

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 วัสดุ

3.1.1 น้ำยางสด (Fresh Field Latex) มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวขุ่นข้น มีปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content, DRC) ประมาณ 35% ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids Content, TSC) ประมาณ 36% ได้จากสวนยางอำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี

3.1.2 เศษยางก้อน (Cup Lump) มีลักษณะเป็นก้อนยางกลม ซึ่งยางนี้จับตัวเองตามธรรมชาติ ได้จากสวนยางอำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี

3.1.3 ยางแผ่นแห้ง (Raw Rubber Sheet) มีลักษณะเป็นยางแผ่นที่ผ่านการจับตัวด้วยกรด และทำให้แห้งด้วยแสงแดด เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้าง x ยาวประมาณ 45 x 85 เซนติเมตร มีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 1.2 กิโลกรัมได้จากสวนยางอำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี

3.1.4 ยางแท่ง (Block Rubber) เกรด STR 5L มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยม ขนาด 67 x 33 x 17 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 33.33 กิโลกรัม ผลิตจากบริษัทถาวรอุตสาหกรรม จำกัด

3.1.5 กรดฟอร์มิก (Formic acid, HCOOH) มีลักษณะเป็นของเหลวใส มีความบริสุทธิ์ 94% น้ำหนักโมเลกุล 46.03 กรัม/โมล ผลิตโดยบริษัท BASF ประเทศเยอรมนี ใช้สำหรับจับตัวน้ำยางเตรียมในรูปสารละลายเข้มข้น 1.5 – 2.0% (v/v)

3.1.6 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH) มีลักษณะเป็นเกล็ดสีขาวขุ่น มีความบริสุทธิ์ 99.2 % น้ำหนักโมเลกุล 39.997 กรัม/โมล ผลิตโดยบริษัท J.T. Baker ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้สำหรับแช่ยาง เตรียมในรูปสารละลายเข้มข้น 0.5–5.0% (w/v)

3.1.7 โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide, KOH) มีลักษณะเป็นก้อนกลมแบน สีขาวขุ่น มีความบริสุทธิ์ 85.5% น้ำหนักโมเลกุล 56.109 กรัม/โมล ผลิตโดยบริษัท Caklo, Erba Reagents Co. Ltd., ประเทศฝรั่งเศส ใช้สำหรับแช่ยาง เตรียมในรูปสารละลายเข้มข้น 0.5–5.0% (w/v)

3.1.8 น้ำมันสน (Mineral turpentine) เป็นชนิด High Aromatic White Spirit มีลักษณะเป็นของเหลวใส มีจุดเดือด 140–220 °C ผลิตโดยบริษัท เมนทอลไทย จำกัด ใช้เป็นสารเคมีสำหรับทดสอบปริมาณสิ่งสกปรก

3.1.9 สารเคมีเร่งการละลายยาง (Rubber Peptising Agent) ชนิด Pepton 22 ลักษณะเป็นผงสีน้ำตาล มีความหนาแน่น 1.35 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ผลิตโดยบริษัท Swan Chemical ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้เป็นสารเคมีสำหรับทดสอบปริมาณสิ่งสกปรก

3.1.10 กรดบอริก (Boric acid, H_3BO_3) มีลักษณะเป็นของเหลวใส มีความบริสุทธิ์ 99.8% น้ำหนักโมเลกุล 61.83 กรัม/โมล ผลิตโดยบริษัท E. Merck Darmstadt ประเทศเยอรมนี ใช้สำหรับทดสอบปริมาณไนโตรเจน โดยเตรียมในรูปสารละลายเข้มข้น 4% (v/v)

3.1.11 กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid, H_2SO_4) มีลักษณะเป็นของเหลวใส มีความเข้มข้น 96% น้ำหนักโมเลกุล 98.08 กรัม /โมล จุดเดือด $330\text{ }^{\circ}\text{C}$ ความหนาแน่น 1.84 กรัม/มิลลิลิตร ผลิตโดยบริษัท Lab Scan Asia Ltd. ประเทศฝรั่งเศส ใช้สำหรับทดสอบปริมาณไนโตรเจน ใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน 0.1 และ 0.01 นอร์มอล

3.1.12 โพแทสเซียมซัลเฟต (Potassium sulphate anhydrous, K_2SO_4) มีลักษณะเป็นผงสีขาว ผลิตโดยบริษัท E. Merck Darmstadt ประเทศเยอรมนี ใช้เป็นส่วนผสมในสารตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อทดสอบปริมาณไนโตรเจน

3.1.13 คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulphate pentahydrous, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$) มีลักษณะเป็นผงสีฟ้า ผลิตโดยบริษัท Ferak ประเทศเยอรมนี ใช้เป็นส่วนผสมในสารตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อทดสอบปริมาณไนโตรเจน

3.1.14 ซีลีเนียม (Selenium, Se) มีลักษณะเป็นผงสีเทา ผลิตโดยบริษัท Fluka Chemie ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ใช้เป็นส่วนผสมในสารตัวเร่งปฏิกิริยาใช้สำหรับทดสอบปริมาณไนโตรเจน

3.1.15 เมธิลเรด (Methyl red) มีลักษณะเป็นของเหลวสีแดง ผลิตโดยบริษัท Fluka Chemie ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ใช้เป็นส่วนผสมในอินดิเคเตอร์ผสม สำหรับทดสอบปริมาณไนโตรเจน

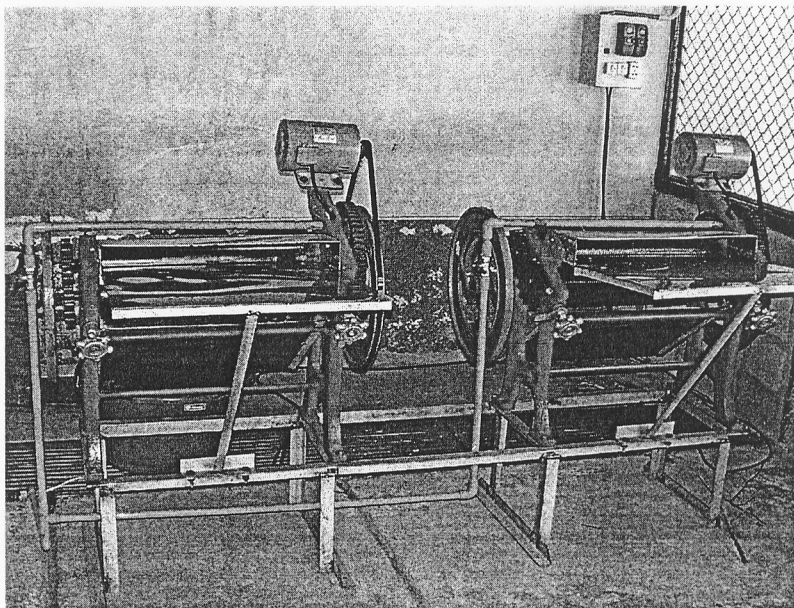
3.1.16 เมธิลีนบลู (Methylene blue) มีลักษณะเป็นของเหลวสีฟ้า ผลิตโดยบริษัท Fluka Chemie ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ใช้เป็นส่วนผสมในอินดิเคเตอร์ผสม สำหรับทดสอบปริมาณไนโตรเจน

3.1.17 โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate, Na_2CO_3) มีลักษณะเป็นผงสีขาว มีน้ำหนักโมเลกุล 105.98 กรัม/โมล ผลิตโดยบริษัท J.T. Baker ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน 0.1 นอร์มอล สำหรับทดสอบปริมาณไนโตรเจน

3.2 อุปกรณ์

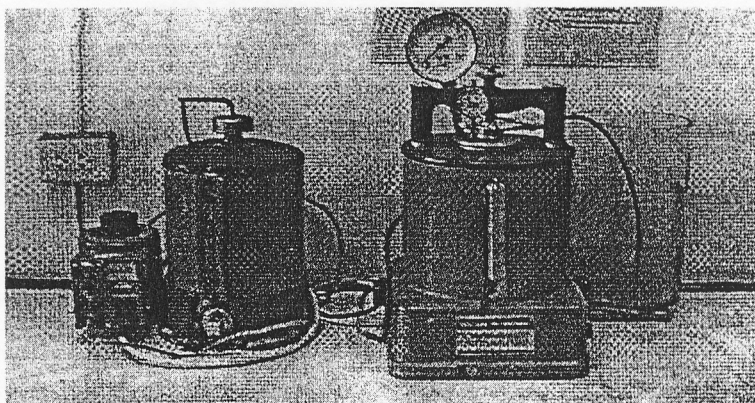
3.2.1 เครื่องรีดยางแผ่น ประกอบด้วยลูกกลิ้ง 2 ชุด ลูกกลิ้งสองลูกหมุนเข้าหากัน โดยชุดแรก ลูกกลิ้งจะเรียบไม่มีลาย ส่วนอีกชุดหนึ่งลูกกลิ้งจะมีลายนูน โดยการผ่านยางเข้าไปในช่องว่างระหว่าง

ลูกกลิ้ง ใช้สำหรับกำจัดสิ่งสกปรกที่มีในยางดิบ มีระบบฉีดน้ำเพื่อช่วยชะล้างสิ่งสกปรกให้หลุดออกจากยาง ลักษณะของเครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.1



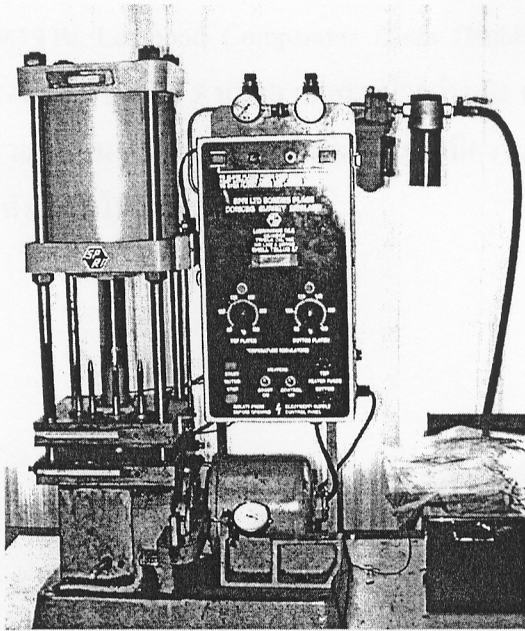
รูปที่ 3.1 เครื่องรีดยางแผ่น

3.2.2 เครื่องวัดความอ่อนตัวของยาง (Wallace Rapid Plastimeter) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความนุ่มและดัชนีความอ่อนตัวของยาง โดยใช้หลักการอัดยางที่มีปริมาตรแน่นอนไว้ในแผ่นอัดแบนทั้งสองแผ่น ด้วยความดันไอน้ำระหว่าง 0.5-1.0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 100 °C มีตัวควบคุมความดันไอน้ำด้วยเครื่อง Slide Regulator ผลิตโดยบริษัท H.W. Wallace & Co., Ltd. ประเทศอังกฤษ ลักษณะเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 เครื่องวัดความอ่อนตัวของยาง

3.2.3 เครื่องวัดความหนืดแบบมูนนี่ (Mooney Viscometer) รุ่น AC/684/ FD เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความหนืดของยาง ใช้ระบบปิด - เปิดด้วยลม สามารถตั้งอุณหภูมิการทดสอบได้ตั้งแต่ 80 - 180 °C งานโลหะมี 2 ขนาดคือ ขนาดใหญ่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38.01 ± 0.01 มิลลิเมตรหนา 5.54 ± 0.03 มิลลิเมตร ขนาดเล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30.48 ± 0.03 มิลลิเมตร ห่องใส่ยางมีขนาด 50.0 ± 0.13 มิลลิเมตร ลึก 10.62 ± 0.03 มิลลิเมตร หมุนด้วยความเร็ว 2 รอบต่อนาที อุณหภูมิของห้องเสื่อสามารถควบคุมได้โดยระบบไฟฟ้า แรงที่ปิดห้องเสื่อเท่ากับ 11,500 ± 0.5 กิโลนิวตัน ผลิตโดยบริษัท SPRI Co., Ltd. ประเทศอังกฤษ ลักษณะของเครื่องดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 เครื่องวัดความหนืดมูนนี่

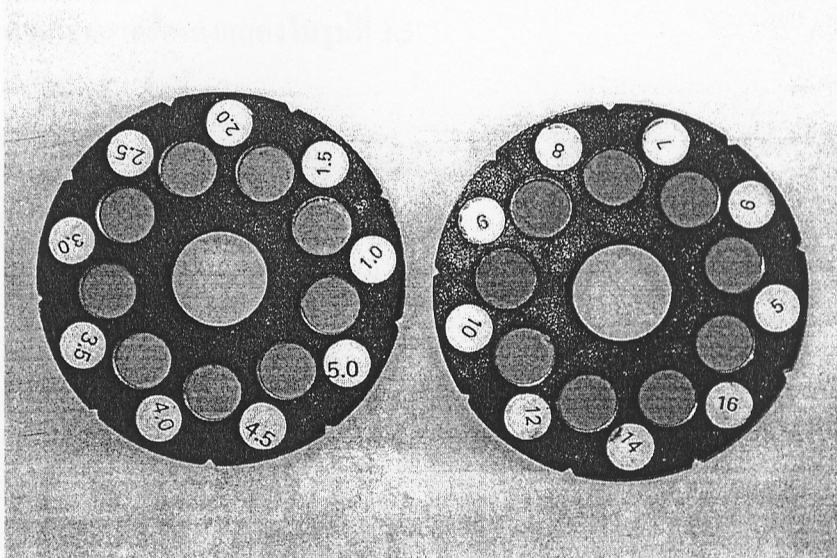
3.2.4 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Electronic Balance) ชั่งได้ถูกต้องถึง 0.0001 กรัม และสามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 120.0000 กรัม ยี่ห้อ LIBBOR รุ่น AEG - 120 ผลิตโดยบริษัท Shimadzu ประเทศญี่ปุ่น

3.2.5 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Electronic Balance) ชั่งได้ถูกต้องถึง 0.01 กรัม น้ำหนักที่ชั่งได้สูงสุด 5,000.00 กรัม รุ่น Vibra ผลิตโดยบริษัท Shinko Denshi ประเทศญี่ปุ่น

3.2.6 เครื่องบดผสมยางสองลูกกลิ้ง (Two Roll Mill) ประกอบด้วยลูกกลิ้ง 2 ลูก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว ความยาว 12 นิ้ว อัตราส่วนความเร็วของผิวลูกกลิ้งหน้าต่อลูกกลิ้งหลังเท่ากับ 1 : 1.25 ผลิตโดยบริษัท ชัยเจริญการช่าง จำกัด

3.2.7 อุปกรณ์สำหรับแช่ยาง ถึงพลาสติกรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีฝาปิด ขนาดประมาณ 70 x 50 x 50 เซนติเมตร

3.2.8 อุปกรณ์ทดสอบสียาง Lovibond ซึ่งเป็นแบบพิมพ์ (Mould) สำหรับอัดตัวอย่าง ทำด้วยสแตนเลสหรืออลูมิเนียมหนา 1.6 +/- 0.2 มิลลิเมตร และมีช่องสำหรับใส่ตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 มิลลิเมตร จำนวน 8 ช่อง มีแผ่นด้วยสแตนเลสหรืออลูมิเนียมความหนาเท่ากัน 2 แผ่น ประกอบแบบพิมพ์ 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 เป็นแผ่นสีมาตรฐานมีความเข้มสีตั้งแต่ 1 - 16 ใช้เทียบสีกับยางตัวอย่าง ลักษณะดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ทดสอบสี Lovibond

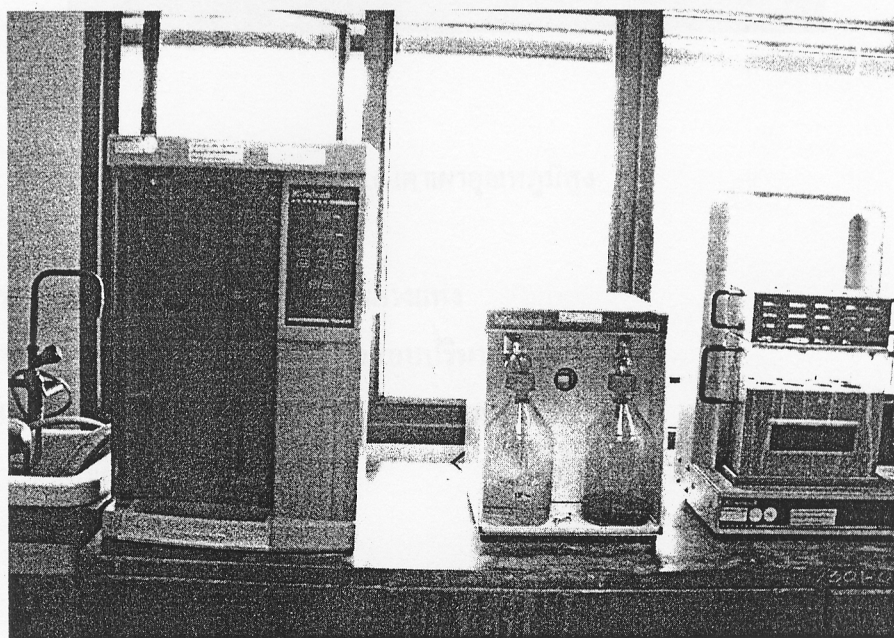
3.2.9 ไมโครมิเตอร์ (Micrometer) วัดได้ละเอียดถูกต้อง 0.01 มิลลิเมตร รุ่น SM-112 ผลิตโดยบริษัท Mitutoyo Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น ใช้สำหรับวัดความหนาของแผ่นยาง

3.2.10 เครื่องตัดเศษวัสดุยางให้เป็นเส้น มีช่องระหว่างใบมีด 4.5 มิลลิเมตร ใช้มอเตอร์ 3 แรงม้า มีความเร็วรอบ 1,420 รอบต่อนาที ใช้ในการตัดยางแผ่นดิบให้เป็นเส้นที่มีความกว้างขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร สร้างขึ้นโดยภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

3.2.11 เครื่องตัดเส้นเศษยางวัสดุยางให้เป็นเม็ด ใช้มอเตอร์มีความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที มีช่องว่างระหว่างฟันโลหะ 9.5 มิลลิเมตร ใช้ในการตัดยางแผ่นดิบให้เป็นรูปร่างเป็นเม็ดเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 0.1 – 0.2 เซนติเมตร สร้างขึ้นโดยภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

3.2.12 ตู้อบอากาศร้อน (Hot Air Oven) รุ่น ULM500 ขนาดภายนอก 70 x 54 x 75 เซนติเมตร ขนาดภายใน 58 x 40 x 50 เซนติเมตร ปรับอุณหภูมิได้สูงสุด 250 °C มีพัดลมเป่าภายในเพื่อรักษาอุณหภูมิให้คงที่ และตั้งเวลาในการปิดได้นาน 24 ชั่วโมง ผลิตโดยบริษัท Memmert GmbH ประเทศเยอรมนี

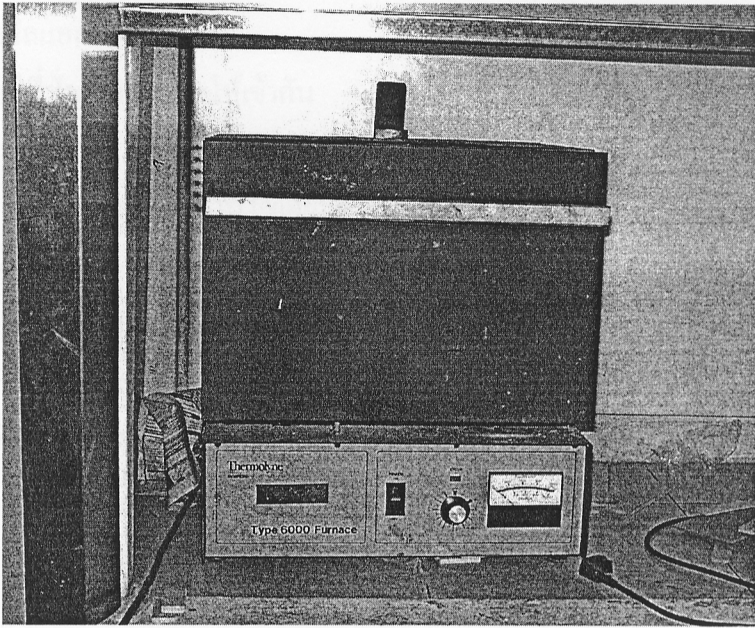
3.2.13 เครื่องหาปริมาณไนโตรเจน ชนิด Kjeldalherm Digestion Block รุ่น KB อุณหภูมิการย่อย 380-400 °C ผลิตโดยบริษัท Gerhardt Co., Ltd. ประเทศเยอรมนี เป็นอุปกรณ์สำหรับหาปริมาณไนโตรเจน ลักษณะเครื่องดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 เครื่องหาปริมาณไนโตรเจน

3.2.14 โถแก้วดูดความชื้น (Desicator) พร้อมซิลิกาเจล (Silica Gel) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ความสูง 32 เซนติเมตร ใช้สำหรับทำให้ตัวอย่างแห้ง

3.2.15 เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle Furnace) ปรับอุณหภูมิตั้งแต่ 0 – 1200 °C รุ่น 6000 Furnace ผลิตโดยบริษัท บริษัท Barnstead Thermolyne Co., Ltd. ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้สำหรับทดสอบ ปริมาณเถ้าในยาง ลักษณะเครื่องดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 เตาเผาอุณหภูมิสูง

3.3 วิธีการเตรียมสารเคมีและวิธีการเตรียมยางแห้ง

3.3.1 การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบปริมาณไนโตรเจน

3.3.1.1 สารเร่งปฏิกิริยา (Catalyst mixture) เตรียมได้ดังนี้ คือ

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)
โพแตสเซียมซัลเฟตชนิดแห้ง	150
คอปเปอร์ซัลเฟต	20
ผงซิลิเนียม	10

นำสารเคมีที่ซั่งแล้วมาผสมให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ

3.3.1.2 อินดิเคเตอร์ผสม (Mix Indicator) เตรียมในรูปสารละลาย 0.15% โดยใช้สูตรดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)
เมทิลเรด	0.10
เมทิลีนบลู	0.05
เอทิลแอลกอฮอล์	99.85

นำสารเคมีที่ซั่งแล้วมาผสมให้เข้ากัน

3.3.1.3 สารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนต เตรียมในรูปสารละลาย 0.1 นอร์มอล โดยเตรียมได้ดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณที่ใช้
โซเดียมคาร์บอเนต	5.2990 กรัม
เติมน้ำกลั่นจนได้	1,000 มิลลิลิตร

นำมาผสมให้เข้ากันในขวดวัดปริมาตร โดยการเขย่าหลาย ๆ ครั้ง

3.3.1.4 สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก เตรียมในรูปสารละลาย 0.1 นอร์มอล เตรียมได้ดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณที่ใช้ (มิลลิลิตร)
กรดซัลฟูริก	2.8
เติมน้ำกลั่นจนได้	1,000.0

นำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนโดยไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนต 0.1 นอร์มอล โดยใช้เมทิลออเรนจ์เป็นอินดิเคเตอร์ ซึ่งสารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนตจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีชมพู

3.3.1.5 สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก เตรียมในรูปสารละลาย 0.01 นอร์มอล เตรียมได้ดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณที่ใช้ (มิลลิลิตร)
สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก 0.1 นอร์มอล	100
เติมน้ำกลั่นจนได้	1,000

นำมาผสมให้เข้ากันในขวดวัดปริมาตร โดยการเขย่าหลาย ๆ ครั้ง

3.3.1.6 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เตรียมในรูปสารละลายเข้มข้น 40% โดยน้ำหนักเตรียมได้ดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)
โซเดียมไฮดรอกไซด์	400
เติมน้ำกลั่นจนได้	1,000

นำสารละลายมาคนให้เข้ากันโดยใช้ความร้อนช่วยในการละลาย

3.3.1.7 สารละลายกรดบอริก เตรียมในรูปสารละลายเข้มข้น 4% โดยน้ำหนักเตรียมได้ดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)
กรดบอริก	40.0
เติมน้ำกลั่นจนได้	1,000.0

นำสารละลายมาคนให้เข้ากันโดยใช้ความร้อนช่วยในการละลาย

3.3.2 การเตรียมสารละลายต่างสำหรับแช่ยาง

ค่าที่ใช้มี 2 ชนิด คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ และ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งจะมีวิธีการเตรียมดังต่อไปนี้

3.3.2.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 และ 5.0% เตรียมได้ดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณที่ใช้
โซเดียมไฮดรอกไซด์	75.0, 150.0, 300.0, 450.0, 750.0 กรัม
เติมน้ำกลั่นจนได้	15,000 มิลลิลิตร

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ตามน้ำหนักที่กำหนด เติมนลงในน้ำกลั่น กวนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกันเป็นสารละลายใส

3.3.2.2 สารละลายโพแตสเซียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 และ 5.0% เตรียมได้ดังนี้

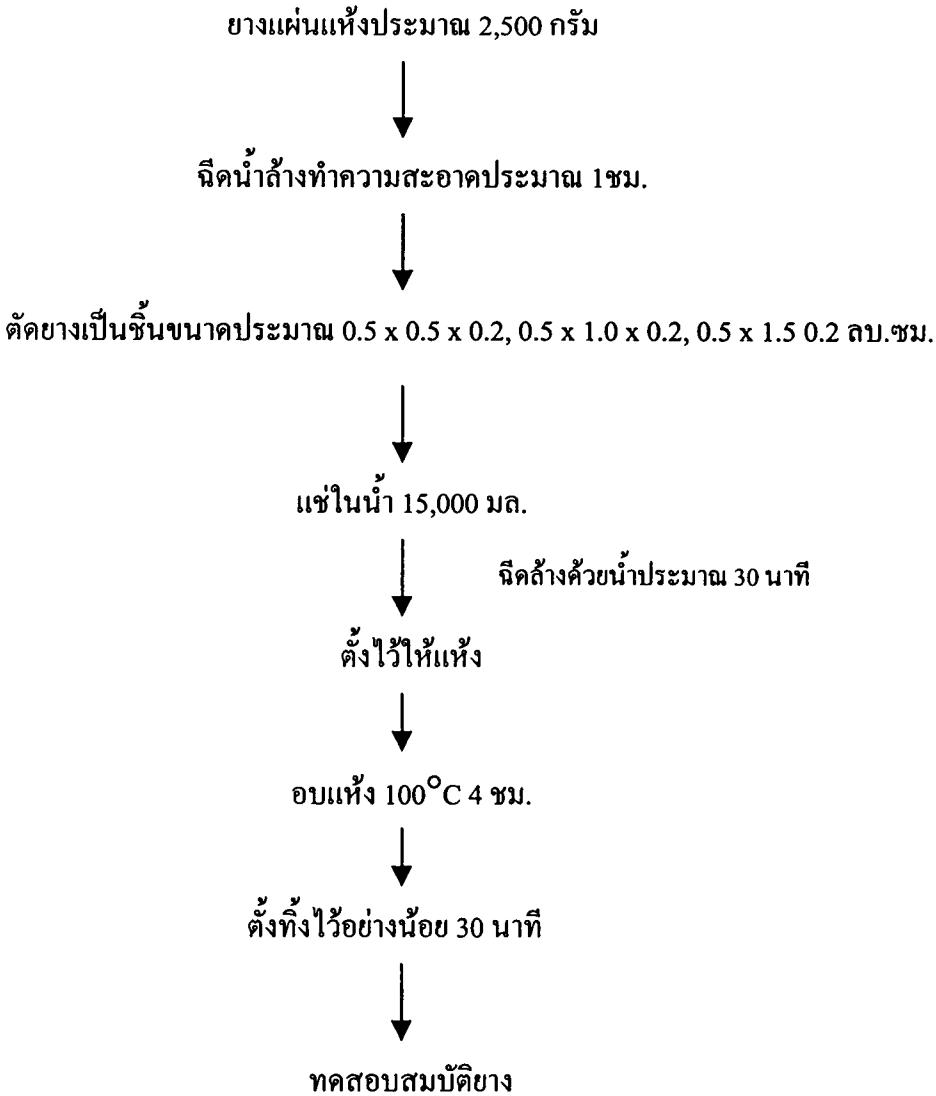
ชนิดของสารเคมี	ปริมาณที่ใช้
โพแตสเซียมไฮดรอกไซด์	75.0, 150.0, 300.0, 450.0, 750.0 กรัม
เติมน้ำกลั่นจนได้	15,000 มิลลิลิตร
ชั่งโพแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ตามน้ำหนักที่กำหนด เติมนลงในน้ำกลั่น กวณจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกันเป็นสารละลายใส	

3.3.3 วิธีการเตรียมยางแท่ง

ในการทดลองนี้ใช้วัตถุดิบ 3 ชนิดในการเตรียมยางแท่ง คือ ยางแผ่นดิบแห้ง เศษยางก้อนและน้ำยางสด โดยมีรายละเอียดของการเตรียมยางแท่งจากยางชนิดต่าง ๆ ดังนี้

3.3.3.1 การเตรียมยางแท่งจากยางแผ่นดิบแห้ง

โดยนำยางแผ่นดิบแห้งมาฉีคน้ำล้างทำความสะอาดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นตัดยางเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ $0.5 \times 0.5 \times 0.2$, $0.5 \times 1.0 \times 0.2$ และ $0.5 \times 1.5 \times 0.2$ ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยมีค่าแปรปรวน ± 0.1 เซนติเมตร ด้วยเครื่องมือตัดยาง นำไปแช่น้ำ จากนั้นฉีคน้ำล้างประมาณ 30 นาที ตั้งไว้ให้แห้งนำไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่ออบเสร็จแล้วตั้งไว้ 30 นาที ก่อนนำไปทดสอบหาปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณเถ้า ปริมาณสิ่งระเหย ปริมาณไนโตรเจน ความหนืดมูนิ ความอ่อนตัวเริ่มต้น คำนวณความอ่อนตัวในยาง และความชื้นสีตามหัวข้อ 3.5.2 – 3.5.8 ขั้นตอนการเตรียมยางแท่งจากยางแผ่นแห้งแสดงดังรูปที่ 3.7

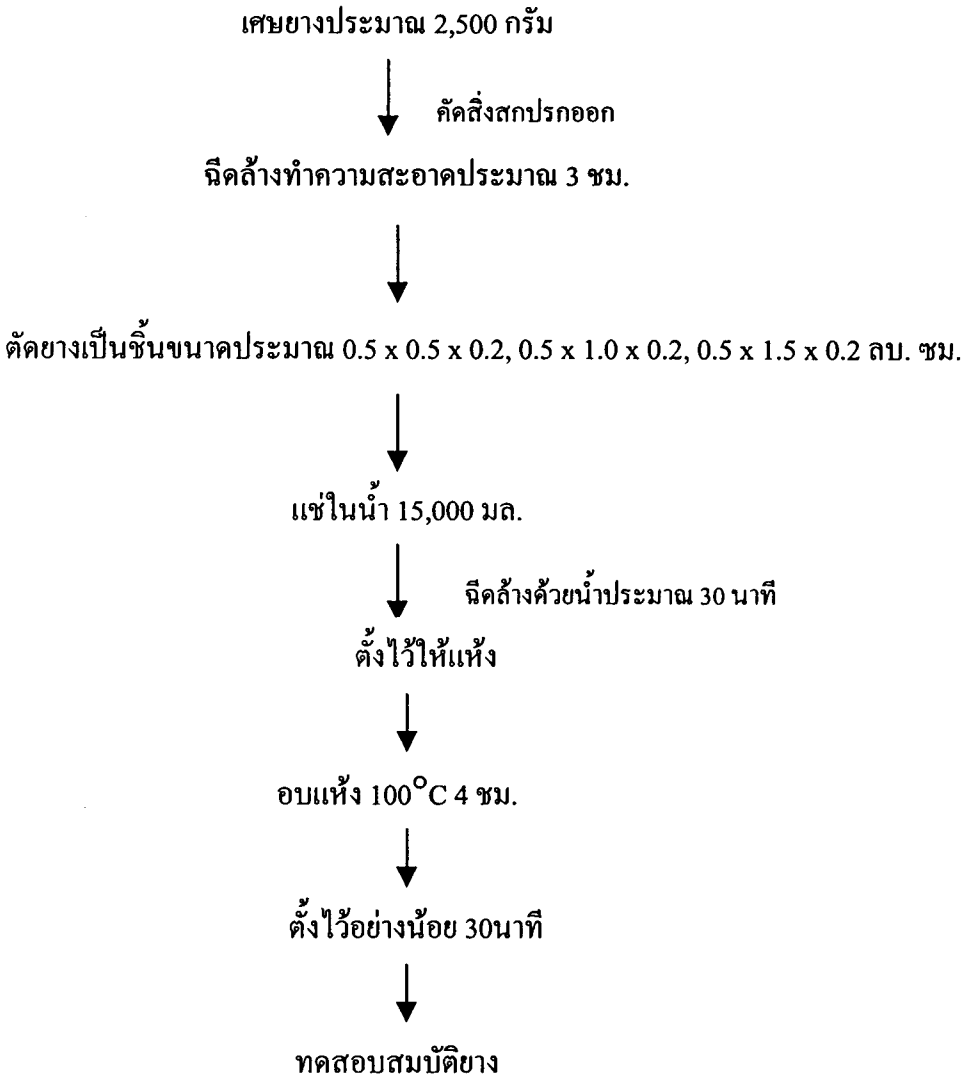


รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการเตรียมยางแท่งจากยางแผ่นแห้ง

3.3.3.2 การเตรียมยางแท่งจากเศษยางก้อน

โดยนำเศษยางก้อนมาคัดสิ่งสกปรกที่เห็นด้วยตาเช่น เปลือกไม้ ดิน ออกให้หมด ล้างทำความสะอาดโดยการฉีดน้ำชะล้างประมาณ 3 ชั่วโมง และตัดยางก้อนเป็นชิ้นขนาดประมาณ 0.5 x 0.5 x 0.2 , 0.5 x 1.0 x 0.2 และ 0.5 x 1.5 x 0.2 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำมาแช่ในน้ำ 15,000 มิลลิลิตร จากนั้นฉีดน้ำล้างประมาณ 30 นาที ตั้งไว้ให้แห้ง นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 ° C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่ออบเสร็จแล้วตั้งไว้ 30 นาที ก่อนนำไปทดสอบหาปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณเก่า ปริมาณ

สิ่งระเหย ปริมาณไนโตรเจน ความหนืดมูนี้ ความอ่อนตัวเริ่มต้น คำนีความอ่อนตัวในยาง และความเข้มสี ตามหัวข้อ 3.5.2 – 3.5.8 ขั้นตอนการเตรียมยางแท่งจากยางแผ่นแห้งแสดงดังรูปที่ 3.8

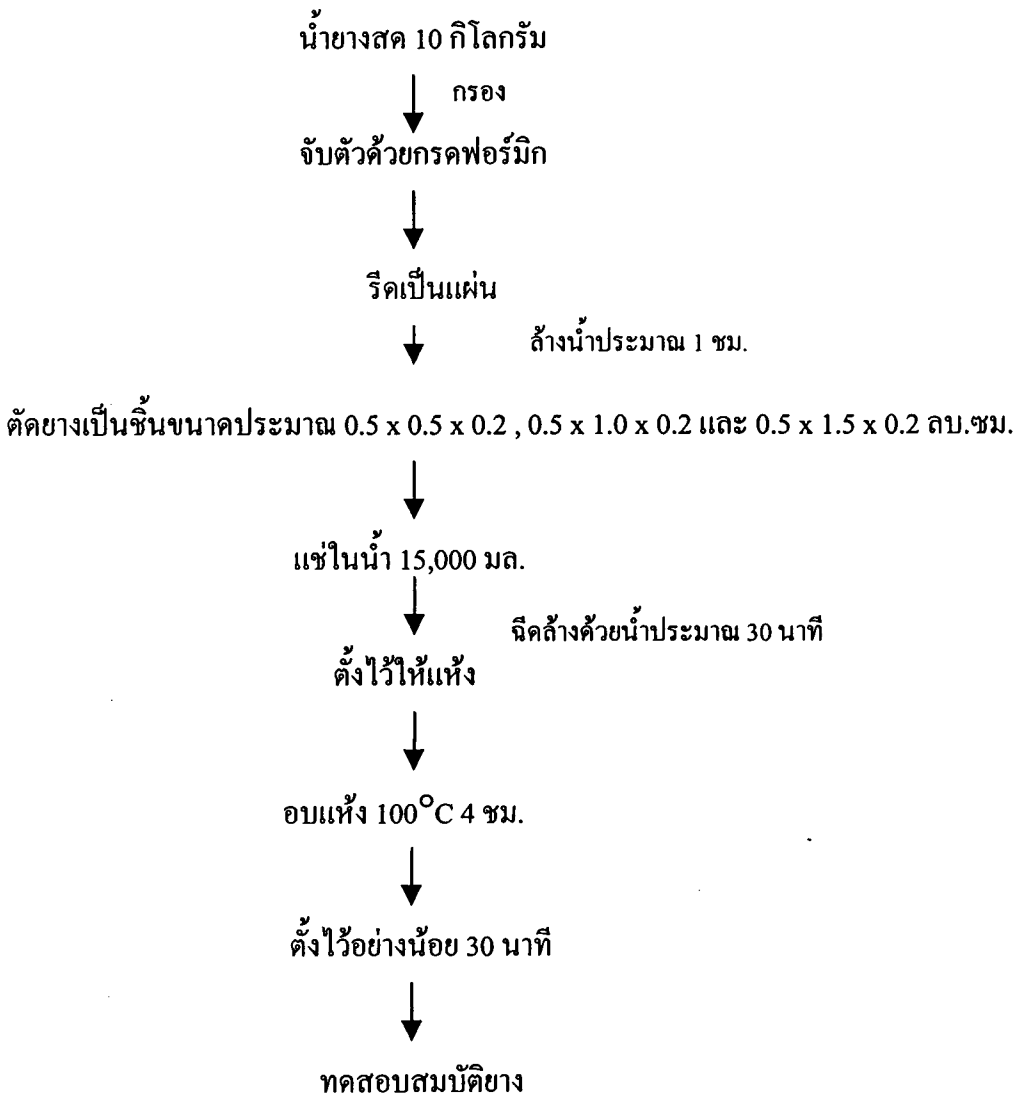


รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการเตรียมยางแท่งจากเศษยางก้อน

3.3.3.3 การเตรียมยางแท่งจากน้ำยางสด

โดยนำน้ำยางสดปริมาณ 10 กิโลกรัม นำมากรองสิ่งสกปรก และปรับความเข้มข้นของน้ำยางสดให้อยู่ในช่วงประมาณ 15 - 20% โดยการเติมน้ำ จากนั้นจับตัวน้ำยางสดด้วยกรดฟอรั่มิกเข้มข้น 3% โดยเติมกรดลงไปปริมาณ 0.03 - 0.10% โดยน้ำหนักของเนื้อยางแห้ง ทำการกวนน้ำ

ยางสดเพื่อให้กรดฟอร์มิคเกิดการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ทิ้งไว้ให้ยางเกิดการจับตัว รีดยางให้เป็นแผ่นหนาประมาณ 0.2 เซนติเมตร ล้างทำความสะอาดยางในน้ำไหลประมาณ 1 ชั่วโมง ตัดและย่อยยางให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด $0.5 \times 0.5 \times 0.2$, $0.5 \times 1.0 \times 0.2$ และ $0.5 \times 1.5 \times 0.2$ เซนติเมตร นำไปแช่ในน้ำ จากนั้นฉีดน้ำล้างประมาณ 30 นาที ตั้งไว้ให้แห้ง นำไปอบอุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่ออบเสร็จแล้วตั้งไว้อย่างน้อย 30 นาที ก่อนนำไปทดสอบหาปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณเถ้า ปริมาณสิ่งระเหย ปริมาณไนโตรเจน ความหนืดมูนิ ความอ่อนตัวเริ่มต้น ดัชนีความอ่อนตัวในยาง และความเข้มข้น ตามหัวข้อ 3.5.2 – 3.5.8 ขั้นตอนการเตรียมยางแท่งจากน้ำยางสดดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการเตรียมยางแท่งจากน้ำยางสด

3.4 วิธีดำเนินการ

การทดลองที่สำคัญโดยสรุป มีดังนี้ เตรียมยางแท่ง ตามหัวข้อ 3.3.3 โดยในระหว่างขั้นตอนการเตรียมยางแท่งจะมีการแช่ยางในน้ำหรือสารละลายต่าง โดยในขั้นตอนการแช่ยางในน้ำจะมีการศึกษาอิทธิพลของขนาดของยาง อิทธิพลของเวลาที่แช่ยาง อิทธิพลของอุณหภูมิที่อบยาง และอิทธิพลของชนิดของยาง ส่วนในขั้นตอนการแช่ยางในสารละลายต่าง ซึ่งจะมีการศึกษาอิทธิพลของชนิดสารละลายต่าง อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายต่าง และอิทธิพลของเวลาที่แช่ยางดิบ จากนั้นจึงนำยางที่ได้ไปทดสอบหาปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณเถ้า ปริมาณสิ่งระเหย ปริมาณไนโตรเจน ความหนืดมูนิ ความอ่อนตัวเริ่มต้น ดัชนีความอ่อนตัวในยาง และความแข็งซี ตามหัวข้อ 3.5.2 – 3.5.8 รายละเอียดของขั้นตอนการทดลองต่าง ๆ มีดังนี้

3.4.1 ปัจจัยที่มีผลการแช่ยางดิบในน้ำต่อสมบัติของยางแท่ง

เตรียมยางแท่งตามหัวข้อ 3.3.3 โดยใช้ น้ำเป็นตัวกลางในการแช่ยาง พร้อมทั้งศึกษาอิทธิพลของขนาดของยางดิบ อิทธิพลของเวลาที่แช่ยางดิบ อิทธิพลของอุณหภูมิที่อบยางดิบ และศึกษาอิทธิพลของชนิดของยางดิบ ที่มีผลต่อสมบัติของยางแท่งที่เตรียมได้ดังนี้

3.4.1.1 อิทธิพลของขนาดของยางดิบ

ศึกษาอิทธิพลของขนาดของยางดิบที่ใช้ทำยางแท่ง โดยเตรียมยางแท่งจากยางแผ่นแห้งเศษยางก้อน และน้ำยางสดตามหัวข้อที่ 3.3.3.1- 3.3.3.3 เตรียมยางให้มีขนาดของยางเป็น 3 ขนาดที่แตกต่างกัน โดยเตรียมยางให้มีขนาดประมาณ $0.5 \times 0.5 \times 0.2$, $1.0 \times 0.5 \times 0.2$ และ $1.5 \times 0.5 \times 0.2$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณ 2,500 กรัม นำมาแช่ในน้ำ 15,000 มิลลิลิตรเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ล้างน้ำ 30 นาที จากนั้นนำยางที่ได้นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วนำไปทดสอบปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณเถ้า ปริมาณสิ่งระเหย ปริมาณไนโตรเจน ความหนืดมูนิ ความอ่อนตัวเริ่มต้น ดัชนีความอ่อนตัวในยาง และความแข็งซี ตามหัวข้อ 3.5.2 – 3.5.8

3.4.1.2 อิทธิพลของเวลาที่แช่ยางดิบ

ศึกษาอิทธิพลของเวลาที่แช่ยางดิบในน้ำ โดยเตรียมยางแท่งจากยางแผ่นแห้งตามหัวข้อที่ 3.3.3.1 โดยใช้ยางแผ่นแห้งที่มีขนาดประมาณ $0.5 \times 0.5 \times 0.2$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณ 2,500 กรัม นำมาแช่ในน้ำ 15,000 มิลลิลิตร โดยแปรเวลาการแช่ยางเป็น 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ตามลำดับ ล้างน้ำอีกครั้งประมาณ 30 นาที ตั้งไว้ให้แห้ง นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตั้งไว้ 30 นาที ก่อนนำไปทดสอบหาปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณเถ้า ปริมาณ

3.4 วิธีดำเนินการ

การทดลองที่สำคัญโดยสรุป มีดังนี้ เตรียมยางแท่ง ตามหัวข้อ 3.3.3 โดยในระหว่างขั้นตอนการเตรียมยางแท่งจะมีการแช่ยางในน้ำหรือสารละลายต่าง โดยในขั้นตอนการแช่ยางในน้ำจะมีการศึกษาอิทธิพลของขนาดของยาง อิทธิพลของเวลาที่แช่ยาง อิทธิพลของอุณหภูมิที่อบยาง และอิทธิพลของชนิดของยาง ส่วนในขั้นตอนการแช่ยางในสารละลายต่าง ซึ่งจะมีการศึกษาอิทธิพลของชนิดสารละลายต่าง อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายต่าง และอิทธิพลของเวลาที่แช่ยางคืบ จากนั้นจึงนำยางที่ได้ไปทดสอบหาปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณเถ้า ปริมาณสิ่งระเหย ปริมาณไนโตรเจน ความหนืดมูนี้ ความอ่อนตัวเริ่มต้น คำนีความอ่อนตัวในยาง และความแข็งสี่ ตามหัวข้อ 3.5.2 – 3.5.8 รายละเอียดของขั้นตอนการทดลองต่าง ๆ มีดังนี้

3.4.1 ปัจจัยที่มีผลการแช่ยางคืบในน้ำต่อสมบัติของยางแท่ง

เตรียมยางแท่งตามหัวข้อ 3.3.3 โดยใช้เป็นตัวอย่างในการแช่ยาง พร้อมทั้งศึกษาอิทธิพลของขนาดของยางคืบ อิทธิพลของเวลาที่แช่ยางคืบ อิทธิพลของอุณหภูมิที่อบยางคืบ และศึกษาอิทธิพลของชนิดของยางคืบ ที่มีผลต่อสมบัติของยางแท่งที่เตรียมได้ดังนี้

3.4.1.1 อิทธิพลของขนาดของยางคืบ

ศึกษาอิทธิพลของขนาดของยางคืบที่ใช้ทำยางแท่ง โดยเตรียมยางแท่งจากยางแผ่นแห้งเศษยางก้อน และน้ำยางสดตามหัวข้อที่ 3.3.3.1- 3.3.3.3 เตรียมยางให้มีขนาดของยางเป็น 3 ขนาดที่แตกต่างกันโดยเตรียมยางให้มีขนาดประมาณ $0.5 \times 0.5 \times 0.2$, $1.0 \times 0.5 \times 0.2$ และ $1.5 \times 0.5 \times 0.2$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณ 2,500 กรัม นำมาแช่ในน้ำ 15,000 มิลลิลิตรเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ล้างน้ำ 30 นาที จากนั้นนำยางที่ได้นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วนำไปทดสอบปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณเถ้า ปริมาณสิ่งระเหย ปริมาณไนโตรเจน ความหนืดมูนี้ ความอ่อนตัวเริ่มต้น คำนีความอ่อนตัวในยาง และความแข็งสี่ ตามหัวข้อ 3.5.2 – 3.5.8

3.4.1.2 อิทธิพลของเวลาที่แช่ยางคืบ

ศึกษาอิทธิพลของเวลาที่แช่ยางคืบในน้ำ โดยเตรียมยางแท่งจากยางแผ่นแห้งตามหัวข้อที่ 3.3.3.1 โดยใช้ยางแผ่นแห้งที่มีขนาดประมาณ $0.5 \times 0.5 \times 0.2$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณ 2,500 กรัม นำมาแช่ในน้ำ 15,000 มิลลิลิตร โดยแปรเวลาการแช่ยางเป็น 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ตามลำดับ ล้างน้ำอีกครั้งประมาณ 30 นาที ตั้งไว้ให้แห้ง นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตั้งไว้ 30 นาที ก่อนนำไปทดสอบหาปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณเถ้า ปริมาณ

ในโตรเจน ปริมาณสิ่งระเหย ความหนืดมูนี้ ความอ่อนตัวเริ่มต้น คำนีความอ่อนตัวในยาง และความเข้มสี ตามหัวข้อ 3.5.2 – 3.5.8

3.4.1.3 อิทธิพลของอุณหภูมิที่อบยางดิบ

ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่ใช้ออบยางดิบ โดยเตรียมยางแท่งจากยางแผ่นแห้งตามหัวข้อที่ 3.3.3.1 โดยใช้ยางแผ่นแห้งที่มีขนาดประมาณ $0.5 \times 0.5 \times 0.2$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณ 2,500 กรัม ล้างน้ำ 30 นาที นำมาแช่น้ำ 15,000 มิลลิลิตร เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ล้างน้ำอีกครั้ง ประมาณ 30 นาที ตั้งไว้ให้แห้ง นำไปอบในตู้อบโดยแปรอุณหภูมิเป็น 70, 100 และ 120 °C เสร็จแล้วตั้งไว้ 30 นาที ก่อนนำไปทดสอบหาปริมาณสิ่งระเหย ความหนืดมูนี้ ความอ่อนตัวเริ่มต้น และคำนีความอ่อนตัวในยาง ตามหัวข้อ 3.5.5 – 3.5.7

3.4.1.4 อิทธิพลของชนิดของยางดิบ

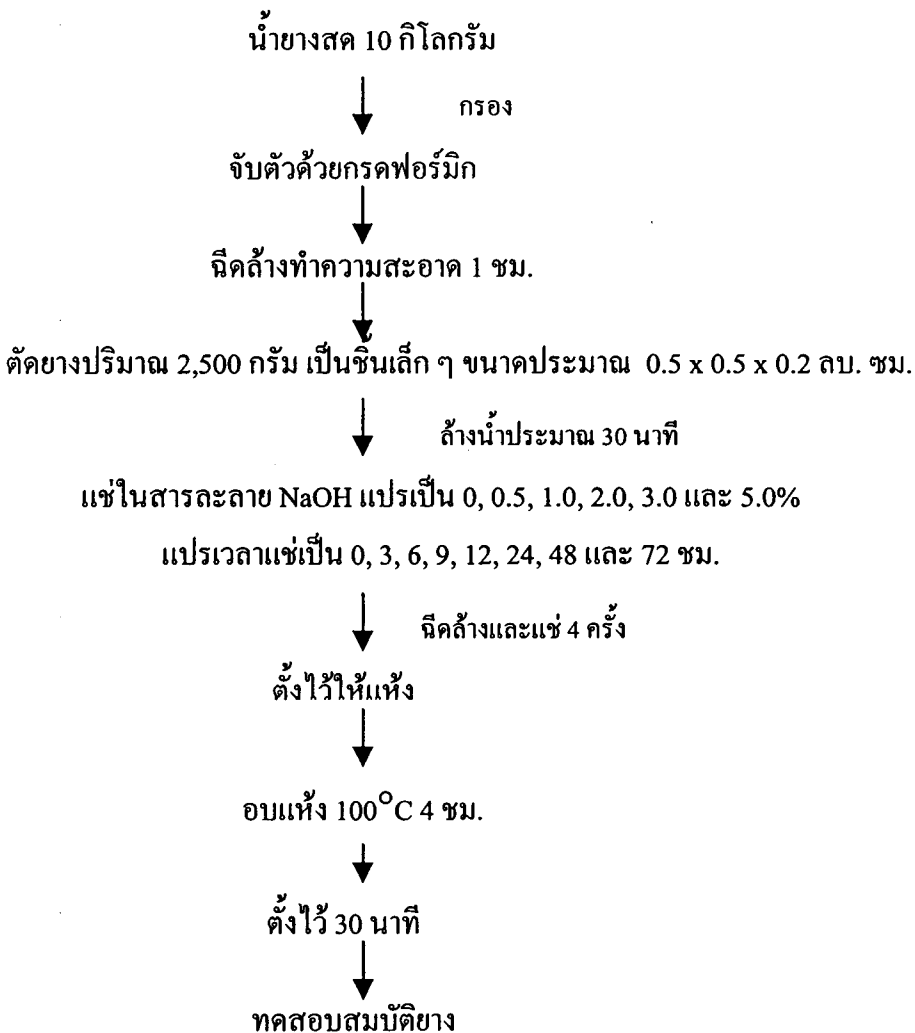
ศึกษาอิทธิพลของชนิดของยางดิบในการเตรียมยางแท่งโดยใช้ยางแผ่นแห้ง เศษยางก้อน และน้ำยางสด ดังรายละเอียดตามหัวข้อ 3.3.3.1 – 3.3.3.3 มาทำความสะอาดเบื้องต้น โดยการนำสิ่งสกปรกที่เห็นด้วยตาออกและล้างน้ำประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นตัดและย่อยยางให้มีขนาดประมาณ $0.5 \times 0.5 \times 0.2$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ล้างน้ำ 30 นาที นำมาแช่น้ำ 15,000 มิลลิลิตร เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ล้างน้ำอีกครั้งประมาณ 30 นาที ตั้งไว้ให้แห้ง นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตั้งไว้ 30 นาที ก่อนนำไปทดสอบหาปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณเถ้า ปริมาณในโตรเจน ปริมาณสิ่งระเหยความหนืดมูนี้ ความอ่อนตัวเริ่มต้น คำนีความอ่อนตัวในยาง และความเข้มสี ตามหัวข้อ 3.5.2 – 3.5.8

3.4.2 อิทธิพลของการแช่ยางดิบจากน้ำยางสดในสารละลายต่างต่อสมบัติของยางแท่ง

เตรียมยางแท่งจากน้ำยางสดมาแช่ในสารละลายต่างดังรายละเอียดตามหัวข้อ 3.3.3.3 โดยศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายต่าง อิทธิพลของชนิดสารละลายต่าง และอิทธิพลของเวลาที่แช่ยางดิบ จากนั้นจึงนำยางที่ได้ไปทดสอบหาปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณเถ้า ปริมาณในโตรเจน ปริมาณสิ่งระเหย ความหนืดมูนี้ ความอ่อนตัวเริ่มต้น คำนีความอ่อนตัวในยาง และความเข้มสี ตามหัวข้อ 3.5.2 – 3.5.8 รายละเอียดของขั้นตอนการทดลองต่าง ๆ มีดังนี้

3.4.2.1 อิทธิพลของการแช่ยางคิบในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อสมบัติของยางแท่ง

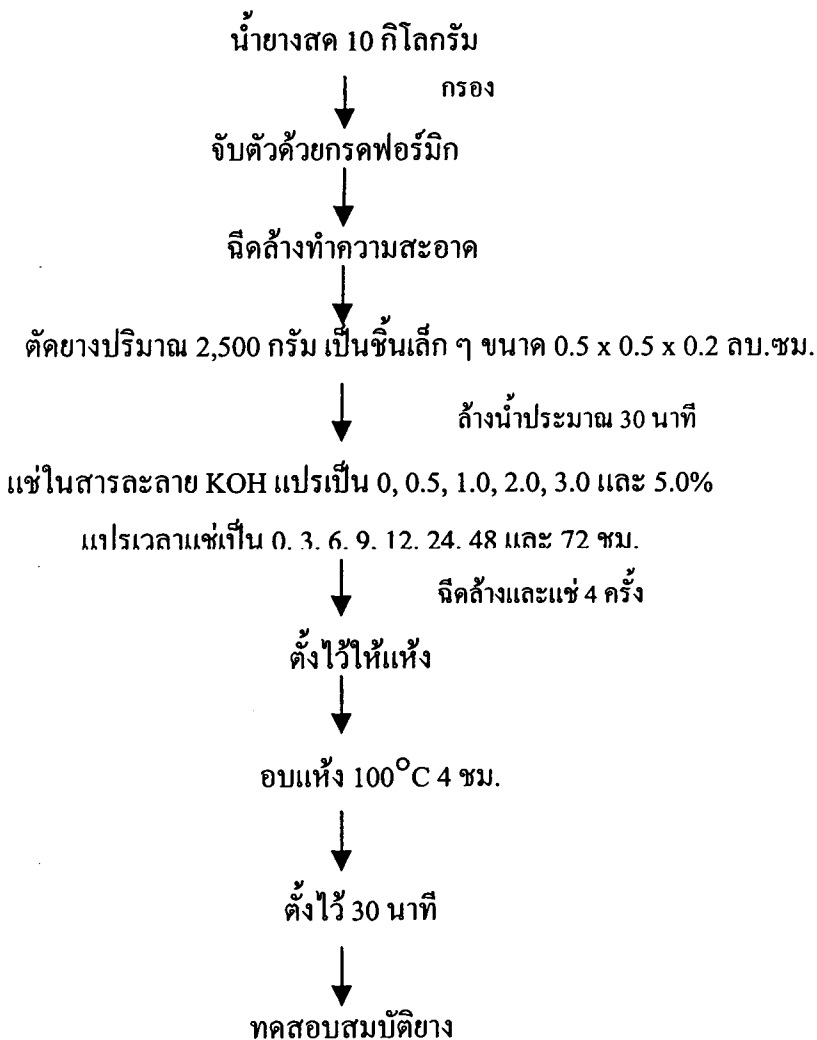
ทดลองในห้องปฏิบัติการโดยนำน้ำยางสดมาจับตัวด้วยกรดฟอร์มิก จากนั้นตัดย่อยยางเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ $0.5 \times 0.5 \times 0.2$ ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยแปรปริมาณของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ แปรความเข้มข้นเป็น 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 และ 5% ตามลำดับ และแปรเวลาของการแช่เป็น 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ เมื่อแช่ครบกำหนดตามเวลาแล้วนำยางชิ้นเล็กมาล้างน้ำโดยการฉีดด้วยน้ำไหล และแช่ในน้ำ 4 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที ตั้งไว้ให้แห้ง แล้วนำมาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตั้งไว้ให้เย็น 30 นาที ก่อนนำไปทดสอบหาปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณเถ้า ปริมาณสิ่งระเหย ปริมาณไนโตรเจน ความหนืดมูนี้ ความอ่อนตัวเริ่มต้น ดัชนีความอ่อนตัวในยาง และความแข็งสี ตามหัวข้อ 3.5.2 – 3.5.8 รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการแช่ยางในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

3.4.2.2 อิทธิพลของการแช่ยางคิบในสารละลายโพแตสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อสมบัติของยางแห้ง

ทดลองในห้องปฏิบัติการโดยนำน้ำยางสดมาจับตัวด้วยกรดฟอร์มิก จากนั้นตัดย่อยยางเป็นชิ้นขนาดประมาณ $0.5 \times 0.5 \times 0.2$ เซนติเมตร โดยแปรปริมาณของสารละลายโพแตสเซียมไฮดรอกไซด์ แปรความเข้มข้นเป็น 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 และ 5.0% ตามลำดับ และแปรเวลาของการแช่เป็น 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ เมื่อแช่ครบกำหนดตามเวลาแล้ว นำยางชิ้นเล็กมาล้างน้ำโดยการฉีดด้วยน้ำไหล และแช่ในน้ำ 4 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที ตั้งไว้ให้แห้ง แล้วนำมาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตั้งไว้ให้เย็น 1 ชั่วโมง ก่อนนำไปทดสอบหาปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณเถ้า ปริมาณสิ่งระเหย ปริมาณไนโตรเจน ความหนืดมูนิ ความอ่อนตัวเริ่มต้น ดัชนีความอ่อนตัวในยาง และความเข้มสี ตามหัวข้อ 3.5.2 – 3.5.8 ขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ขั้นตอนการแช่ยางคิบในสารละลายโพแตสเซียมไฮดรอกไซด์

3.5 การทดสอบสมบัติของยาง

3.5.1 การเตรียมตัวอย่าง (Sample Preparation)

ก่อนที่จะนำตัวอย่างยางแห้งไปทดสอบหาสมบัติต่างๆ จะต้องมีการเตรียมตัวอย่าง โดยการบดตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อความสม่ำเสมอของชิ้นทดสอบ โดยการปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง ให้ปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองจนได้ความหนาที่ต้องการ หรือเท่ากับทั้งสองแผ่น ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่ต้องปรับเพื่องานทดสอบยางแห้ง คือ 0.065 นิ้ว (1.65 มม.) สำหรับการบดยางให้เป็นเนื้อเดียวกัน หรือ 0.020 นิ้ว (0.51 มม.) สำหรับการเตรียมชิ้นทดสอบปริมาณสิ่งระเหย หรือ 0.013 นิ้ว (0.33 มม.) สำหรับการเตรียมชิ้นทดสอบปริมาณสิ่งสกปรก จากนั้นลงหมายเลขตัวอย่าง บดตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยที่ก่อนและตลอดเวลาการบดตัวอย่าง ต้องทำให้ลูกกลิ้งเย็นที่อุณหภูมิห้องโดยผ่านน้ำเย็นเข้าลูกกลิ้ง ปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองให้ห่างกัน 0.065 นิ้ว (1.65 มม.) นำตัวอย่างไปผ่านลูกกลิ้งที่ปรับระยะแล้ว จำนวน 6 ครั้ง ยางที่ผ่านลูกกลิ้งออกมาแต่ละครั้ง ม้วนเป็นรูปทรงกระบอก ใส่ปลายข้างหนึ่งเข้าเครื่องในการบดครั้งต่อ ๆ ไป ระหว่างการบดครั้งที่ 1 – ครั้งที่ 5 หากมีเศษยางตกอยู่บนภาชนะรองรับได้ลูกกลิ้งทั้งสอง ให้เก็บนำมารวมกับยางที่จะบดในครั้งต่อไปให้หมด ส่วนครั้งที่ 6 ริดยางออกมาเป็นแผ่น แล้วนำไปตัดแบ่งเป็นชิ้นเล็กๆเพื่อทดสอบหาสมบัติต่างๆ ดังนี้

สมบัติ	น้ำหนักชิ้นทดสอบโดยประมาณ (กรัม)
ปริมาณสิ่งสกปรก	15
ปริมาณเถ้า	10
ปริมาณไนโตรเจน	10
ปริมาณสิ่งระเหย	15
ดัชนีความอ่อนตัว และสี	25
ความหนืด	25

3.5.2 การทดสอบปริมาณสิ่งสกปรก (Determination of Dirt Content)

การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D1278-91a Standard Test Method for Rubber from Natural Sources Chemical Analysis ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้ นำยางที่เตรียมไว้ประมาณ 15 กรัม ผ่านเครื่องบด ซึ่งมีน้ำเย็นผ่านลูกกลิ้งที่ปรับช่องห่าง 0.013 นิ้ว จำนวน 2 ครั้ง และนำมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งให้ได้น้ำหนักแน่นอนระหว่าง 10.0000 – 10.0200 กรัม ใส่ในขวดแก้วรูปชมพู่ ขนาด 500 มิลลิลิตร ซึ่งเติมน้ำมันสนจำนวน 250 มิลลิลิตรและสารเคมีเร่งการละลายยางจำนวน 1 มิลลิลิตร ไว้ก่อนแล้ว นำไปทำให้ร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 140 °C (มีการนำขวดแก้วออกมาแกว่งเป็นระยะเพื่อช่วยเร่งการละลายให้เร็วขึ้น) จนยางละลายหมด นำสารละลายยางที่ยังร้อนเทผ่านตัวกรองขนาด 44 ไมครอนที่สะอาดแห้งและบันทึกน้ำหนักไว้แล้ว การทดสอบละลายยางผ่านตัวกรองพยายามให้เหลือผงไว้ในขวดแก้วให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ล้างสิ่งสกปรกที่เหลือ 2 ครั้งโดยใช้น้ำมันสนร้อนครั้งละประมาณ 30 – 50 มิลลิลิตร เทน้ำมันร้อนล้างผ่านตัวกรอง เสร็จแล้วตะแคงขวดแก้ว ผิดน้ำมันสนเย็นล้างสิ่งสกปรกลงตัวกรองให้หมด เมื่อแน่ใจว่าสิ่งสกปรกจากขวดแก้วถูกฉีดล้างลงตัวกรองหมดแล้วจึงใช้น้ำมันสนร้อนล้างรอบ ๆ ภายใน และภายนอกตัวกรองอีกครั้ง เสร็จแล้วนำตัวกรองพร้อมสิ่งสกปรก ออบแห้งในตู้อบอุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถแก้วดูความชื้นและบันทึกน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณสิ่งสกปรก(\%)} = \frac{B-A}{W} \times 100 \%$$

เมื่อ A = น้ำหนักตัวกรอง หน่วยเป็นกรัม

B = น้ำหนักตัวกรองพร้อมสิ่งสกปรก หน่วยเป็นกรัม

W = น้ำหนักชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นกรัม

3.5.3 การทดสอบปริมาณเถ้า (Determination of Ash Content)

การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D1278-91a Standard Test Method for Rubber from Natural Sources Chemical Analysis ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้ ชั่งยางที่เตรียมไว้ให้น้ำหนัก 5 กรัม และละเอียด 0.0001 กรัม จากนั้นห่ออย่างด้วยกระดาษกรอง ใส่ในถ้วยทนความร้อนที่สะอาดแห้งและบันทึกน้ำหนักไว้แล้ว นำเข้าเผาในเตาเผาอุณหภูมิสูงที่อุณหภูมิ 550 ± 20 °C จน

กระทั่งการเผาไหม้สมบูรณ์ใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมง และทำให้เย็นในโถแก้วดูความชื้นแล้วชั่งละเอียด 0.0001 กรัม

การคำนวณ

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

เมื่อ A = น้ำหนักถ้วยทนความร้อน หน่วยเป็นกรัม

B = น้ำหนักถ้วยทนความร้อนพร้อมเถ้า หน่วยเป็นกรัม

W = น้ำหนักชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นกรัม

3.5.4 การทดสอบปริมาณไนโตรเจน (Determination of Nitrogen Content)

การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D3533-90 Standard Method of Testing Rubber – Nitrogen Content ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้ ซึ่งยางที่เตรียมไว้ให้น้ำหนัก 0.1 กรัม ละเอียด 0.0001 กรัม ใส่ในขวดแก้วสำหรับย่อยสลาย เติมส่วนผสมของสารเร่งปฏิกิริยา 0.65 กรัม และกรดกำมะถันเข้มข้น ปริมาตร 10 มล. ให้ความร้อน 380 – 400 °C จนได้สารละลายสีสีเขียว หรือไม่มีสี ทั้งไว้ให้เย็น แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 20 มล. ถ่ายสารละลายลงในชุดกลั่นซึ่งเตรียมผ่านไอน้ำให้ร้อนไว้แล้ว และล้างขวดแก้วที่ใส่สารละลายนี้ด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 2 – 3 มล. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40% ปริมาตร 25 มล. ลงในชุดกลั่น และล้างด้วยน้ำกลั่น ไม่เกิน 5 มล. นำขวดแก้วรูปชมพู่ ขนาด 250 มล. ที่มีสารละลายกรดบอริก 2% ปริมาตร 20 มล. และสารละลายเมทิลเรด 2 หยด – 3 หยด รองรับสิ่งกลั่น โดยให้ปลายหลอดแก้วของเครื่องควบแน่นจุ่มอยู่ได้ผิวของสารละลาย ผ่านไอน้ำเพื่อทำการกลั่นประมาณ 5 นาที เลื่อนขวดแก้วรูปชมพู่ที่รองรับสิ่งกลั่นให้มีปริมาตร 150 มล. แล้วใช้น้ำกลั่นฉีดล้างปลายหลอดแก้ว ไตเตรททันทีกับสารละลายกรดกำมะถัน 0.01 นอร์มอล ที่จุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีม่วงอ่อน ทำตามวิธีทดสอบทุกอย่าง โดยไม่ใส่ตัวอย่าง (blank)

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน(\%)} = \frac{(V_1 - V_2) N \times 0.0140}{W} \times 100$$

เมื่อ V_1 = ปริมาตรสารละลายกรดกำมะถันที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง หน่วยเป็นมิลลิลิตร

V_2 = ปริมาตรสารละลายกรดกำมะถันที่ใช้ในการไตเตรท blank หน่วยเป็นมิลลิลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดกำมะถัน หน่วยเป็นนอร์มอล

W = น้ำหนักชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นกรัม

3.5.5 การทดสอบปริมาณสิ่งระเหย (Determination of Volatile Matter Content)

การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D1278-91a Standard Test Method for Rubber from Natural Sources Chemical Analysis ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้ ชั่งยางที่เตรียมไว้ให้ได้น้ำหนัก 10 กรัม และละเอียด 0.0001 กรัม นำไปผ่านเครื่องบดซึ่งมีน้ำเย็นผ่านลูกกลิ้งที่ปรับช่องห่าง 0.02 นิ้ว ถ้ามีชิ้นยางตกหล่นเก็บรวบรวมให้หมด เรียงยาง 10 ตัวอย่างในถาดอลูมิเนียม นำไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 100 ± 3 °C นาน 4 ชั่วโมง จากนั้นนำยางออกจากตู้อบและนำยางแต่ละชิ้นใส่ในถุงพลาสติก พับปากถุง 3 ครั้ง พับครึ่งอีกครั้งแล้วนำไปหนีบไว้กับที่หนีบปล่อยยางในถุงพลาสติกให้เย็นใช้เวลา 30 นาที นำไปชั่งละเอียด 0.0001 กรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณสิ่งระเหย (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

เมื่อ A = น้ำหนักชิ้นทดสอบก่อนอบ หน่วยเป็นกรัม

B = น้ำหนักชิ้นทดสอบหลังอบ หน่วยเป็นกรัม

3.5.6 การทดสอบความหนืดมูนนี่ (Determination of Mooney Viscosity)

การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D 3157-84 Standard Method of Testing Rubber - Viscosity, Stress-Relaxation, and Pre-Vulcanization Characteristics (Mooney Viscometer) ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้ ตรวจสอบอุณหภูมิของช่องใส่ยางให้คงที่ที่อุณหภูมิ 100 °C อุ้นโรเตอร์ (rotor) โดยใส่ลงในช่องใส่ยางให้ร้อนเป็นเวลา 2 นาที นำโรเตอร์ออกจากช่องใส่ยาง จากนั้นแบ่งยางที่

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน(\%)} = \frac{(V_1 - V_2)N \times 0.0140}{W} \times 100$$

เมื่อ V_1 = ปริมาตรสารละลายกรดกำมะถันที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง หน่วยเป็นมิลลิลิตร

V_2 = ปริมาตรสารละลายกรดกำมะถันที่ใช้ในการไตเตรท blank หน่วยเป็นมิลลิลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดกำมะถัน หน่วยเป็นนอร์มอล

W = น้ำหนักชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นกรัม

3.5.5 การทดสอบปริมาณสิ่งระเหย (Determination of Volatile Matter Content)

การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D1278-91a Standard Test Method for Rubber from Natural Sources Chemical Analysis ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้ ชั่งยางที่เตรียมไว้ให้ได้น้ำหนัก 10 กรัม และละเอียด 0.0001 กรัม นำไปผ่านเครื่องบดซึ่งมีน้ำเย็นผ่านลูกกลิ้งที่ปรับช่องห่าง 0.02 นิ้ว ถ้ามีชิ้นยางตกหล่นเก็บรวบรวมให้หมด เรียงยาง 10 ตัวอย่างในถาดอลูมิเนียม นำไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 100 ± 3 °C นาน 4 ชั่วโมง จากนั้นนำยางออกจากตู้อบและนำยางแต่ละชิ้นใส่ในถุงพลาสติก พับปากถุง 3 ครั้ง พับครึ่งอีกครั้งแล้วนำไปหนีบไว้กับที่หนีบปล่อยยางในถุงพลาสติกให้เย็นใช้เวลา 30 นาที นำไปชั่งละเอียด 0.0001 กรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณสิ่งระเหย (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

เมื่อ A = น้ำหนักชิ้นทดสอบก่อนอบ หน่วยเป็นกรัม

B = น้ำหนักชิ้นทดสอบหลังอบ หน่วยเป็นกรัม

3.5.6 การทดสอบความหนืดมูนนี่ (Determination of Mooney Viscosity)

การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D 3157-84 Standard Method of Testing Rubber - Viscosity, Stress-Relaxation, and Pre-Vulcanization Characteristics (Mooney Viscometer) ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้ ตรวจสอบอุณหภูมิของช่องใส่ยางให้คงที่ที่อุณหภูมิ 100 °C อุณหภูมิ (rotor) โดยใส่ลงในช่องใส่ยางให้ร้อนเป็นเวลา 2 นาที นำโรเตอร์ออกจากช่องใส่ยาง จากนั้นแบ่งยางที่

เตรียมไว้ประมาณ 25 กรัม ออกเป็นสองส่วนเท่าๆ กัน โดยแต่ละส่วนมีความหนาประมาณ 6 มม. และมีน้ำหนักประมาณ 12.5 กรัม นำยางประกบด้านบนและล่างของโรเตอร์ ใส่ในช่องใส่ยาง แล้วเดินเครื่อง เครื่องจะอุ่นยางประมาณ 1 นาที และโรเตอร์หมุนวัดความหนืดเป็นเวลา 4 นาที

การบันทึกผล

$$\text{ความหนืด} = x \text{ ML } (1+4) 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

เมื่อ x = ค่าความหนืดที่อ่านได้จากเครื่อง

M = Mooney

L = โรเตอร์ใหญ่ (ในกรณีที่ยางแข็งมากใช้โรเตอร์เล็ก S)

1 = เวลาที่ใช้ในการอุ่นยาง หน่วยเป็นนาที

4 = เวลาที่โรเตอร์หมุนวัดความหนืด หน่วยเป็นนาที

$100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ = อุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบ

3.5.7 การทดสอบดัชนีความอ่อนตัว (Determination of Plasticity Retention Index)

การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D 3194-84 Standard Method of Testing Rubber from Natural Sources – Plasticity Retention Index (PRI) ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้ คือ นำยางที่เตรียมไว้ 20 ± 5 กรัม ผ่านเครื่องบดซึ่งมีน้ำเย็นผ่านลูกกลิ้งที่ปรับช่องห่างไว้แล้ว 2 ครั้ง แล้วพับครึ่ง ทำให้เรียบด้วยลูกกลิ้ง ให้ได้ความหนาระหว่าง 3.2 - 3.6 มม. ตัดตัวอย่างให้ได้ชิ้นทดสอบจำนวน 6 ชิ้น แบ่งชิ้นทดสอบเป็น 2 ชุด ชุดละ 3 ชิ้น วางชิ้นทดสอบชุดแรก ระหว่างกระดาษมวนบุหรี่ นำเข้าเครื่อง อัดชิ้นทดสอบ โดยเป็นโลหะกลมบนและล่างจะกดให้ชิ้นทดสอบมีความหนา 1 มม. และในเวลาเดียวกันจะทำให้ร้อน $100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 15 วินาที จากนั้นแรง 10 ± 0.1 กก. จะอัดยางเป็นเวลา 15 วินาที อ่านค่าความอ่อนตัวบนหน้าปัทม์ จะได้ค่า P_0 นำชิ้นทดสอบชุดที่ 2 เข้าตู้อบซึ่งควบคุมอุณหภูมิแน่นอนที่ $140 \text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 30 นาที ± 15 วินาที นำชิ้นทดสอบออกมาทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลาประมาณ 30 นาที นำไปหาความอ่อนตัว จะได้ค่า P_{30} การรายงานจะใช้ค่ามัธยฐาน (median) ของชิ้นทดสอบ จำนวน 5 ชิ้น

การคำนวณ

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

เมื่อ	PRI	=	ดัชนีความอ่อนตัว (Determination of Plasticity Retention Index)
	P_0	=	ดัชนีความอ่อนตัวของยางชุดที่ไม่อบ
	P_{30}	=	มัธยฐานค่าความอ่อนตัวของยางชุดที่อบแล้ว

3.5.8 การทดสอบสี (Determination of Colour)

การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D 3157-84 Standard Method of Testing Rubber from Natural Sources – Colour ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้ นำยางที่เตรียมไว้ 20 ± 5 กรัม ผ่านเครื่องบดซึ่งมีน้ำเย็นผ่านลูกกลิ้งที่ปรับช่องห่างไว้แล้ว 2 ครั้ง แล้วพักครึ่ง ทำให้เรียบด้วยลูกกลิ้งให้ได้ความหนาระหว่าง 3.2–3.6 มม. ตัดตัวอย่างให้ได้ชิ้นทดสอบ จำนวน 2 ชิ้น แล้วนำมาประกบกัน วางชิ้นทดสอบในแผ่นพิมพ์ ประกบแบบพิมพ์ด้วยแผ่นฟิล์มพอลิเอสเตอร์หรือเซลลูโลสแล้วประกบด้วยแผ่นสแตนเลสหรืออลูมิเนียม นำเข้าเครื่องอัด ที่ความดัน 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 150 ± 3 °C เป็นเวลา 5 นาที ± 30 วินาที เปรียบเทียบชิ้นทดสอบกับสีมาตรฐาน Lovibond

การคำนวณ

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

- เมื่อ PRI = คำนวณความอ่อนตัว (Determination of Plasticity Retention Index)
 P_0 = คำนวณความอ่อนตัวของยางชุดที่ไม่อบ
 P_{30} = มีฐานค่าความอ่อนตัวของยางชุดที่อบแล้ว

3.5.8 การทดสอบสี (Determination of Colour)

การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D 3157-84 Standard Method of Testing Rubber from Natural Sources – Colour ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้ นำยางที่เตรียมไว้ 20 ± 5 กรัม ผ่านเครื่องบดซึ่งมีน้ำเย็นผ่านลูกกลิ้งที่ปรับช่องห่างไว้แล้ว 2 ครั้ง แล้วพักครึ่ง ทำให้เรียบด้วยลูกกลิ้งให้ได้ความหนาระหว่าง 3.2– 3.6 มม. ตัดตัวอย่างให้ได้ชิ้นทดสอบ จำนวน 2 ชิ้น แล้วนำมาประกบกัน วางชิ้นทดสอบในแผ่นพิมพ์ ประกบแบบพิมพ์ด้วยแผ่นฟิล์มพอลิเอสเตอร์หรือเซลลูโลสแล้วประกบด้วยแผ่นสแตนเลสหรืออลูมิเนียม นำเข้าเครื่องอัด ที่ความดัน 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 150 ± 3 °C เป็นเวลา 5 นาที ± 30 วินาที เปรียบเทียบชิ้นทดสอบกับสีมาตรฐาน Lovibond