

บทที่ 2

วิธีการทดลอง

2.1 สารเคมี

- 2.1.1. น้ำยางชั้นชนิดแอมโมเนียสูง (HA-NRL) ซึ่งมีปริมาณเนื้อยางแห้งประมาณ 60 เปอร์เซนต์ (%) ผลิตโดยบริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางชั้น จำกัด
- 2.1.2. น้ำยาง carboxylated styrene butadiene (XSBR) เกรด 79Q10 ผลิตโดยบริษัท Synthomer GmbH
- 2.1.3. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassiumhydroxide, KOH) ทำหน้าที่เป็นสารรักษาสภาพน้ำยาง เตรียมอยู่ในรูปสารละลายเข้มข้น 10 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร
- 2.1.4. โพแทสเซียมโอเลต (potassium oleate, $C_{18}H_{33}KO_2$) ทำหน้าที่เป็นสารรักษาสภาพน้ำยาง เตรียมอยู่ในรูปอิมัลชัน 10% โดยปริมาตร
- 2.1.5. กำมะถัน (sulfur, S) ทำหน้าที่เป็นสารวัลคาไนซ์ (vulcanizing agent) เตรียมอยู่ในรูปสารแขวนลอย 50% โดยน้ำหนัก
- 2.1.6. สารตัวเร่ง Zinc-N-dibutyl dithiocarbamate (ZBDC) เตรียมอยู่ในรูปสารแขวนลอย 50% โดยน้ำหนัก
- 2.1.7. สารต้านทานต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน Lowinox CPL ทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการเสื่อมสภาพ เตรียมอยู่ในรูปสารแขวนลอย 50% โดยน้ำหนัก
- 2.1.8. ซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide, ZnO) ทำหน้าที่เป็นสารกระตุ้น เตรียมอยู่ในรูปสารแขวนลอย 50% โดยน้ำหนัก
- 2.1.9. เอทานอล (ethanol, CH_3CH_2OH) ใช้เป็นสารทดสอบการดูดซับ ความบริสุทธิ์ 99.5% AR grade ผลิตโดย Merck

2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 2.2.1. แผ่นกระจกใส
- 2.2.2. มีดปาดฟิล์ม (casting knife)
- 2.2.3. เครื่องชั่งระบบดิจิตอลความละเอียด 2 ตำแหน่งและ 4 ตำแหน่ง
- 2.2.4. ชุดกวนผสมสารเคมีกับน้ำยาง
- 2.2.5. ใบพัดกวนน้ำยางผสมสารเคมี ชนิด 4 ใบพัด
- 2.2.6. เครื่องวัดความหนา ความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร
- 2.2.7. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
- 2.2.8. ตู้อบสุญญากาศ (vacuum oven)

- 2.2.9. เครื่องทดสอบแรงดึง (universal testing machine) ยี่ห้อ LLOYD instrument รุ่น LR10K ใช้สำหรับทดสอบความทนต่อแรงดึง (tensile strength), โมดูลัส (modulus) และเปอร์เซ็นต์การยืด ณ จุดขาด (%Elongation at break) ผลิตโดย บริษัท อินโทร เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด
- 2.2.10. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope, SEM) ผลิตโดยบริษัท Jeol รุ่น JSM-5200 LV
- 2.2.11. เครื่องวิเคราะห์ทางกลศาสตร์ความร้อนเชิงพลศาสตร์ (Dynamic mechanical thermal analyzer, DMTA) รุ่น DMTA V ผลิตโดย บริษัท Rheometric Scientific Co., Ltd.
- 2.2.12. เครื่องวิเคราะห์พื้นผิวในระดับอะตอม (Atomic Force Microscope; AFM) รุ่น XE-70 ผลิตโดยบริษัท Park Systems Corp. ประเทศเกาหลี
- 2.2.13. เครื่องวัดการดูดกลืนรังสีเอกซ์ (X-ray absorption spectroscopy, XAS) beamline 8 ณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

2.3 วิธีดำเนินการทดลอง

2.3.1 การเตรียมฟิล์มยางธรรมชาติ

- การเตรียมฟิล์มยางธรรมชาติประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้
- 1. บ่มน้ำยางโดยการผสมน้ำยางธรรมชาติกับสารเคมี ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 พร้อมกวนอย่างต่อเนื่องด้วยชุดกวนผสมสารเคมีกับน้ำยางเป็นเวลา 1 วัน
 - 2. ขึ้นรูปเมมเบรนชนิดแผ่นโดยการเทน้ำยางคอมปาวด์จากข้อ 1 ลงบนแผ่นกระจก ปาดด้วยมีด ปาดฟิล์มแล้วตั้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้องจนฟิล์มใสก่อนที่จะอบให้เกิดการวัลคาไนซ์ที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 15 นาที
 - 3. ล้างฟิล์มยางโดยการแช่ในน้ำประมาณ 5 นาที จากนั้นอบให้แห้งก่อนที่จะนำฟิล์มยางไปทดสอบสมบัติต่อไป

ตารางที่ 1 สูตรน้ำยางธรรมชาติผสมสารเคมี

สารเคมี	น้ำหนักแห้ง (phr)	น้ำหนักเปียก (g)
60% HA NRL	100	167
10% KOH solution	0.25	2.5
10% Potassium Oleate Emulsion	0.20	2.0
50% Sulfur dispersion	1.0	2.0
50% ZBDC dispersion	1.0	2.0
50% Lowinox CPL dispersion	0.75	1.5
50% ZnO dispersion	0.5	1.0

ตารางที่ 2 สูตรน้ำยาง XSBR ผสมน้ำยางธรรมชาติในอัตราส่วนต่างๆ

สารเคมี	น้ำหนักแห้ง (phr)	น้ำหนักเปียก (g)
XSBR : NRL	0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0	
10% KOH solution	0.25	2.5
10% Potassium Oleate Emulsion	0.20	2.0
50% Sulfur dispersion	1.0	2.0
50% ZBDC dispersion	1.0	2.0
50% Lowinox CPL dispersion	0.75	1.5
50% ZnO dispersion	0.5	1.0

2.3.2 การศึกษาสมบัติของเมมเบรนที่เป็นฟิล์มยาง

1 การทดสอบการดูดซับน้ำและเอทานอล

นำฟิล์มยางที่ต้องการทดสอบแช่ในน้ำกลั่นประมาณ 5 นาที แล้วอบให้แห้งด้วยตู้อบสุญญากาศ จนน้ำหนักคงที่ จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง แล้วนำไปแช่ในน้ำกลั่น บันทึกการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักที่เวลา 24 ชั่วโมง โดยก่อนชั่งน้ำหนักแต่ละครั้งต้องซับตัวอย่างด้วยกระดาษทิชชู เพื่อกำจัดสารละลายที่อยู่บริเวณผิวหน้าออก แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การดูดซับดังสมการที่ 1 การทดลองการดูดซับเอทานอลทำเช่นเดียวกับการดูดซับน้ำแต่เปลี่ยนจากน้ำกลั่นเป็นเอทานอล

$$S = \frac{Ws - Wd}{Wd} \times 100$$

(1)

- เมื่อ S = ค่าการดูดซับ (%)
- Ws = น้ำหนักของตัวอย่างหลังแช่ในสารละลาย
- Wd = น้ำหนักของตัวอย่างก่อนแช่ในสารละลาย

2 การทดสอบสมบัติความทนต่อแรงดึง (Tensile property)

ตัดตัวอย่างชิ้นทดสอบเป็นรูปตัวยูตามมาตรฐาน ASTM D412 ด้วยเครื่องตัดชิ้นทดสอบ die C วัดความหนา 3 ตำแหน่ง ในช่วง G หาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปทดสอบสมบัติการดึง โดยใช้ความเร็วในการดึง 500 มิลลิเมตรต่อนาที บันทึกแรงตรงตำแหน่งที่มีการยืดของชิ้นตัวอย่างจากเดิมเป็น 300% ของความยาวเดิมก่อนทำการทดสอบ ค่าความเค้น ณ จุดขาด (stress at break) หรือค่าความทนต่อแรงดึง (tensile strength) และค่าเปอร์เซ็นต์การยืด ณ จุดขาด (% elongation at break)

การคำนวณ

$$300\% \text{ modulus (MPa)} = \frac{F_{300}}{A} \quad (2)$$

เมื่อ F = แรงยืด ณ จุดยืด 300% (N)
 A = พื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบขณะไม่ยืด (m^2)

$$\text{Tensile strength (MPa)} = \frac{F}{A} \quad (3)$$

เมื่อ F = แรงที่ใช้ยืดจนขาด (N)
 A = พื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบขณะไม่ยืด (m^2)

$$\text{Elongation at break (\%)} = \left(\frac{L - L_o}{L_o} \right) \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ L = ระยะที่ชิ้นทดสอบสามารถยืดตัวได้จนขาด (mm)
 L_o = ระยะที่กำหนดก่อนการทดสอบ (mm)