

บทที่ 3

การทดลอง

ในบทนี้จะอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง สารเคมีสำหรับการสกัด วิธีการทดลองจำแนกตามกรณีศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดน้ำมันหล่อลื่นที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย โดยพิจารณาเลือกอุปกรณ์การสกัดแบบกะ และอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง โดยมีปัจจัยได้แก่ ปริมาณของสารสกัด ความเร็วรอบของใบกวน เวลาที่ใช้ในการสกัด และอัตราการไหลของสารสกัดและสารป้อน

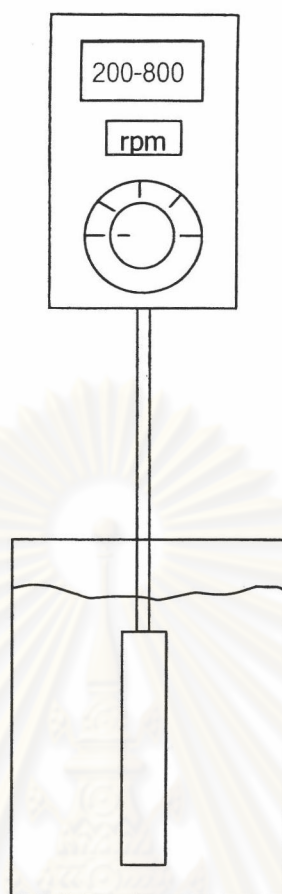
3.1 สารเคมีและวัตถุดิบในการทดลอง

- 1) น้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วปนเปื้อน (2000 ppm หรือ 2 กรัมต่อลิตร)
- 2) สารที่นำมาใช้สกัด
 - 2.1 น้ำมันดีเซล
 - 2.2 น้ำมันก๊าด
- 3) normal hexane ชนิดใช้ในห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการสกัดของน้ำมันหล่อลื่น

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1) เครื่องสกัดแบบกะ (batch)

เป็นอุปกรณ์ทำด้วยแก้ว ภายในบรรจุของเหลว ที่กั้นภาชนะมีก๊อกสำหรับถ่ายเทสารออก มีใบกวนแบบแผ่นตรงยึดกับแกนเหล็ก และขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าที่สามารถปรับความเร็วรอบตั้งแต่ 200, 400, 600 และ 800 รอบต่อนาที เพื่อให้เกิดการผสมของของเหลวทั่วภาชนะ แสดงรายละเอียดดังรูป 3.1 และตารางที่ 3.1



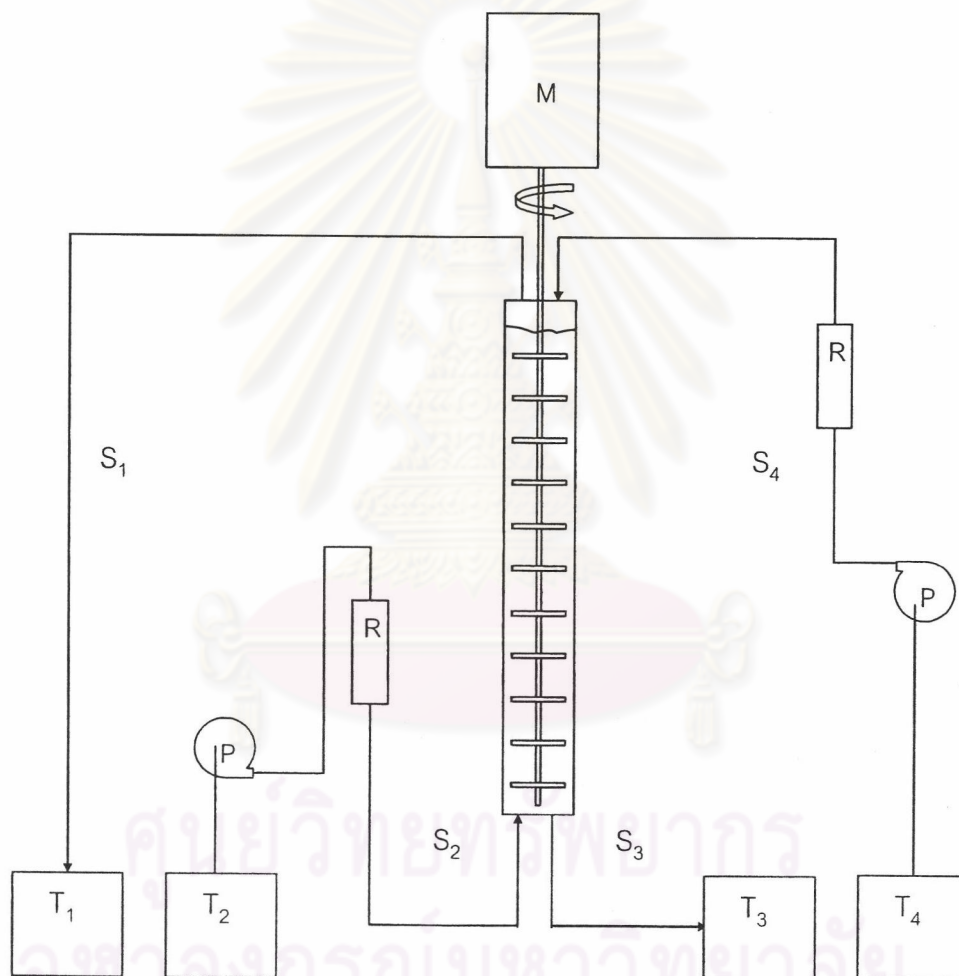
รูปที่ 3.1 อุปกรณ์การสกัดแบบกะ (batch)

