

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 น้ำมันปาล์มดิบ

น้ำมันปาล์มดิบเกรดการค้า ในจังหวัดปทุมธานี ถูกใช้เป็นสารป้อนตลอดการทดลอง โดยน้ำมันปาล์มดิบจะถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องในภาชนะปิดทึบแสง รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างของน้ำมันปาล์มดิบที่ใช้ทดลอง



รูปที่ 3.1 น้ำมันปาล์มดิบที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทดลอง

3.1.2 สารเคมี

1. เฮกเซน (Hexane, AR grade, Labscan)
2. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid, AR grade, MERCK)
3. ซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide, AR grade, Ajax Finechem Pty)
4. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium Hydroxide, AR grade, MERCK)
5. โซเดียมโมลิบเดต (Sodium molybdate, AR grade, Fluka)
6. ไฮดราซีนซัลเฟต (Hydrazine sulfate, AR grade, Loba cemie Pvt)
7. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, AR grade, MERCK)
8. เอทานอล (Ethanol, AR grade, Labscan)
9. ฟีนอล์ฟทาเลอิน (Phenolphthalein)

3.2 อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องแก้วทั่วไป ประกอบด้วย บีกเกอร์ ฟลาสก์ แท่งแก้ว ฯลฯ
2. เยื่อกรองเซรามิกเกรดการค้ำช่วงรูพรุน 0.3-0.8 ไมครอน 3 ชนิด ดังตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 ชนิดเยื่อกรองเซรามิกเกรดการค้ำที่ใช้ในการทดลอง

เยื่อกรอง	ความยาวโมดูล (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางรอบ นอก (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางรอบใน (ซม.)
M1 (ดำ)	25	5.0	2.5
M2 (เทา)	25	5.0	2.5
M3 (เทา)	25	6.5	4.0



รูปที่ 3.2 เมมเบรนเซรามิกเกรดการค้ำที่ใช้ในการทดลอง

3. ชุดอุปกรณ์การกรองแบบไหลขวาง ประกอบด้วย ถังเก็บสารป้อนขนาด 9 ลิตร ปั๊มสารเคมี ชุดโมดูลเยื่อกรอง เกจความดัน เกจวัดอัตราการไหล ระบบท่อสแตนเลส ฯลฯ โดยแผนภาพแสดงชุดเครื่องกรองดังรูปที่ 3.3 และชุดเครื่องมือที่ใช้จริงในการทดลองแสดงดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.3 แผนภาพแสดงชุดการไหลขวางที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 3.4 ชุดเครื่องมือการทดลอง

4. วิธีการใช้ชุดอุปกรณ์การทดลอง แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน

4.1 การทำความสะอาดเพื่อเตรียมทดลอง

- 1) นำเมมเบรนเซรามิกใส่ในแฮสซิ่ง และจึงต่อเข้ากับชุดการทดลอง จากนั้นให้หมุนเกลียวปิดให้สนิท และต่อสายรีเทนเททเข้ากับโมดูลเมมเบรนเซรามิก ชันเกลียวน็อตให้สนิท
- 2) คลายน็อตเพื่อเปิดฝาลังป้อน ใส่น้ำสะอาดในถังป้อน 6 – 8 ลิตร
- 3) ตรวจสอบวาล์วของทุกสายว่าอยู่ในสถานะที่พร้อมใช้งาน หลังจากนั้นจึงเปิดปั๊มเพื่อให้ น้ำไหลผ่านเมมเบรนเซรามิก สายท่อของเพอร์มิเอท และรีเทนเทท เพื่อทำความสะอาดระบบของชุดการทดลองเป็นเวลา 20 – 30 นาที จากนั้นปิดปั๊ม
- 4) เปิดวาล์วด้านล่างของถังป้อนเพื่อนำน้ำออกจากถังป้อนและระบบ

4.2 การเตรียมการทดลองด้วยเฮกเซน

- 1) นำเมมเบรนเซรามิกใส่ในแฮสซิ่ง แล้วจึงต่อเข้ากับชุดการทดลอง จากนั้นให้หมุนเกลียวปิดให้สนิท และต่อสายรีเทนเททเข้ากับโมดูลเมมเบรนเซรามิก ชันเกลียวน็อตให้สนิท
- 2) คลายน็อตเพื่อเปิดฝาลังป้อน ใส่เฮกเซนในถังป้อน 6 ลิตร
- 3) ปิดฝาลังป้อนด้วยแผ่นยาง เพื่อกันการระเหยของเฮกเซน แล้วปิดด้วยฝาลังชันเกลียวน็อตทุกตัวบนฝาลังให้แน่นสนิท
- 4) ตรวจสอบวาล์วของทุกสายว่าอยู่ในสถานะที่พร้อมใช้งาน หลังจากนั้นจึงเปิดปั๊มเพื่อให้เฮกเซนไหลผ่านเมมเบรนเซรามิก สายท่อของเพอร์มิเอท และรีเทนเทท เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นปิดปั๊ม
- 5) เปิดวาล์วด้านล่างของถังป้อนเพื่อนำเฮกเซนออกจากถังป้อนและระบบ

4.3 การทดลองโดยใช้มีสเซลล่าอัตราส่วน 1:1 และ 1:3

- 1) นำเมมเบรนเซรามิกใส่ในแฮสซิ่ง แล้วจึงต่อเข้ากับชุดการทดลอง จากนั้นให้หมุนเกลียวปิดให้สนิท และต่อสายรีเทนเททเข้ากับโมดูลเมมเบรนเซรามิก ชันเกลียวน็อตให้สนิท
- 2) คลายน็อตเพื่อเปิดฝาลังป้อน ใส่สารป้อนมีสเซลล่าลงในถังป้อน
- 3) ปิดฝาลังป้อนด้วยแผ่นยาง เพื่อกันการระเหยของเฮกเซน แล้วปิดด้วยฝาลังชันเกลียวน็อตทุกตัวบนฝาลังให้แน่นสนิท
- 4) เตรียมกระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร เพื่อรองรับสารเพอร์มิเอท จัดกระบอกตวงเพื่อให้อยู่พอดีกับสายท่อของสายเพอร์มิเอท

5) ตรวจสอบวาล์วของทุกสายว่าอยู่ในสภาวะที่พร้อมใช้งาน หลังจากนั้นเปิดปั๊ม เพื่อเริ่มกระบวนการทดลอง

6) กระแสสารป้อนจะไหลเข้าสู่เมมเบรน และกระแสรีเทนเททจะไหลกลับเข้าสู่ป้อน ในขณะที่กระแสเพอร์มิเอทจะไหลออกจากเมมเบรน เข้าสู่อุปกรณ์รองรับที่วางอยู่บนเครื่องชั่งไฟฟ้า เมื่อสารเพอร์มิเอทหยดแรกไหลลงสู่กระบอกตวง ให้จับเวลารอนจนกระทั่งได้ปริมาณที่ต้องการจึงให้หยุดกระบวนการทดลองและปิดปั๊ม จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันอิสระ ปริมาณฟอสโฟไลปิด และค่าฟลักซ์เพอร์มิเอท

8) เปิดวาล์วด้านล่างของถังป้อนเพื่อนำสารที่คั่งค้างออกจากถังป้อนและระบบ

9) หลังจากสิ้นสุดกระบวนการทดลอง ให้ดำเนินการดัง

(1) นำเฮกเซนที่ใช้ในการล้างระบบก่อนเริ่มกระบวนการทดลอง ใส่ลงในถังป้อน ปิดฝาถังให้สนิท

(2) เปิดปั๊มให้เฮกเซนไหลผ่านเมมเบรนเซรามิก สายท่อของเพอร์มิเอท และรีเทนเทท เพื่อทำความสะอาดระบบของชุดการทดลองเป็นเวลา 20 นาที

(3) เมื่อล้างระบบด้วยเฮกเซนแล้วให้ใช้น้ำสะอาดล้างระบบอีกรอบ โดยครั้งนี้จะให้น้ำไหลผ่านระบบอย่างต่อเนื่อง โดยการเปิดวาล์วด้านล่างของถังป้อน และวาล์วของสายเพอร์มิเอท เพื่อให้น้ำไหลออก และเติมน้ำสะอาดลงในถังป้อนอย่างสม่ำเสมอ ล้างจนกระทั่งแน่ใจว่าระบบของชุดการทดลองสะอาดพร้อมใช้งานครั้งต่อไป

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 เตรียมเมมเบรนเซรามิก M1 M2 และ M3 ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

3.3.2 เตรียมมิสเซลล่าอัตราส่วนเชิงน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบ:เฮกเซน 1:1 และ 1:3 ในถังป้อน จำนวน 6 ลิตร

3.3.3 เก็บตัวอย่างของสารป้อนจำนวน 100 ml เพื่อวิเคราะห์ฟอสโฟไลปิดและกรดไขมันอิสระ

3.3.4 ทำการทดลองเพื่อหาค่าฟลักซ์ โดยใช้การจับเวลาเพอร์มิเอทหยดแรกไหลลงสู่กระบอกตวง อ่านค่าทุกๆ 2 นาที พร้อมจดบันทึก จนกระทั่งครบ 1 ชั่วโมง หยุดการทดลอง

3.3.5 เก็บตัวอย่างของเพอร์มิเอท 100 ml และรีเทนเทท 100 ml เพื่อวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระและปริมาณฟอสโฟไลปิด

3.4 วิธีวัดผล/วิเคราะห์ปริมาณ

3.4.1 ฟลักซ์เพอร์มิเอท ใช้การจับเวลาของเพอร์มิเอท ในช่วงเวลาต่างๆ

3.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณของกรดไขมันอิสระ ในเพอร์มิเอทและรีเทนเทท โดยใช้วิธีมาตรฐานของ AOCS. Ca 5a-40

3.4.3 การวิเคราะห์ปริมาณฟอสโฟไลปิดในเพอร์มิเอทและรีเทนเทท โดยใช้วิธีมาตรฐานของ AOCS Ca 12-55

3.4.4 ความสามารถในการกำจัดฟอสโฟไลปิดและกรดไขมันอิสระ โดยใช้สมการ (3.1)

$$\% R = \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) * 100 \quad (3.1)$$

โดย C_p คือความเข้มข้นของฟอสโฟไลปิดในกระแสเพอร์มิเอท และ C_f คือความเข้มข้นของฟอสโฟไลปิดในสารป้อน