคงที่ นอกจากนั้นเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมแต่ละตัวจะเห็นว่า Vulcanox MB2/Mg กับ Vulcanox MB จะทำให้ความต้านแรงดึงของฟิล์มยางหลังบ่มเร่งสูงเกินมาตรฐานมาก ส่วนสารป้องกันยางเสื่อมตัวอื่นจะให้ค่าความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่งสูงกว่ามาตรฐานเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

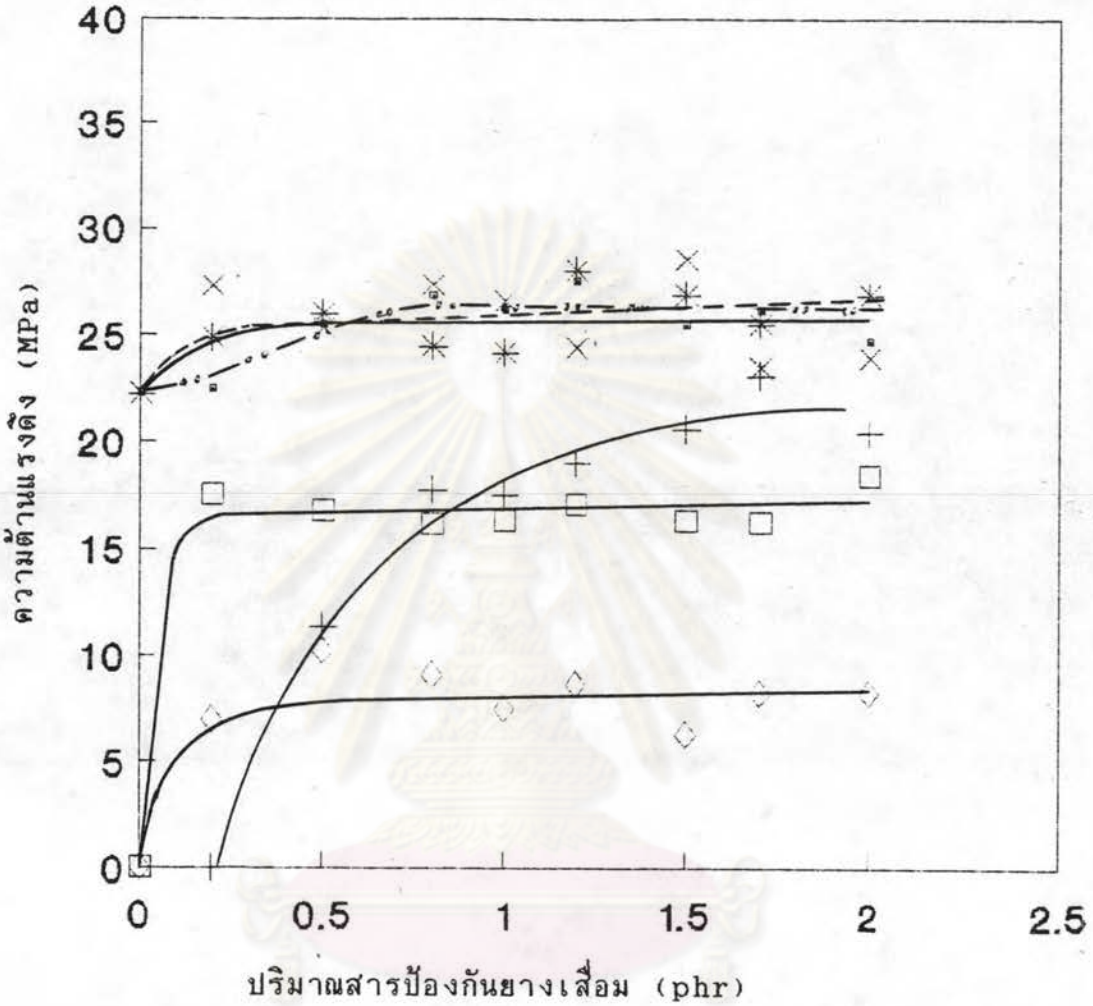
ตาราง 6.14 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของฟิล์มยางฉายรังสีกับก่อนและหลังบ่มที่ 100° C 22 ชั่วโมงกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมโดยใช้น้ำยางจากภาคตะวันออกมี n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% แอมโมเนียในเวลาที่เหมาะสม

สารป้องกันยางเสื่อม	เวลาล้าง (นาที)	ความต้านแรงดึง(MPa)								
		ปริมาณสารป้องกันยางเสื่อม(phr)	0	0.2	0.5	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0
VULCANOX MB	10	ก่อนบ่ม	22.23	28.58	28.37	27.92	27.71	29.41	27.16	29.87	29.94
		หลังบ่ม	<-----ยางเหลว----->				11.47	20.10	18.59	17.21	18.71	20.00
VULCANOX BKF	10	ก่อนบ่ม	22.23	24.35	24.68	22.25	23.84	22.93	21.78	24.76	22.72
		หลังบ่ม	ยางเหลว	7.65	12.93	11.32	14.37	14.07	11.50	13.07	12.25
VULCANOX MB2-MG	10	ก่อนบ่ม	22.23	21.58	28.45	27.52	26.92	26.20	29.19	27.22	30.37
		หลังบ่ม	<--ยางเหลว-->				11.96	21.29	17.80	25.33	19.00	24.44	23.77
VULCANOX KB	5	ก่อนบ่ม	22.23	27.45	25.44	28.64	26.79	26.99	28.58	25.62	26.13
		หลังบ่ม	ยางเหลว	7.09	6.04	9.15	7.10	10.20	10.25	13.69	13.95
IONOL	5	ก่อนบ่ม	22.23	22.45	25.41	26.80	26.13	27.50	25.42	26.13	24.71
		หลังบ่ม	<--ยางเหลว-->				11.35	17.77	17.55	19.05	20.65	23.10	20.50
WINGSTAY L	5	ก่อนบ่ม	22.23	24.83	25.94	24.50	24.15	28.00	26.86	25.51	26.86
		หลังบ่ม	ยางเหลว	17.50	16.75	16.20	16.35	17.10	16.35	16.24	18.41
RALOX	5	ก่อนบ่ม	22.23	27.22	25.26	27.33	26.60	24.36	28.57	23.50	23.93
		หลังบ่ม	ยางเหลว	6.97	10.18	9.11	7.48	8.64	6.28	8.23	8.25