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของส่วนประกอบภายในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด
1	ช่วงความเร็วรอบของใบกวน	200,400,600,800 รอบต่อนาที
2	ปริมาตรของภาชนะ	500 มิลลิลิตร
3	ความสูงของภาชนะ	15 เซนติเมตร
4	เส้นผ่านศูนย์กลางของภาชนะ	10 เซนติเมตร
5	ความยาวของแผ่นกวน	8 เซนติเมตร
6	ความกว้างของแผ่นกวน	2 เซนติเมตร

3.2.2) เครื่องสกัดแบบต่อเนื่อง (continuous)

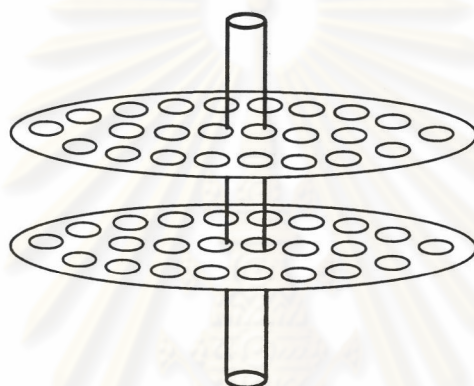
เป็นอุปกรณ์คล้ายคอลลัมน์ทำด้วยแก้วเป็นรูปทรงกระบอก ภายในมีแผ่นจานมีรูใช้ในการกรอง 35 แผ่น ถูกหมุนไปพร้อมกันโดยยึดกับแกนเหล็ก ซึ่งมีชุดสายพานและมอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่ขับเคลื่อนแผ่นกวน และสามารถปรับความเร็วรอบตั้งแต่ 100, 125, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 3.2 และตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงอุปกรณ์การทดลองแบบต่อเนื่องที่มีแผ่นจานมีรู

สัญลักษณ์

M	มอเตอร์ขับ	P	ปั้ม
R	โรตารีเตอร์		
T ₁	ภาชนะของสายป้อนขาออก	S ₁	สายป้อนขาออก
T ₂	ภาชนะของสายป้อนขาเข้า	S ₂	สายป้อนขาเข้า
T ₃	ภาชนะของสารสกัดออก	S ₃	สายสกัดขาออก
T ₄	ภาชนะของสารสกัดขาเข้า	S ₄	สายสกัดขาเข้า



รูปที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของใบกวนแบบแผ่นจานหมุนมีรู

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของส่วนประกอบภายในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด
1	เส้นผ่านศูนย์กลางของหอสกัด	8 เซนติเมตร
2	ความสูงของหอสกัด	1.5 เมตร
3	จำนวนรูบนแผ่นจาน	38 รู
4	ระยะห่างระหว่างจานหมุน	2.6 เซนติเมตร
5	เส้นผ่านศูนย์กลางของรู	0.67 เซนติเมตร
6	เส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นจาน	7.3 เซนติเมตร
7	จำนวนแผ่นจานภายในหอสกัด	35 แผ่น
8	ความหนาของแผ่นจาน	1 มิลลิเมตร

3.3 วิธีการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การสกัด

ในการทดลองครั้งนี้ใช้ทดสอบโดยใช้การสกัดด้วยตัวทำละลายที่เป็นของเหลว (liquid extraction) ซึ่งสารที่นำมาสกัดคือ normal hexane ชนิดใช้ในห้องปฏิบัติการ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. หลังจากสกัดน้ำมันหล่อลื่นออกจากน้ำเสียแล้ว เมื่อทิ้งไว้สักครู่จะเกิดการแยกกันเป็น 2 ส่วน ระหว่างส่วนของสารที่นำมาสกัดกับน้ำมันหล่อลื่นซึ่งส่วนมากจะแยกอยู่ด้านบนของภาชนะ และน้ำมันหล่อลื่นส่วนน้อยซึ่งสกัดไม่หมดจะเจือปนอยู่ในน้ำเสียจะแยกอยู่ด้านล่างของภาชนะ
2. นำส่วนที่แยกอยู่ด้านล่างของภาชนะ ไปสกัดด้วยเฮกเซนในปริมาณ 20 มิลลิลิตร ในเวลา 5 นาที จากนั้นรอจนแยกกันเป็น 2 ส่วน
3. นำส่วนที่แยกอยู่ด้านบนของภาชนะใส่ลงในถ้วยกระเบื้อง และให้ความร้อนด้วยฮีตเตอร์ (heater) ประมาณ 5 นาที เพื่อให้ตัวทำละลายเฮกเซนระเหยออกจากถ้วยกระเบื้องเหลือเพียงแต่ปริมาณของน้ำมันหล่อลื่นที่เหลืออยู่
4. นำถ้วยกระเบื้อง ใส่ในภาชนะใส่ความชื้น หลังจากนั้นนำถ้วยกระเบื้องไปชั่งด้วยเครื่องชั่งแบบดิจิตอล มีความละเอียดที่ทศนิยม 4 ตำแหน่ง เพื่อหาน้ำหนักของปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่เหลืออยู่
5. นำค่าที่ได้จากการชั่งไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสกัด

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการสกัด ปริมาณของสารสกัดที่ใช้ และความเร็วรอบของใบกวน ในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ ซึ่งการทดลองครั้งนี้ได้เลือกสารสกัด 2 ชนิด คือ น้ำมันดีเซล และน้ำมันก๊าด แล้วทำการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัด มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) นำน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปนในปริมาณ 2000 ppm มา 500 มิลลิลิตร ใส่ลงในภาชนะแก้ว
- 2) นำน้ำมันดีเซลปริมาณ 5 มิลลิลิตรใส่ลงในภาชนะที่บรรจุน้ำเสีย แล้วเริ่มปั่นกวนด้วยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที
- 3) หยุดการปั่นกวน แล้วปล่อยให้สารแยกชั้นกัน จากนั้นนำส่วนที่แยกอยู่ด้านล่างมาสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนอีกครั้ง เพื่อหาปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่เหลืออยู่ซึ่งไม่สามารถสกัดได้
- 4) ทำการทดลองซ้ำข้อ 1) ถึง 3) โดยเพิ่มปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้สกัด เป็น 10, 15, 20, 25, 30, 35, 45 และ 50 มิลลิลิตร ตามลำดับ
- 5) ทำการทดลองซ้ำข้อ 1) ถึง 4) โดยเพิ่มความเร็วรอบของใบกวนเป็น 400, 600 และ 800 รอบต่อนาที ตามลำดับ
- 6) ทำการทดลองซ้ำข้อ 1) ถึง 5) โดยเปลี่ยนสารสกัดจากน้ำมันดีเซลมาเป็นน้ำมันก๊าด
- 7) เก็บตัวอย่างที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การสกัด
- 8) เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดระหว่างน้ำมันดีเซล และน้ำมันก๊าด

3.4.2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการสกัด และเวลาที่เหมาะสมในการสกัด โดยกำหนดความเร็วของใบกวน และปริมาณสารสกัดที่ให้ประสิทธิภาพการสกัดสูงสุด ในอุปกรณ์การสกัดแบบกะ ซึ่งการทดลองครั้งนี้ได้เลือกสารสกัด 2 ชนิดคือ น้ำมันดีเซล และน้ำมันก๊าด แล้วทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับเวลาที่ใช้สกัด มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) นำน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปนในปริมาณ 2000 ppm มา 500 มิลลิลิตร ใส่ลงในภาชนะแก้ว
- 2) นำน้ำมันดีเซลปริมาณ 40 มิลลิลิตรใส่ลงในภาชนะที่บรรจุน้ำเสีย แล้วเริ่มปั่นกวนด้วยความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที
- 3) หยุดการปั่นกวน แล้วปล่อยให้สารแยกชั้นกัน จากนั้นนำส่วนที่แยกอยู่ด้านล่างมาสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนอีกครั้ง เพื่อหาปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่เหลืออยู่ที่ไม่สามารถสกัดได้
- 4) ทำการทดลองซ้ำข้อ 1) ถึง 3) โดยเพิ่มเวลาในการกวนเป็น 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 และ 20 นาที ตามลำดับ

- 5) ทำการทดลองซ้ำข้อ 1) ถึง 4) โดยเปลี่ยนสารสกัดจากน้ำมันดีเซลมาเป็นน้ำมันก๊าด
- 6) เก็บตัวอย่างที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การสกัด
- 7) เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้สกัดระหว่างน้ำมันดีเซลและน้ำมันก๊าด

3.4.3) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการสกัด และเวลาที่เหมาะสมในการสกัด โดยกำหนดความเร็วของใบกวนที่ให้ประสิทธิภาพการสกัดสูงสุด และทำการป้อนน้ำเสียและป้อนสายสารสกัดที่อัตราการไหล 100 มิลลิลิตรต่อนาที ในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง ซึ่งการทดลองครั้งนี้ได้เลือกสารสกัด 2 ชนิดคือ น้ำมันดีเซล และน้ำมันก๊าด แล้วทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับเวลาที่ใช้สกัด มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) นำน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปนในปริมาณ 2000 ppm มา 25 ลิตร ใส่ลงในภาชนะสายป้อนขาเข้า
- 2) เตรียมน้ำมันดีเซล 25 ลิตร ใส่ลงในภาชนะสารสกัดขาเข้า
- 3) ป้อนน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปนเข้าทางด้านบนของหอสกัด เกือบท่วมหอแล้วจึงป้อนน้ำมันดีเซลเข้าหอสกัดทางด้านล่าง เมื่อชั้นรอยต่อระหว่างสองสายเริ่มคงที่ จึงเริ่มปั่นกวนที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที และปรับอัตราการไหลของสายสกัดและสายป้อนที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที โดยจะให้ให้ทั้งสองสายไหลผ่านแบบสวนทางกันเพียงครั้งเดียว
- 4) เก็บตัวอย่างที่ได้จากการสกัดที่กั้นหอที่เวลา 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 นาที ตามลำดับ
- 5) ทำการทดลองซ้ำข้อ 1) ถึง 4) โดยเปลี่ยนสารสกัดจากน้ำมันดีเซลมาเป็นน้ำมันก๊าด
- 6) เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้สกัดระหว่างน้ำมันดีเซลและน้ำมันก๊าด

3.4.4) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการสกัด และความเร็วรอบที่เหมาะสมในการสกัด โดยกำหนดความเร็วของใบกวนที่ 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที ป้อนน้ำเสียและป้อนสายสารสกัดที่อัตราการไหล 100 มิลลิลิตรต่อนาที ในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง ซึ่ง

การทดลองครั้งนี้ได้เลือกสารสกัด 2 ชนิดคือ น้ำมันดีเซล และน้ำมันก๊าด แล้วทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับเวลาที่ใช้สกัด มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) นำน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปนในปริมาณ 2000 ppm มา 25 ลิตร ใส่ลงในภาชนะสายป้อนขาเข้า
- 2) เตรียมน้ำมันดีเซล 25 ลิตร ใส่ลงในภาชนะสารสกัดขาเข้า
- 3) ป้อนน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปนเข้าทางด้านบนของหอสกัด เกือบท่วมหอแล้วจึงป้อนน้ำมันดีเซลเข้าหอสกัดทางด้านล่าง เมื่อชั้นรอยต่อระหว่างสองสายเริ่มเข้ากัน จึงเริ่มปั่นกวนที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที และปรับอัตราการไหลของสายสกัดและสายป้อนที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที โดยจะให้ให้ทั้งสองสายไหลผ่านแบบสวนทางกัน เพียงครั้งเดียว
- 4) เก็บตัวอย่างที่ได้จากการสกัดที่ก้นหอที่เวลา 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 นาที ตามลำดับ
- 5) ทำการทดลองซ้ำข้อ 1) ถึง 4) เปลี่ยนความเร็วรอบของใบกวนเป็น 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที
- 6) ทำการทดลองซ้ำข้อ 1) ถึง 5) โดยเปลี่ยนสารสกัดจากน้ำมันดีเซลมาเป็นน้ำมันก๊าด
- 7) เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้สกัดระหว่างน้ำมันดีเซล และน้ำมันก๊าด

3.4.5) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการสกัด และอัตราการไหลของสารสกัดที่เหมาะสม โดยกำหนดความเร็วของใบกวนที่ให้ประสิทธิภาพการสกัดสูงสุด และทำการป้อนน้ำเสียในอัตราคงที่ 100 มิลลิลิตรต่อนาที และเปลี่ยนอัตราการไหลของสายสารสกัดเป็น 100, 150 และ 200 มิลลิลิตรต่อนาที ในอุปกรณ์การสกัดแบบต่อเนื่อง ซึ่งการทดลองครั้งนี้ได้เลือกสารสกัด 2 ชนิดคือ น้ำมันดีเซล และน้ำมันก๊าด แล้วทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับเวลาที่ใช้สกัด มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) นำน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปนในปริมาณ 2000 ppm มา 25 ลิตร ใส่ลงในภาชนะสายป้อนขาเข้า
- 2) เตรียมน้ำมันดีเซล 25 ลิตร ใส่ลงในภาชนะสารสกัดขาเข้า

- 3) ป้อนน้ำเสียที่มีน้ำมันหล่อลื่นเจือปนเข้าทางด้านบนของหอสกัด
เกือบท่วมหอแล้วจึงป้อนน้ำมันดีเซลเข้าหอสกัดทางด้านล่าง เมื่อชั้น
รอยต่อระหว่างสองสายเริ่มคงที่ จึงเริ่มปั่นกวรที่ความเร็ว 100 รอบ
ต่อนาที และปรับอัตราการไหลของสายสกัดและสายป้อนที่ 100
มิลลิลิตรต่อนาที โดยจะให้ให้ทั้งสองสายไหลผ่านแบบสวนทางกัน
เพียงครั้งเดียว
- 4) เก็บตัวอย่างที่ได้จากการสกัดที่กั้นหอที่เวลา 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14,
16, 18 และ 20 นาที ตามลำดับ
- 5) ทำการทดลองซ้ำข้อ 1) ถึง 4) เปลี่ยนอัตราการไหลของสายสกัดเป็น
150 และ 200 มิลลิลิตรต่อนาที
- 6) ทำการทดลองซ้ำข้อ 1) ถึง 5) โดยเปลี่ยนสารสกัดจากน้ำมันดีเซลมา
เป็นน้ำมันก๊าด
- 7) เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสกัดกับเวลาที่ใช้สกัดระหว่างน้ำมันดีเซล
และน้ำมันก๊าด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย