บทที่ 3

อุปกรณ์ และวิธีทดลอง

การศึกษาการชะละลายเม็ดยางธรรมชาติด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลว เป็นการศึกษาความสามารถในการชะละลายสารเจือปนต่าง ๆ จำพวกโปรตีนออกจากเม็ดยางธรรมชาติโดยการนำเม็ดยางธรรมชาติที่ผ่านการชะละลายแล้ว ไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนโปรตีนและพิจารณาสีของเม็ดยางน้ำก่อนและหลังการชะละลาย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 เครื่องมือการชะละลายเม็ดยางด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลว

เครื่องมือการชะละลายเม็ดยางธรรมชาติด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลว มีลักษณะดังรูปที่ 3.1 ประกอบด้วย ท่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ถังพักคาร์บอนไดออกไซด์เหลว เครื่องสูบแรงดันสูง เครื่องปฏิกรณ์เคมี หน่วยทำความเย็น หน่วยควบคุมอุณหภูมิ และหน่วยวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกจากท่อผ่านตัวควบคุมความดัน แล้วผ่านเข้าท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.125 นิ้ว ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะผ่านเข้าหน่วยทำความเย็น เพื่อให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ควบแน่นเป็นของเหลว จากนั้นจะไหลเข้าสู่ถังพักคาร์บอนไดออกไซด์เหลว และถูกปั๊มโดยปั๊มแรงดันสูงเข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์เคมี ทิ้งไว้เพื่อให้เกิดการชะละลาย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะดังนี้

1. ถังพักคาร์บอนไดออกไซด์เหลว ทำด้วยเหล็กสแตนเลส ประกอบด้วยท่อ 3 ชั้น ท่อชั้นในเป็นที่เก็บพักของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ไหลจากท่อก๊าซผ่านท่อทองแดงที่มีความจุ 0.800 ลิตร ท่อชั้นกลางสำหรับใช้น้ำหล่อเย็นเพื่อให้คาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในสภาพที่เป็นของเหลว ชั้นนอกสำหรับเสียบเทอร์โมมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิ ลักษณะดังรูปที่ 3.2

2. เครื่องสูบแรงดันสูง (high pressure pump) มีความสามารถในการเพิ่มความดันได้สูงสุดประมาณ 200 บาร์ มีหน้าที่สูบคาร์บอนไดออกไซด์เหลวจากถังพักเข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์เคมี เพื่อให้ได้ความดันตามที่ต้องการ ลักษณะดังรูปที่ 3.3

3. เครื่องปฏิกรณ์เคมี (reactor) ทำด้วยเหล็กสแตนเลส มีความจุขนาด 0.275 ลิตร ประกอบด้วยท่อ 3 ชั้น ชั้นในใส่ตะแกรงเพื่อรองรับเม็ดยาง ท่อชั้นกลาง สำหรับน้ำหล่อเย็นเพื่อควบคุมอุณหภูมิ ท่อชั้นนอกสำหรับใช้เสียบเทอร์โมมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิ ลักษณะดังรูปที่ 3.4

4. หน่วยทำความเย็น (cooling unit) ประกอบด้วยเครื่องทำน้ำเย็นและมีท่อทองแดงที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไหลผ่านเพื่อให้เกิดการควบแน่น ลักษณะดังรูปที่ 3.5

5. ถังก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide tank) เป็นท่อเหล็กทรงกระบอกสูงบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พร้อมเครื่องวัดความดันและเครื่องทำความร้อน

6. หน่วยวัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ประกอบด้วยกระบอกตวง ถังน้ำและนาฬิกาจับเวลา การอ่านปริมาตรก๊าซใช้วิธีแทนที่น้ำภายในกระบอกตวง

7. หน่วยควบคุมอุณหภูมิ ประกอบด้วยเครื่องทำความร้อน ปั๊มน้ำ ขณะที่ทำการทดลองที่อุณหภูมิสูงน้ำร้อนจะถูกสูบไปตามท่อยางขนาด 0.5 นิ้ว เข้าสู่ท่อชั้นกลางของเครื่องปฏิกรณ์เคมี แต่ขณะที่ทำการทดลองที่อุณหภูมิต่ำน้ำเย็นจากเครื่องทำความเย็นจะถูกสูบผ่านปั๊มเข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์เคมีเช่นกัน

