บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ระดับความบริสุทธิ์ที่ใช้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (Analytical grade) ดังรายละเอียดเคมีภัณฑ์และบริษัทผู้ผลิตดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงเคมีภัณฑ์และบริษัทผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายที่ใช้ในการทดลอง

ชื่อเคมีภัณฑ์	บริษัทผู้จัดจำหน่าย
1) เอทานอลเข้มข้น 99.7 เปอร์เซ็นต์ (Ethanol concentration 99.7%)	Bang trading, กรุงเทพ, ประเทศไทย
2) โพรพานอล (Propanal)	Bang trading, กรุงเทพ, ประเทศไทย
3) กลูโคส (Glucose)	Bang trading, กรุงเทพ, ประเทศไทย
4) มอลท์สกัด (Malt extract)	Bang trading, กรุงเทพ, ประเทศไทย
5) เปปโตน (Peptone)	Bang trading, กรุงเทพ, ประเทศไทย
6) ยีสต์สกัด (Yeast extract)	Bang trading, กรุงเทพ, ประเทศไทย

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 3.2 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ชื่อเครื่องมือ	รุ่น	บริษัทผู้ผลิต
1) เครื่องชั่งละเอียด (Analytical balance)	BP 2215	Sertorius, Germany
2) ตู้เขี่ยเชื้อ (Laminar flow)	FD 240	WTC binder, Germany
3) แก๊สโครมาโตกราฟี (Gas chromatography)	14B	Shimadzu, Japan
4) กระดาษกรองใยแก้ว (Glass filter)	No.1	Whatman, England
5) หม้อนึ่งความดัน (Autoclave)	UM-65L vA	United Mechanical, Thailand
6) เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูง (Centrifuge)	Sorvall RC 26 plus	-

ตารางที่ 3.2 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (ต่อ)

ชื่อเครื่องมือ	รุ่น	บริษัทผู้ผลิต
7) เครื่องแก้วต่าง ๆ (Glass ware)	-	Duran
8) กระบอกฉีดยาพร้อมเข็ม (Syringe)	1, 5, 10, 20 cc	TERUMO, Philippines
9) ตัวกรองขนาดเล็ก (Syringe filter)	13 mm	Whatman, England
10) ตู้อบความร้อน (Hot air oven)	FD 240	WTC binder, Germany
11) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscope :SEM)	S-3200N	Hitachi, Japan

3.3 ระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันระดับห้องปฏิบัติการ (Laboratory scale of pervaporation system)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการจัดสร้างระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันขนาดทดลองสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ ดังแสดงในภาพที่ 3.1 ซึ่งมีส่วนประกอบของระบบดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบและหน้าที่ในระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันระดับห้องปฏิบัติการ

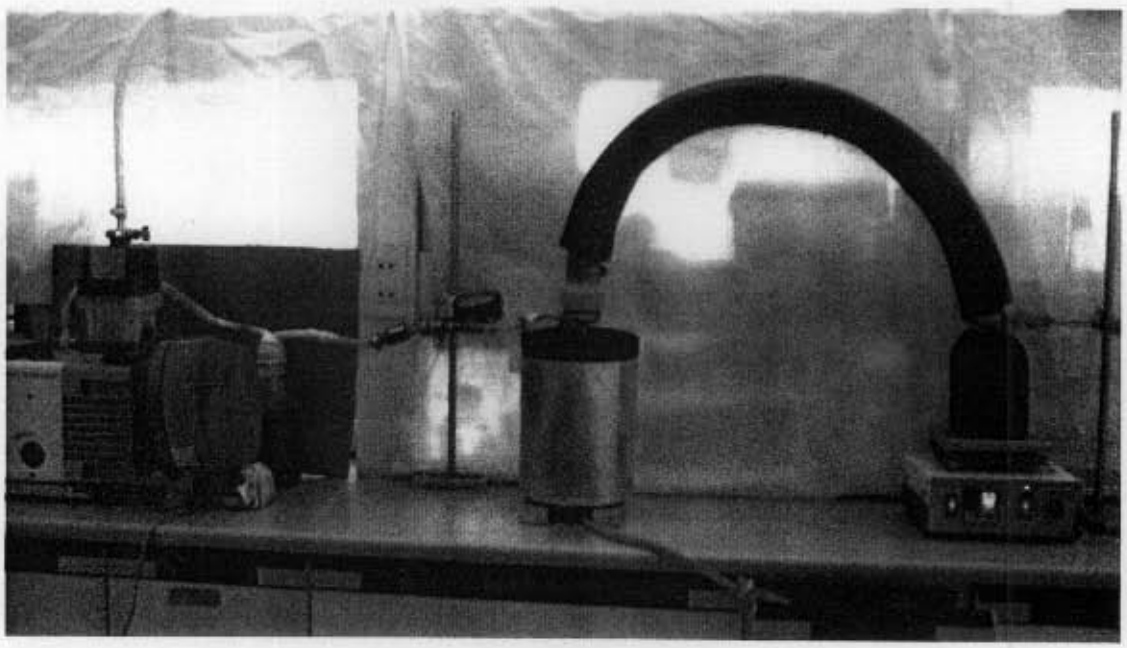
ส่วนประกอบ	หน้าที่
1) เมมเบรนทางการค้า (Commercial membrane)	แยกระหว่างด้านเพอร์มิเอตและด้านสารป้อน
2) ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump)	ทำให้ระบบด้านเพอร์มิเอตให้มีความดันต่ำกว่าบรรยากาศ
3) ตัววัดความดัน (Pressure gauge)	วัดความดันด้านเพอร์มิเอตสามารถใช้งานได้ในช่วงความดัน 0-30 inHg
4) ภาชนะกักสาร (Cooling vessel)	เก็บของเหลวของไอสารเพอร์มิเอตที่ถูกควบแน่นจาก5)
5) ส่วนควบแน่น (Condenser) ขนาด 3 ลิตร	ทำการควบแน่นไอของเพอร์มิเอตให้กลายเป็นของเหลว
6) ขวดแก้วขนาด 600 มิลลิลิตร	บรรจุวัตถุดิบหรือสารป้อนที่ใช้ในระบบ
7) เตาไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิและการกวน (Hot plate)	ปรับระดับอุณหภูมิและกวนสารละลายที่เป็นวัตถุดิบให้อุณหภูมิทั่วถึง
8) ฉนวน	ช่วยให้อุณหภูมิภายในระบบคงที่
9) วาล์ว (Valve)	ปรับระดับแรงดูดของปั๊ม
10) ขวดใส่ซิลิกาเจล	ป้องกันความชื้นเข้าสู่ปั๊ม

ตารางที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบและหน้าที่ในระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันระดับห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

ส่วนประกอบ	หน้าที่
11) พัดลม	ช่วยระบบความร้อนของปั๊ม
12) วงแหวนยาง (O-ring)	รองรับหรือป้องกันไม่ให้เมมเบรนเสียหาย
13) ตะแกรงลวด (Wire screen)	รองรับหรือป้องกันไม่ให้เมมเบรนเสียหาย