รูปที่ 6.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3

—▪— VULCANOX MB ก่อนบ่มเร่ง
—+— VULCANOX MB หลังบ่มเร่ง
—·✱·— VULCANOX BKF ก่อนบ่มเร่ง
—⊟— VULCANOX BKF หลังบ่มเร่ง
---✕--- VULCANOX MB2/Mg ก่อนบ่มเร่ง
—◇— VULCANOX MB2/Mg หลังบ่มเร่ง
—△— VULCANOX KB ก่อนบ่มเร่ง
—⧖— VULCANOX KB หลังบ่มเร่ง



รูปที่ 6.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคตะวันออกโดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3

-·-·-■-·-·	IONOL	ก่อนบ่มเร่ง
——+——	IONOL	หลังบ่มเร่ง
- - -✳- - -	WINGSTAY L	ก่อนบ่มเร่ง
——□——	WINGSTAY L	หลังบ่มเร่ง
——×——	RALOX	ก่อนบ่มเร่ง
——◇——	RALOX	หลังบ่มเร่ง

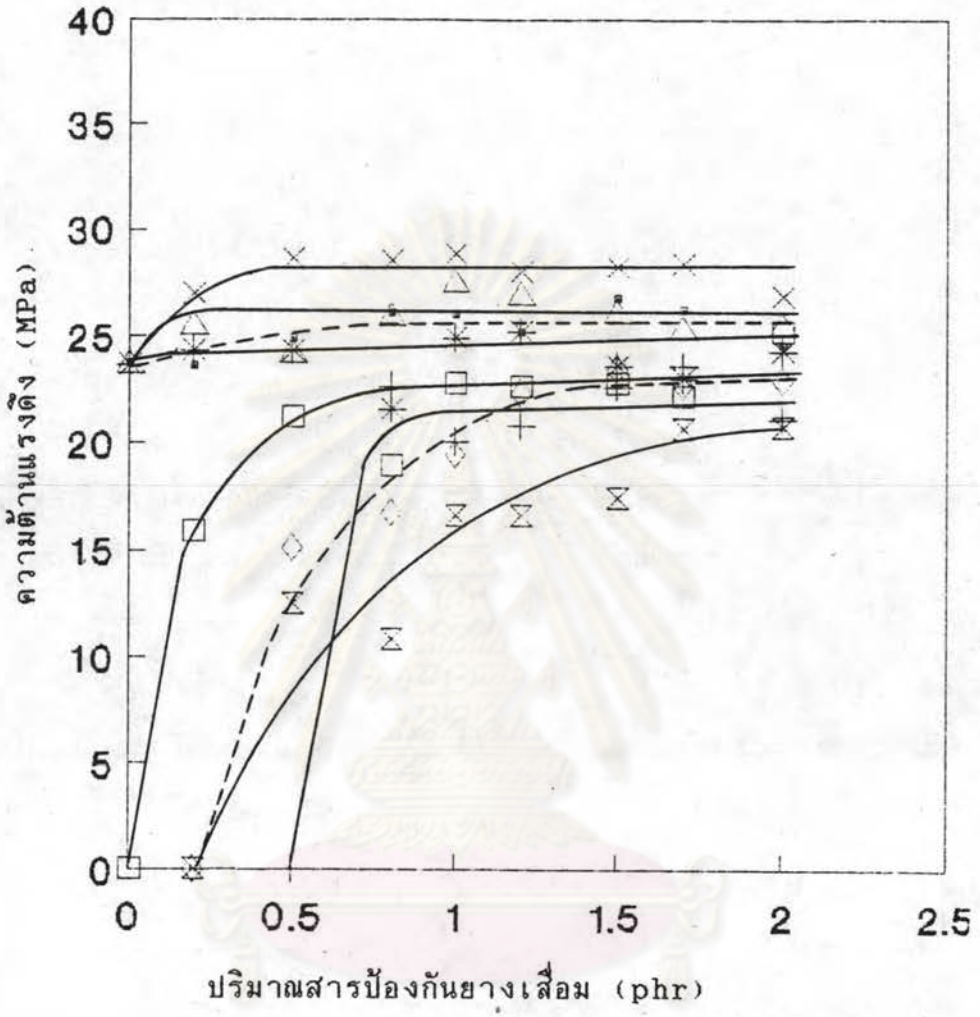
ปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมอย่างน้อยที่สุดที่จะใช้เติมลงในน้ำยางชนิดนี้ เพื่อให้ได้ค่าความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่งเกินมาตรฐาน 16 MPa จะไม่เท่ากัน จะเห็นว่าVulcanox MBจะใช้ในปริมาณไม่ต่ำกว่า 1phr, Vulcanox MB2/Mg และ Ionol ใช้ในปริมาณไม่ต่ำกว่า 0.8 phr, Wingstay L 0.2 phr ส่วน Vulcanox BKF, Vulcanox KB และ Ralox ไม่เหมาะสำหรับใช้กับยางภาคตะวันออกที่มี n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา เพราะให้ค่าความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่งต่ำกว่ามาตรฐาน

6.3.3 เมื่อพิจารณาน้ำยางจากภาคใต้และ ใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาดังตารางที่ 6.15 และรูปที่ 6.17 และ 6.18 พบว่าสารป้องกันยางเสื่อมที่เติมลงในน้ำยางตั้งแต่ 0.2-2.0 phr จะทำให้ความต้านแรงดึงก่อนบ่มเร่งสูงขึ้นกว่าฟิล์มยางที่ไม่เติมสารป้องกันยางเสื่อม ยกเว้น Vulcanox BKF ที่ให้ค่าความต้านแรงดึงไม่แตกต่างกัน ส่วนความต้านแรงดึงของฟิล์มยางหลังการบ่มเร่ง จะได้ค่าความต้านแรงดึงของฟิล์มยางแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของสารป้องกันยางเสื่อมที่เติมลงไป จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมความต้านแรงดึงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก แต่เมื่อเพิ่มปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมลงไปอีกจนถึงจุดๆหนึ่ง ความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่งจะค่อยๆคงที่ นอกจากนั้นเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมแต่ละตัวจะเห็นว่า Vulcanox MB2/Mg Vulcanox MB และ Vulcanox BKF จะทำให้ความต้านแรงดึงของฟิล์มยางหลังบ่มเร่งสูงเกินมาตรฐานมาก ส่วนสารป้องกันยางเสื่อมตัวอื่นจะให้ค่าความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่งสูงกว่ามาตรฐานเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมที่เติมลงในน้ำยางเพื่อให้ได้ค่าความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่งสูงเกินมาตรฐาน 16 MPa จะใช้ปริมาณที่แตกต่างกันในสารป้องกันยางเสื่อมแต่ละชนิด โดยที่ Vulcanox BKF จะใช้ในปริมาณไม่ต่ำกว่า 0.5 phr Vulcanox MB,Vulcanox MB2/Mg จะใช้ปริมาณไม่ต่ำกว่า 0.8 phr และ Vulcanox KB,Wingstay L และ Ralox จะใช้ปริมาณไม่ต่ำกว่า 1.0 phr

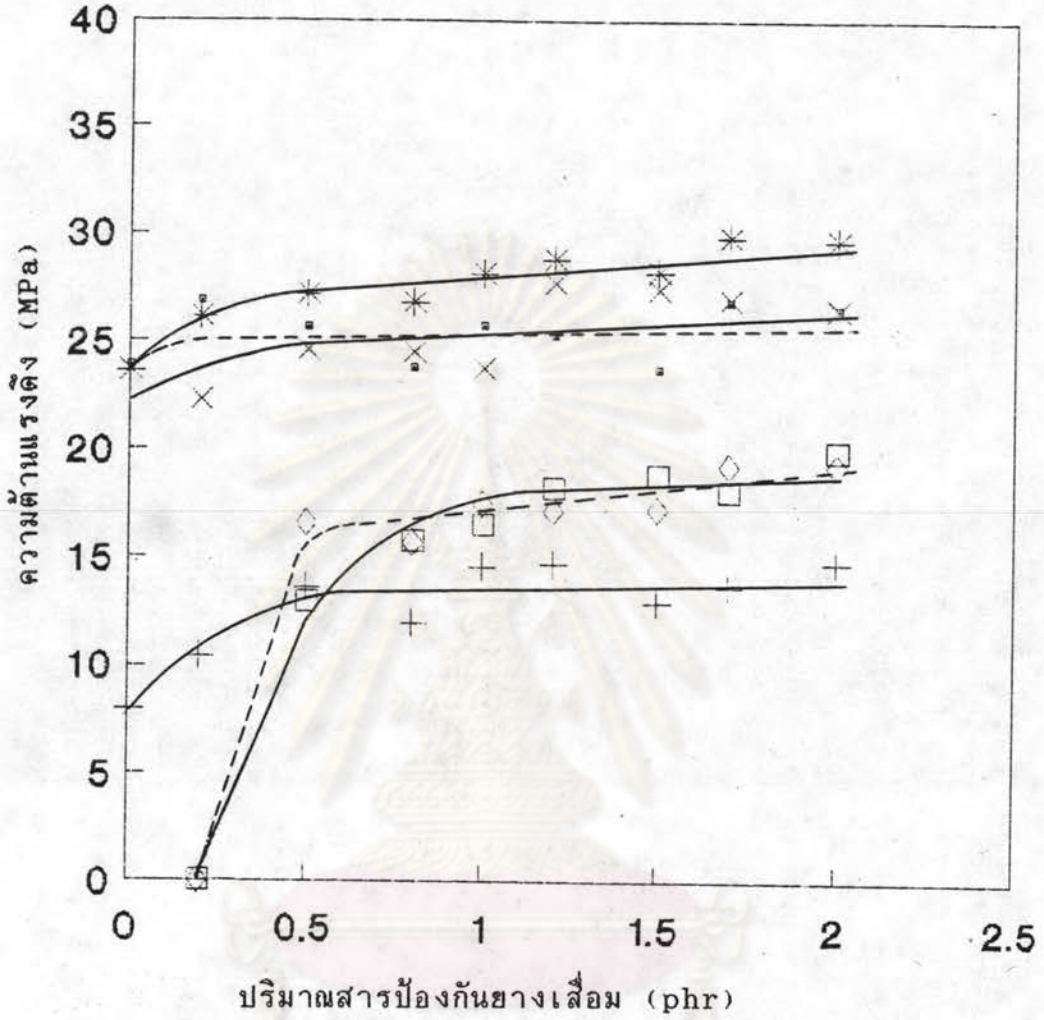
ตาราง 6.15 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของฟิล์มยางฉายรังสีกับก่อนและหลังบ่มที่ 100° C 22 ชั่วโมงกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมโดยใช้น้ำยางจากภาคใต้มี 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% แอมโมเนียในเวลาที่เหมาะสม

สารป้องกันยางเสื่อม	เวลาล้าง (นาที)	ความต้านแรงดึง(MPa)								
		ปริมาณสารป้องกันยางเสื่อม(phr) 0	0.2	0.5	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0
VULCANOX MB	10	ก่อนบ่ม 23.60	23.56	24.86	26.05	26.00	25.14	26.70	26.19	24.56
		หลังบ่ม <-----ยางเหลว----->			22.63	20.12	20.88	22.63	23.60	21.17
VULCANOX BKF	10	ก่อนบ่ม 23.60	24.34	24.29	21.59	24.88	25.20	23.66	23.01	24.34
		หลังบ่ม ยางเหลว	15.84	21.20	18.95	22.82	22.65	22.80	22.20	25.20
VULCANOX MB2-MG	10	ก่อนบ่ม 23.60	26.99	28.58	28.54	28.84	28.04	28.26	28.36	26.87
		หลังบ่ม <--ยางเหลว-->		15.13	16.75	19.50	22.35	23.47	22.71	22.95
VULCANOX KB	5	ก่อนบ่ม 23.60	25.47	24.18	25.89	27.47	26.87	26.07	25.31	25.45
		หลังบ่ม <--ยางเหลว-->		12.44	10.83	16.63	16.63	17.43	20.68	20.78
IONOL	5	ก่อนบ่ม 23.83	26.80	25.60	23.75	25.63	25.18	23.65	26.75	26.48
		หลังบ่ม 7.96	10.43	13.65	11.98	14.60	14.73	12.95	13.70	14.80
WINGSTAY L	5	ก่อนบ่ม 23.60	26.13	27.12	26.79	28.08	28.75	28.19	29.85	29.64
		หลังบ่ม <--ยางเหลว-->		12.94	15.75	16.53	18.23	18.82	18.10	19.92
RALOX	5	ก่อนบ่ม 23.60	22.23	24.51	24.50	23.73	27.69	27.37	26.92	26.47
		หลังบ่ม <--ยางเหลว-->		16.60	15.71	17.50	17.18	17.28	19.23	19.25



รูปที่ 6.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคใต้ โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3

- VULCANOX MB ก่อนบ่มเร่ง
- VULCANOX MB หลังบ่มเร่ง
- VULCANOX BKF ก่อนบ่มเร่ง
- VULCANOX BKF หลังบ่มเร่ง
- VULCANOX MB2/Mg ก่อนบ่มเร่ง
- VULCANOX MB2/Mg หลังบ่มเร่ง
- VULCANOX KB ก่อนบ่มเร่ง
- VULCANOX KB หลังบ่มเร่ง



รูปที่ 6.18 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคใต้ โดยใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3

---•--- IONOL ก่อนบ่มเร่ง

—+— IONOL หลังบ่มเร่ง

—✳— WINGSTAY L ก่อนบ่มเร่ง

—□— WINGSTAY L หลังบ่มเร่ง

—×— RALOX ก่อนบ่มเร่ง

---◇-- RALOX หลังบ่มเร่ง

6.3.4 เมื่อพิจารณาน้ำยางจากภาคใต้และใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา จากตารางที่ 6.16 และรูปที่ 6.19 และ 6.20 พบว่าสารป้องกันยางเสื่อมที่เติมลงในน้ำยางตั้งแต่ 0.2-2.0 phr จะทำให้ค่าความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนบ่มเร่งสูงกว่าฟิล์มยางที่ไม่ได้เติมสารป้องกันยางเสื่อม ส่วนความต้านแรงดึงของฟิล์มยางหลังการบ่มเร่ง จะได้ค่าความต้านแรงดึงของฟิล์มยางแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของสารป้องกันยางเสื่อมที่เติมลงไป จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมความต้านแรงดึง จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก แต่เมื่อเพิ่มปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมลงไปอีกจนถึงจุดๆหนึ่ง ความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่งจะค่อยๆคงที่ยกเว้น Wingstay L กับ Vulcanox MB2/Mg ที่ความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่ง จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมที่เติมลงไป นอกจากนั้นเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมแต่ละตัวจะพบว่า Ralox กับ Vulcanox MB จะทำให้ความต้านแรงดึงของฟิล์มยางหลังบ่มเร่งสูงเกินมาตรฐานมาก ส่วนสารป้องกันยางเสื่อมตัวอื่นจะให้ค่าความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่งสูงกว่ามาตรฐานเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมที่เติมลงไปเพื่อให้ได้ความต้านแรงดึงหลังบ่มเร่งสูงเกินมาตรฐาน16MPaคือ Ralox และ Vulcanox KB จะใช้ในปริมาณไม่ต่ำกว่า 0.2 phr, Vulcanox BKF และ Vulcanox MB2/Mg จะใช้ไม่ต่ำกว่า 0.5 phr, Vulcanox MB ใช้ปริมาณไม่ต่ำกว่า 0.8 phr, Wingstay L จะใช้ปริมาณไม่ต่ำกว่า 1.5 phr

6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืด, ความเป็นกรดด่าง(pH), crosslink density และค่าความต้านแรงดึง กับระยะเวลาที่เก็บน้ำยางหลังฉายรังสี

6.4.1 เมื่อพิจารณาความหนืดของน้ำยางภาคตะวันออก และภาคใต้จากตารางที่ 6.17และรูปที่ 6.21พบว่าถ้าใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาจะทำให้น้ำยางมีความหนืดมากกว่าน้ำยางที่ใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา อาจเป็นเพราะน้ำยางที่ใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาจะมีเนื้อยาง 55% ส่วนน้ำยางที่ใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาจะมีเนื้อยางเพียง 50 %จึงเกิด crosslink ได้น้อยกว่าและเมื่อทิ้งน้ำยางทั้งสองแหล่งที่ใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาความหนืดของน้ำยางจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่น้ำยางภาคตะวันออกที่ใช้ n-BA : CCL_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาความหนืดจะไม่เปลี่ยนแปลงในระยะเวลา 5 สัปดาห์ แต่น้ำยางภาคใต้ที่ใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาความหนืดจะค่อยๆลดลง

6.4.2 เมื่อพิจารณาความเป็นกรดด่างของน้ำยางวัลคาไนซ์ด้วยรังสีทั้ง 2 แหล่งที่ใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วเติมสารป้องกันยางเสื่อม MB2/Mg ลงไป 0.8 phrดังตาราง 6.17 และรูปที่ 6.21 พบว่า น้ำยางที่ผ่านการฉายรังสีมาแล้วตั้งแต่ 2 สัปดาห์ขึ้นไปpHจะต่ำกว่าน้ำยางที่ใช้ 2-EHA:CCL_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา

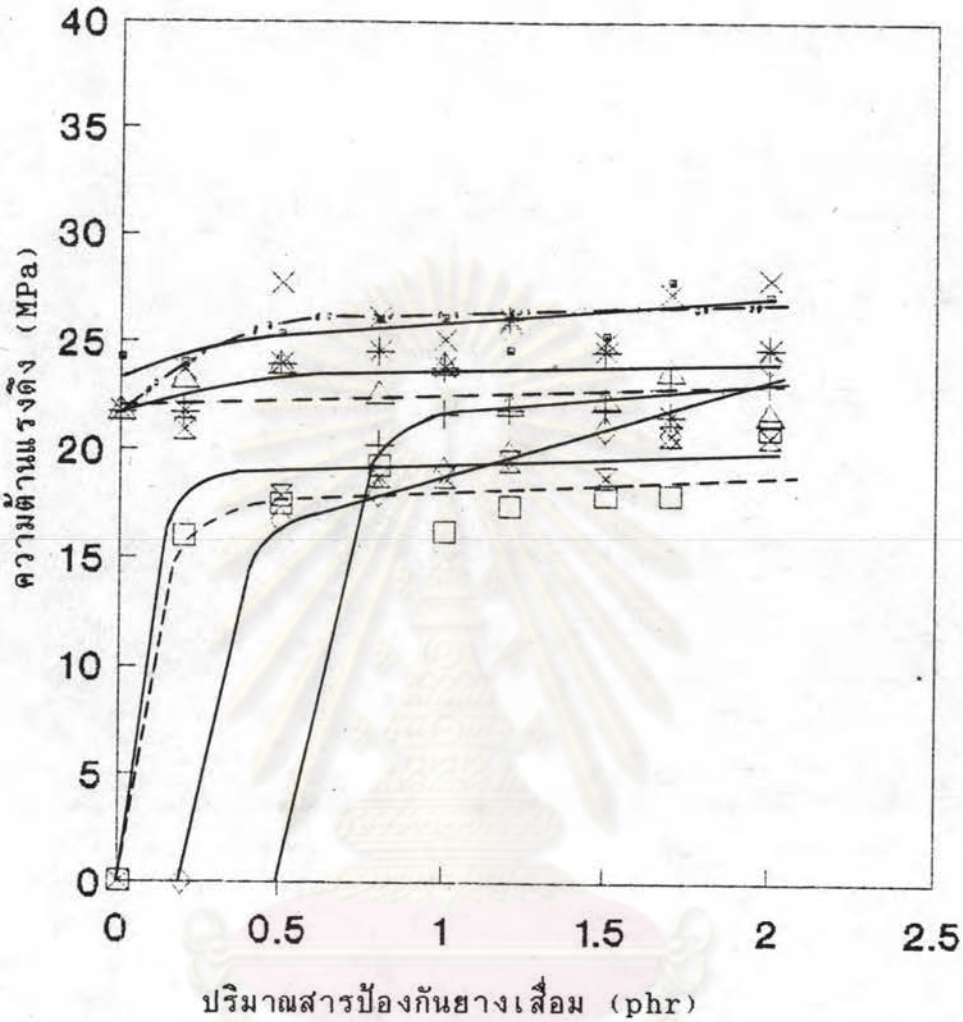
6.4.3 เมื่อพิจารณาความต้านแรงดึงของน้ำยางทั้ง 2 แหล่งที่ใช้สารไวปฏิกิริยาทั้งสองชนิดจากตาราง 6.18 และรูปที่ 6.23 พบว่า เมื่อทิ้งน้ำยางไว้ตั้งแต่ 0-5 สัปดาห์ ความต้านแรงดึงทั้งก่อนบ่มเร่งและหลังบ่มเร่ง จะลดลงเรื่อยๆ ตามเวลาที่เก็บน้ำยางไว้หลังฉายรังสี

6.4.4 เมื่อพิจารณาความหนาแน่นครอสลิงค์ ดังตาราง 6.18 และรูปที่ 6.22 พบว่าน้ำยางฉายรังสีทั้ง 2 แหล่งหลังจากเติม Vulcanox MB2/Mg แล้วทิ้งน้ำยางตั้งแต่ 2-5 สัปดาห์ความหนาแน่นครอสลิงค์จะเปลี่ยนแปลง โดยน้ำยางที่ใช้ 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาค่าความหนาแน่นครอสลิงค์จะเพิ่มขึ้นหลังจากนั้นจะค่อยลดลงเมื่อเวลาผ่านไป 3 สัปดาห์ส่วนน้ำยางที่ใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา ความหนาแน่นครอสลิงค์หลังจากเติมสารป้องกันยางเสื่อมจะลดลง นอกจากนั้นน้ำยางทั้ง 2 แหล่งที่ใช้ 2-EHA:CCl_4 จะได้ค่าความหนาแน่นครอสลิงค์สูงกว่าน้ำยางที่ใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา ค่าความหนาแน่นครอสลิงค์ที่ให้ค่าความต้านแรงดึงสูงสุด จะอยู่ในช่วง1.8×10^{10}-2.0×10^{10} ครอสลิงค์/ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้นน้ำยางจากภาคใต้ที่ได้ค่าครอสลิงค์เพิ่มมากขึ้น ค่าความหนาแน่นความต้านแรงดึงจึงลดลง นอกนั้นได้ค่าความต้านแรงดึงลดลงตามค่าความหนาแน่นครอสลิงค์ที่ลดลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

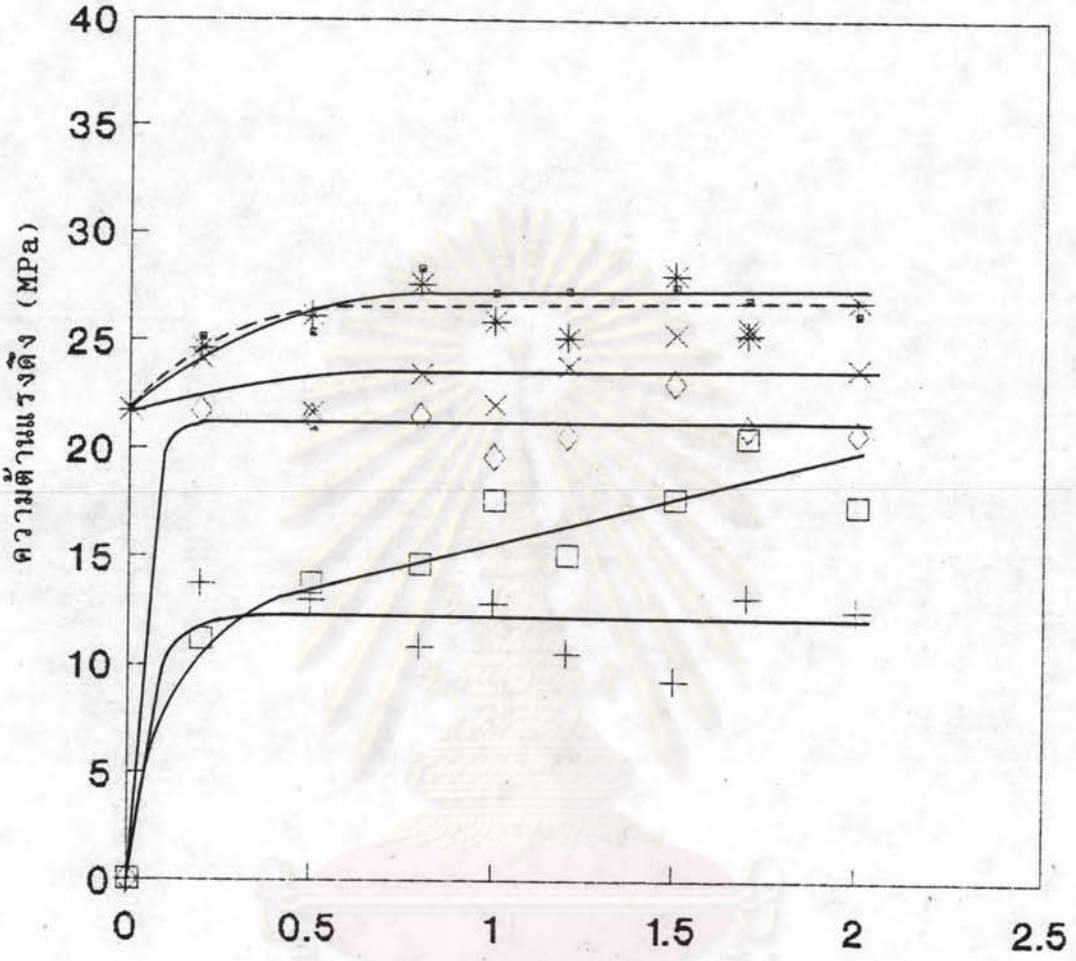
ตาราง 6.16 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงของฟิล์มยางฉายรังสีกับก่อนและหลังบ่มที่ 100° C 22 ชั่วโมงกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมโดยใช้น้ำยางจากภาคใต้มี n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยาแล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% แอมโมเนียในเวลาที่เหมาะสม

สารป้องกันยางเสื่อม	เวลาล้าง (นาที)	ความต้านแรงดึง(MPa)								
		ปริมาณสารป้องกันยางเสื่อม(phr) 0	0.2	0.5	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0
VULCANOX MB	10	ก่อนบ่ม 24.15	23.95	25.30	25.98	26.03	24.54	25.23	27.73	27.06
		หลังบ่ม <-----ยางเหลว----->			20.20	21.68	21.87	21.97	23.17	23.14
VULCANOX BKF	10	ก่อนบ่ม 21.70	21.73	23.97	24.57	23.82	26.01	24.51	21.58	24.71
		หลังบ่ม ยางเหลว	15.98	17.48	19.28	16.19	17.40	17.91	17.91	20.95
VULCANOX MB2-MG	10	ก่อนบ่ม 21.70	23.66	27.68	26.11	25.08	25.90	24.96	27.25	27.92
		หลังบ่ม <--ยางเหลว-->			16.74	17.99	19.05	19.79	20.94	20.76	24.12
VULCANOX KB	5	ก่อนบ่ม 21.70	23.21	23.85	22.54	23.87	22.03	22.20	23.61	21.57
		หลังบ่ม ยางเหลว	20.93	17.82	18.76	18.71	19.49	18.77	20.69	20.60
IONOL	5	ก่อนบ่ม 21.70	25.07	25.30	28.28	27.13	27.22	27.42	26.82	26.20
		หลังบ่ม ยางเหลว	13.75	13.06	10.83	12.89	10.57	9.27	13.20	12.60
WINGSTAY L	5	ก่อนบ่ม 21.70	24.59	26.13	27.56	25.89	25.10	28.05	25.27	26.86
		หลังบ่ม ยางเหลว	11.18	13.80	14.64	17.63	15.11	17.69	20.56	17.38
RALOX	5	ก่อนบ่ม 21.70	24.07	21.64	23.42	22.05	23.79	25.27	25.61	23.69
		หลังบ่ม ยางเหลว	21.72	21.39	21.51	19.63	20.64	23.04	21.00	20.76



รูปที่ 6.19 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคใต้ โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา แล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3

—•— VULCANOX MB ก่อนบ่มเร่ง
—+— VULCANOX MB หลังบ่มเร่ง
—✳— VULCANOX BKF ก่อนบ่มเร่ง
--□-- VULCANOX BKF หลังบ่มเร่ง
—·✳·· VULCANOX MB2/Mg ก่อนบ่มเร่ง
—◇— VULCANOX MB2/Mg หลังบ่มเร่ง
--△-- VULCANOX KB ก่อนบ่มเร่ง
—⧖— VULCANOX KB หลังบ่มเร่ง



รูปที่ 6.20 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านแรงดึงของฟิล์มยางก่อนและหลังบ่มเร่งกับปริมาณสารป้องกันยางเสื่อมของน้ำยางภาคใต้ โดยใช้ n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา แล้วล้างฟิล์มยางด้วย 1% NH_3

IONOL	ก่อนบ่มเร่ง
IONOL	หลังบ่มเร่ง
WINGSTAY L	ก่อนบ่มเร่ง
WINGSTAY L	หลังบ่มเร่ง
RALOX	ก่อนบ่มเร่ง
RALOX	หลังบ่มเร่ง

ตาราง 6.17 ผลการทดสอบความหนืดและ pH ของน้ำยางฉายรังสี โดยเติม VULCANOX MB2/Mg เป็นสารป้องกันยางเสื่อม และทิ้งไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ

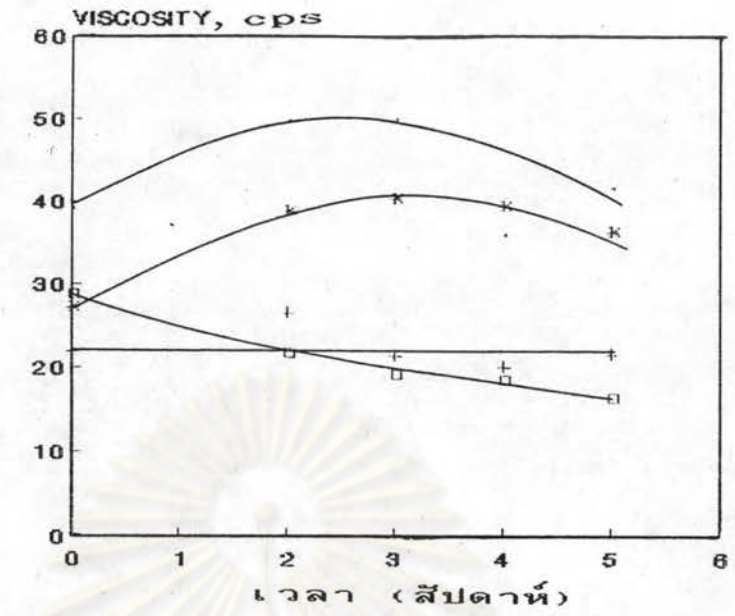
ชนิดน้ำยาง	ความหนืด (cps)					pH				
	0 สัปดาห์	2 สัปดาห์	3 สัปดาห์	4 สัปดาห์	5 สัปดาห์	0 สัปดาห์	2 สัปดาห์	3 สัปดาห์	4 สัปดาห์	5 สัปดาห์
1.น้ำยางจากภาคตะวันออก, n-BA: CCl_4	21.92	26.44	21.36	19.97	21.44	10.19	9.85	9.83	9.93	9.86
2.น้ำยางจากภาคตะวันออก, 2-EHA:CCl_4	38.98	49.70	49.85	35.79	41.53	10.13	10.08	10.06	10.00	10.05
3.น้ำยางจากภาคใต้, n-BA:CCl_4	28.57	21.63	18.98	18.31	16.19	10.45	10.14	10.11	10.03	9.93
4.น้ำยางจากภาคใต้, 2-EHA:CCl_4	27.12	38.81	40.23	39.31	36.15	10.40	10.24	10.23	10.03	10.26

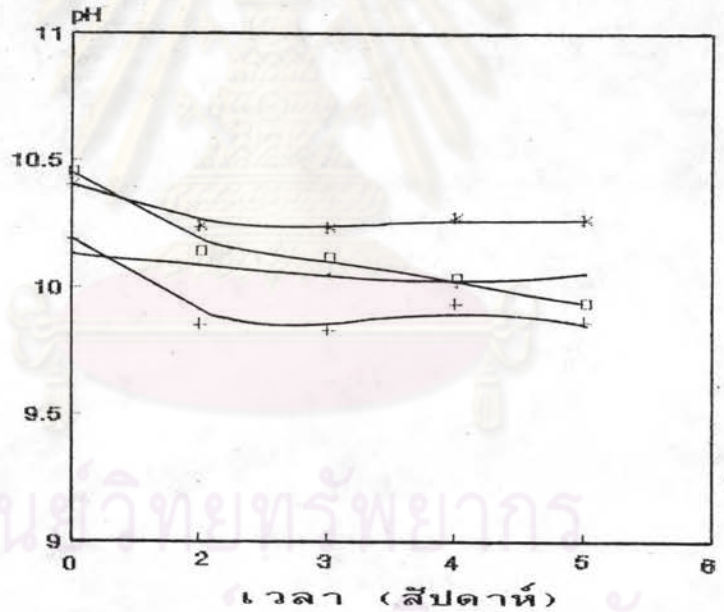
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 6.18 ผลการทดสอบ % Crossling density และ ความต้านแรงดึงของน้ำยางฉายรังสี โดยเติม VULCANOX MB2/Mg เป็นสารไวปฏิกิริยา และทิ้งน้ำยางไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ

ชนิดน้ำยาง	% Crossling density (x 10^{19})					ความต้านแรงดึง(MPa)					
	0 สัปดาห์	2 สัปดาห์	3 สัปดาห์	4 สัปดาห์	5 สัปดาห์		0 สัปดาห์	2 สัปดาห์	3 สัปดาห์	4 สัปดาห์	5 สัปดาห์
1.น้ำยางจากภาคตะวันออก,n-BA:CCl_4	1.902	1.800	1.818	1.781	1.766	ก่อนบ่ม	30.49	24.46	28.18	21.55	19.27
						หลังบ่ม	31.14	21.69	25.62	16.18	15.08
2.น้ำยางจากภาคตะวันออก 2-EHA:CCl_4	2.014	2.009	2.032	1.944	1.868	ก่อนบ่ม	32.55	24.45	26.89	22.19	20.61
						หลังบ่ม	33.92	24.35	28.49	21.53	19.32
3.น้ำยางจากภาคใต้,n-BA:CCl_4	2.022	1.925	1.888	1.767	1.783	ก่อนบ่ม	29.01	26.83	22.93	21.12	20.88
						หลังบ่ม	22.01	21.18	19.00	19.42	18.31
4.น้ำยางจากภาคใต้,2-EHA:CCl_4	2.014	2.189	2.281	2.144	2.202	ก่อนบ่ม	27.24	24.81	20.35	19.42	18.26
						หลังบ่ม	27.10	22.69	19.07	18.33	16.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

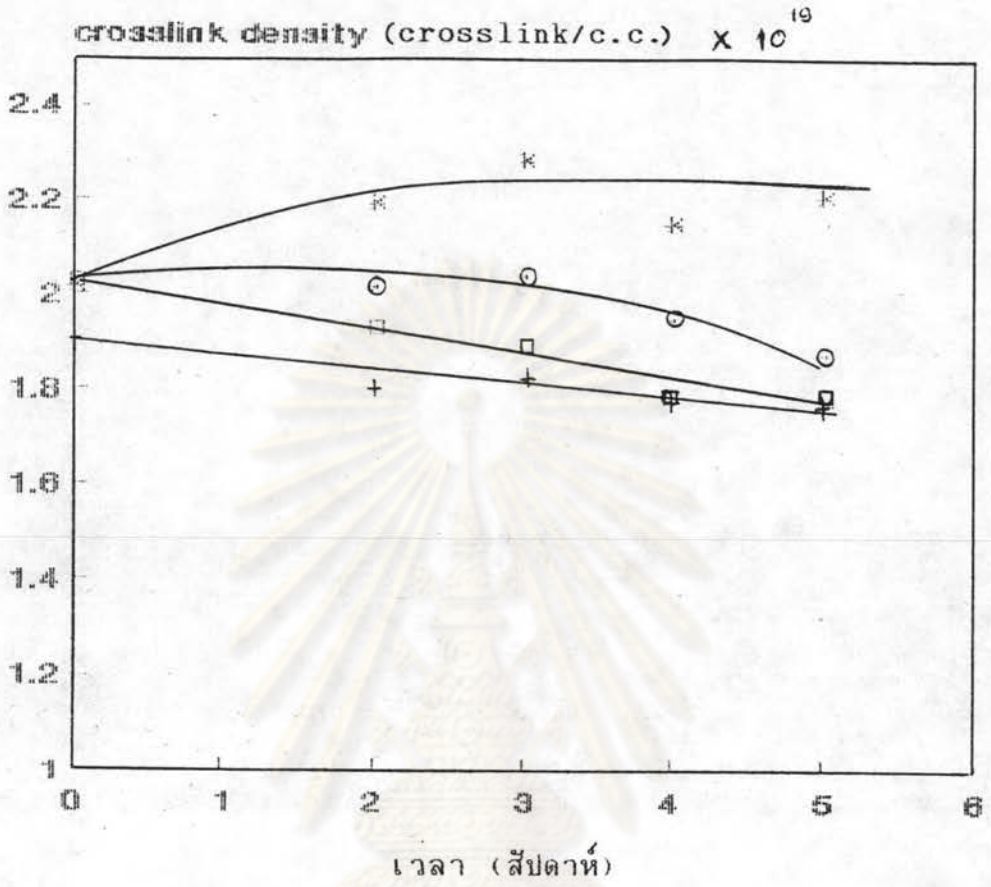




รูปที่ 6.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดและค่า pH ของน้ำยางที่เติมสารป้องกันยางเสื่อม Vulcanox MB2/Mg 0.8 phrกับระยะเวลาที่ทิ้งน้ำยางไว้ 0 ถึง 5 สัปดาห์

- ⊙ น้ำยางภาคตะวันออกมี 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา
- \+ น้ำยางภาคตะวันออกมี n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา
- ✳ น้ำยางภาคใต้มี 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา
- □ น้ำยางภาคใต้มี n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



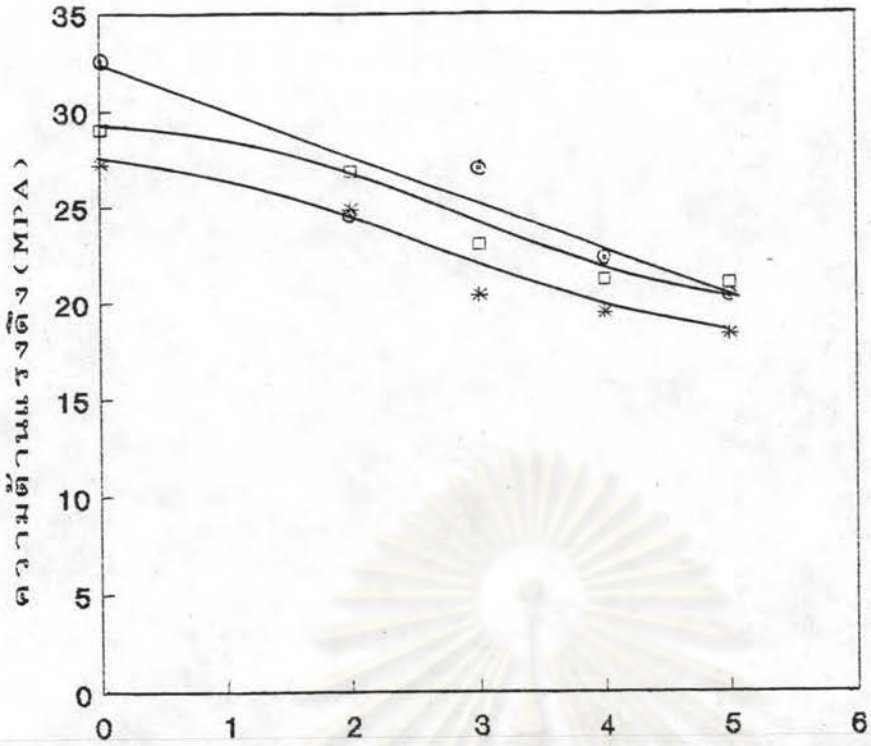
รูปที่ 6.22 ความสัมพันธ์ระหว่าง Crosslink density ของน้ำยางที่เติมสารป้องกันยางเสื่อม Vulcanox MB2/Mg 0.8 phrกับระยะเวลาที่ทิ้งน้ำยางไว้ 0 ถึง 5 สัปดาห์

⊙ น้ำยางภาคตะวันออกมี 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา

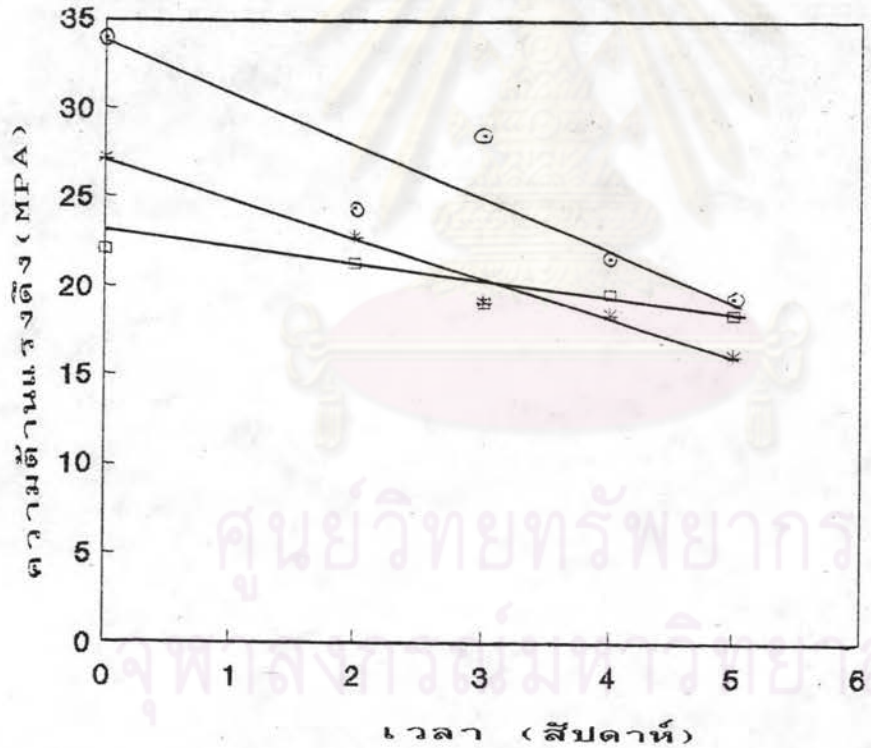
\+ น้ำยางภาคตะวันออกมี n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา

* น้ำยางภาคใต้มี 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา

□ น้ำยางภาคใต้มี n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา



ก่อนบ่มเร่ง



หลังบ่มเร่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 6.23 ความสัมพันธ์ระหว่างความความต้านแรงดึงก่อนและหลังบ่มเร่งของน้ำยางที่เติมสารป้องกันยางเสื่อม Vulcanox MB2/Mg 0.8 phrกับระยะเวลาที่ทิ้งน้ำยางไว้ 0 ถึง 5 สัปดาห์

⊙ น้ำยางภาคตะวันออกมี 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา

* น้ำยางภาคใต้มี 2-EHA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา

□ น้ำยางภาคใต้มี n-BA:CCl_4 เป็นสารไวปฏิกิริยา