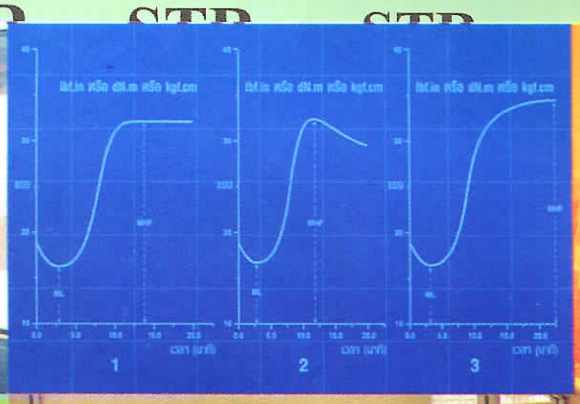
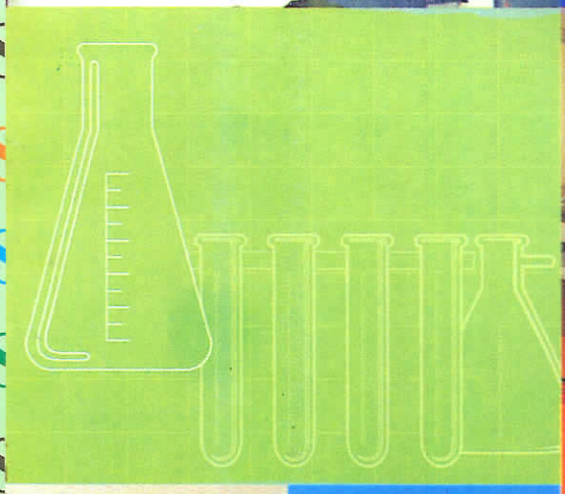
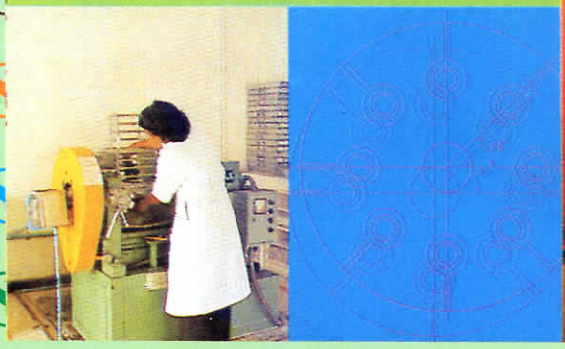
การทดสอบตามมาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์







กองการยาง กรมวิชาการเกษตร

เอกสารวิชาการ ที่ 1/2544
พิมพครั้งที่ 3/2546
จำนวน 3,000 เล่ม
ISBN 974-436-068-2
สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร
โทร : 02 5791576, 02 5797557-8

จัดพิมพ์และเผยแพร่โดย
กองการยาง กรมวิชาการเกษตร
ครั้งที่ 1/2559 จำนวน 2,000 เล่ม
โทร : 02-940-7098

คำนำ

กรมวิชาการเกษตรมีภารกิจที่ต้องดำเนินการตามพระราชบัญญัติควบคุมยาง พ.ศ. ๒๕๔๒ จึงได้ตั้งกองการยางขึ้นตามคำสั่งกรมวิชาการเกษตรที่ ๘๓๗/๒๕๕๘ ลงวันที่ ๑ พฤษภาคม ๒๕๕๘ ให้มีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบปฏิบัติงานตามพระราชบัญญัติควบคุมยาง พ.ศ. ๒๕๔๒ ในการควบคุมการผลิต การค้า การส่งออกและการนำเข้ายาง ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับยางเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมยาง ให้การรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับยาง และให้บริการวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพยาง

ปัจจุบันงานทดสอบและรับรองยางแท่งเอสทีอาร์ อยู่ภายใต้การควบคุม กำกับ ดูแลของกรมวิชาการเกษตรตามพระราชบัญญัติควบคุมยาง พ.ศ. ๒๕๔๒ เอกสารการทดสอบยางตามมาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์เป็นเอกสารเกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนการทดสอบสมบัติต่างๆ ตามมาตรฐานที่มีการอ้างอิงตามมาตรฐานสากล รวมทั้งขีดจำกัดในการจัดชั้นยาง และประเภทของชั้นยางไทย ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง การกำหนดมาตรฐานยางและวิธีการมัดยางและการบรรจุหีบห่อยางเพื่อการส่งออก ลงวันที่ ๒๔ สิงหาคม ๒๕๔๘

เอกสารนี้ใช้สำหรับการทดสอบและรับรองคุณภาพยางแท่งเอสทีอาร์ที่มีความถูกต้องแม่นยำและเหมาะสมสำหรับปฏิบัติงาน เพื่อให้ห้องปฏิบัติการยางแท่งทุกแห่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติแบบเดียวกันได้อย่างถูกต้อง

(นายธีรชาต วิชิตชลชัย)
ผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนา
วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลการเกษตร
ทำหน้าที่ผู้อำนวยการกองการยาง
มีนาคม ๒๕๕๙

คำนำ

สืบเนื่องจากการที่สถาบันวิจัยยางได้ดำเนินการปรับปรุงมาตรฐานยางแท่ง โดยพิจารณาให้มีการปรับปรุงเกี่ยวกับขีดจำกัดและจำนวนชั้นยางแท่ง รวมทั้งการเปลี่ยนชื่อยางแท่งทีทีอาร์เป็นยางแท่งเอสทีอาร์ (STR, Standard Thai Rubber) ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความต้องการของตลาดโลกและคงามเป็นสากลยิ่งขึ้น สถาบันวิจัยยางได้ดำเนินการปรับปรุงคู่มือปฏิบัติการทดสอบยางแท่งให้คลอบคลุมการทดสอบสมบัติต่าง ๆ ที่ระบุในมาตรฐานชั้นยางแท่ง จึงได้จัดพิมพ์เอกสาร เรื่องการทดสอบมาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ ครั้งแรกเมื่อปี 2538 ครั้งที่ 2 ปี 2544 และครั้งที่ 3 ปี 2546 สถาบันวิจัยยางได้เพิ่มเติม แก้ไข และปรับปรุงวิธีการทดสอบสมบัติต่าง ๆ เพื่อให้การทดสอบยางแท่งเอสทีอาร์มีความสะดวกเหมาะสมในการปฏิบัติ และมีความแม่นยำยิ่งขึ้น เพื่อให้ห้องปฏิบัติการยางแท่งเอสทีอาร์ทั้งของภาครัฐ และเอกชนสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และเป็นแนวทางเดียวกัน

(นายประสาท เกศวพิทักษ์)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยยาง
มีนาคม 2546

สารบัญ

	หน้า
การทดสอบยางแท่งเอสทีอาร์	1
การเตรียมตัวอย่าง	3
การทดสอบปริมาณสิ่งสกปรก	5
การทดสอบปริมาณเถ้า	11
การทดสอบปริมาณสิ่งระเหย	15
การทดสอบปริมาณไนโตรเจน	19
การทดสอบดัชนีความอ่อนตัว	27
การทดสอบสี	33
การทดสอบความหนืด	37
การทดสอบสมบัติการคงรูป	39
การทดสอบปริมาณสารที่ถูกสกัดด้วยอะซิโตน	51
การทดสอบการเพิ่มความแข็งระหว่างการเก็บ	55
รายการเครื่องมือ วัสดุวิทยาศาสตร์ และสารเคมี	65

การทดสอบยางแท่งเอสทีอาร์

1. การทดสอบสมบัติตามมาตรฐาน

การเตรียมตัวอย่าง	(Sample Preparation)
การทดสอบปริมาณสิ่งสกปรก	(Determination of Dirt Content)
การทดสอบปริมาณเถ้า	(Determination of Ash Content)
การทดสอบปริมาณสิ่งระเหย	(Determination of Volatile Matter Content)
การทดสอบปริมาณไนโตรเจน	(Determination of Nitrogen Content)
การทดสอบดัชนีความอ่อนตัว	(Determination of Plasticity Retention Index)
การทดสอบสี	(Determination of Colour)
การทดสอบความหนืด	(Determination of Mooney Viscosity)

2. การทดสอบสมบัติอื่น

การทดสอบการคงรูป

(Determination of Vulcanisation Characteristics)

การทดสอบปริมาณสารที่ถูกสกัดด้วยอะซิโตน

(Determination of Acetone Extract)

การทดสอบการเพิ่มความแข็งระหว่างการเก็บ

(Determination of Accelerated Storage Hardening)

การเตรียมตัวอย่าง
(Sample Preparation)

ก่อนที่จะนำตัวอย่างยางแห่งไปทดสอบหาสมบัติต่างๆ จะต้องมีการเตรียมตัวอย่างโดยการบดตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน (homogenisation) เพื่อความสม่ำเสมอของชิ้นทดสอบ

1. เอกสารอ้างอิง

SMR Bulletin No. 7 : RRIM Test Methods for Standard Malaysian Rubber, 1970

2. เครื่องมือ/อุปกรณ์

2.1 เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill) เป็นเครื่องบดที่มีลูกกลิ้ง 2 ลูก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว วางเรียงขนานกัน ลูกกลิ้งทั้งสองหมุนด้วยความเร็วในอัตราส่วน 1:1.1 - 1:1.5 (ลูกกลิ้งตัวหน้า : ลูกกลิ้งตัวหลัง) และลูกกลิ้งตัวหลังหมุนด้วยความเร็ว 31 รอบต่อนาที

2.2 กะบะสเตนเลสแบ่งเป็นช่องๆ

2.3 กรรไกร

2.4 แผ่นตะกั่ว

2.5 เวอร์เนียคาลิปเปอร์

2.6 ถุงพลาสติกพอลิเอทธิลีน

3. วิธีการ

3.1 ปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง โดยผ่านแผ่นตะกั่วลงในระหว่างช่องห่าง (gap or nip) ของลูกกลิ้งขณะที่เครื่องกำลังทำงาน ณ สองจุดพร้อมกัน คือ ที่บริเวณปลายทั้งสองด้านของลูกกลิ้ง แล้ววัดความหนาของแผ่นตะกั่วด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ ถ้าไม่ได้ความหนาตามต้องการ หรือความหนาของแผ่นตะกั่วไม่เท่ากัน ให้ปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองจนได้ความหนาที่ต้องการ หรือเท่ากันทั้งสองแผ่น ต้องตรวจสอบความหนาของแผ่นตะกั่วทุกครั้งที่ปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง เสร็จแล้วทำเครื่องหมายไว้ที่สเกล (scale) สำหรับปรับระยะห่างที่อยู่หน้าเครื่องบด เพื่อความสะดวกในการใช้งานครั้งต่อไป

ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่ต้องปรับเพื่องานทดสอบยางแห่ง คือ

0.065 นิ้ว (1.65 มม.)	สำหรับการบดยางให้เป็นเนื้อเดียวกัน
0.020 นิ้ว (0.51 มม.)	สำหรับการเตรียมชิ้นทดสอบปริมาณสิ่งระเหย
0.013 นิ้ว (0.33 มม.)	สำหรับการเตรียมชิ้นทดสอบปริมาณสิ่งสกปรก

3.2 ลงหมายเลขตัวอย่าง

3.3 บดตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3.3.1 ก่อนและตลอดเวลาการบดตัวอย่าง ต้องทำให้ลูกกลิ้งเย็นที่อุณหภูมิห้องโดยผ่านน้ำเย็นเข้าลูกกลิ้ง

3.3.2 ปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองให้ห่างกัน 0.065 นิ้ว (1.65 มม.)

3.3.3 นำตัวอย่างไปผ่านลูกกลิ้งที่ปรับระยะแล้ว จำนวน 6 ครั้ง ยางที่ผ่านลูกกลิ้งออกมาแต่ละครั้ง ม้วนเป็นรูปทรงกระบอก ใส่ปลายข้างหนึ่งเข้าเครื่องในการบดครั้งต่อๆ ไประหว่างบดครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 5 หากมีเศษยางตกอยู่บนภาชนะรองรับใต้ลูกกลิ้งทั้งสองให้เก็บนำมารวมกับยางที่จะบดในครั้งต่อไปให้หมด ส่วนครั้งที่ 6 รีดยางออกมาเป็นแผ่น แล้วนำไปตัดแบ่งเป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อทดสอบหาสมบัติต่างๆ ดังนี้

สมบัติ	น้ำหนักชิ้นทดสอบโดยประมาณ (กรัม)
1. การทดสอบสมบัติตามมาตรฐาน	
ปริมาณสิ่งสกปรก	15
ปริมาณเถ้า	10
ปริมาณไนโตรเจน	10
ปริมาณสิ่งระเหย	15
ดัชนีความอ่อนตัว และสี	25
ความหนืด	25
2. การทดสอบสมบัติอื่น	
การคงรูป	350
การทดสอบปริมาณสารที่ถูกสกัดด้วยอะซิโตน	25
การเพิ่มความแข็งระหว่างการเก็บ	25

การทดสอบปริมาณสิ่งสกปรก
(Determination of Dirt Content)

ปริมาณสิ่งสกปรก หมายถึง ปริมาณของสารที่ได้จากการกรองด้วยตัวกรอง ที่มีแผ่นตะแกรงกรองขนาดรูตะแกรง 325 เมช (mesh)[1/] หรือ 44 ไมครอน (micron)[2/] ซึ่งสารที่ได้จากการกรองนั้น ประกอบด้วยสารแปลกปลอมอื่นๆ เช่น เปลือกไม้ ดิน ใบไม้ ปริมาณและชนิดของสิ่งสกปรกมีความสำคัญต่อกระบวนการนำยางไปแปรรูปทำผลิตภัณฑ์ยาง ถ้าหากยางมีปริมาณสิ่งสกปรกสูง จะมีผลกระทบต่อกระบวนการแปรรูปและคุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมการผลิตยางให้มีปริมาณสิ่งสกปรกน้อยที่สุด

1. เอกสารอ้างอิง

ASTM D1278-91a : Standard Test Method for Rubber from Natural Sources-Chemical Analysis

2. เครื่องมือ/อุปกรณ์

2.1 เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill)

2.2 ขวดแก้วรูปชมพู่ (conical flask) ขนาด 500 มล. และ 1000 มล.

2.3 เทอร์โมมิเตอร์ ช่วง 100°C - 200°C

2.4 ตัวกรอง (sieve)

ตัวกรองทำด้วยเหล็กสเตนเลส รูปทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มม. หนา 2 มม. - 3 มม. สูง 13 มม. มีแผ่นตะแกรงขนาด 325 เมช หรือ 44 ไมครอน บัดกรีติดกับตัวกรองด้านหนึ่ง ตัวกรองรวมแผ่นตะแกรงมีน้ำหนักประมาณ 15 กรัม

2.5 เครื่องชั่งแบบวิเคราะห์ ชนิดอ่านได้ละเอียด 0.0001 กรัม

2.6 ตู้อบ อุณหภูมิ 0°C - 200°C

2.7 ตู้อบสำหรับอบอุปกรณ์เครื่องแก้ว

2.8 เตาสำหรับต้ม ซึ่งควบคุมอุณหภูมิได้ 140°C

2.9 กรวยสำหรับกรอง ลักษณะเป็นกรวย 2 ชั้น ทำด้วยทองเหลือง

2.10 ถาดกลมมีขอบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 ซม. บุด้วยแผ่นตะแกรงขนาด 80 เมช

1/ จำนวนเมช หมายถึง จำนวนช่องของแผ่นตะแกรงที่มีความยาว 1 นิ้ว

2/ 1 ไมครอน เท่ากับ 10^{-6} เมตร

2.11 โถแก้วดูดความชื้น (desiccator) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 ซม. - 30 ซม.

2.12 อุปกรณ์สำหรับหยดสารเคมีเร่งการละลายยาง เช่น ปิเปต ดิสเพนเซอร์ (dispenser) บิวเรตอัตโนมัติ

2.13 เตาไฟฟ้า (hot plate) ขนาด 1500 วัตต์

2.14 คีมสำหรับจับขวดแก้วรูปชมพู่

2.15 ขวดฉีด (washing bottle) ขนาด 500 มล.

2.16 ชุดขาตั้งยึดกรวยสำหรับกรอง

2.17 กรวยพลาสติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 ซม.

2.18 กระดาษกรองเบอร์ 1

2.19 เครื่องทำความสะอาดตัวกรอง (ultrasonic cleaning kit)

3. สารเคมี

3.1 น้ำมันสน (mineral turpentine, high aromatic white spirit) มีจุดเดือด 155°C-195°C

3.2 สารเคมีเร่งการละลายยาง (rubber peptising agent)

4. วิธีการทดสอบ

4.1 ละลายยาง

นำยางที่เตรียมไว้ 15 กรัม ผ่านเครื่องบด ซึ่งมีน้ำเย็นผ่านลูกกลิ้งที่ปรับช่องห่าง 0.013 นิ้ว จำนวน 2 ครั้ง แล้วนำไปตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งให้ได้น้ำหนักแน่นอนระหว่าง 10.0000 กรัม-10.0200 กรัม ใส่ในขวดแก้วรูปชมพู่ ขนาด 500 มล. ซึ่งเติมน้ำมันสน จำนวน 250 มล. และสารเคมีเร่งการละลายยาง จำนวน 1 มล. ไว้ก่อนแล้ว นำขึ้นตั้งไฟที่อุณหภูมิประมาณ 140 °C ยกขวดแก้วออกมาแกว่งเป็นระยะเพื่อช่วยเร่งการละลายให้เร็วขึ้นจนยางละลายหมด

4.2 กรอง

เมื่อยางละลายหมด นำสารละลายยางที่ยังร้อนเทผ่านตัวกรองที่สะอาด แห้ง และบันทึกน้ำหนักไว้แล้ว การเทสารละลายผ่านตัวกรองพยายามให้เหลือผงไว้ในขวดแก้วให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ล้างสิ่งสกปรกที่เหลือสองครั้ง โดยใช้น้ำมันสนร้อนครั้งละประมาณ 30 มล.-50 มล. เทน้ำมันร้อนล้างผ่านตัวกรอง

เสร็จแล้วตะแคงขวดแก้ว ฉีดน้ำมันสนเย็นล้างสิ่งสกปรกลงตัวกรองให้หมด เมื่อแน่ใจว่าสิ่งสกปรกจากขวดแก้วถูกฉีดล้างลงตัวกรองหมดแล้ว จึงใช้น้ำมันสนร้อนล้างรอบๆ ภายในและภายนอกตัวกรองอีกครั้ง เสร็จแล้วนำตัวกรองพร้อมสิ่งสกปรกอบแห้งในตู้อบอุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้นและบันทึกน้ำหนัก

5. การคำนวณ

ปริมาณสิ่งสกปรกคิดเป็นร้อยละได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณสิ่งสกปรก} = \frac{\text{น้ำหนักสิ่งสกปรก}}{\text{น้ำหนักชิ้นทดสอบ}} \times 100\ \%$$

$$\text{หรือ} = \frac{B - A}{W} \times 100\ \%$$

เมื่อ A = น้ำหนักตัวกรอง หน่วยเป็นกรัม

B = น้ำหนักตัวกรองพร้อมสิ่งสกปรก หน่วยเป็นกรัม

W = น้ำหนักชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นกรัม

ข้อควรระวัง

1. ตัวอย่างที่ส่งมาทดสอบต้องบรรจุในถุงพลาสติกพอลิเอทธิลีนที่สะอาด ปิดปากถุงเรียบร้อย เก็บในที่แห้งและสะอาด เพื่อป้องกันสิ่งสกปรกภายนอก
2. น้ำมันสนและสารเคมีเร่งการละลายยาง ต้องปราศจากผงและน้ำเจือปน ก่อนนำไปใช้ควรกรองผ่านกระดาษกรอง
3. ขวดแก้วและตัวกรอง ก่อนนำไปใช้ ต้องทำให้สะอาดและแห้ง หากไม่แห้ง แล้วนำไปใช้หรือมีน้ำปนในน้ำมันสน จะทำให้กรองยาก ยางเหนียวติดกับสิ่งสกปรกซึ่งปนกับน้ำจะไม่ละลายและจะติดก้นขวดแก้ว น้ำจะทำให้ขวดแก้วแตก เกิดระเบิดและไฟไหม้ได้ การใช้เครื่องทำความสะอาด ล้างตัวกรองจะได้ผลดี ให้ล้างครั้งละ 70 อัน ครั้งแรกแช่ตัวกรองในเครื่องทำความสะอาดที่มีน้ำมันสน ประมาณครึ่งชั่วโมง แล้วแช่ในน้ำยาทำความสะอาด (เข้มข้น 0.5%) จากนั้นนำตัวกรองไปแช่น้ำสะอาด แล้วนำไปอบแห้งในตู้อบอุณหภูมิ 100 °C การใช้วิธีล้างดังกล่าว ตัวกรองจะใช้ได้ประมาณ 50 ครั้ง หากใช้วิธีเปิดน้ำจากก๊อกล้างตัวกรอง จะใช้ตัวกรองได้เพียง 20 ครั้ง - 25 ครั้งเท่านั้น ก็จะชำรุด ต้องทำการตรวจสอบดูความชำรุดของตัวกรองทุกครั้งก่อนใช้ หากแผ่นกรองชำรุดต้องเปลี่ยนใหม่
4. การละลายยางที่ใช้อุณหภูมิสูงเกินไป ทำให้ยางบางส่วนเหนียวไหม้ติดก้นขวด ทำให้กรองยากและได้ค่าปริมาณสิ่งสกปรกผิดจากความเป็นจริง
5. ต้องตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องชั่งก่อนใช้ทุกครั้ง
6. การตรวจสอบการละลายของยาง โดยแกว่งขวดแก้วเป็นวงกลม สังเกตดูที่ก้นขวดแก้วจะเห็นว่าสิ่งสกปรกสามารถเคลื่อนไหวอย่างอิสระ หากยางละลายไม่หมด ยางที่ยังไม่ละลายอาจติดอยู่ข้างๆ ขวดแก้วเวลากรอง ยางส่วนที่ไม่ละลายจะตกลงในตัวกรอง ทำให้ผลที่ได้มีค่าผิดจากความเป็นจริง
7. หลังจากอบตัวกรองจนแห้งแล้ว เคาะตัวกรองเบาๆ ดูว่าสิ่งสกปรกในตัวกรองเคลื่อนไหวอย่างอิสระหรือไม่ หากสิ่งสกปรกไม่เคลื่อนไหวอย่างอิสระ แสดงว่ามียางเหลือปะปนอยู่ ให้นำตัวกรองนั้นแช่ในบีกเกอร์ที่มีน้ำมันสนร้อนผสมกับสารเคมีเร่งการละลายยาง 2 หยด-3 หยด เพื่อให้ยางละลายให้หมด แล้วนำสารละลายทั้งหมดไปกรองซ้ำ โดยใช้ตัวกรองใหม่

(LABORATORY NAME) LAB. CODE.....

DETERMINATION OF DIRT CONTENT

Sample from.....

Date	Sample No.	Sieve No.	Weight of sieve + dirt B (g)	Weight of sieve A (g)	Weight of sample W (g)	Dirt = (B-A) /W x 100 %

การทดสอบปริมาณเถ้า
(Determination of Ash Content)

เถ้า (ash) ในยางธรรมชาติ ประกอบด้วยเกลืออนินทรีย์ (inorganic salt) พวกคาร์บอเนต ออกไซด์ และ ฟอสเฟต ของ โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม โซเดียม และแร่ธาตุอื่นๆ นอกจากนี้ เถ้าอาจเป็นพวกซิลิกา หรือซิลิเกต ที่มีอยู่ในยางเองหรือปะปนมาจากข้างนอก ปริมาณเถ้าจะเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณแร่ธาตุที่มีอยู่ในยางดิบ และช่วยบ่งชี้ว่ามีการเติมสารตัวเติม (filler) ลงไปช่วยเพิ่มน้ำหนักยางหรือไม่

1. เอกสารอ้างอิง

ASTM D1278-91a : Standard Test Method for Rubber from Natural Sources-Chemical Analysis

2. เครื่องมือ/อุปกรณ์

2.1 เครื่องชั่งแบบวิเคราะห์ ชนิดอ่านได้ละเอียด 0.0001 กรัม

2.2 เตาเผาอุณหภูมิสูง (muffle furnace)

2.3 โถแก้วดูดความชื้น (desiccator) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 ซม. - 30 ซม.

2.4 ถ้วยทนความร้อน (silica crucible) ขนาด 50 มล.

2.5 คีม (tong) ยาว 18 นิ้ว

2.6 กระดาษกรองชนิดไร้เถ้า (ashless) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.5 ซม.

3. วิธีการทดสอบ

3.1 ชั่งยางที่เตรียมไว้ให้ได้น้ำหนัก 5 กรัม และละเอียด 0.0001 กรัม

3.2 ห่อยางด้วยกระดาษกรอง ใส่ในถ้วยทนความร้อน ที่สะอาด แห้ง และบันทึกน้ำหนักไว้แล้ว

3.3 นำเข้าเผาในเตาเผาอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิ 550 °C ± 20 °C จนกระทั่งการเผาไหม้สมบูรณ์ ใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมง

3.4 ทำให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้น แล้วชั่งละเอียด 0.0001 กรัม

4. การคำนวณ

ปริมาณเถ้าคิดเป็นร้อยละได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณเถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า}}{\text{น้ำหนักชิ้นทดสอบ}} \times 100\ \%$$

$$\text{หรือ} = \frac{B - A}{W} \times 100\ \%$$

เมื่อ A = น้ำหนักถ้วยทนความร้อน หน่วยเป็นกรัม

B = น้ำหนักถ้วยทนความร้อนพร้อมเถ้า หน่วยเป็นกรัม

W = น้ำหนักชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นกรัม

(LABORATORY NAME) LAB. CODE.....

DETERMINATION OF ASH CONTENT

Sample from.....

Date	Sample No.	Crucible No.	Weight of crucible + ash B (g)	Weight of crucible A (g)	Weight of sample W (g)	Dirt = (B-A) /W x 100 %

การทดสอบปริมาณสิ่งระเหย
(Determination of Volatile Matter Content - VM)

สิ่งระเหยในยางส่วนใหญ่เป็นความชื้น ถ้ามีปริมาณสูงจะทำให้ยางเกิดราได้ง่าย มีกลิ่นเหม็น และเกิดปัญหาระหว่างกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ โดยทำให้ยางลื่นบดผสมกับสารเคมีอื่นได้ยาก

1. เอกสารอ้างอิง

ASTM D1278-91a : Standard Test Method for Rubber from Natural Sources-Chemical Analysis

2. เครื่องมือ/อุปกรณ์

2.1 เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill)

2.2 เครื่องชั่งชนิดอ่านได้ละเอียด 0.001 กรัม

2.3 ตู้อบอุณหภูมิ 0 °C - 200 °C

2.4 ถุงพลาสติกพอลิเอทธิลีน ขนาดประมาณ กว้าง 4 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว หนา 0.06 มม.

2.5 ถาดอลูมิเนียม ขนาดประมาณ กว้าง 6.5 นิ้ว ยาว 14 นิ้ว สูง 1.5 นิ้ว บุด้วยตะแกรงขนาด 7 เมช

2.6 ที่แขวนถุงพลาสติกพร้อมที่หนีบ

3. วิธีการทดสอบ

3.1 ชั่งยางที่เตรียมไว้ให้ได้น้ำหนัก 10 กรัม และละเอียด 0.001 กรัม นำไปผ่านเครื่องบด ซึ่งมีน้ำเย็นผ่านลูกกลิ้งที่ปรับช่องห่าง 0.02 นิ้ว ถ้ามีชิ้นยางตกหล่นเก็บรวบรวมให้หมด

3.2 เรียงยาง 15-18 ตัวอย่างในถาดอลูมิเนียม นำไปอบในตู้อบ อุณหภูมิ 100 °C ± 3 °C นาน 4 ชั่วโมง ถ้าวางถาดซ้อนกัน ให้วางได้ไม่เกิน 7 ชั้น

3.3 นำยางออกจากตู้อบทีละถาด และนำยางแต่ละชิ้นใส่ในถุงพลาสติก พับปากถุง 3 ครั้ง พับครึ่งอีกครั้ง แล้วนำไปหนีบไว้กับที่หนีบ

3.4 ปล่อยยางในถุงพลาสติกให้เย็น ใช้เวลาประมาณ 30 นาที นำไปชั่งละเอียด 0.001 กรัม

4. การคำนวณ

ปริมาณสิ่งระเหยคิดเป็นร้อยละได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณสิ่งระเหย} = \frac{\text{น้ำหนักสิ่งระเหย}}{\text{น้ำหนักชิ้นทดสอบก่อนอบ}} \times 100\ \%$$

$$\text{หรือ} = \frac{A - B}{A} \times 100\ \%$$

เมื่อ A = น้ำหนักชิ้นทดสอบก่อนอบ หน่วยเป็นกรัม

B = น้ำหนักชิ้นทดสอบหลังอบ หน่วยเป็นกรัม

(LABORATORY NAME) LAB. CODE.....

DETERMINATION OF VOLATILE MATTER CONTENT

Sample from.....

Date	Sample No.	Weight of rubber before drying A (g)	Weight of rubber after drying B (g)	VM = (A-B) /A x 100 %

การทดสอบปริมาณไนโตรเจน
(Determination of Nitrogen Content)

ไนโตรเจนในยางดิบ ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของโปรตีน ดังนั้น ปริมาณของไนโตรเจนจึงเป็นตัวบ่งชี้ว่าในยางดิบมีโปรตีนอยู่มากน้อยเพียงใด

การวิเคราะห์หาไนโตรเจน ใช้วิธี Semi-micro kjeldahl โดยย่อยสลายยางด้วยกรดกำมะถันเข้มข้น และใช้สารเร่งปฏิกิริยา เพื่อเปลี่ยนสารประกอบไนโตรเจนไปเป็นแอมโมเนียมไฮโดรเจนซัลเฟต ปรับสารละลายให้เป็นด่าง แล้วนำไปกลั่น จะได้ก๊าซแอมโมเนีย จับก๊าซแอมโมเนียด้วยกรดบอริก แล้วไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานกรดกำมะถัน

การกำหนดขีดจำกัดไนโตรเจนในยางแห่ง เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ผลิตนำหางน้ำยาง (skim latex) ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนสูงมาผลิตยางแห่ง เพราะมีผลให้ยางเกิดการคงรูปเร็วขึ้น (fast cure)

1. เอกสารอ้างอิง

ASTM D 3533-90 : Standard Test Method for Testing Rubber - Nitrogen Content

2. เครื่องมือ/อุปกรณ์

2.1 เครื่องชั่งแบบวิเคราะห์ ชนิดอ่านได้ละเอียด 0.0001 กรัม

2.2 ขวดแก้วสำหรับย่อยสลายแบบ micro-kjeldahl ขนาด 30 มล.

2.3 ชุดกลั่นแบบ micro-kjeldahl พร้อมอุปกรณ์ (รูปที่ 1)

2.4 เครื่องย่อยสลายแบบ 12 หลุม

2.5 เครื่องกลั่นน้ำ พร้อมเครื่องกรองน้ำ

2.6 บิวเรต ขนาด 50 มล. พร้อมอุปกรณ์

2.7 คีม (tong) ชนิดสั้น

2.8 สายยางชนิดทนความร้อน กรด ด่าง

2.9 ขวดแก้วบอกปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 100 มล. 250 มล. 500 มล. และ 1000 มล.

2.10 กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 10 มล. และ 100 มล.

2.11 ปิเปต ขนาด 1 มล. 5 มล. 10 มล. และ 25 มล.

2.12 ขวดแก้วรูปชมพู่ (conical flask) ขนาด 125 มล.

2.13 ลูกยางสำหรับดูด

2.14 บีกเกอร์ ขนาด 600 มล.

2.15 แท่งแก้วตัน ยาว 8 นิ้ว

2.16 ช้อนตักสารเคมี

2.17 ขวดแก้วก้นแบน (boiling flask) ขนาด 2 ลิตร พร้อมจุกยาง

2.18 ขวดแก้วพร้อมอุปกรณ์สำหรับหยดสารเคมี

2.19 ขวดแก้วใส่สารเคมีชนิดปากกว้าง ขนาด 500 มล.

2.20 เตาไฟฟ้า (hot plate) ขนาด 1500 วัตต์

2.21 กรวยแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 ซม.

2.22 โถแก้วดูดความชื้น (desiccator) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 ซม.-30 ซม.

3. สารเคมีและวิธีเตรียม

3.1 สารเร่งปฏิกิริยา (catalyst mixture)

โพแทสเซียมซัลเฟตชนิดแห้ง (potassium sulphate anhydrous) 15 ส่วน
คอพเพอร์ซัลเฟตชนิดมีน้ำ 5 โมเลกุล (copper sulphate pentahydrate) 2 ส่วน
และ ผงซีลีเนียม (selenium powder) 1 ส่วน

3.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) 67% น้ำหนัก/ปริมาตร

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 67 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มล.

3.3 สารละลายกรดบอริก (boric acid) 2% น้ำหนัก/ปริมาตร

ละลายกรดบอริก 20 กรัม ในน้ำกลั่น หากละลายช้านำไปตั้งไฟพออุ่น แล้วเติมน้ำกลั่น จนได้ปริมาตร 1000 มล.

3.4 สารละลายเมทธิลเรด (methyl red) 0.15% น้ำหนัก/ปริมาตร

ละลายเมทธิลเรด 0.1 กรัม และเมทธิลีนบลู (methylene blue) 0.05 กรัม ในเอทธิลอัลกอฮอล์ (ethyl alcohol) 100 มล.

3.5 กรดกำมะถัน (sulphuric acid) เข้มข้น

3.6 สารละลายเมทธิลออเรนจ์ (methyl orange) 0.1% น้ำหนัก/ปริมาตร

ละลายเมทธิลออเรนจ์ 0.1 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มล.

3.7 สารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate) 0.05 โมลาร์ (molar)

อบโซเดียมคาร์บอเนตชนิดแห้ง (sodium carbonate anhydrous) ที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้น แล้วละลายโซเดียมคาร์บอเนต 5.2990 กรัม ในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มล.

3.8 สารละลายมาตรฐานกรดกำมะถัน (sulphuric acid) 0.05 โมลาร์ (molar)

หยดกรดกำมะถันชนิดเข้มข้น ความหนาแน่น 1.83 กรัม/มล. ปริมาตร 2.8 มล. ลงในน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มล. หาความเข้มข้นของกรดกำมะถันโดยไตเตรทกรดกำมะถัน ปริมาตร 25 มล. ด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนต 0.05 โมลาร์ (ข้อ 3.7) ใช้สารละลายเมทธิลออเรนจ์ เป็นตัวแสดงจุดยุติ ซึ่งสารละลายกรดกำมะถันจะเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเหลืองส้ม

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดกำมะถัน โดยใช้สูตร

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

เมื่อ M_1 = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดกำมะถัน หน่วยเป็นโมลาร์

M_2 = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนต หน่วยเป็นโมลาร์

V_1 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดกำมะถัน หน่วยเป็น มล.

V_2 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนตที่ใช้ในการไตเตรท หน่วยเป็น มล.

หมายเหตุ สูตรการคำนวณต้นแบบมาจากทฤษฎีที่เกี่ยวกับสมดุลของปฏิกิริยาทางเคมี ที่ว่าสารเคมีที่เกิดปฏิกิริยากันพอดี มีน้ำหนักสมมูลเท่ากัน ในกรณีนี้ใช้ความเข้มข้นหน่วยเป็นโมลาร์แทนหน่วยนอร์มอลได้ เนื่องจากน้ำหนักสมมูลของกรดซัลฟูริค และโซเดียมคาร์บอเนต มีค่าเป็น 0.5 เท่าของน้ำหนักโมเลกุล

สมการต้นแบบ

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

$$0.5\ M_1V_1 = 0.5\ M_2V_2$$

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

แต่ในกรณีอื่นที่น้ำหนักสมมูลของสารเคมีที่ทำปฏิกิริยากันทั้ง 2 ชนิด ไม่เป็นอัตราส่วนที่เท่ากันเมื่อเทียบกับน้ำหนักโมเลกุล ไม่สามารถใช้สูตร $M_1V_1 = M_2V_2$ ได้

3.9 สารละลายกรดกำมะถัน (sulphuric acid) 0.005 โมลาร์ (molar)

เติมสารละลายมาตรฐานกรดกำมะถัน 0.05 โมลาร์ ปริมาตร 100 มล. ลงในน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มล. ซึ่งสารละลายกรดกำมะถันนี้ มีความเข้มข้นเป็นหนึ่งในสิบของความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานกรดกำมะถันที่คำนวณได้ในข้อ 3.8

4. วิธีการทดสอบ

4.1 ชั่งยางที่เตรียมไว้ให้ได้น้ำหนัก 0.1 กรัม ละเอียด 0.0001 กรัม ใส่ในขวดแก้วสำหรับย่อยสลาย แบบ micro-kjeldahl เติมส่วนผสมของสารเร่งปฏิกิริยา 0.65 กรัม และกรดกำมะถันเข้มข้น ปริมาตร 2.5 มล.

4.2 ให้ความร้อนจนได้สารละลายใสสีเขียว หรือไม่มีสี และจะต้องไม่มีสีเหลืองปน

4.3 ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 10 มล.

4.4 ถ่ายสารละลายลงในชุดกลั่นซึ่งเตรียมผ่านไอน้ำให้ร้อนไว้แล้ว และล้างขวดแก้วที่ใส่สารละลายนี้ด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 2 มล.-3 มล.

4.5 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 67% ปริมาตร 10 มล. ลงในชุดกลั่น และล้างด้วยน้ำกลั่น ไม่เกิน 5 มล.

4.6 นำขวดแก้วรูปชมพู่ ขนาด 125 มล. ที่มีสารละลายกรดบอริก 2% ปริมาตร 10 มล. และสารละลายเมทธิลเรด 2 หยด-3 หยด รองรับสิ่งกลั่น โดยให้ปลายหลอดแก้วของเครื่องควบแน่นจุ่มอยู่ใต้ผิวของสารละลาย

4.7 ผ่านไอน้ำเพื่อทำการกลั่นประมาณ 5 นาที

4.8 เลื่อนขวดแก้วรูปชมพู่ที่รองรับสิ่งกลั่นให้ต่ำลง จนปลายหลอดแก้วของเครื่องควบแน่นอยู่เหนือระดับผิวหน้าของสารละลาย กลั่นต่อไปอีก 1 นาที แล้วใช้น้ำกลั่นฉีดล้างปลายหลอดแก้ว

4.9 ไตเตรททันทีกับสารละลายกรดกำมะถัน 0.005 โมลาร์ ที่จุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงอ่อน

4.10 ทำตามวิธีทดสอบทุกอย่างโดยไม่ใส่ตัวอย่าง (blank)

5. การคำนวณ

ปริมาณไนโตรเจนคิดเป็นร้อยละได้ดังนี้

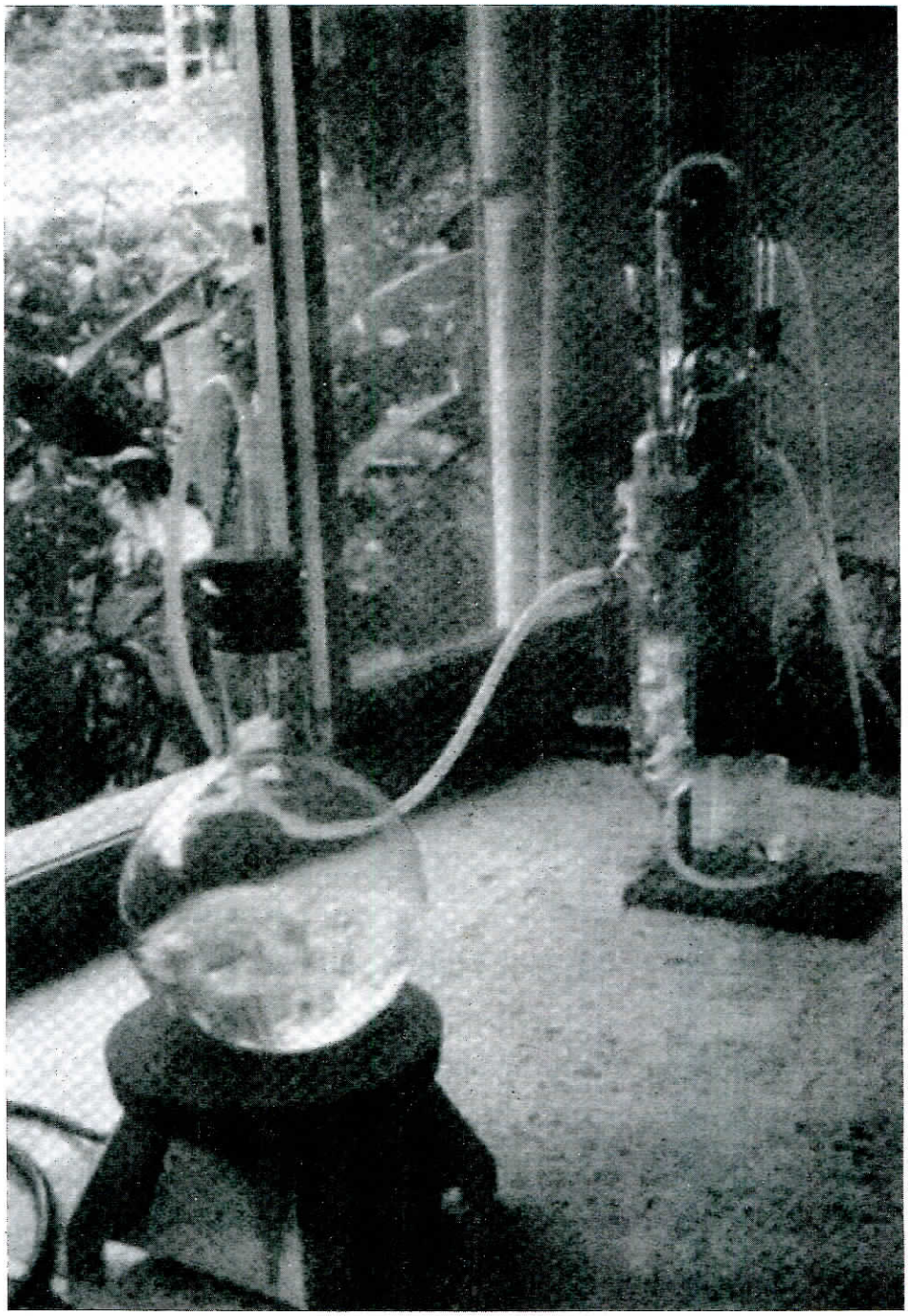
$$\text{ปริมาณไนโตรเจน} = \frac{(V_1 - V_2)\ M \times 0.028}{W} \times 100\ \%$$

เมื่อ V_1 = ปริมาตรสารละลายกรดกำมะถันที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง หน่วยเป็น มล.

V_2 = ปริมาตรสารละลายกรดกำมะถันที่ใช้ในการไตเตรท blank หน่วยเป็น มล.

M = ความเข้มข้นของสารละลายกรดกำมะถัน หน่วยเป็นโมลาร์

W = น้ำหนักชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นกรัม



รูปที่ 1 ชุดกลั่นแบบ micro - kjeldahl

(LABORATORY NAME) LAB. CODE.....

DETERMINATION OF NITROGEN CONTENT

Sample from..... .....M sulphuric acid

Date	Sample No.	Burette reading			Blank	Weight of sample	Nitrogen $= \frac{(V_1-V_2)\ M \times 0.028}{W} \times 100$
		A	B	$V_1 = A-B$ (ml)	V_2 (ml)	W (g)	%

การทดสอบดัชนีความอ่อนตัว
(Determination of Plasticity Retention Index - PRI)

ดัชนีความอ่อนตัวของยางแสดงถึงความต้านทานของยางดิบต่อการแตกหักของโมเลกุลที่อุณหภูมิสูง หรือต่อการออกซิเดชั่น (oxidation) ยางที่มีดัชนีความอ่อนตัวสูง แสดงว่ามีความต้านทานต่อการแตกหักของโมเลกุลสูง

1. เอกสารอ้างอิง

ASTM D 3194-84 : Standard Method of Testing Rubber from Natural Sources - Plasticity Retention Index (PRI)

2. เครื่องมือ/อุปกรณ์

2.1 เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill)

2.2 พลาสติมิเตอร์ แบบ Wallace (Wallace Rapid Plastimeter) พร้อมชุดให้ความร้อน (รูปที่ 2)

2.3 เครื่องตัดตัวอย่าง (Wallace punch)

2.4 เครื่องวัดความหนา (thickness gauge)

2.5 ตู้อบ (oven)

2.5.1 ตู้อบ (laboratory oven) ตลอดเวลาการทดสอบต้องควบคุมอุณหภูมิที่ 140°C ± 0.5°C หรือ

2.5.2 ตู้อบแบบ Wallace (Wallace PRI oven) ตลอดเวลาการทดสอบต้องควบคุมอุณหภูมิที่ 140°C ± 0.2°C

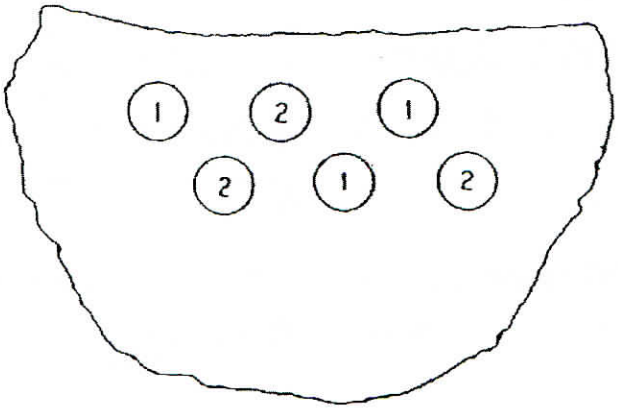
ตู้อบทั้งสองชนิดต้องสามารถปรับอุณหภูมิได้รวดเร็ว คือ หลังจากใส่ตัวอย่างและปิดประตูตู้อบ อุณหภูมิต้องกลับไปอยู่ระดับเดิมภายในเวลา 6 นาที

2.6 กระดาษมวนบุหรี่ชนิดฟอกแล้วและไม่เคลือบกรด (Bleached, unglazed acid free tissue paper) มีความหนาประมาณ 0.04 มิลลิเมตร หรือ มีน้ำหนักประมาณ 22 กรัม/ตารางเมตร

3. วิธีการทดสอบ

3.1 นำยางที่เตรียมไว้ 20 กรัม ± 5 กรัม ผ่านเครื่องบดซึ่งมีน้ำเย็นผ่านลูกกลิ้งที่ปรับช่องห่างไว้แล้ว 2 ครั้ง แล้วพับครึ่ง ตบด้วยมือเบาๆ ให้ได้ความหนาระหว่าง 3.2 มม. - 3.6 มม.

3.2 ตัดตัวอย่างให้ได้ชิ้นทดสอบ จำนวน 6 ชิ้น แบ่งชิ้นทดสอบเป็น 2 ชุด ชุดละ 3 ชิ้น (หมายเลข 1 และหมายเลข 2 ตามรูป)



3.3 วางชิ้นทดสอบหมายเลข 1 ระหว่างกระดาษมวนบุหรี่ นำเข้าเครื่อง อัดชิ้นทดสอบ โดยแป้นโลหะกลมบนและล่างจะกดให้ชิ้นทดสอบมีความหนา 1 มม. และในเวลาเดียวกันจะทำให้ร้อน 100 °C เป็นเวลา 15 วินาที จากนั้นแรง 10 กก. $\pm$ 0.1 กก. จะอัดยางเป็นเวลา 15 วินาที อ่านค่าความอ่อนตัวบนหน้าปัทม์ จะได้ค่า P_0

3.4 นำชิ้นทดสอบหมายเลข 2 เข้าตู้อบซึ่งควบคุมอุณหภูมิแน่นอนที่ 140 °C เป็นเวลา 30 นาที $\pm$ 15 วินาที นำชิ้นทดสอบออกมาทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลาประมาณ 30 นาที นำไปหาค่าความอ่อนตัวตามวิธีในข้อ 3.3 จะได้ค่า P_{30}

4. การคำนวณ

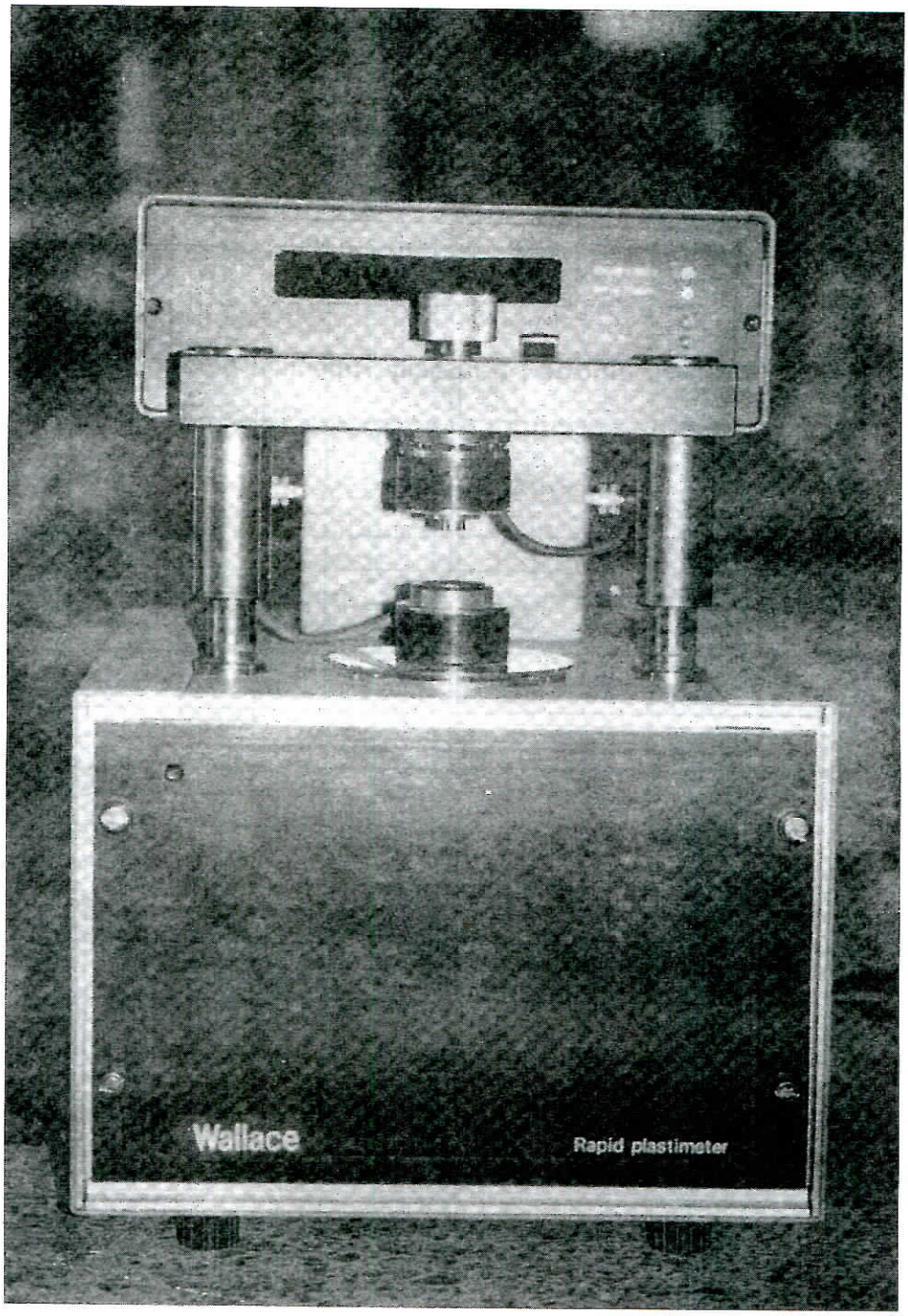
นำค่ามัธยฐาน (median) ของชิ้นทดสอบ มาคำนวณหาดัชนีความอ่อนตัว ดังนี้

$$PRI = \frac{P_{30}}{P_0} \times 100$$

เมื่อ PRI = ดัชนีความอ่อนตัว (Plasticity Retention Index)

P_0 = มัธยฐานค่าความอ่อนตัวของยางชุดที่ไม่อบ

P_{30} = มัธยฐานค่าความอ่อนตัวของยางชุดที่อบแล้ว



รูปที่ 2 เครื่องพลาสติมิเตอร์ แบบ Wallace

(LABORATORY NAME) LAB. CODE.....

DETERMINATION OF PLASTICITY RETENTION INDEX

Sample from.....

Date	Sample No.	P_0			P_0 median	P_{30}			P_{30} median	PRI = $\frac{P_{30}}{P_0} \times 100$
		ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3		ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3		

การทดสอบสี
(Determination of Colour)

สี เป็นสมบัติสำคัญของยางแท่งที่ผลิตจากน้ำยาง เมื่อเปรียบเทียบสีของตัวอย่างยางกับสีมาตรฐานต้องไม่เกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้ เพื่อประโยชน์ในการนำยางไปทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความใส หรือมีสีต่างๆ

1. เอกสารอ้างอิง

ASTM D 3157-84 : Standard Test Method for Rubber from Natural Sources - Color

2. เครื่องมือ/อุปกรณ์

2.1 เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill)

2.2 เครื่องวัดความหนา (thickness gauge)

2.3 เครื่องตัดตัวอย่าง (Wallace punch)

2.4 เครื่องอัดไฮดรอลิก (hydraulic press)

2.5 แบบพิมพ์ (mould) สำหรับอัดตัวอย่าง ทำด้วยสเตนเลสหรืออลูมิเนียมหนา 1.6 มม. $\pm$ 0.5 มม. และมีช่องสำหรับใส่ตัวอย่าง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 มม. จำนวน 8 ช่อง (รูปที่ 3) มีแผ่นสเตนเลส หรืออลูมิเนียมความหนาเท่ากัน 2 แผ่น ประกบแบบพิมพ์

2.6 กล่องสำหรับใช้เทียบสี (รูปที่ 4)

2.7 สีมาตรฐาน Lovibond Comparator Discs "Rubber Latex Colours Amber Units"
ซึ่งประกอบด้วย No 4/19 A สี 1-5 หน่วย แต่ละหน่วยต่างกัน 0.5 หน่วย
และ No 4/19 B สี 5-16 หน่วย แต่ละหน่วยต่างกัน 1 หน่วย

2.8 แผ่นฟิล์มพอลิเอสเตอร์หรือเซลลูโลส ชนิดแผ่นใสหนา 0.025 มม.

3. วิธีการทดสอบ

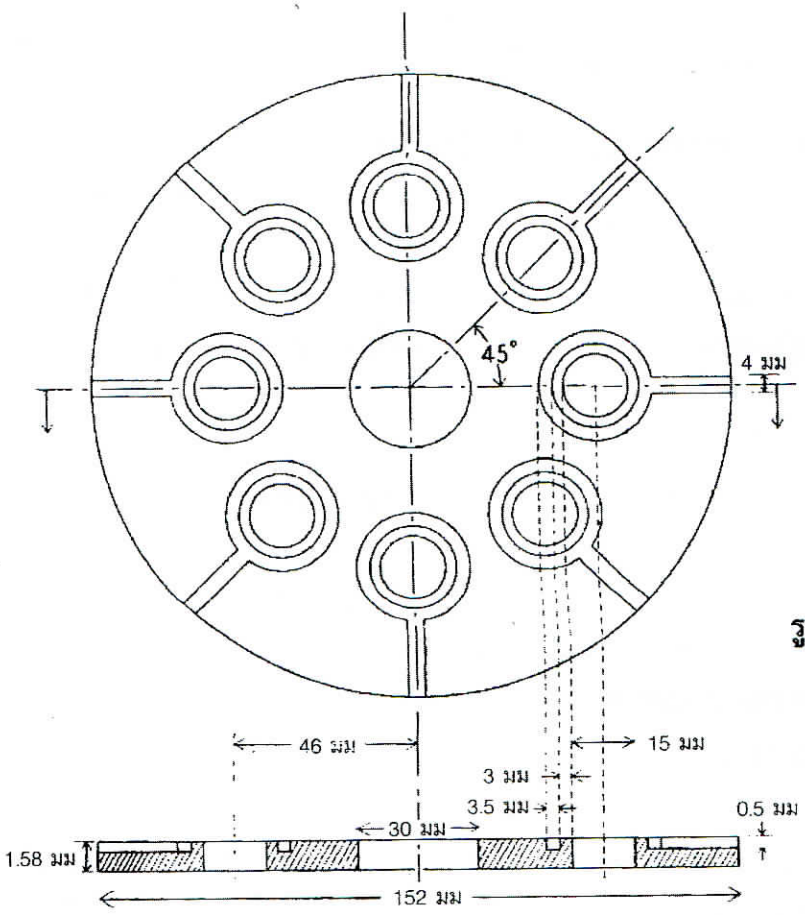
3.1 นำยางที่เตรียมไว้ 20 กรัม $\pm$ 5 กรัม ผ่านเครื่องบดซึ่งมีน้ำเย็นผ่านลูกกลิ้งที่ปรับช่องห่างไว้แล้ว 2 ครั้ง แล้วพับครึ่ง ตบด้วยมือเบาๆ ให้ได้ความหนาระหว่าง 3.2 มม. - 3.6 มม.

3.2 ตัดตัวอย่างให้ได้ชิ้นทดสอบ จำนวน 2 ชิ้น แล้วนำมาประกบกัน

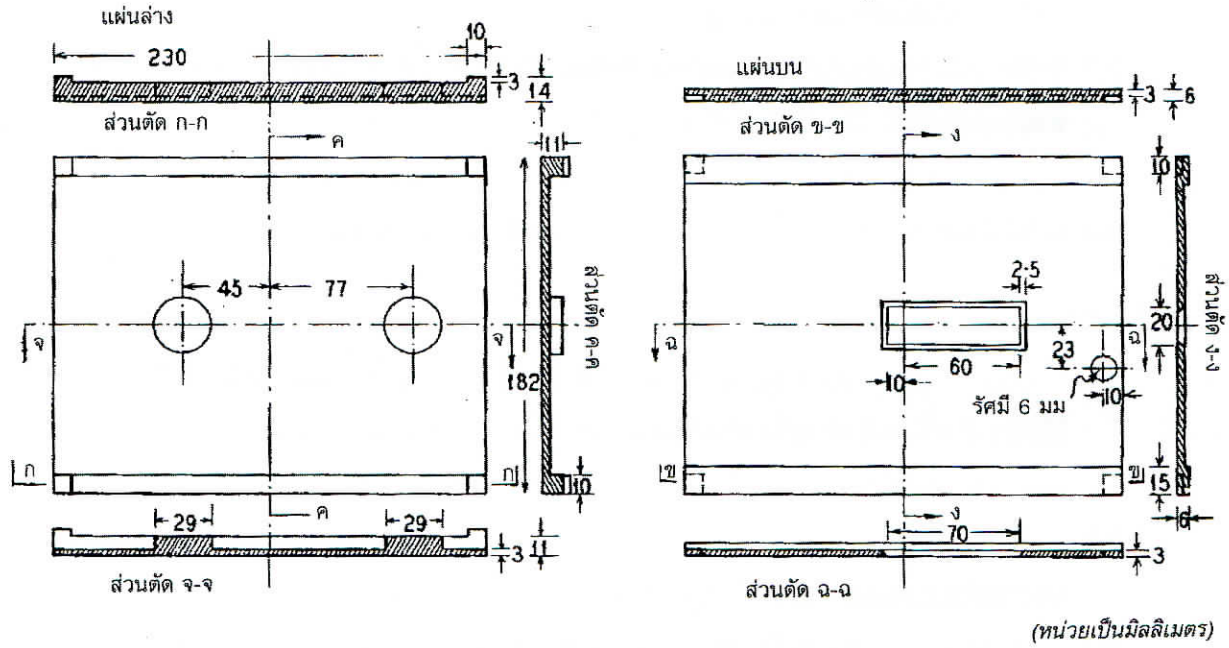
3.3 วางชิ้นทดสอบลงในแบบพิมพ์ ประกบแบบพิมพ์ด้วยแผ่นฟิล์มพอลิเอสเตอร์หรือเซลลูโลส แล้วประกบด้วยแผ่นสเตนเลสหรืออลูมิเนียม

3.4 นำเข้าเครื่องอัด ที่ความดัน 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 150 °C $\pm$ 3 °C เป็นเวลา 5 นาที $\pm$ 30 วินาที

3.5 เปรียบเทียบสีชิ้นทดสอบกับสีมาตรฐาน Lovibond



รูปที่ 3 เบ้าพิมพ์สำหรับอัดตัวอย่าง



รูปที่ 4 กล่องสำหรับใช้เทียบสี

(LABORATORY NAME) LAB. CODE.....

DETERMINATION OF COLOUR

Sample from.....

Date	Sample No.	Colour	Date	Sample No.	Colour

การทดสอบความหนืด
(Determination of Mooney Viscosity - V_R)

ความหนืด เป็นสมบัติที่ระบุคุณภาพด้านการนำยางไปใช้ ค่าของความหนืดสัมพันธ์โดยตรงกับน้ำหนักโมเลกุลของยาง ยางที่มีความหนืดสูงหมายความว่า ยางนั้นมีน้ำหนักโมเลกุลมาก ยางที่มีความหนืดสูงจะแข็งมาก เมื่อนำไปใช้ ต้องใช้เวลานานในการบดให้ยางนิ่ม หรือให้ยางมีความหนืดลดลง ทั้งนี้เพราะโมเลกุลยางถูกตัดทอนให้สั้นลงขณะที่บดยาง เมื่อยางนิ่มตามต้องการแล้วจึงจะสามารถผสมสารเคมีต่างๆ ได้

1. เอกสารอ้างอิง

1.1 ISO R 289-1963 : Determination of viscosity of natural and synthetic rubber by the shearing disc viscometer

1.2 ASTM D 1646-94 : Standard Test Methods for Rubber-Viscosity, Stress-Relaxation, and Pre-Vulcanization Characteristics (Mooney Viscometer)

2. เครื่องมือ/อุปกรณ์

2.1 เครื่องวัดความหนืดแบบ Mooney (Mooney Viscometer)

3. วิธีการทดสอบ

3.1 ตรวจสอบอุณหภูมิของช่องใส่ยางให้คงที่ที่อุณหภูมิ 100 °C อุ่นโรเตอร์ (rotor) โดยใส่ลงในช่องใส่ยางให้ร้อนเป็นเวลา 2 นาที

3.2 นำโรเตอร์ออกจากช่องใส่ยาง

3.3 แบ่งยางที่เตรียมไว้ประมาณ 25 กรัม ออกเป็นสองส่วนเท่าๆ กัน โดยแต่ละส่วนมีความหนาประมาณ 6 มม. และมีน้ำหนักประมาณ 12.5 กรัม นำยางประกบด้านบนและล่างของโรเตอร์ ใส่ในช่องใส่ยาง แล้วเดินเครื่อง เครื่องจะอุ่นยางเป็นเวลา 1 นาที และโรเตอร์หมุนวัดความหนืดเป็นเวลา 4 นาที

4. การบันทึกผล

ให้บันทึกผลความหนืดที่อ่านได้จากเครื่องพร้อมระบุเงื่อนไขการทดสอบดังนี้

xML (1+4) 100°C

เมื่อ x = ค่าความหนืดที่อ่านได้จากเครื่อง

M = Mooney Viscosity

L = โรเตอร์ใหญ่ (ในกรณีที่ยางแข็งมากใช้โรเตอร์เล็ก ให้ใช้อักษร S)

1 = เวลาที่ใช้ในการอุ่นยาง หน่วยเป็นนาที

4 = เวลาที่โรเตอร์หมุนวัดความหนืด หน่วยเป็นนาที

100°C = อุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบ

การทดสอบสมบัติการคงรูป
(Determination of Vulcanisation Characteristics)

การคงรูป หมายถึง การเกิดปฏิกิริยาเชื่อมโยงระหว่างสายโมเลกุลยาง (crosslink) ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อยางผสมสารเคมี (compounded rubber) ได้รับความร้อนหรือพลังงานในระยะเวลาที่เหมาะสม

การทดสอบสมบัติการคงรูป กำหนดวิธีวัดสมบัติการคงรูปของยางโดยใช้เครื่องมือทดสอบหาเวลาและลักษณะการคงรูป (rheometer) ตัวอย่างที่จะทดสอบเป็นยางผสมสารเคมี ซึ่งมีการผสมได้ 2 แบบ คือ

1. สูตร ACS#1 ใช้สำหรับยางธรรมชาติที่ไม่ผสมสารตัวเติม หรือผสมสารตัวเติมชนิดที่ไม่ใช่เขม่าดำ
2. สูตร ACS#2 ใช้สำหรับยางธรรมชาติที่ใช้เขม่าดำเป็นสารตัวเติม

1. เอกสารอ้างอิง

1.1 ISO 2390-1973(E) : Rubber test mixes-Preparation, mixing and vulcanisation-Equipment and procedures

1.2 ISO 1658-1973(E) : Natural rubber (NR) - Test recipes and evaluation of vulcanisation characteristics

1.3 ASTM D 3184-89 : Standard Test Methods for Rubber-Evaluation of NR (Natural Rubber)

1.4 SMR Bulletin No.7 : RRIM test methods for Standard Malaysian Rubbers SMR bulletin no. 7, (1970), p 30-31

1.5 ISO 3417-1977(E) : Rubber-Measurement of vulcanisation characteristics with the oscillating disc curemeter

1.6 ASTM D 2084-93 : Standard Test Method for Rubber Property-Vulcanisation Using Oscillating Disk Cure Meter

1.7 ASTM D 5289-93a : Standard test Method for Rubber Property-Vulcanisation Using Rotorless Cure Meter

2. เครื่องมือ/อุปกรณ์

2.1 เครื่องบดสองลูกกลิ้ง (two-roll mill) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว ลูกกลิ้งทั้งสองหมุนด้วยความเร็วในอัตราส่วน 1:1.1-1:1.5 (ลูกกลิ้งตัวหน้า : ลูกกลิ้งตัวหลัง) และลูกกลิ้งตัวหลังหมุนด้วยความเร็ว 31 รอบต่อนาที

2.2 เครื่องมือทดสอบเวลาและลักษณะการคงรูป (rheometer)

2.3 มีด (roll knife)

3. สารเคมี

3.1 ซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide)

3.2 กำมะถัน (sulphur)

3.3 กรดสเตียริก (stearic acid)

3.4 เขม่าดำ เอชเอเอฟ (carbon black HAF)

3.5 เอ็มบีที (2-mercaptobenzthiazole, MBT)

3.6 ทีบีบีเอส (N-tert-butyl-2-benzthiazylsulphenamide, TBBS)

4. วิธีการทดสอบ

4.1 เตรียมยางผสมสารเคมี

เตรียมยางผสมสารเคมีตามสูตรและวิธีการบดผสมที่กำหนดในมาตรฐาน ISO 1658-1973(E), ASTM D 3184-89 Rubber-Evaluation of NR (Natural Rubber) หรือตาม RRIM test methods for Standard Malaysian Rubbers

4.1.1 สูตรยางผสมสารเคมี

ยางและสารเคมี	ปริมาณ (ส่วนโดยน้ำหนัก) สูตร ACS#1	สูตร ACS#2
ยางธรรมชาติ	100.00	100.00
ซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide)	6.00	5.00
กำมะถัน (sulphur)	3.50	2.25
กรดสเตียริก (stearic acid)	0.50	2.00
เขม่าดำ เอชเอเอฟ (carbon black HAF)	-	35.00
เอ็มบีที (MBT)[1/]	0.5	-
ทีบีบีเอส (TBBS)[2/]	-	0.70
รวม	**110.50**	**144.95**

1/ = 2-mercaptobenzthiazole

2/ = N-tert-butyl-2-benzthiazylsulphenamide

4.1.2 ขั้นตอนบดผสม

ปริมาณยางผสมสารเคมีที่จะบดผสม (batch size) หน่วยเป็นกรัม ขึ้นกับขนาดเครื่องบด ดังนี้

เครื่องบด 2 ลูกกลิ้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว แนะนำให้ใช้ 3 เท่า

เครื่องบด 2 ลูกกลิ้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว แนะนำให้ใช้ 10 เท่า

อุณหภูมิบดผสม 70°C ± 5°C

วิธีบดสูตร ACS#1

	เวลา (นาที)	เวลาสะสม (นาที)
1) ตรวจสอบอุณหภูมิลูกกลิ้งให้ได้ 70°C ± 5°C		
2) ตั้งระยะห่างลูกกลิ้ง 0.50 มม. นำยางเข้าบด โดยไม่ให้พันลูกกลิ้ง 2 ครั้ง	1	1
3) ตั้งระยะห่างลูกกลิ้ง 1.40 มม. นำยางเข้าบด ให้พันลูกกลิ้งหน้า เมื่อยางถูกบดนิ่มและเริ่มเรียบ ให้ปรับระยะห่างลูกกลิ้งเป็น 1.90 มม.	4	5
4) เติมกรดสเตียริก	2	7
5) เติมซิงค์ออกไซด์ กำมะถัน และเอ็มบีที	4	11
6) ตัดยางระยะ 3/4 ของยางจากแต่ละด้านโดยสลับด้านซ้ายและขวา ด้านละ 3 ครั้ง	2	13
7) ตัดยางผสมสารเคมีออกจากลูกกลิ้ง ตั้งระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งเป็น 0.80 มม. นำยางผ่านลูกกลิ้งจำนวน 6 ครั้ง ยางที่ผ่านลูกกลิ้งออกมาแต่ละครั้งม้วนเป็นรูปทรงกระบอกใส่ปลายข้างหนึ่งเข้าเครื่องในการบดครั้งต่อๆ ไป ส่วนครั้งที่ 6 รีดยางออกมาเป็นแผ่นให้มีความหนาไม่น้อยกว่า 6 มม.	2	15
รวมเวลา	**15**	**15**

8) ชั่งและบันทึกน้ำหนักยางผสมสารเคมีหลังการบด หากแตกต่างจากน้ำหนักที่คำนวณจากสูตรมากกว่า 0.5% ให้บดยางผสมสารเคมีชุดใหม่

วิธีบดสูตร ACS#2

	เวลา (นาที)	เวลาสะสม (นาที)
1) ตรวจสอบอุณหภูมิลูกกลิ้งให้ได้ 70°C ± 5°C		
2) ตั้งระยะห่างลูกกลิ้ง 0.50 มม. นำยางเข้าบด โดยไม่ให้พันลูกกลิ้ง 2 ครั้ง	1	1
3) ตั้งระยะห่างลูกกลิ้ง 1.40 มม. นำยางเข้าบด ให้พันลูกกลิ้งหน้าจนยางถูกบดนิ่มและเริ่มเรียบ	4	5
4) เติมกรดสเตียริก	2	7
5) เติมซิงค์ออกไซด์ กำมะถัน ตัดยางระยะ 3/4 ของยางจากแต่ละด้าน ด้านละ 1 ครั้ง	2	9
6) เติมเขม่าดำ เมื่อเติมไปได้ประมาณครึ่งหนึ่ง ให้ปรับระยะห่างลูกกลิ้งเป็น 1.9 มม. แล้วตัดยางระยะ 3/4 ของยางจากแต่ละด้าน ด้านละ 1 ครั้ง แล้วเติมเขม่าดำที่เหลือและส่วนที่ตกหล่นลงในถาดใต้ลูกกลิ้งจนหมด ตัดยางระยะ 3/4 ของยางจากแต่ละด้าน ด้านละ 1 ครั้ง	10	19
7) เติม ทีบีบีเอส แล้วตัดยางระยะ 3/4 ของยางจากแต่ละด้านโดยสลับด้านซ้ายและขวา ด้านละ 3 ครั้ง	3	22
8) ตัดยางผสมสารเคมีออกจากลูกกลิ้ง ตั้งระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งเป็น 0.8 มม. นำยางผ่านลูกกลิ้งจำนวน 6 ครั้ง ยางที่ผ่านลูกกลิ้งออกมาแต่ละครั้งม้วนเป็นรูปทรงกระบอกใส่ปลายข้างหนึ่งเข้าเครื่องในการบดครั้งต่อๆ ไป ส่วนครั้งที่ 6 รีดยางออกมาเป็นแผ่นให้มีความหนาไม่น้อยกว่า 6 มม.	3	25
รวมเวลา	**25**	**25**

9) ชั่งและบันทึกน้ำหนักยางผสมสารเคมีหลังการบด หากแตกต่างจากน้ำหนักที่คำนวณจากสูตรมากกว่า 0.5% ให้บดยางผสมสารเคมีชุดใหม่

วิธีบดสูตร ACS#1 โดยใช้มาสเตอร์แบช (masterbatch)

กรณีต้องการผสมยางสูตร ACS#1 จำนวนหลายตัวอย่าง เพื่อความสะดวกและแม่นยำถูกต้องมากขึ้น ให้ใช้วิธีเตรียมสารเคมีผสมยางให้อยู่ในรูปมาสเตอร์แบชของ (1) เอ็มบีที และ (2) กำมะถัน

ส่วนผสม มาสเตอร์แบช

ยางและสารเคมี	ปริมาณ (ส่วนโดยน้ำหนัก) มาสเตอร์แบช	
	เอ็มบีที	กำมะถัน
ยางธรรมชาติ	100	100
ซิงค์ออกไซด์	120	120
กรดสเตียริก	10	10
เอ็มบีที	20	-
กำมะถัน	-	140
รวม	**250**	**370**

ส่วนผสมของยางผสมสารเคมี

	น้ำหนัก (กรัม)
ตัวอย่างยาง	95
มาสเตอร์แบชเอ็มบีที	6.25
มาสเตอร์แบชกำมะถัน	9.25
รวม	**110.50**

ขั้นตอนการบดมาสเตอร์แบช

ในการบดมาสเตอร์แบช ใช้เครื่องบดซึ่งมีน้ำเย็นผ่านลูกกลิ้ง

1. ตั้งระยะห่างลูกกลิ้ง 0.60 มม. นำยางเข้าบดให้พันลูกกลิ้งหน้า จนยางถูกบดนิ่มและเรียบ และให้มีปริมาณยางที่ค้างบนลูกกลิ้ง (bank) พอสมควร
2. เติมสารเคมีช้าๆ และปรับระยะห่างลูกกลิ้งเพื่อให้ปริมาณยางที่ค้างบนลูกกลิ้งคงเหมือนเดิมก่อนเติมสารเคมี เมื่อเติมสารเคมีลงไปได้ประมาณ 80% ระยะห่างลูกกลิ้งควรเป็น 1.00 มม.
3. ตัดยางระยะ 3/4 ของยางจากแต่ละด้าน ด้านละ 1 ครั้ง เติมสารเคมีที่เหลือแล้วตัดยางระยะ 3/4 ของยางจากแต่ละด้านสลับด้านซ้ายและขวา จนกระทั่งสารเคมีกระจายสม่ำเสมอ

4. ตัดยางออกจากลูกกลิ้ง ตั้งระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งให้แคบที่สุด นำยางผ่านลูกกลิ้ง จำนวน 3 ครั้ง ยางที่ผ่านลูกกลิ้งออกมาแต่ละครั้ง ม้วนเป็นรูปทรงกระบอก ใส่ปลายข้างหนึ่งเข้าเครื่องในการบดครั้งต่อๆ ไป
5. ตั้งระยะห่างลูกกลิ้ง 1.42 มม. รีดยางออกมาเป็นแผ่น

ขั้นตอนการบดยางผสมสารเคมี

	เวลา (นาที)	เวลาสะสม (นาที)
1) ตรวจสอบอุณหภูมิลูกกลิ้งให้ได้ 70°C ± 5°C		
2) ตั้งระยะห่างลูกกลิ้ง 0.76 มม. นำยางเข้าบดให้พันลูกกลิ้งหน้า ตัดยางระยะ 3/4 ของยางจากแต่ละด้านสลับด้านซ้ายและขวา ด้านละ 3 ครั้ง	0.75	0.75
3) เติมมาสเตอร์แบชเอ็มบีที และมาสเตอร์แบชกำมะถันลงบดรวมกับยาง ตัดยางระยะ 3/4 ของยางจากแต่ละด้านสลับด้านซ้ายและขวา ด้านละ 6 ครั้ง ตัดยางออกจากลูกกลิ้ง นำยางผ่านลูกกลิ้ง 3 ครั้ง ยางที่ผ่านลูกกลิ้งออกมาแต่ละครั้ง ม้วนเป็นรูปทรงกระบอก ใส่ปลายข้างหนึ่งเข้าเครื่องในการบดครั้งต่อๆ ไป	2.00	2.75
4) ตั้งระยะห่างลูกกลิ้ง 1.42 มม. รีดยางออกมาเป็นแผ่น	0.25	3.00
รวมเวลา	**3.00**	**3.00**

การเก็บยางผสมสารเคมี

แนะนำให้เก็บค้างคืนและไม่เกิน 24 ชั่วโมง โดยเก็บในที่มืด แห้ง และที่อุณหภูมิห้องหรือที่อุณหภูมิ 20 °C ± 2 °C การเก็บยางผสมสารเคมีไว้เป็นเวลานาน อาจเกิดการบลูม (bloom) ของสารเคมีได้ โดยสังเกตจากคราบบนผิวของยาง หากเกิดขึ้นต้องเตรียมยางผสมสารเคมีชุดใหม่

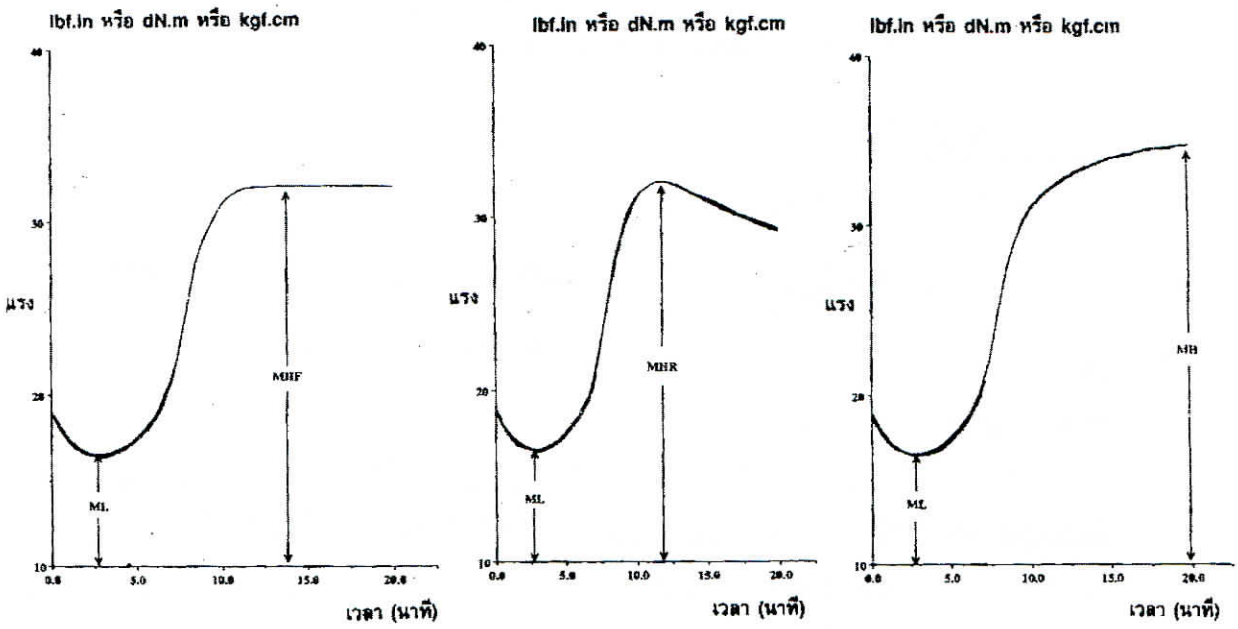
การเก็บมาสเตอร์แบช

มาสเตอร์แบชกำมะถันและมาสเตอร์แบชเอ็มบีที ต้องเก็บในถุงปิดมิดชิดในที่แห้งที่อุณหภูมิห้อง หรือที่อุณหภูมิ 20°C ± 2°C และไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 3 เดือน

4.2 ทดสอบสมบัติการคงรูปด้วยเครื่องทดสอบเวลาและลักษณะการคงรูป

หลักการ

นำยางผสมสารเคมีใส่ในช่องใส่ยางซึ่งภายในมีโรเตอร์แกว่งทำมุม 1° - 5° ตั้งอุณหภูมิช่องใส่ยางตามที่ต้องการ เช่น 140 °C, 150 °C, หรือ 160 °C แรงต้านที่ยางกระทำกับการหมุนของจานโลหะจะถูกวัดเป็นค่าแรง (torque) ขณะที่ยางได้รับความร้อน จะเกิดการเริ่มคงรูปขึ้น ยางจะมีความหนืดเพิ่มขึ้นทำให้ค่าแรงที่อ่านได้สูงขึ้น ยางจะเกิดคงรูปเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ให้ความร้อน จนกระทั่งเกิดการคงรูปสมบูรณ์ จะสังเกตเห็นว่าค่าแรงที่เกิดขึ้นถึงจุดสูงสุด และเริ่มมีค่าคงที่ดังตัวอย่างกราฟในภาพประกอบ



1 2 3

กราฟแสดงลักษณะการคงรูปของยาง (cure characteristic) มี 3 ลักษณะ

1. กราฟที่แสดงค่าสูงสุดแล้วคงที่เป็นเส้นราบ (flat curve หรือ plateau curve)
2. กราฟที่แสดงค่าสูงสุดแล้วลดลง (reverting curve)
3. กราฟที่แสดงค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการทดสอบ (marching curve)

ความหมายของสัญญลักษณ์ต่างๆ ที่แสดงในกราฟมีดังนี้

ML = ค่าแรงต่ำสุด (minimum torque) หน่วยเป็น kgf-cm หรือ dN-m หรือ lbf-in

MHF = ค่าแรงสูงสุด (maximum torque) ของ plateau curve หน่วยเป็น kgf-cm หรือ dN-m หรือ lbf-in

MHR = ค่าแรงสูงสุด (maximum torque) ของ reverting curve หน่วยเป็น kgf-cm หรือ dN-m หรือ lbf-in

MH = ค่าแรง ณ เวลาที่กำหนด หน่วยเป็น kgf-cm หรือ dN-m หรือ lbf-in

t'_{S1} = เวลาที่ค่าแรงสูงขึ้นจากค่าแรงต่ำสุด 1 หน่วย โดยกำหนดโรเตอร์ แกว่งทำมุม 1° หน่วยเป็นนาที

t'_{S2} = เวลาที่ค่าแรงสูงขึ้นจากค่าแรงต่ำสุด 2 หน่วย โดยกำหนดโรเตอร์ แกว่งทำมุม 3° หน่วยเป็นนาที

t'_{S1} และ t'_{S2} เรียกว่า เวลายางเริ่มคงรูป (inductive time หรือ scorch time) นิยมเขียนย่อเป็น t'_S

t'_{50} = เวลาที่ค่าแรงเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ของค่าแรงสูงสุด หน่วยเป็นนาที

t'_{90} = เวลาที่ค่าแรงเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ ของค่าแรงสูงสุด หน่วยเป็นนาที
นิยมเรียกค่านี้ว่า เวลายางคงรูป (cure time หรือ optimum cure time)

5. การคำนวณ

ค่าแรงที่ t'_{50} = ML + 0.5 (MH - ML)

ค่าแรงที่ t'_{90} = ML + 0.9 (MH - ML)

6. การรายงานผล

6.1 ระบุแบบของเครื่องมือทดสอบเวลาและลักษณะการคงรูป

6.2 ระบุอุณหภูมิที่ทดสอบ

6.3 รายงานค่า ML, MH, t'_{S2} และ t'_{90}

(LABORATORY NAME) LAB. CODE.....

DETERMINATION OF CURE CHARACTERISTICS

Rotor type.....

Sample from..... Arc.....

Sample No.	ML kg-cm	MH kg-cm	ML-MH kg-cm	t'_{min} (minute)	t'_{max} (minute)	t'_{S2} (minute)	T_{50} kg-cm	t'_{50} (minute)	T_{90} kg-cm	t'_{90} (minute)

การทดสอบปริมาณสารที่ถูกสกัดด้วยอะซิโตน (Determination of Acetone Extract)

สารที่ถูกสกัดด้วยอะซิโตน หมายถึง สารอื่นที่ไม่ใช่ยางที่มีอยู่ในยางตามธรรมชาติ ได้แก่ กรดไขมัน สเตอรอล (sterols) ควิบราซิทอล (quibrachitol) และ เรซิน (resins) เป็นต้น

1. เอกสารอ้างอิง

SMR Bulletin No. 7 : RRIM Test Methods for Standard Malaysian Rubbers., Revised Edition 1992.

2. เครื่องมือ/อุปกรณ์

2.1 เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill)

2.2 ชุดสกัดแบบ Soxhlet (Soxhlet extraction apparatus) ซึ่งสามารถสกัดได้ 80 ครั้ง ในระยะเวลา 16 ชั่วโมง $\pm$ 0.5 ชั่วโมง

2.3 เตาควบคุมอุณหภูมิ หรือ อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

2.4 เครื่องชั่งแบบวิเคราะห์ ชนิดอ่านได้ละเอียด 0.0001 กรัม

2.5 ขวดแก้วก้นกลม (round bottom flask) ขนาด 150 มล.

2.6 กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 100 มล.

2.7 กระดาษกรองเบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.5 ซม.

2.8 ตู้อบ อุณหภูมิ 0 °C - 200 °C

2.9 โถแก้วดูดความชื้น (desiccator) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 ซม. - 30 ซม.

2.10 หลอดใส่ตัวอย่าง (thimble)

3. สารเคมี

3.1 อะซิโตน (acetone)

4. วิธีการทดสอบ

4.1 นำยางที่เตรียมไว้ 25 กรัม ผ่านเครื่องบด ซึ่งมีน้ำเย็นผ่านลูกกลิ้งที่ปรับช่องห่างให้แคบที่สุด จำนวน 2 ครั้ง ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลาประมาณครึ่งชั่วโมง

4.2 ชั่งให้ได้น้ำหนัก 5 กรัม ละเอียด 0.0001 กรัม ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ห่อด้วยกระดาษกรอง ใส่ในหลอดใส่ตัวอย่าง แล้วนำไปใส่ในชุดสกัด

4.3 เติมอะซิโตน จำนวน 100 มล. ลงในขวดแก้วก้นกลมขนาด 150 มล. ที่สะอาด แห้ง

4.4 สกัดเป็นเวลา 16 ชั่วโมง $\pm$ 0.5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 70°C $\pm$ 5°C โดยใช้เตาควบคุมอุณหภูมิ หรืออ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

4.5 นำยางไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 70°C $\pm$ 5°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักยาง

5. การคำนวณ

ปริมาณสารที่ถูกสกัดด้วยอะซิโตนคิดเป็นร้อยละได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณสารที่ถูกสกัดด้วยอะซิโตน} = \frac{A - B}{A} \times 100\ \%$$

เมื่อ A = น้ำหนักชิ้นทดสอบก่อนสกัดด้วยอะซิโตน หน่วยเป็นกรัม

B = น้ำหนักชิ้นทดสอบหลังสกัดด้วยอะซิโตน หน่วยเป็นกรัม

(LABORATORY NAME) LAB. CODE.....

DETERMINATION OF ACETONE EXTRACT

Sample from.....

Date	Sample No.	Weight of sample before extraction A (g)	Weight of sample after extraction B (g)	Acetone Extract = (A-B) /A x 100 %

การทดสอบการเพิ่มความแข็งระหว่างการเก็บ (Determination of Accelerated Storage-Hardening)

การเพิ่มความแข็งระหว่างการเก็บ เป็นการเพิ่มความหนืดของยาง เนื่องจากเกิดการเชื่อมโยง (crosslinks) ระหว่างโมเลกุลยาง ซึ่งเป็นผลมาจากปฏิกิริยาเคมีแบบคอนเดนเซชั่น (condensation) ของกลุ่มอัลดีไฮด์เป็นส่วนใหญ่ และบางส่วนของกลุ่มเพอออกซิดิก (peroxidic group) ที่มีอยู่ในโมกลกุลยางตามธรรมชาติ ดังนั้น ค่าที่ได้จากการทดสอบการเพิ่มความแข็งระหว่างการเก็บ จึงเป็นค่าที่แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความหนืดของยาง

การทดสอบการเพิ่มความแข็งระหว่างการเก็บ มี 2 วิธี คือ

1. วิธีวอลเลส (Wallace accelerated storage-hardening test-WASHT)
2. วิธีมูนนี (Mooney accelerated storage-hardening test-MASHT)

วิธีวอลเลส (Wallace accelerated storage-hardening test-WASHT)

วิธีวอลเลส เป็นการวัดค่าความอ่อนตัวของชิ้นทดสอบก่อนและหลังการเก็บ ภายใต้ภาวะปฏิกิริยาเร่งให้เกิดความแข็งเพิ่มขึ้น โดยการเก็บชิ้นทดสอบไว้เหนือฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์ ที่ความดันบรรยากาศและที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 24 ชั่วโมง ± 0.1 ชั่วโมง ค่าความอ่อนตัวของยางที่เพิ่มขึ้น (P) แสดงค่าการเพิ่มความแข็งระหว่างการเก็บ

1. เอกสารอ้างอิง

SMR Bulletin No. 7 : RRIM Test Methods for Standard Malaysian Rubbers., Revised Edition 1992.

2. เครื่องมือ/อุปกรณ์

2.1 เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill)

2.2 พลาสติมิเตอร์ แบบ Wallace (Wallace Rapid Plastimeter) พร้อมชุดให้ความร้อน

2.3 เครื่องตัดตัวอย่าง (Wallace punch)

2.4 เครื่องวัดความหนา (thickness guage)

2.5 ตู้อบ (laboratory oven) อุณหภูมิ 0°C - 200°C

2.6 ขวดชั่งพร้อมฝา เส้นผ่าศูนย์กลาง 46 มม. สูง 49 มม.

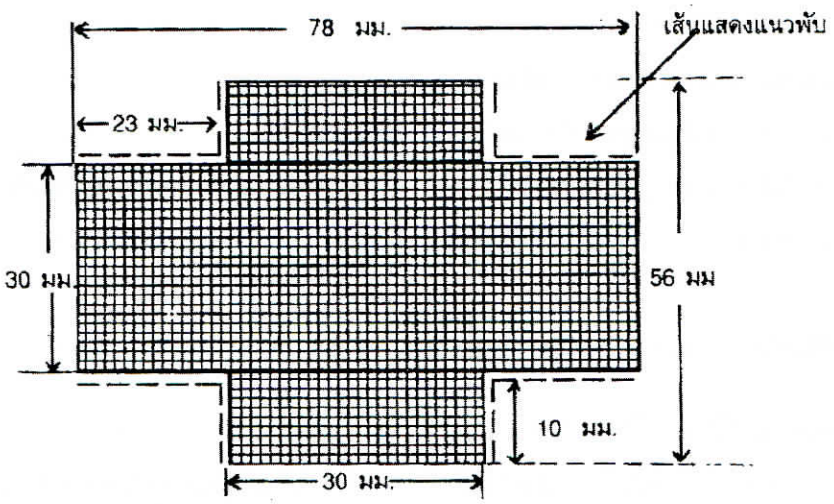
2.7 ที่วางชิ้นตัวอย่าง ทำจากแผ่นกรองสเตนเลส เบอร์ 40 เมช ดังแสดงในรูปที่ 5

2.8 คีม (tong) ชนิดสั้น

2.9 ช้อนตักสารเคมี ที่ทนการกัดกร่อนของฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์

2.10 สารหล่อลื่นสำหรับผนึกขวดชั่ง

2.11 กระดาษมวนบุหรี่ ชนิดฟอกแล้วและเคลือบกรด (Bleached. Unglazed acid free tissue paper) มีความหนาประมาณ 0.04 มิลลิเมตร หรือมีน้ำหนักประมาณ 22 กรัม/ตารางเมตร



รูปที่ 5 ที่วางชิ้นตัวอย่าง ทำจากแผ่นกรองสเตนเลส เบอร์ 40 เมช

3. สารเคมี

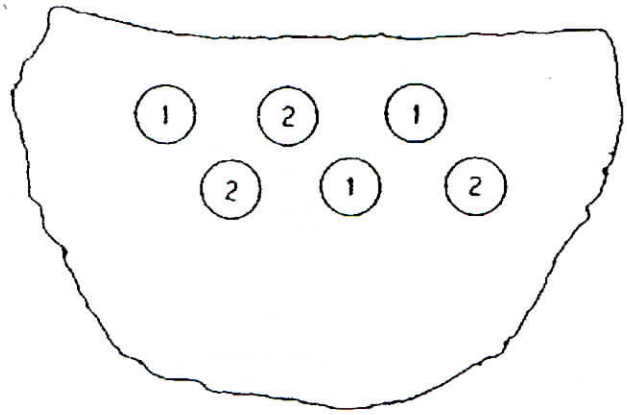
3.1 ฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์ (phosphorus pentoxide)

เป็นสารที่มีสมบัติในการกัดกร่อน ดังนั้น ให้ระมัดระวังในการใช้และการเก็บ ต้องบรรจุในภาชนะปิดสนิท เก็บในที่แห้งและที่อุณหภูมิห้อง ขณะใช้สารเคมีควรสวมแว่นนิรภัยและถุงมือยาง

4. วิธีการทดสอบ

4.1 นำยางที่เตรียมไว้ 20 กรัม $\pm$ 5 กรัม ผ่านเครื่องบดซึ่งมีน้ำเย็นผ่านลูกกลิ้งที่ปรับช่องห่างไว้แล้ว 2 ครั้ง แล้วพับครึ่ง ตบด้วยมือเบาๆ ให้ได้ความหนาระหว่าง 3.2 มม. - 3.6 มม.

4.2 ตัดตัวอย่างให้ได้ชิ้นทดสอบจำนวน 6 ชิ้น แบ่งชิ้นทดสอบเป็น 2 ชุด ชุดละ 3 ชิ้น (หมายเลข 1 และหมายเลข 2 ตามรูป)



4.3 นำชิ้นทดสอบหมายเลข 2 วางบนที่วางชิ้นตัวอย่าง ซึ่งอยู่ในขวดชั่งที่มีฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์ จำนวน 6 กรัม - 8 กรัม โดยไม่วางชิ้นทดสอบซ้อนหรือชิดกัน แล้วปิดฝาให้สนิท

4.4 นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 °C ± 1 °C เป็นเวลา 30 นาที ตรวจสอบอีกครั้งให้ฝาขวดชั่งปิดสนิท แล้วอบต่อไปอีก 24 ชั่วโมง ± 0.1 ชั่วโมง

4.5 วัดค่าความอ่อนตัวของชิ้นทดสอบทั้ง 2 ชุด โดยใช้วิธีเดียวกับการวัดค่าความอ่อนตัวตามข้อ 3.3 หน้า 28

5. การคำนวณ

การเพิ่มความแข็งระหว่างการเก็บ คำนวณได้ดังนี้

$$\Delta P = P_H - P_O$$

เมื่อ P_H = มัธยฐานความอ่อนตัวของยางชุดหมายเลข 2

P_O = มัธยฐานความอ่อนตัวของยางชุดหมายเลข 1

ΔP = ค่าการเพิ่มความแข็งระหว่างการเก็บ

(LABORATORY NAME) LAB. CODE.....

DETERMINATION OF ACCELERATED STORAGE-HARDENING

Sample from.....

Date	Sample No.	P_H			P_H median	P_O			P_O median	$\Delta P = P_H - P_O$
		ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3		ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3		

วิธีมูนนี
(Mooney accelerated storage-hardening test - MASHT)

วิธีมูนนี เป็นการวัดค่าความหนืดแบบมูนนี (Mooney viscosity) ของชิ้นทดสอบก่อนและหลังการเก็บภายใต้ภาวะปฏิกิริยาเร่งให้เกิดความแข็งเพิ่มขึ้น โดยการเก็บชิ้นทดสอบไว้เหนือฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์ ที่สุญญากาศ อุณหภูมิ 60°C ± 1°C นาน 48 ชั่วโมง ± 0.1 ชั่วโมง ค่าความหนืดของยางที่เพิ่มขึ้น (Δ V) แสดงค่าการเพิ่มความแข็งระหว่างการเก็บ

1. เอกสารอ้างอิง

SMR Bulletin No. 7 : RRIM Test Methods for Standard Malaysian Rubbers., Revised Edition 1992.

2. เครื่องมือ/อุปกรณ์

2.1 เครื่องวัดความหนืดแบบมูนนี (Mooney viscometer)

2.2 ตู้อบ (laboratory oven) อุณหภูมิ 0°C - 200°C ขนาดใหญ่ สำหรับบรรจุโถแก้วดูดความชื้นระบบสุญญากาศ (vacuum pump) แบบ BLWA

2.3 ปั๊มสุญญากาศ (high vacuum pump)

2.4 โถแก้วดูดความชื้นระบบสุญญากาศ แบบ BLWA

2.5 เทอร์โมมิเตอร์ช่วง 0°C - 100°C

2.6 กระติกน้ำแข็ง (thermos flask)

2.7 ชุดดักจับความชื้น

2.8 สารหล่อลื่นใช้กับระบบสุญญากาศ

2.9 น้ำแข็งแห้งหรือน้ำแข็งผสมเกลือแกง (อิ่มตัว)

3. สารเคมี

3.1 ฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์ (phosphorus pentoxide)

เป็นสารที่มีสมบัติในการกัดกร่อน ดังนั้น ให้ระมัดระวังในการใช้และการเก็บ ต้องบรรจุในภาชนะปิดสนิท เก็บในที่แห้งและที่อุณหภูมิห้อง ขณะใช้สารเคมีควรสวมแว่นนิรภัยและถุงมือยาง

3.2 เมทธานอล (methanol) ใช้ในอุตสาหกรรม

4. วิธีการทดสอบ

4.1 นำยางที่เตรียมไว้จำนวน 50 กรัม ตัดแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนละ 25 กรัม

4.2 นำชิ้นทดสอบส่วนแรกมาตัดแบ่งเป็น 2 ชิ้นเท่าๆ กัน หนาประมาณ 6 มม. วางบนแผ่นกั้นพอสเลนในโถแก้วดูดความชื้นที่สะอาดและแห้ง ซึ่งบรรจุฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์ ประมาณ 180 กรัม (ไม่ควรวางชิ้นทดสอบเกิน 15 ชิ้น)

4.3 ทาสารหล่อลื่นที่ฝาโถแก้วและที่ก๊อก ระวังไม่ให้สารหล่อลื่นอุดช่องทางอากาศเข้า/ออก

4.4 เติมเมทธานอลลงในกระติกน้ำแข็งและเติมน้ำแข็งแห้งที่ทุบเป็นก้อนเล็กๆ ลงในกระติกจนกระทั่งเมทธานอลอิ่มตัว เพื่อทำให้อากาศที่ผ่านปั๊มสุญญากาศเย็นลง และป้องกันไม่ให้ความชื้นเข้าไปในปั๊มสุญญากาศ

4.5 ต่อปลายท่อยางข้างหนึ่งของท่อแบบสุญญากาศเข้ากับก๊อกของโถแก้วดูดความชื้น และต่อปลายท่ออีกข้างหนึ่งกับหลอดแก้วที่มีข้อต่อตำแหน่ง A ของอุปกรณ์สุญญากาศ เปิดเครื่องปั๊มและเดินเครื่องประมาณ 1 ชั่วโมง

4.6 ปิดก๊อก ถอดสายยางออก นำโถแก้วดูดความชื้นเข้าตู้อบ ที่อุณหภูมิ 60 °C $\pm$ 1 °C นาน 48 ชั่วโมง $\pm$ 0.1 ชั่วโมง

4.7 นำโถแก้วดูดความชื้นออกจากตู้อบ เปิดก๊อกอย่างช้าๆ เพื่อให้อากาศเข้า

4.8 นำชิ้นทดสอบออกจากโถแก้วดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็นไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

4.9 วัดค่าความหนืด (Mooney viscosity) ของชิ้นทดสอบทั้ง 2 ส่วน โดยใช้วิธีการเดียวกับการวัดค่าความหนืดตามข้อ 3.3 หน้า 37

หมายเหตุ

1. ถ้ากระแสไฟฟ้าขัดข้องหลัง 10 ชั่วโมงแรกของการอบและการขัดข้องนั้นนานไม่เกินครึ่งชั่วโมง ให้ดำเนินการทดสอบต่อไป ถ้าเกิดเหตุแตกต่างจากที่กล่าว ให้ทดสอบซ้ำ
2. ถ้าไม่มีน้ำแข็งแห้ง ให้ใช้น้ำแข็งอิ่มตัวด้วยเกลือแกง

5. การคำนวณ

การเพิ่มความแข็งระหว่างการเก็บ คำนวณได้ดังนี้

$$\Delta V = V_H - V_O$$

เมื่อ V_H = ค่าความหนืดของยางส่วนที่ 1

V_O = ค่าความหนืดของยางส่วนที่ 2

ΔV = ค่าการเพิ่มความแข็งระหว่างการเก็บ

(LABORATORY NAME) LAB. CODE.....

DETERMINATION OF ACCELERATED STORAGE-HARDENING

Sample from.....

Date	Sample No.	V_H	V_O	$\Delta V = V_H - V_O$

รายการเครื่องมือ วัสดุวิทยาศาสตร์ และสารเคมี
สำหรับใช้ในการทดสอบสมบัติต่างๆ ของตัวอย่างยางแท่งเอสทีอาร์

การเตรียมตัวอย่าง

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill) เป็นเครื่องบดที่มีลูกกลิ้ง 2 ลูก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว วางเรียงขนานกัน ลูกกลิ้งทั้งสองหมุนด้วยความเร็วในอัตราส่วน 1:1.1 - 1:1.5 (ลูกกลิ้งตัวหน้า : ลูกกลิ้งตัวหลัง) และลูกกลิ้งตัวหลังหมุนด้วยความเร็ว 31 รอบต่อนาที
2. กะบะสเตนเลสแบ่งเป็นช่องๆ
3. กรรไกร
4. แผ่นตะกั่ว
5. เวอร์เนียคาลิปเปอร์
6. ถุงพลาสติกพอลิเอทธิลีน

การทดสอบปริมาณสิ่งสกปรก

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill)
2. ขวดแก้วรูปชมพู่ (conical flask) ขนาด 500 มล. และ 1000 มล.
3. เทอร์โมมิเตอร์ ช่วง 100°C - 200°C
4. ตัวกรอง (sieve)

   ตัวกรองทำด้วยเหล็กสเตนเลส รูปทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มม. หนา 2 มม. - 3 มม. สูง 13 มม. มีแผ่นตะแกรงขนาด 325 เมช หรือ 44 ไมครอน บัดกรีติดกับตัวกรองด้านหนึ่ง ตัวกรองรวมแผ่นตะแกรงมีน้ำหนักประมาณ 15 กรัม
5. เครื่องชั่งแบบวิเคราะห์ ชนิดอ่านได้ละเอียด 0.0001 กรัม
6. ตู้อบ อุณหภูมิ 0°C - 200°C
7. ตู้อบสำหรับอุปกรณ์เครื่องแก้ว
8. เตาสำหรับต้ม ซึ่งควบคุมอุณหภูมิได้ 140°C
9. กรวยสำหรับกรอง ลักษณะเป็นกรวย 2 ชั้น ทำด้วยทองเหลือง
10. ถาดกลมมีขอบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 ซม. บุด้วยแผ่นตะแกรงขนาด 80 เมช
11. โถแก้วดูดความชื้น (desiccator) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 ซม. - 30 ซม.

12. อุปกรณ์สำหรับหยดสารเคมีเร่งการละลายยาง เช่น ปิเปต ดิสเพนเซอร์ (dispenser) บิวเรตอัตโนมัติ
13. เตาไฟฟ้า (hot plate) ขนาด 1500 วัตต์
14. คีมสำหรับจับขวดแก้วรูปชมพู่
15. ขวดฉีด (washing bottle) ขนาด 500 มล.
16. ชุดขาตั้งยึดกรวยสำหรับกรอง
17. กรวยพลาสติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 ซม.
18. กระดาษกรองเบอร์ 1
19. เครื่องทำความสะอาดตัวกรอง (ultrasonic cleaning kit)

สารเคมี

1. น้ำมันสน (mineral turpentine, high aromatic white spirit) มีจุดเดือด 155°C - 195°C
2. สารเคมีเร่งการละลายยาง (rubber peptising agent)

การทดสอบปริมาณเถ้า

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งแบบวิเคราะห์ ชนิดอ่านได้ละเอียด 0.0001 กรัม
2. เตาเผาอุณหภูมิสูง (muffle furnace)
3. โถแก้วดูดความชื้น (desiccator) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 ซม.-30 ซม.
4. ถ้วยทนความร้อน (silica crucible) ขนาด 50 มล.
5. คีม (tong) ยาว 18 นิ้ว
6. กระดาษกรองชนิดไร้เถ้า (ashless) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.5 ซม.

การทดสอบปริมาณสิ่งระเหย

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งชนิดอ่านได้ละเอียด 0.001 กรัม
2. เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill)
3. ตู้อบอุณหภูมิ 0°C - 200°C
4. ถุงพลาสติกพอลิเอทธิลีน ขนาดประมาณกว้าง 4 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว หนา 0.06 มม.
5. ถาดอลูมิเนียม ขนาดประมาณกว้าง 6.5 นิ้ว ยาว 14 นิ้ว สูง 1.5 นิ้ว บุด้วยตะแกรงขนาด 7 เมช
6. ที่แขวนถุงพลาสติกพร้อมที่หนีบ

การทดสอบปริมาณไนโตรเจน

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งแบบวิเคราะห์ ชนิดอ่านได้ละเอียด 0.0001 กรัม
2. ขวดแก้วสำหรับย่อยสลายแบบ micro-kjeldahl ขนาด 30 มล.
3. ชุดกลั่นแบบ micro-kjeldahl พร้อมอุปกรณ์
4. เครื่องย่อยสลายแบบ 12 หลุม
5. เครื่องกลั่นน้ำ พร้อมเครื่องกรองน้ำ
6. บิวเรต ขนาด 50 มล. พร้อมอุปกรณ์
7. คีม (tong) ชนิดสั้น
8. สายยางชนิดทนความร้อน กรด ด่าง
9. ขวดแก้วบอกปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 100 มล. 250 มล. 500 มล. และ 1000 มล.
10. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 10 มล. และ 100 มล.
11. ปิเปต ขนาด 1 มล. 5 มล. 10 มล. และ 25 มล.
12. ขวดแก้วรูปชมพู่ (conical flask) ขนาด 125 มล.
13. ลูกยางสำหรับดูด
14. บีกเกอร์ ขนาด 600 มล.
15. แท่งแก้วตัน ยาว 8 นิ้ว
16. ช้อนตักสารเคมี
17. ขวดแก้วก้นแบน (boiling flask) ขนาด 2 ลิตร พร้อมจุกยาง
18. ขวดแก้วพร้อมอุปกรณ์สำหรับหยดสารเคมี
19. ขวดแก้วใส่สารเคมีชนิดปากกว้าง ขนาด 500 มล.
20. เตาไฟฟ้า (hot plate) ขนาด 1500 วัตต์
21. กรวยแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 ซม.
22. โถแก้วดูดความชื้น (desiccator) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 ซม. - 30 ซม.

สารเคมี

1. โพแทสเซียมซัลเฟตชนิดแห้ง (potassium sulphate anhydrous)
2. คอพเพอร์ซัลเฟตชนิดมีน้ำ 5 โมเลกุล (copper sulphate pentahydrate)
3. ผงซีลีเนียม (selenium powder)
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide)
5. กรดบอริก (boric acid)
6. เมทธิลเรด (methyl red)
7. เมทธิลีนบลู (methylene blue)

8. เอทธิลอัลกอฮอล์ (ethyl alcohol)
9. กรดกำมะถันชนิดเข้มข้น (concentrated sulphuric acid) ความหนาแน่น 1.83 กรัม/มล.
10. เมทธิลออเรนจ์ (methyl orange)
11. โซเดียมคาร์บอเนตชนิดแห้ง (sodium carbonate anhydrous)

การทดสอบดัชนีความอ่อนตัว

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill)
2. พลาสติมิเตอร์ แบบ Wallace (Wallace Rapid Plastimeter) พร้อมชุดให้ความร้อน
3. เครื่องตัดตัวอย่าง (Wallace punch)
4. เครื่องวัดความหนา (thickness gauge)
5. ตู้อบ (oven)
   5.1 ตู้อบ (laboratory oven) ตลอดเวลาการทดสอบต้องควบคุมอุณหภูมิที่ 140°C ± 0.5°C หรือ
   5.2 ตู้อบแบบ Wallace (Wallace PRI oven) ตลอดเวลาการทดสอบต้องควบคุมอุณหภูมิที่ 140°C ± 0.2°C

   ตู้อบทั้งสองชนิดต้องสามารถปรับอุณหภูมิได้รวดเร็ว คือ หลังจากใส่ตัวอย่างและปิดประตูตู้อบ อุณหภูมิต้องกลับไปอยู่ระดับเดิมภายในเวลา 6 นาที
6. กระดาษมวนบุหรี่ ชนิดฟอกแล้วและเคลือบกรด (Bleached, unglazed acid free tissue paper) มีความหนาประมาณ 0.04 มิลลิเมตร หรือมีน้ำหนักประมาณ 22 กรัม/ตารางเมตร

การทดสอบสี

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill)
2. เครื่องวัดความหนา (thickness gauge)
3. เครื่องตัดตัวอย่าง (Wallace punch)
4. เครื่องอัดไฮดรอลิก (hydraulic press)
5. แบบพิมพ์ (mould) สำหรับอัดตัวอย่าง ทำด้วยสเตนเลสหรืออลูมิเนียมหนา 1.6 มม. ± 0.5 มม. และมีช่องสำหรับใส่ตัวอย่าง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 มม. จำนวน 8 ช่อง มีแผ่นสเตนเลสหรืออลูมิเนียมความหนาเท่ากัน 2 แผ่น ประกบแบบพิมพ์

6. กล่องสำหรับใช้เทียบสี
7. สีมาตรฐาน Lovibond Comparator Discs "Rubber Latex Colours Amber Units" ซึ่งประกอบด้วย No 4/19 A สี 1-5 หน่วย แต่ละหน่วยต่างกัน 0.5 หน่วย และ No 4/19 B สี 5-16 หน่วย แต่ละหน่วยต่างกัน 1 หน่วย
8. แผ่นฟิล์มพอลิเอสเตอร์หรือเซลลูโลส ชนิดแผ่นใสหนา 0.025 มม.

การทดสอบความหนืด

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. เครื่องวัดความหนืดแบบ Mooney (Mooney Viscometer)

การทดสอบสมบัติการคงรูป

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. เครื่องบดสองลูกกลิ้ง (two-roll mill) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว อัตราส่วนความเร็วลูกกลิ้งหน้าต่อลูกกลิ้งหลังเป็น 1:1.1-1:1.5 และความเร็วลูกกลิ้งตัวหลัง 31 รอบต่อนาที
2. เครื่องมือทดสอบเวลาและลักษณะการคงรูป (rheometer)
3. มีด (roll knife)

สารเคมี

1. ซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide)
2. กำมะถัน (sulphur)
3. กรดสเตียริก (stearic acid)
4. เขม่าดำ เอชเอเอฟ (carbon black HAF)
5. เอ็มบีที (2-mercaptobenzthiazole, MBT)
6. ทีบีบีเอส (N-tert-butyl-2-benzthiazylsulphenamide, TBBS)

การทดสอบปริมาณสารที่ถูกสกัดด้วยอะซิโตน

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill)
2. ชุดสกัดแบบ Soxhlet (Soxhlet extraction apparatus) ซึ่งสามารถสกัดได้ 80 ครั้ง ในระยะเวลา 16 ชั่วโมง $\pm$ 0.5 ชั่วโมง

3. เตาควบคุมอุณหภูมิ หรืออ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
4. เครื่องชั่งแบบวิเคราะห์ ชนิดอ่านได้ละเอียด 0.0001 กรัม
5. ขวดแก้วก้นกลม (round bottom flask) ขนาด 150 มล.
6. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 100 มล.
7. กระดาษกรองเบอร์ 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.5 ซม.
8. ตู้อบ อุณหภูมิ 0°C - 200°C
9. โถแก้วดูดความชื้น (desiccator) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 ซม. - 30 ซม.
10. หลอดใส่ตัวอย่าง (thimble)

สารเคมี

1. อะซิโตน (acetone)

การทดสอบการเพิ่มความแข็งระหว่างการเก็บ

วิธีวอลเลส

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill)
2. พลาสติมิเตอร์ แบบ Wallace (Wallace Rapid Plastimeter) พร้อมชุดให้ความร้อน
3. เครื่องตัดตัวอย่าง (Wallace punch)
4. เครื่องวัดความหนา (thickness guage)
5. ตู้อบ (laboratory oven) อุณหภูมิ 0°C - 200°C
6. ขวดชั่ง เส้นผ่าศูนย์กลาง 46 มม. สูง 49 มม.
7. ที่วางชิ้นตัวอย่าง ทำจากแผ่นกรองสเตนเลส เบอร์ 40 เมช
8. คีม (tong) ชนิดสั้น
9. ช้อนตักสารเคมี ที่ทนการกัดกร่อนของฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์
10. สารหล่อลื่นสำหรับผนึกขวดชั่ง
11. กระดาษมวนบุหรี่ ชนิดฟอกแล้วและเคลือบกรด (Bleached, unglazed acid free tissue paper) มีความหนาประมาณ 0.04 มิลลิเมตร หรือมีน้ำหนักประมาณ 22 กรัม/ตารางเมตร

สารเคมี

1. ฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์ (phosphorus pentoxide)

วิธีมูนนี

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. เครื่องวัดความหนืดแบบมูนนี (Mooney viscometer)
2. ตู้อบ (laboratory oven) อุณหภูมิ 0 °C - 200 °C ขนาดใหญ่ สำหรับบรรจุโถแก้วดูดความชื้นระบบสุญญากาศ (vacuum pump) แบบ BLWA
3. ปั๊มสุญญากาศ (high vacuum pump)
4. โถแก้วดูดความชื้นระบบสุญญากาศ แบบ BLWA
5. เทอร์โมมิเตอร์ช่วง 0 °C - 110 °C
6. กระติกน้ำแข็ง (themos flask)
7. ชุดตักจับความชื้น
8. สารหล่อลื่นใช้กับระบบสุญญากาศ
9. น้ำแข็งแห้งหรือน้ำแข็งผสมเกลือแกง (อิ่มตัว)

สารเคมี

1. ฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์ (phosphorus pentoxide)
2. เมทธานอล (methanol) ใช้ในอุตสาหกรรม

คณะทำงาน	นางสาววิภา	เศวตกนิษฐ์	ส่วนอุตสาหกรรมยาง
	นางสาวนุชนาฏ	ณ ระนอง	ส่วนอุตสาหกรรมยาง
	นางณพรัตน์	วิชิตชลชัย	ส่วนอุตสาหกรรมยาง
	นางกฤษณา	คงศิลป์	ศูนย์วิจัยยางสงขลา
	นางหรรษา	เอนกชัย	ศูนย์วิจัยยางสงขลา
	นางพรรษา	อดุลยธรรม	ศูนย์วิจัยยางสงขลา
	นางปรีดิ์เปรม	ทัศนกุล	ศูนย์วิจัยยางสงขลา
	นายมนัส	ลีเชวงวงศ์	ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี ส่วนการผลิตยาง

Standard Thai Rubber (STR) Scheme

Parameter	STR XL	STR 5	STR 5	STR 5 CV	STR 10	STR 10 CV	STR 20	STR 20 CV
	Latex		Latex / Sheets		Lump / Sheets			
Dirt retained on 44 μ aperture (max % wt.)	0.02	0.04	0.04	0.04	0.08	0.08	0.16	0.16
Ash (max % wt.)	0.40	0.40	0.60	0.60	0.60	0.60	0.80	0.80
Nitrogen (max % wt.)	0.50	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Volatile Matter* (max % wt.)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Initial Plasticity (Po) (min)	35	35	30	-	30	-	30	-
Plasticity Retention Index (PRI) (min)	60	60	60	60	50	50	40	40
Colour Lovibond Scale (individual value, max)	4.0	6.0	-	-	-	-	-	-
Mooney Viscosity ML (1+4) 100°C	-	-	-	**	-	**	**	**
Colour Coding Marker	bule	light green	light green	white on light green background	brown	white on brown background	red	white on red background

Note

Provision of Rheograph with basic cure data as consumer or ASC 1 based recipe will be offered as additional test

* ***Producer limit is not more then 0.50%***

** ***Producer limit of 70 (+7,-5), 60 (+7,-5) and 50 (+7,-5) for STR 5 CV ; 60 (+7,-5) for STR 10 CV and 65 (+7,-5) for STR 20 CV***