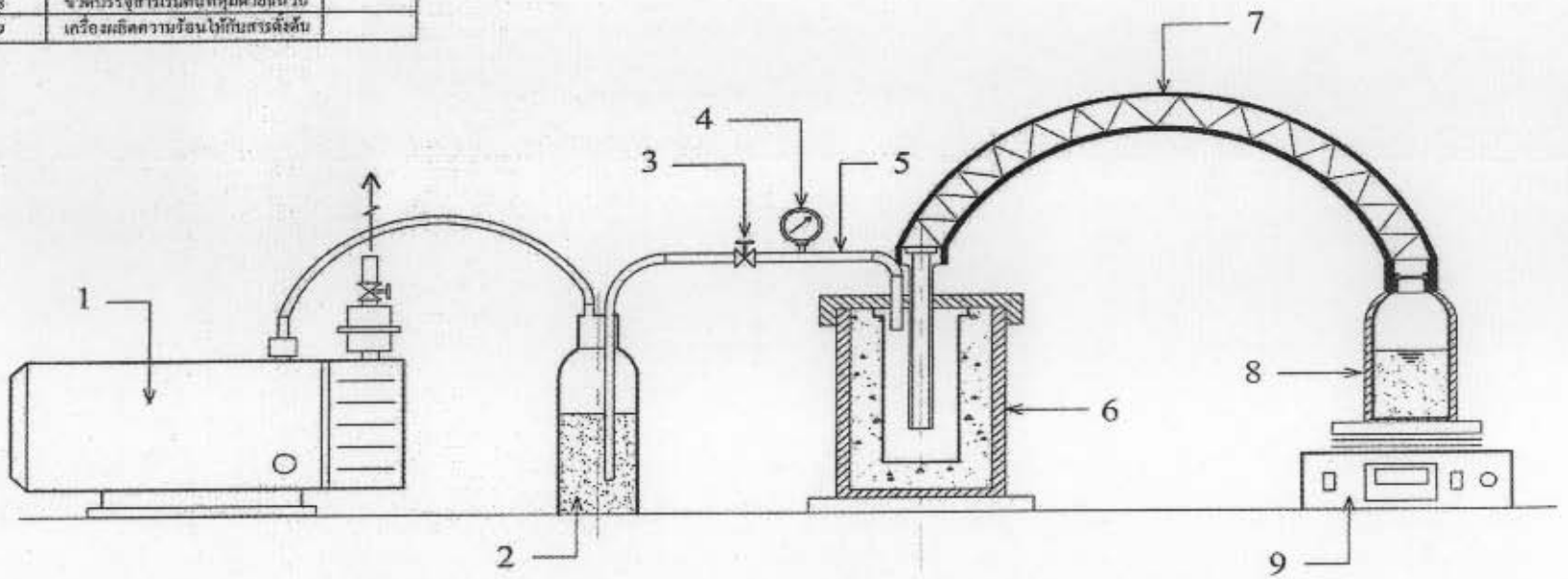
3.4 การประกอบระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน (Pervaporation assembly)

อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน ในข้อ 3.3 จะนำมาประกอบเข้าเป็นระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน เพื่อใช้ในการทดลองระดับห้องปฏิบัติการ ซึ่งระบบของเพอร์แวปพอเรชันภายหลังจากการประกอบระบบแล้วจะแสดงดังภาพที่ 3.1 และ 3.2 ที่เป็นภาพแสดงโครงร่างของการออกแบบส่วนประกอบของระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน



ภาพที่ 3.1 แสดงกระบวนการเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันที่ใช้ในระดับห้องปฏิบัติการ

หมายเลข	รายละเอียด	ขนาด
1	ปั๊มสูญญากาศ	
2	ตัวดูดความชื้น	
3	วาวล์ปรับความดัน	
4	มาตรวัดความดัน	
5	ท่อส่งถึงอากาศ	
6	เครื่องควบแน่น	
7	ท่อส่งถึงไอขึ้นที่หุ้มด้วยขดลวด	
8	ขวดบรรจุสารเริ่มต้นที่หุ้มด้วยขดลวด	
9	เครื่องผลิตความร้อนให้กับสารตั้งต้น	



ภาพที่ 3.2 แสดงองค์ประกอบของกระบวนการเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันที่ใช้ในระดับห้องปฏิบัติการ

3.5 การเตรียมตัวอย่างของผสมที่จะใช้ในการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้จะเตรียมตัวอย่างของผสม 2 ชนิด เพื่อนำมาใช้ทดสอบในการเดินระบบเพอร์แวปเพอเรชันในระดับห้องปฏิบัติการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.5.1 ของผสมเอทานอลกับน้ำ (Ethanol-water mixture)

จะใช้เอทานอลบริสุทธิ์ 99.7-100 % ผสมกับน้ำกลั่นที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้เป็นของผสมชนิดที่ 1โดยมีการเตรียมดังนี้

เตรียมสารละลายเอทานอลกับน้ำนี้ด้วยการใช้ปิเปต (Volumetric pipette) ขนาด 20 มิลลิลิตรดูดเอทานอลบริสุทธิ์มา 100 มิลลิลิตร ใส่ลงไปในขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 1 ลิตร จากนั้นใส่น้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร เมื่อผสมกันจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วให้ใส่สารละลายผสมเอทานอลกับน้ำที่ได้เก็บลงในขวดแก้วขนาด 1 ลิตร

3.5.2 น้ำหมักเอทานอล (Fermentation broth)

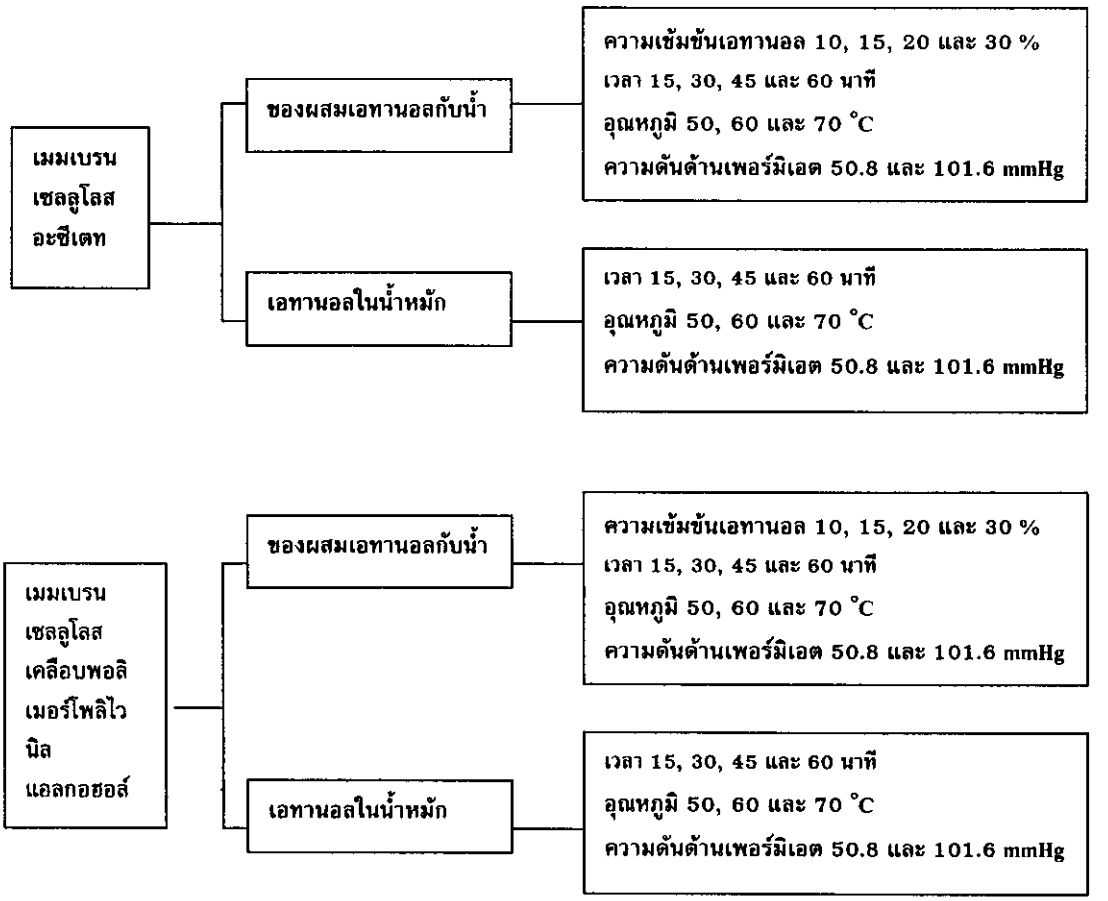
การทดลองครั้งนี้ใช้น้ำข้าวฟ่างหวานมาหมักโดยวิธีทางชีวภาพ โดยควบคุมการหมักเป็นแบบกะ (Batch fermentation) เพื่อให้ได้เอทานอล ด้วยเชื้อจุลินทรีย์สายพันธ์บริสุทธิ์ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5048 ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการหมักเพื่อนำมาใช้ในระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันนี้จะใช้ตามการศึกษาของลักขณา เหล่าไพบูลย์ และคณะ, 2549 ภายหลังการหมักเป็นเวลา 3 วัน น้ำหมัก (Fermentation broth) ที่ได้จะนำมาใช้เป็นของผสมชนิดที่ 2 เพื่อนำไปใช้ศึกษาการแยกเอทานอลในระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันต่อไป

3.6 การเตรียมเมมเบรนประกอบระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน

เมมเบรนที่นำมาประกอบเข้ากับโมดูลแบบกรอบอัดในระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันโดยการนำตัวอย่างเมมเบรนทางการค้า 2 ชนิดได้แก่ เซลลูโลสอะซีเตท (Cellulose acetate) และเซลลูโลสเคลือบโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ 10 เปอร์เซ็นต์ (Celuulose-polyvinyl alcohol(PVA) 10 % coating) เนื่องจากโมดูลกรอบอัดมีลักษณะเป็นวงกลม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องนำแผ่นเมมเบรนทั้งสองชนิดมาตัดให้มีลักษณะเป็นแผ่นวงกลมที่พอดีกับโมดูลซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.6 เซนติเมตร ทำให้เมมเบรนมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 10.18 ตารางเซนติเมตร โดยตัวอย่างเมมเบรนจะถูกนำไปศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope : SEM) เพื่อดูลักษณะพื้นผิว (Surface area) และการจัดเรียงตัวของโครงสร้างหรือความหนา (Layer) ของเมมเบรน

3.7 การออกแบบการทดลอง (Experimental design)

การศึกษาการแยกเอทานอลออกจากน้ำหมักข้าวฟ่างหวานภายใต้การเดินระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันในครั้งนี้จะเป็นการศึกษาในระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันในระดับห้องปฏิบัติการตลอดการทดลองแล้วจะศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อระบบไปทีละตัวแปร ซึ่งได้แก่ ความเข้มข้นของเอทานอล 4 ระดับคือ 10, 15, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส และความดันด้านเพอร์มิเอต 2 ระดับเช่นเดียวกันได้แก่ 50.8 และ 101.6 มิลลิเมตรปรอท (mmHg) ซึ่งเมื่อนำมาเขียนเป็นแผนทดลองแล้วจะทำให้ได้จำนวนครั้งของการทดสอบการเดินระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันทั้งหมด 44 ครั้ง ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 3.3 แสดงการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของเอทานอล เวลาของการทดลอง อุณหภูมิและความดันด้านเพอร์มิเอตที่มีต่อการเดินระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันโดยใช้ของผสมเอทานอลกับน้ำและเอทานอลในน้ำหมักด้วยการใช้เมมเบรนเซลลูโลสอะซีเตทและเมมเบรนเซลลูโลสเคลือบพอลิเมอร์โพลิไวนิลแอลกอฮอล์ 10%

3.8 วิธีการทดลอง

3.8.1 วิธีการเดินระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน

ระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันที่ผ่านการประกอบอย่างสมบูรณ์แล้วจะนำมาศึกษาการแยกของผสม ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้มีการศึกษาของผสมจำนวน 2 ชนิด การเดินระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันแต่ละครั้งจะเป็นการควบคุมการทำงานของระบบเป็นแบบกะ (แบบครั้งเดียวจบ) ไม่มีระบบรีเทนเตทให้สารไหลวนมาสู่ถังป้อนอีก ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) เติมน้ำแข็งผสมเกลือลงไปในถังสำหรับควบแน่น (Condenser) เพื่อรักษาระดับความเย็น (หล่อเย็น) ไว้ให้ได้อุณหภูมิประมาณ 4 °C

2) นำของผสมที่จะใช้ทดลองใส่ในขวดแก้วที่เป็นภาชนะสำหรับบรรจุสารป้อน นำขวดใส่ของผสมไปชั่งน้ำหนักก่อนที่จะประกอบเข้ากับระบบ บันทึกค่าที่ได้เป็นน้ำหนักของผสมก่อนการทดลอง

3) หลังจากชั่งน้ำหนักแล้วนำขวดใส่ของผสมมาประกอบเข้ากับระบบโดยใส่แท่งแม่เหล็กลงไปเพื่อกวนของผสมขณะทดลองเพื่อให้อุณหภูมิกระจายได้ทั่วถึง

4) ตั้งความร้อนให้กับเตาไฟฟ้าเพื่อให้ความร้อนกับสารละลายป้อนที่อุณหภูมิที่ต้องการศึกษา

5) นำเมมเบรนมาประกอบเข้ากับตัวรองรับและบรรจุไว้ในวัสดุสำหรับบรรจุเมมเบรน และประกอบวัสดุนี้เข้ากับปากขวดใส่ของผสม

6) เมื่อหน้าจอแสดงอุณหภูมิของเตาไฟฟ้าแสดงค่าอุณหภูมิที่ต้องการศึกษา (50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส) นำขวดใส่ของผสมต่อเข้ากับระบบ

7) ตรวจสอบข้อต่อต่าง ๆในระบบให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้ระบบเกิดการรั่วซึมและควบคุมให้ระบบเป็นสุญญากาศ

8) เมื่อประกอบระบบเสร็จสมบูรณ์แล้ว เปิดสวิตช์ปั๊มสุญญากาศเพื่อให้ความดันด้านเพอร์มิเอตเป็นสุญญากาศ

9) เปิดวาล์วเพื่อปรับให้ได้ระดับความดันที่ต้องการศึกษา (50.8 และ 101.6 มิลลิเมตรปรอท)

10) เมื่อทำการทดลองครบตามเวลาที่ทำการศึกษา (15, 30, 45 และ 60 นาที) ปิดสวิตช์ปั๊มสุญญากาศและสวิตช์การทำงานของเตาไฟฟ้า

11) นำขวดใส่ของผสมออกจากระบบถอดวัสดุบรรจุเมมเบรนที่ปากขวดออกและนำแท่งแม่เหล็กที่ใส่ลงไปเพื่อกวนของผสมขณะทดลองออก

12) นำขวดใส่ของผสมไปชั่งน้ำหนักบันทึกค่าที่ได้เป็นน้ำหนักของผสมหลังการทดลอง และเก็บตัวอย่างในขวดไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นเอทานอลด้วยเครื่อง GC

3.8.2 ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเดินระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน

การทดลองครั้งนี้ได้มีการแปรผันปัจจัยหรือตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเดินระบบหรือมีผลต่อประสิทธิภาพการแยกสารของระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน ซึ่งจะวัดในรูปของฟลักซ์ แฟคเตอร์การแยก และดัชนีการแยกสารในระบบเพอร์แวปพอเรชัน ดังต่อไปนี้

3.8.2.1 ศึกษาผลของความเข้มข้นเอทานอล 4 ระดับคือ 10, 15, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ใช้ความดันด้านเพอร์มิเอต 50.8 มิลลิเมตรปรอท

3.8.2.2 ศึกษาเวลาของการทดลองซึ่งมี 4 ระดับคือที่เวลา 15, 30, 45 และ 60 นาที ทำการทดลองที่สภาวะอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสและความดันด้านเพอร์มิเอตคงที่คือ 50.8 มิลลิเมตรปรอท

3.8.2.3 ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ให้กับของผสมทั้งสองชนิดมี 3 ระดับคือที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส ที่ความดันด้านเพอร์มิเอต 50.8 มิลลิเมตรปรอท ทำการทดลองที่เวลาคงที่ซึ่งเลือกจากข้อ 3.8.2.2

3.8.2.4 ศึกษาผลของการเพิ่มความดันด้านเพอร์มิเอตที่ทดสอบด้วยของผสมเอทานอลน้ำหมัก คือ 50.8 และ 101.6 มิลลิเมตรปรอท ทำการทดลองที่อุณหภูมิและเวลาคงที่เลือกจากข้อ 3.8.2.3 ซึ่งให้ค่าฟลักซ์ ค่าแฟคเตอร์การแยกสาร และค่า PSI ที่เหมาะสม

3.8.2.5 เมมเบรนทางการค้าที่ใช้ในระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชัน คือ เซลลูโลสอะซีเตท (Cellulose acetate membrane) และเซลลูโลสเคลือบพอลิเมอร์โพลิไวนิลแอลกอฮอล์ 10 เปอร์เซ็นต์ (น้ำยางธรรมชาติผสมด้วยพอลิเมอร์โพลิไวนิลแอลกอฮอล์ 10 เปอร์เซ็นต์ (Polyvinylalcohol:PVA 10 % crosslink กับ sulfosuccinic acid ผสม Zeolite 20%w) มีพื้นที่ 10.18 ตารางเซนติเมตร

3.8.2.6 ของผสมที่ใช้ในระบบเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันมี 2 ชนิด ได้แก่

1) ของผสมเอทานอลบริสุทธิ์กับน้ำ (Ethanol-water mixture)

2) ของผสมเอทานอลน้ำหมัก (Fermentation broth)

3.9 วิธีการคำนวณ

เมื่อเก็บตัวอย่างมาชั่งน้ำหนักของผสมทั้งสองชนิดและบันทึกค่าที่ได้เป็นน้ำหนักของของผสมทั้งก่อนและหลังการทดลองตามที่กล่าวในหัวข้อ 3.8.1 แล้วนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีเพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นเอทานอล เพื่อคำนวณหาพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของระบบหรือความสามารถของเมมเบรนในการวัดการแยกสารออกจากกัน ซึ่งพารามิเตอร์ดังกล่าวได้แก่

3.9.1 การคำนวณค่าฟลักซ์ (Flux: J)

ฟลักซ์ คือ ปริมาณหรือมวลของสารที่คำนวณได้จากการเคลื่อนที่ของสารตัดผ่านพื้นผิวของเมมเบรนแบบตั้งฉากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ต่อเวลา มีสูตรดังนี้

$$J = \frac{W}{A \times t}$$

เมื่อ J คือมวลของสารที่เคลื่อนที่ผ่านเมมเบรนมีหน่วยเป็นกรัมต่อตารางเมตรต่อนาที

W มวลของสารที่เคลื่อนที่ผ่านเมมเบรน มีหน่วยเป็นกรัม

A พื้นที่เมมเบรนมีหน่วยเป็นตารางเมตร

t เป็นเวลาที่เกิดกระบวนการเมมเบรนเพอร์แวปพอเรชันมีหน่วยเป็นนาที

ในการทดลองนี้การคิดฟลักซ์คิดเป็น 3 อย่างคือ ฟลักซ์รวม (ของผสมน้ำและเอทานอล) ฟลักซ์น้ำและฟลักซ์เอทานอล โดยการคิดจะคิดจากค่า W ซึ่ง ค่า W คือค่าระหว่างผลต่างของน้ำหนักของของผสมทั้งก่อนและหลังการทดลอง ค่าระหว่างผลต่างของปริมาณน้ำในของผสมทั้งก่อนและหลังการทดลองและค่าระหว่างผลต่างของปริมาณเอทานอลในของผสมทั้งก่อนและหลังการทดลอง เมื่อได้ค่า W แล้วแทนในสูตร ก็จะได้ค่าฟลักซ์รวม ค่าฟลักซ์ของน้ำและเอทานอลตามลำดับ โดยค่าฟลักซ์ของน้ำและเอทานอลมีการคำนวณคล้ายกับฟลักซ์รวม โดยต้องทราบความเข้มข้นของเอทานอลแล้วจึงนำมาลบออกจากน้ำหนักของผสมรวมก็จะได้น้ำหนักของน้ำและเอทานอล ดังการคำนวณ

ปริมาณเอทานอลที่วัดได้จาก GC	=	A	เปอร์เซ็นต์
ปริมาณเอทานอลในของผสม 100 มิลลิลิตร	=	A	มิลลิลิตร
ค่าความหนาแน่นของเอทานอลมีค่า	=	0.79	กรัมต่อลิตร

ดังนั้นคิดเป็นปริมาณเอทานอล $= \frac{A \times 0.79}{100}$ กรัมต่อลิตร

น้ำหนักของของผสมหนัก $= X$ กรัม

ของผสม X กรัม จะมีปริมาณเอทานอล $= \frac{X \times A \times 0.79}{100}$ กรัมต่อลิตร

ดังนั้นปริมาณของน้ำในของผสม (B) จะหาได้จากสมการ $B = X - (\frac{X \times A \times 0.79}{100})$

เมื่อได้น้ำหนักของผสม, น้ำหนักน้ำในของผสมและน้ำหนักเอทานอลในของผสมแล้วก็แทนค่าในสูตรการคำนวณหาค่าฟลักซ์ตามที่กล่าวมาข้างต้น ก็จะได้ค่าฟลักซ์ของน้ำและเอทานอล

3.9.2 การคำนวณค่าแฟคเตอร์การแยกสาร (Separation factor:α)

หาได้จากอัตราส่วนความเข้มข้นขององค์ประกอบของสารในด้านเพอร์มิเอตต่อองค์ประกอบของสารในด้านสารป้อนดังสูตรคำนวณ

$$\alpha = \frac{Y_W / Y_E}{X_W / X_E}$$

เมื่อ Y_w / Y_E คือ อัตราส่วนของน้ำต่อเอทานอลในด้านเพอร์มิเอต

X_W / X_E คือ อัตราส่วนของน้ำต่อเอทานอลในด้านสารป้อน

ค่าแฟคเตอร์การแยกสาร (Separation factor: α) คำนวณจากความเข้มข้นของเอทานอลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC แล้วนำมาคำนวณดังนี้ ผลจากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของเอทานอลด้วยเครื่อง GC พบว่า

ของผสมก่อนการทดลองมีความเข้มข้นของเอทานอล C เปอร์เซ็นต์

และของผสมหลังการทดลองมีความเข้มข้นของเอทานอล D เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นในด้านสารป้อนค่า $X_E = C$

$X_W = 100 - C$

ในด้านเพอร์มิเอตค่า Y_E = ผลต่างระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลทั้งก่อนและหลังการทดลอง

หรือ ค่า $Y_E = C\text{-}D$

ดังนั้น $Y_w = 100 - (C\text{-}D)$

นำค่า X_E, X_W, Y_E และ Y_w ที่ได้มาแทนในสูตรการคำนวณหาแฟคเตอร์การแยกสารที่กล่าวไว้ข้างต้นในข้อ 3.9.2

3.9.3 การคำนวณหาดัชนีการแยกสารของระบบเพอร์แวปพอเรชัน (Pervaporation separation index : PSI) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของเมมเบรนในการแยกสารออกจากกันมีสูตรคำนวณดังนี้

$$PSI = Flux\ (Separation\ factor - 1)$$

โดยที่ถ้าค่า Separation factor มีค่าเป็นหนึ่งแสดงว่าไม่มีการแยกเกิดขึ้น ค่า PSI มีค่าเป็นศูนย์ได้สองกรณีคือ ค่าฟลักซ์มีค่าเป็นศูนย์หรือค่า Separation factor มีค่าเป็นหนึ่ง

เนื่องจากข้อจำกัดของระบบที่สร้างขึ้น ทำให้ไม่สามารถวัดค่า Y_E ในด้านเพอร์มิเอต จึงต้องหาค่า Y_E จากค่าความต่างของความเข้มข้นเอทานอล (ก่อนทดลองและหลังทดลอง) ที่อยู่ด้านสารป้อนแทน โดยที่ถ้าค่าแฟคเตอร์การแยกสาร (Separation factor: α) มีค่ามากกว่าหนึ่ง นั่นคือระบบมีการแยกเอทานอล หรือเอทานอลเคลื่อนที่ผ่านเมมเบรนได้มากกว่าน้ำจึงส่งผลให้ค่า Y_W มากกว่าค่า Y_E และค่า α จึงมากกว่าหนึ่ง ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อให้ได้ความบริสุทธิ์ของเอทานอลทางด้านเพอร์มิเอต นั่นคือต้องการให้เอทานอลเคลื่อนที่ผ่านเมมเบรนได้มากกว่าน้ำ จึงได้สนใจสภาวะที่ทำให้ค่า α มีค่ามากกว่าหนึ่งมาก ๆ