3.1.2 เครื่องทำยางเม็ด

เป็นเครื่องมือที่ใช้เตรียมเม็ดยางเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการชะละลาย จากน้ำยางข้น สารละลายจะถูกสูบจากถังพักเข้าสู่ชุดเครื่องแก้ว เพื่อรองรับหยดน้ำยางที่หยดจากหลอดหยดซึ่งจะไหลมาตามท่อออกมาบนตะแกรง ส่วนสารละลายจะกลับเข้าสู่ถังพักอีกครั้ง มีลักษณะดังรูปที่ 3.6 และ 3.7 เครื่องมือประกอบด้วย

1. ปั๊มสารเคมี สำหรับสูบสารละลายเข้าสู่ชุดเครื่องแก้ว ซึ่งจะมีตัวรองรับสารละลายไว้ก่อนเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของระดับสารละลายจากแรงสูบของปั๊ม

2. ตัวรองรับสารละลาย เป็นตัวพักสารละลายก่อนเข้าชุดเครื่องแก้วเพื่อรักษาระดับของสารละลาย

3. หลอดแก้วสำหรับเก็บน้ำยาง เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ยาวประมาณ 6 นิ้ว มีวาล์วปรับอัตราการไหลของน้ำยางข้นได้

4. หลอดหยด (dropper) เพื่อให้น้ำยางหยดใส่สารละลาย

5. ชุดเครื่องแก้วหยดยาง ประกอบด้วยเครื่องแก้ว 2 ชิ้น ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว โดยชิ้นแรกเป็นท่อยาว 9 นิ้ว มีท่อขนาด 0.625 นิ้ว ยาว 1 ฟุต ต่ออยู่ภายในต่ำกว่าปลายหลอดแก้ว 5 นิ้ว ทะลุออกทางด้านล่าง และมีท่อทางเข้าขนาด 0.625 นิ้ว ต่อที่บริเวณสูงกว่าก้นหลอด 1 นิ้ว ชิ้นที่สองเป็นเป็นท่อแก้วปลายปิด ยาว 1 ฟุต และมีท่อทางออกต่อต่ำกว่าปากหลอด 3.5 นิ้ว หลอดแก้วทั้งสองชิ้นต่อเข้าด้วยกัน

6. ตะแกรงลวด เพื่อรองรับเม็ดยางที่ได้

7. ถังเก็บสารละลาย

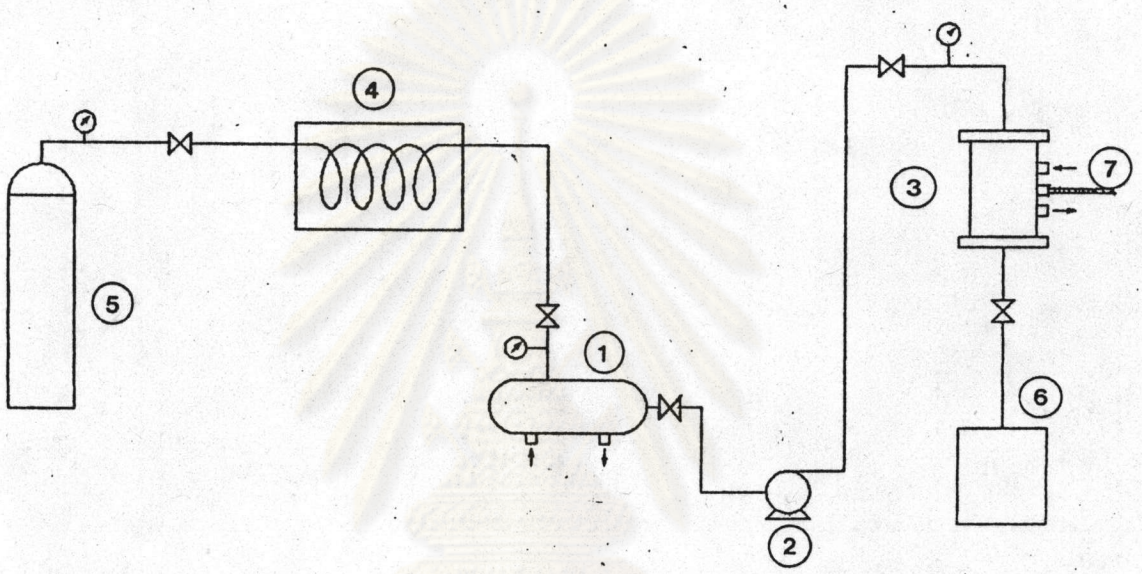
8. มาโนมิเตอร์ เพื่ออ่านความดันภายในหลอดเก็บน้ำยาง

9. สายยาง

3.2 สารเคมี และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้

1. น้ำยางข้น ชนิด HA grade 60 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำมาทำเป็นยางเม็ด
2. กรดฟอร์มิกเข้มข้น ชนิด Analytical grade
3. เอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์
4. ไขพาราฟิน นำมาใช้เคลือบเม็ดยางเพื่อไม่ให้เม็ดยางติดกัน
5. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
6. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์และ 0.02 นอร์มัล
7. สารละลายกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล
8. สารละลายคะตะลิสต์ ประกอบด้วยโปตัสเซียมซัลเฟต 110 กรัม คิวปริกซัลเฟต 14.7 กรัม และซีลีเนียม 14.7 กรัม ซึ่งละลายในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร
9. อินดิเคเตอร์เมธิลเรด-เมธิลีนบลู (Methyl Red-Methylene Blue) ซึ่งเป็นส่วนผสมของเมธิลเรด 0.1 กรัม เมธิลีนบลู 0.05 กรัมในอัลกอออล์ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร



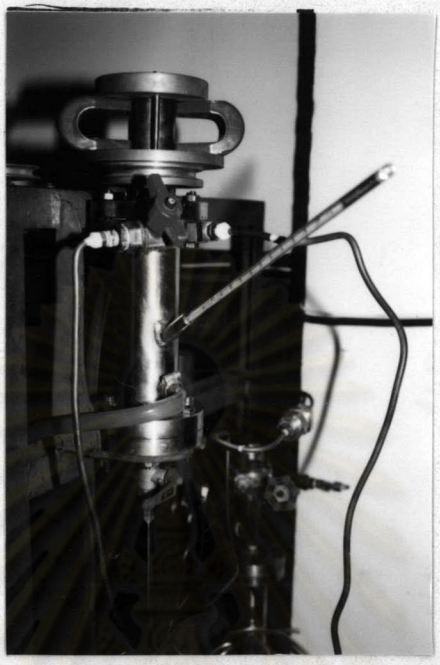
1. ถังพักคาร์บอนไดออกไซด์
2. เครื่องสูบแรงดันสูง
3. เครื่องปฏิกรณ์เคมี
4. หน่วยทำความเย็น
5. ถังก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
6. หน่วยวัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
7. หน่วยควบคุมอุณหภูมิและเทอร์โมมิเตอร์

รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังการชะละลายเม็ดยางด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

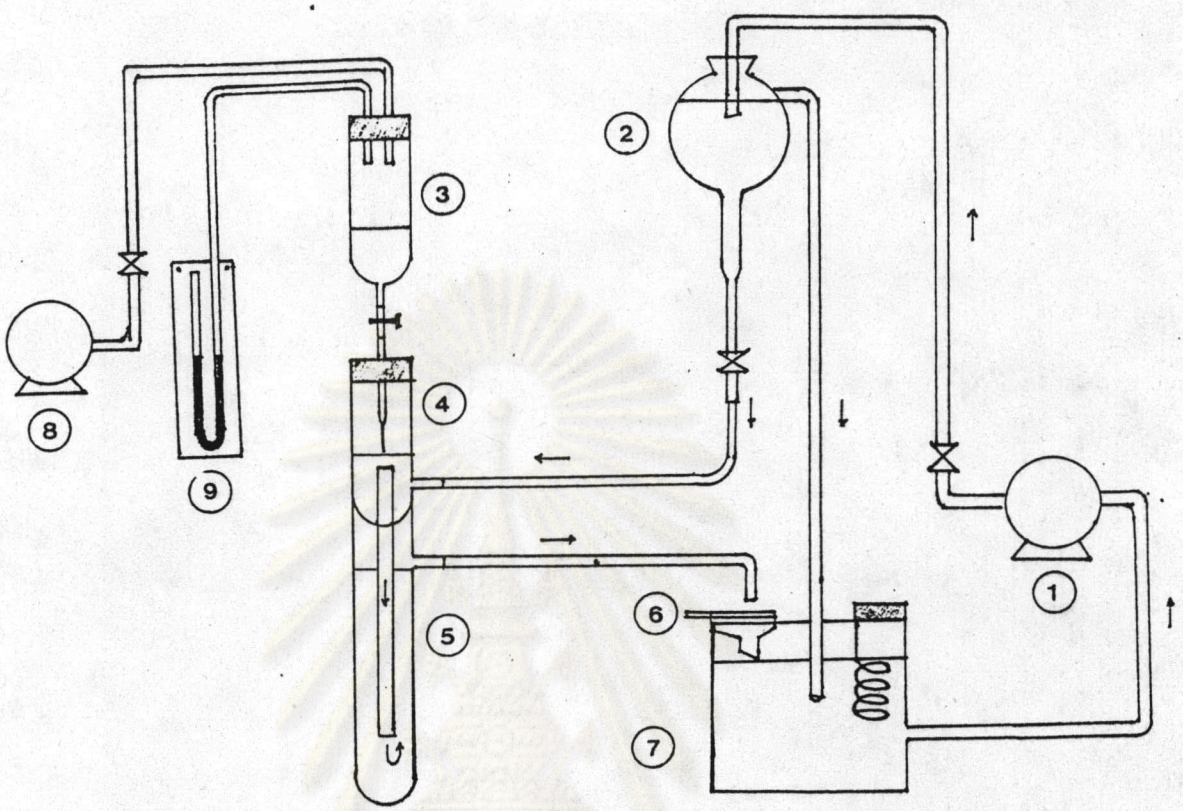
รูปที่ 3.2 ถังพักคาร์บอนไดออกไซด์เหลว

รูปที่ 3.3 เครื่องสูบแรงดันสูง



รูปที่ 3.4 เครื่องปฏิกรณ์เคมี

รูปที่ 3.5 หน่วยทำความเย็น



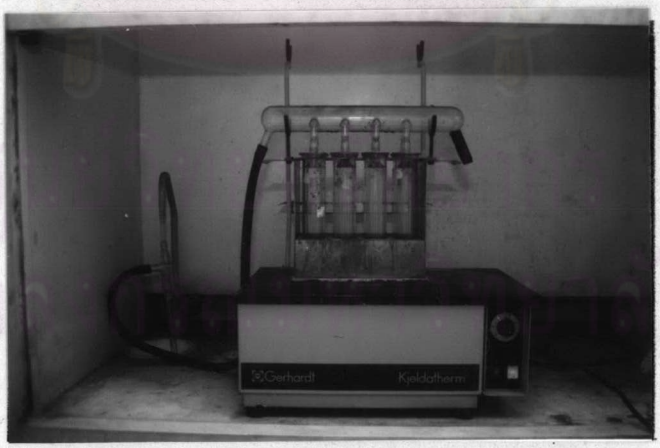
1. ปั๊มสารเคมี
2. ตัวรองรับสารละลาย
3. หลอดแก้วสำหรับเก็บน้ำยางข้น
4. หลอดหยด
5. ชุดเครื่องแก้วหยดน้ำยาง
6. ตะแกรงลวด
7. ถังเก็บสารละลาย
8. มาโนมิเตอร์

รูปที่ 3.6 แสดงแผนผังเครื่องทำยางเม็ด

รูปที่ 3.7 แสดงเครื่องทำยางเม็ด

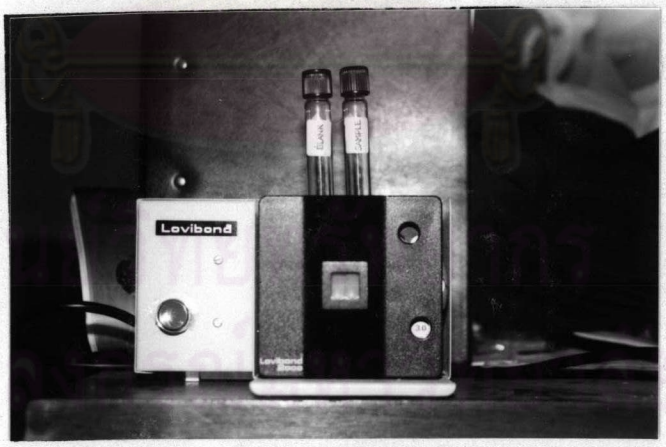
รูปที่ 3.8 เครื่องวัดความหนืดของของเหลว (Thomas-Stormer viscometer)

รูปที่ 3.9 เครื่องมือวัดแรงตึงผิว (tensiometer)



รูปที่ 3.10 เครื่องย่อยสาร Kjeldatherm digestion

รูปที่ 3.11 เครื่องกลั่นไอน้ำ (Kjeldatherm distillation)



รูปที่ 3.12 เครื่องมือวัดดัชนีสีของยาง (Lovibond)

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องมือวัดความหนาแน่น ประกอบด้วยขวดวัดความหนาแน่นและเครื่องชั่ง

2. เครื่องวัดความหนืดของของเหลว (Thomas-Stormer viscometer) ประกอบด้วย ชุดเครื่องมือ เทอร์โมมิเตอร์ ตุ้มน้ำหนักขนาดต่าง ๆ และนาฬิกาจับเวลา (ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ลักษณะดังรูปที่ 3.8

3. เครื่องมือวัดแรงตึงผิว (tensiometer) ประกอบด้วยชุดเครื่องมือ เพลตวัดที่คีบอุปกรณ์และบีกเกอร์ (ภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ลักษณะดังรูปที่ 3.9

4. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนหรือโปรตีน Kjeldatherm digestion and distillation ของบริษัท Gerhardt ประกอบด้วยเครื่องย่อย ชุดเครื่องมือกลั่นไอน้ำ และเครื่องมือไตเตรตวัดความเข้มข้นของสาร (ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ลักษณะดังรูปที่ 3.10 และ 3.11

5. เครื่องมือวัดดัชนีสีของยาง (Lovibond) ประกอบด้วยเพลตเทียบสีมาตรฐานของยาง เครื่องส่องไฟ และหลอดแก้วตัวอย่าง (ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ลักษณะดังรูปที่ 3.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การดำเนินการวิจัย

3.3.1 การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำยางข้น

การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำยางข้นซึ่งเป็นวัตถุดิบในการทดลอง โดยทำการทดลองหาค่าความหนาแน่น ค่าความหนืด แรงตึงผิวและคุณสมบัติมาตรฐานทางเคมีของน้ำยางข้น เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการทำยางเม็ด วิธีทดลองมีดังนี้

1) การหาความหนาแน่น

นำขวดวัดความหนาแน่นที่ทราบปริมาตร ไปชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน (W_1) ใส่ตัวอย่างน้ำยางข้นนำไปชั่งหาน้ำหนักขวดและน้ำยางข้นที่แน่นอน (W_2) คำนวณหาความหนาแน่นของน้ำยางข้นจากสูตร

ความหนาแน่นของน้ำยางข้น = (W_1-W_2) / ปริมาตรขวดวัดความหนาแน่น กรัมต่อลบ.ซม.

2) การหาค่าความหนืด

การหาค่าความหนืดของน้ำยางข้น โดยการใช้เครื่องวัดความหนืดของของเหลว Thomas-Stormer viscometer ทำการทดลองโดยตั้งเครื่องมือบนโต๊ะสูง 40 นิ้ว ซึ่งจะทำให้แกนของเครื่องหมุนได้ 125 รอบเป็นอย่างน้อย โดยดูจากหน้าปัดซึ่งแต่ละขีดจะหมายถึงหมุน 1 รอบ สวมกระบอกหมุนเข้ากับแกนโดยดันขึ้นไปจนติดแล้วยึดไว้โดยหมุนนอตให้แน่นจะต้องขยับกระบอกหมุนนี้ เพื่อให้รอยขีดที่อยู่บนแกนของกระบอกหมุนตรงกับนอตซึ่งจะทำให้กระบอกหมุนหมุนได้เรียบที่สุด ใส่น้ำหรือน้ำมันลงในถ้วยน้ำที่เลื่อนขึ้นลงได้เพื่อปรับอุณหภูมิ แล้วใส่สารตัวอย่างที่ทราบค่าความหนืด (u_1) เข้าไปในถ้วยตัวอย่างจนได้ระดับประมาณ 0.25 นิ้ว จากข้างบนถ้วย วางถ้วยตัวอย่างเข้าไปในถ้วยน้ำ แล้วเลื่อนถ้วยน้ำขึ้นไปข้างบนจนกระบอกหมุนจมลงในถ้วยตัวอย่าง และสารตัวอย่างจะท่วมกระบอกหมุนสูงขึ้นมาประมาณ 0.25 นิ้ว แล้วยึดไว้โดยหมุนนอตข้างเสาให้แน่น สวมเทอร์โมมิเตอร์เข้าไปในถ้วยน้ำปรับถ้วยโดยหมุนสกรูข้าง ๆ เพื่อให้ถ้วยตัวอย่างอยู่ตรงกลางและกระบอกหมุนหมุนได้โดยไม่ติดขอบถ้วย หมุนเชือกน้ำหนักขึ้นไป และคอยดูว่าเส้นเชือกพันกับแกนได้เรียบร้อยไม่ทับกัน ในการหมุนเชือกนี้จะยึดแกนหมุนของทรงกระบอกไว้โดยการใช้เบรค ปรับอุณหภูมิของถ้วยน้ำและถ้วยตัวอย่าง ด้วยการใช้ความร้อนหรือน้ำแข็งจนได้อุณหภูมิที่ต้องการ แต่ต้องไม่เกิน 148 องศาเซลเซียส ปล่อยให้กระบอกหมุน

หมุนไปประมาณ 10 ถึง 20 รอบ ก่อนจับเวลาโดยการปล่อยเบรค จับเวลาที่กระบอกหมุนหมุนไปได้ 100 รอบ 4 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย (T_1) จากนั้นเปลี่ยนสารตัวอย่างเป็นน้ำยางข้น ทำการทดลองซ้ำจะได้ค่าเฉลี่ยเวลาที่กระบอกหมุนหมุนได้ 100 รอบ (T_2) คำนวณหาค่าความหนืดของน้ำยางข้น จากสูตร

ค่าความหนืดของน้ำยางข้น = (u_1)(T_2) / (T_1) เซนติพอยน์

3) การหาแรงตึงผิว

วัดอุณหภูมิสารตัวอย่างในขณะทดลอง การวัดค่าแรงตึงผิวโดยการใช้เครื่องมือ tensiometer ทำการทดลองโดยตั้งเครื่องให้สมดุล โดยดูจากหยดน้ำในจานแก้ว นำสารตัวอย่างใส่ลงในบีกเกอร์ประมาณ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำเพลตวัดไปเกี่ยวที่ขอเกี่ยว และปรับให้เพลตวัดจุ่มลงในสารตัวอย่างพอดี ปรับสเกลที่เครื่องให้เป็นศูนย์ ค่อย ๆ หมุนปุ่มเลื่อนชั้นวางบีกเกอร์ลง อ่านค่าซึ่งฟิล์มบนแพลตหลุดจากผิวหน้าของสารตัวอย่างพอดี

4) การศึกษาคุณสมบัติมาตรฐานทางเคมีของน้ำยางข้น

คุณสมบัติมาตรฐานทางเคมีของน้ำยางข้นที่ศึกษา มีดังนี้

- ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid content, ISO 124)
- ปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry rubber content, ISO 126)
- ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity, ISO 125)
- ปริมาณยางจับก้อน (Coagulum content, ISO 706)
- ปริมาณทองแดง (Copper content, ISO 8053)
- ปริมาณแมงกานีส (Manganese content, ISO 7780)
- ปริมาณตะกอน (Sludge content, ISO 2005)
- ค่ากรดไขมันที่ระเหยได้ (Volatile fatty acid number, ISO 506)
- ค่าโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH number, ISO 127)

3.3.2 การเตรียมยางเม็ด

เตรียมสารละลายของน้ำ เอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ และกรดฟอร์มิก ในอัตราส่วน 22:23:5 โดยปริมาตร สารละลายนี้จะบรรจุในถังพักสารละลาย และถูกสูบผ่านเข้าเครื่องแก้วจนเต็ม และไหลล้นลงในเครื่องแก้วชั้นที่สองแล้วออกมาตามสายยางเข้าสู่ถังพัก นำมาใช้อีกครั้ง ปรับการไหลของสารละลายให้คงที่จนกระทั่งน้ำยางข้นที่หยดลงมาจากหลอดหยดจมลงในสารละลายแล้วไหลออกมากับสารละลาย ตกลงบนตะแกรงที่รองรับจากนั้นนำเม็ดยางที่ได้ไปทำการล้างน้ำโดยการฉีดพ่น (spray) และอบแห้งที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส จนแห้งนำไปเคลือบด้วยไขพาราฟิน เพื่อป้องกันการติดกันของเม็ดยางในขณะเก็บรวมกัน เพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการชะละลายด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลวต่อไป

3.3.3 การทดลองการชะละลายเม็ดยางธรรมชาติด้วยคาร์บอนไดออกไซด์

ใส่ตัวอย่างเม็ดยางประมาณ 15 กรัม ลงในทรงกระบอกที่ทำจากตะแกรงลวด วัดระดับความสูงของเม็ดยาง แล้วนำตะแกรงไปบรรจุใส่เครื่องปฏิกรณ์เคมี ประกอบเครื่องมือในการทดลองให้สมบูรณ์ จากนั้นปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากถัง เข้าสู่เครื่องหล่อเย็นเพื่อให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ควบแน่นเป็นของเหลว และไหลไปเก็บในถังพักคาร์บอนไดออกไซด์เหลว ใช้เครื่องสูบแรงดันสูงสูบคาร์บอนไดออกไซด์จากถังพักเข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์เคมีเพื่อให้ได้ความดันตามที่ต้องการ โดยควบคุมอุณหภูมิให้ได้ตามกำหนดโดยใช้ระบบน้ำหล่อ ทิ้งให้ทำการชะละลายตามเวลาที่กำหนด การชะละลายกระทำที่อุณหภูมิ ความดัน และช่วงเวลาในการชะละลายต่าง ๆ กัน จากนั้นค่อย ๆ ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจนกระทั่งความดันภายในเครื่องปฏิกรณ์เคมีเท่ากับความดันบรรยากาศแล้วทำการวัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ยางปลดปล่อยออกมาในเวลาหนึ่งชั่วโมง เปิดเครื่องปฏิกรณ์เคมีนำตะแกรงที่บรรจุเม็ดยางออกมาวัดระดับความสูงของเบดยางและขนาดของเม็ดยางภายในตะแกรง เก็บเม็ดยางที่ผ่านการชะละลายแล้วนำไปชั่งน้ำหนักจนน้ำหนักของเม็ดยางคงที่ บันทึกค่าไว้ จากนั้นนำยางที่ผ่านการชะละลายแล้วไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนและดัชนีสีของยางต่อไป

การชะละลายเม็ดยางด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลวในการวิจัยครั้งนี้ ทำการศึกษาผลของตัวแปร ดังนี้

1. การทดลองหาผลของอุณหภูมิ ที่มีต่อการชะละลายโดยแปรค่าอุณหภูมิที่ 18 28 38 และ 48 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

2. การทดลองหาผลของความดัน ที่มีต่อการชะละลายโดยแปรค่าความดันที่ 20 40 50 60 และ 80 บาร์ ตามลำดับ

3. การทดลองหาผลของเวลา ที่มีต่อการชะละลายโดยแปรค่าเวลาที่ 5 10 15 30 60 และ 120 นาที ตามลำดับ

4. การทดลองเปรียบเทียบผลของการชะละลายยางธรรมชาติ ด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลวโดยใช้ยางเม็ดและน้ำยางข้นชนิด HA grade ที่มีปริมาณเนื้อยางแห้ง 30 และ 60 เปอร์เซ็นต์ เป็นวัตถุดิบ ซึ่งทำการทดลองที่ความดัน 80 บาร์ อุณหภูมิ 38 และ 70 องศาเซลเซียส และเวลาในการชะละลายประมาณ 30 นาที โดยวิธีการทดลองดังขั้นตอน

3.3.4 การวิเคราะห์เม็ดยางธรรมชาติ

1) การหาปริมาณไนโตรเจนและโปรตีนในเนื้อยาง (ASTM D 3533-76)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างชิ้นยาง 0.1 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยสารตัวอย่าง (digestion tubes) เติมสารละลายคะตะลิสต์ 3.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำหลอดย่อยสารตัวอย่างใส่ขาตั้ง (rack) แล้วนำขาตั้งไปใส่ไว้ในเครื่อง Kjeldatherm digestion block พร้อมทั้งประกอบท่อดูดควันระบบสูญญากาศ ทิ้งให้เกิดการย่อยสารโดยเริ่มตั้งอุณหภูมิเครื่องจาก 240-380 องศาเซลเซียส และให้เพิ่มขึ้นทีละ 20 องศาเซลเซียส ปล่อยให้เกิดการย่อยจนสมบูรณ์ซึ่งจะได้สารละลายสีเขียวใส จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นเติมน้ำกลั่นลงไปในหลอดย่อยสารตัวอย่างแล้วนำไปกลั่นในเครื่องกลั่นไอน้ำ โดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในหลอดย่อย และเตรียมสารละลายกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ใส่อินดิเคเตอร์ลงในบีกเกอร์สำหรับรองรับสารละลายที่กลั่นได้ ทำการกลั่นจนกระทั่งได้สารละลายปริมาตร 35 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำสารละลายที่ได้ไปทำการไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล จนถึงจุดยุติสารละลายในบีกเกอร์จะเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีเขียว ทำการคำนวณหาปริมาณ

ไนโตรเจนในเนื้อยาง ได้ดังนี้

ปริมาณไนโตรเจน, เปอร์เซ็นต์ = $(V_2 - V_1) N \times 1.40 / W$

ปริมาณโปรตีน, เปอร์เซ็นต์ = ปริมาณไนโตรเจน x 6.25

โดย

V_1 = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ในการไตเตรตสารละลายตัวอย่าง, ลูกบาศก์เซนติเมตร

V_2 = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ในการไตเตรตสารละลายมาตรฐาน ซึ่งทำการทดลองเหมือนข้างต้นแต่ไม่มีตัวอย่างยาง, ลูกบาศก์เซนติเมตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต

W = น้ำหนักของตัวอย่างยางที่ใช้ในการวิเคราะห์ประมาณ 0.1 กรัม, กรัม

2) การวัดดัชนีสีของยางโดยใช้เครื่องวัดสี Lovibond

ชั่งยางน้ำหนัก 0.2 กรัม ละลายลงในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในหลอดเซล นำไปวัดดัชนีสีกับเพลตเทียบสีมาตรฐานโดยใส่เซลตัวอย่างทางด้านขวา และเซลมาตรฐานซึ่งใส่ตัวทำละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์ทางด้านซ้าย ปรับเซลให้พอดีช่อง เปิดหลอดไฟแล้วเทียบสีของเซลมาตรฐาน โดยหมุนตัวเทียบสีจนดัชนีสีเท่ากับสารตัวอย่าง บันทึกค่าที่อ่านได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย