



## บทที่ 4

### อุปกรณ์และวิธีดำเนินงานวิจัย

#### 4.1 เคมีภัณฑ์

1. ไขเหล็กแห้งขนาดเล็กกว่า 500 ไมโครเมตร
2. เอทานอล(Ethanol) ความเข้มข้น 95.5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ของบริษัทไทยแอลกอฮอล์
3. เอทานอล(Ethanol) ความเข้มข้น 99.8 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ของบริษัท Carla erba reagent
4. โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ชวงน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ย 70,000-100,000 ของบริษัท Sigma
5. โซเดียมซัลเฟต(Sodium sulfate) ของบริษัท Carla erba reagent
6. โซเดียมไฮดรอกไซด์(Sodium hydroxide) ของบริษัท Merck
7. กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid) ของบริษัท J.T.Baker
8. กรดกลูตาริก(Glutaric acid) ของบริษัท Merck
9. น้ำกำจัดแร่ธาตุ(Demineral water)
10. น้ำแข็งแห้ง(Dry Ice)

#### 4.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง

1. อุปกรณ์สำหรับเตรียมเยื่อแผ่น ประกอบด้วยกระจกขนาด 22.5x25 เซนติเมตร ถาดสแตนเลส ลูกน้ำวัดระดับ แท่งเหล็กสแตนเลสทรงกระบอกตัน

2. เครื่องให้ความร้อนแบบมีแม่เหล็ก(Magnetic stirrer /hot plate) รุ่น RCT basic ของบริษัท Ika labortechnik,Germany
3. บั๊มสุญญากาศ(Vacuum pump) รุ่น E2M1.5 ของบริษัท EDWARD
4. เครื่องวัดความหนา(Thickness guage)
5. บั๊มป้อนสารแบบปริต(Peristatic pump) รุ่น Masterflex model 7518-10 ของบริษัท Cole Parmer Instrument.Co.,USA.
6. โมดูลแบบแผ่นเรียบและกรอบของเยื่อแผ่นโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ซึ่งทำปฏิกิริยาโครงร่างตาข่ายกับกรดกลูตาริก มีพื้นที่ในการถ่ายเทมวลสารเท่ากับ 0.015 ตารางเมตร
7. เกจวัดความดันสุญญากาศ
8. ชุดควบคุมแรงดัน จำนวน 2 ชุดต่อขนานกัน โดยใช้ปั๊มแรงดันในการทำให้เพอร์มิเอตควบคุมแรงดัน
9. เทอร์โมคัปเปิล(Thermocouple Pt100) รุ่น MT201 ของบริษัท Hanyoung Co.Ltd,Korea
10. ชุดแสดงผลค่าอุณหภูมิ(Temperature Indicator) รุ่น Hy8505 ของบริษัท Hanyoung Co.Ltd,Korea
11. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ(Constant Temperature water Bath) รุ่น Julabo HC ของบริษัท Labortechnik GMBH,Germany
12. ตู้อบควบคุมอุณหภูมิ( Hot air oven) รุ่น ULM500 ของบริษัท Memmert,Germany
13. เครื่องบด
14. เครื่องโรตารีอีเวเพอเรเตอร์
15. เครื่องร่อนขนาด(Sieve analysis)
16. เครื่องกวน( Stirrers) รุ่น RW20ZM.n ของบริษัท Ika labortechnik,Germany
17. เครื่องปั่นเหวี่ยง(Centrifuge) รุ่น KUBOTA 7820 ของบริษัท Kubota corporation,Japan

18. เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง รุ่น AB204 ของบริษัท Mettler Toledo, Switzerland
19. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscopy, SEM) ของบริษัท Shimadzu.
20. High performance liquid chromatography(HPLC) รุ่น LC-3A ของบริษัท Shimadzu. Detector รุ่น 4100 ของบริษัท LDC
21. Gas chromatography(GC) รุ่น GC-7AG ของบริษัท Shimadzu.

#### 4.3 วิธีการทดลอง

##### 4.3.1 การเตรียมสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็ก

ทำความสะอาดใบชี่เหล็กสดโดยการล้างด้วยน้ำ นำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจนแห้งโดยใช้เวลา 1 วัน จากนั้นบดให้เป็นผงละเอียดด้วยเครื่องบดและนำมาผ่านเครื่องร่อนขนาด เพื่อให้ได้ใบชี่เหล็กแห้งที่มีขนาดเล็กกว่า 500 ไมโครเมตร

เตรียมสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็กโดยใช้ปริมาณใบชี่เหล็ก 10 กรัมต่อตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรปริมาณ 100 มิลลิลิตร โดยทำการสกัดในถังกวนความเร็วรอบของใบกวน 250 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการกวน 2 ชั่วโมง ซึ่งเป็นสภาวะการดำเนินงานที่เหมาะสมในการสกัดสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็กจากงานวิจัยของพิชัย(4) ทำการแยกผงใบชี่เหล็กออกด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง และกรองด้วยกระดาษกรอง

#### 4.3.2 การทดลองการทำให้สารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็กเข้มข้นขึ้นโดยใช้กระบวนการระเหยในเครื่องโรตารีอีเวเพอเรเตอร์

นำสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็กปริมาณ 150 มิลลิลิตรใส่ลงในขวด เก็บตัวอย่างสารละลายในขวดที่สภาวะเริ่มต้น จากนั้นแช่ขวดบรรจุสารสกัดหยาบในอ่างน้ำซึ่งควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียสซึ่งเป็นอุณหภูมิจุดเดือดของสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็กที่ความดัน -25 นิ้วปรอทซึ่งเป็นความดันในระบบ จากนั้นเปิดปั๊มสุญญากาศ ไอของสารระเหยจะถูกทำให้ควบแน่นลงในขวดสำหรับเก็บสารด้วยระบบทำความเย็น ใช้เวลาในการทดลอง 30 นาที เก็บตัวอย่างสารสกัดหยาบที่สภาวะสุดท้ายของการทดลอง ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารบาราคอลและเอทานอลในสารตัวอย่างด้วยเครื่อง HPLC และ GC ตามลำดับ

#### 4.3.3 การทดลองผลของอุณหภูมิต่อการสลายตัวของสารบาราคอลในสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็ก

นำหลอดทดลองซึ่งบรรจุสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็กแช่ในอ่างน้ำซึ่งควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยเก็บตัวอย่างของสารสกัดหยาบก่อนทำการทดลองและหลังจากทำการทดลอง วิเคราะห์ปริมาณสารบาราคอลในสารตัวอย่างด้วยเครื่อง HPLC และคำนวณเปอร์เซ็นต์การสลายตัวของสารบาราคอลเมื่อได้รับความร้อนเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเท่ากับความแตกต่างระหว่างมวลของสารบาราคอลก่อนและหลังทำการทดลองต่อมวลของสารบาราคอลก่อนทำการทดลอง ทำการทดลองซ้ำที่อุณหภูมิ 35 และ 40 องศาเซลเซียสตามลำดับ

#### 4.3.4 การเตรียมเยื่อแผ่นจากโพลิไวนิลแอลกอฮอล์ซึ่งทำปฏิกิริยาเชื่อมโยงโครงร่างตาข่ายกับกรดกลูตาริก

การเตรียมเยื่อแผ่นในงานวิจัยนี้ทำตามวิธีการทดลองในงานวิจัยของกมลวรรณ(7) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ เตรียมสารละลายโพลิไวนิลแอลกอฮอล์ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โดยละลายโพลิไวนิลแอลกอฮอล์ในน้ำที่อุณหภูมิ 90-120 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมง นำไปใส่ฟองอากาศโดยใช้ระบบสูญญากาศเป็นเวลา 40 นาที จากนั้นนำสารละลายโพลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่ได้ไปขึ้นรูปบนแผ่นกระจก ทั้งไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิประมาณ 0 องศาเซลเซียสจนกระทั่งสารละลายดังกล่าวมีลักษณะค่อนข้างคงรูปโดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที แล้วนำไปแช่ในสารละลายสำหรับตกตะกอน (precipitation solution) ซึ่งมีส่วนประกอบดังแสดงในตารางที่ 4.1 เป็นเวลา 60 นาที เพื่อให้สารละลายโพลิไวนิลแอลกอฮอล์เกิดเป็นฟิล์มสีขาวขุ่น ซึ่งฟิล์มดังกล่าวยังสามารถละลายได้ในน้ำ เพื่อให้เยื่อแผ่นที่ได้มีความเสถียรต่อการละลาย นำเยื่อแผ่นมาทำปฏิกิริยากับกรดกลูตาริกซึ่งใช้เป็นสารเชื่อมโยงโครงร่างที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 20 นาที ส่วนประกอบของสารละลายเชื่อมโยงแสดงในตารางที่ 4.2 โซเดียมซัลเฟตที่ใช้ในสารละลายเชื่อมโยงเพื่อป้องกันการละลายของเยื่อแผ่นโพลิไวนิลแอลกอฮอล์ในสารละลายเชื่อมโยงในระหว่างการทำปฏิกิริยาเชื่อมโยงโครงร่างตาข่าย และใช้กรดซัลฟูริกในสารละลายเชื่อมโยงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จากนั้นแช่เยื่อแผ่นที่เตรียมได้ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 1 วัน เพื่อกำจัดการตกค้างของสารละลายเชื่อมโยง

วิเคราะห์ดีกรีของการเกิดโครงร่างตาข่ายโดยไทเทรตหาปริมาณของกรดกลูตาริกเริ่มต้นก่อนนำไปทำปฏิกิริยาและหลังจากทำปฏิกิริยาโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์และใช้ฟีนอล์ฟทาเลอิน (phenolphthalein) เป็นอินดิเคเตอร์บอกจุดยุติของการไทเทรต

นำเยื่อแผ่นที่ได้ไปวัดความหนา โดยวัด 20 จุดแล้วคำนวณค่าความหนาเฉลี่ย

ศึกษาลักษณะพื้นผิวและภาคตัดขวางของเยื่อแผ่นโดยการถ่ายภาพด้วยกล้อง

จุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscopy, SEM)

ตารางที่ 4.1 แสดงองค์ประกอบของสารละลายตกตะกอน

ส่วนประกอบ	ความเข้มข้น(โมลต่อลิตร)
โซเดียมซัลเฟต	1.41
โซเดียมไฮดรอกไซด์	0.625

ตารางที่ 4.2 แสดงองค์ประกอบของสารละลายเชื่อมโยง

ส่วนประกอบ	ความเข้มข้น(โมลต่อลิตร)
กรดกลูตาริก	0.03
กรดซัลฟูริก	0.15
โซเดียมซัลเฟต	0.96

4.3.5 การทดลองการดูดซับของน้ำ สารละลายเอทานอลความเข้มข้น 99.8 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร สารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรและสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็ก ในเยื่อแผ่น

ซึ่งนำหนักเยื่อแผ่นแห้งและน้ำกลั่น นำหลอดทดลองที่บรรจุน้ำกลั่นและเยื่อแผ่นแช่ลงในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิได้คงที่ตลอดเวลา ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 30 35 และ 40 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้จนอยู่ในสภาวะสมดุล จากนั้นนำเยื่อแผ่นมาซึ่งนำหนักหลังการแช่ในน้ำกลั่น ทำการทดลองซ้ำโดยแช่เยื่อแผ่นในสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 99.8 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร สารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรและสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็กที่ผ่านการแยกเอทานอลออกในกระบวนการระเหยตามลำดับ โดยเก็บสารตัวอย่างในสารละลายก่อนและหลังแช่เยื่อแผ่น วิเคราะห์ปริมาณบาราคอลและเอทานอลในสารตัวอย่างด้วยเครื่อง HPLC และ GC ตามลำดับ

คำนวณดีกรีการพองตัวของโพลิเมอร์ซึ่งก็คืออัตราส่วนของน้ำหนักเยื่อแผ่นที่พองตัวเต็มที่ในสารละลายต่อน้ำหนักของเยื่อแผ่นขณะที่แห้งและคำนวณสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของสารในเยื่อแผ่น ซึ่งมีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารในเยื่อแผ่นและความเข้มข้นของสารในของเหลวที่สัมผัสเยื่อแผ่น(สมการในการคำนวณแสดงในภาคผนวก ข.)

#### 4.3.6 การทดลองกระบวนการเพอร์เวเพอเรนซ์ของน้ำกลั่น

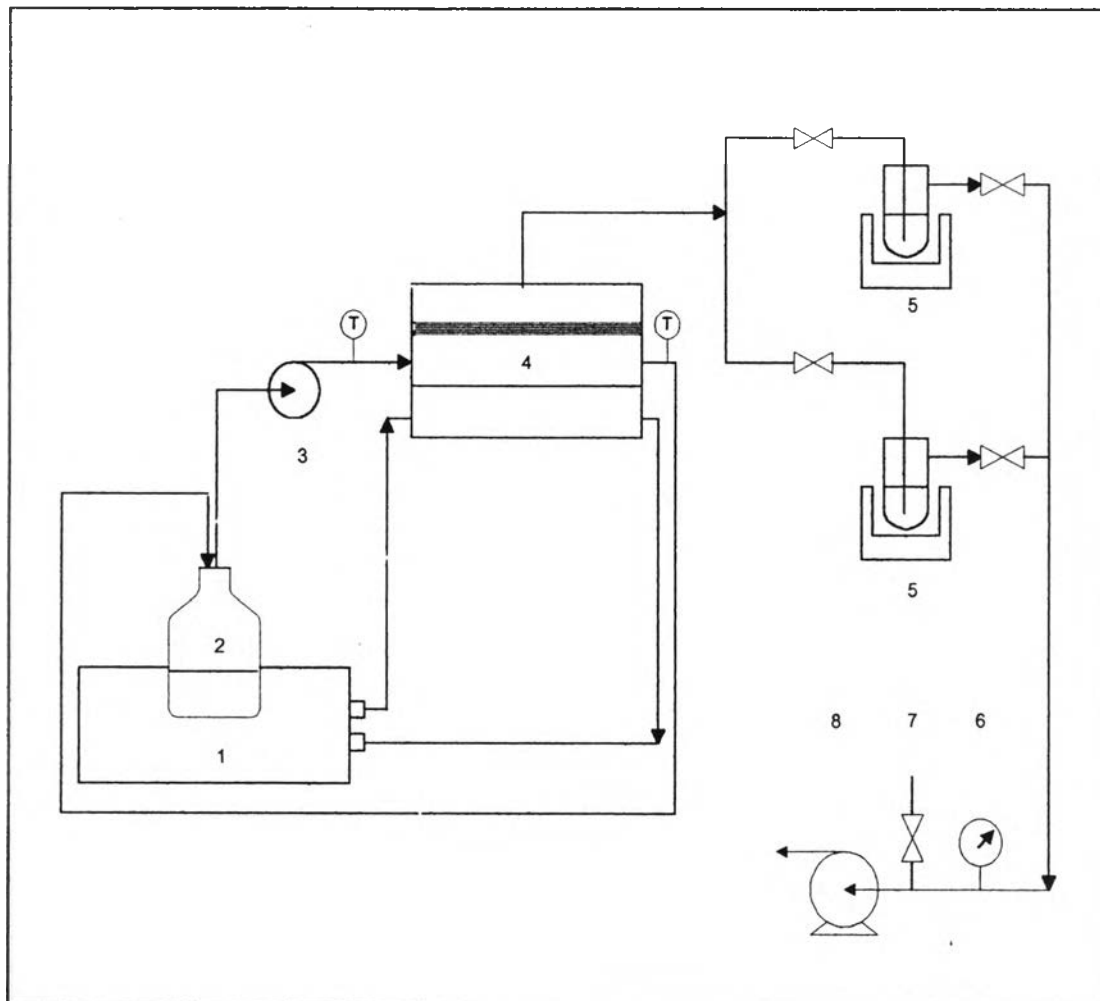
ทำการทดลองกระบวนการเพอร์เวเพอเรนซ์ของน้ำกลั่นเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเยื่อแผ่นที่สังเคราะห์ขึ้น โดยนำขวดรูปชมพู่ที่บรรจุน้ำกลั่นปริมาตร 250 มิลลิลิตรแช่ลงในอ่างน้ำซึ่งควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส น้ำกลั่นถูกส่งไปยังโมดูลแบบแผ่นเรียบและกรอบของเยื่อแผ่นโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ซึ่งทำปฏิกิริยาเชื่อมโยงโครงร่างตาข่ายกับกรดกลูตาริกที่มีความหนาของชั้นไม่มีรูพรุนเท่ากับ 7.27 ไมโครเมตร โดยปั๊มป้อนสารแบบรีด ควบคุมอุณหภูมิภายในโมดูลด้วยการถ่ายเท

ความร้อนผ่านแผ่นสแตนเลส ดังรูปที่ 4.1 4.2 และ 4.3 อัตราการไหลของสายป้อนคงที่เท่ากับ 5 ลิตรต่อชั่วโมง โดยให้สายป้อนไหลวนจนกระทั่งอุณหภูมิมีค่าคงที่ จากนั้นเปิดปั๊มสุญญากาศด้านเพอร์มิเอต ปรับความดันด้านเพอร์มิเอตที่ 20 มิลลิบาร์ ไอของเพอร์มิเอตถูกทำให้ควบแน่นด้วยน้ำแข็งแห้งที่ชุดควบแน่น ทำการทดลองโดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักของเพอร์มิเอตที่เก็บได้ในชุดควบแน่น คำนวณค่าเพอร์มิเอชันแฟกซ์ของน้ำกลั่นซึ่งมีค่าเท่ากับอัตราส่วนของน้ำหนักเพอร์มิเอตต่อพื้นที่ถ่ายเทมวลสารของเยื่อแผ่นในเวลา 1 ชั่วโมง ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนความดันทางด้านเพอร์มิเอตเป็น 30 และ 40 มิลลิบาร์

ศึกษาผลของความหนาของเยื่อแผ่นต่อประสิทธิภาพของกระบวนการเพอร์เวเพอเรชันของน้ำกลั่น โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความดันเพอร์มิเอต 20 30 และ 40 มิลลิบาร์ โดยใช้เยื่อแผ่นที่มีความหนาของชั้นที่ไม่มีรูพรุนเท่ากับ 14.54 และ 27.27 ไมโครเมตร ตามลำดับ

ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพของกระบวนการเพอร์เวเพอเรชันของน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 30 35 และ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้เยื่อแผ่นที่มีความหนาของชั้นที่ไม่มีรูพรุนเท่ากับ 7.27 ไมโครเมตร ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์

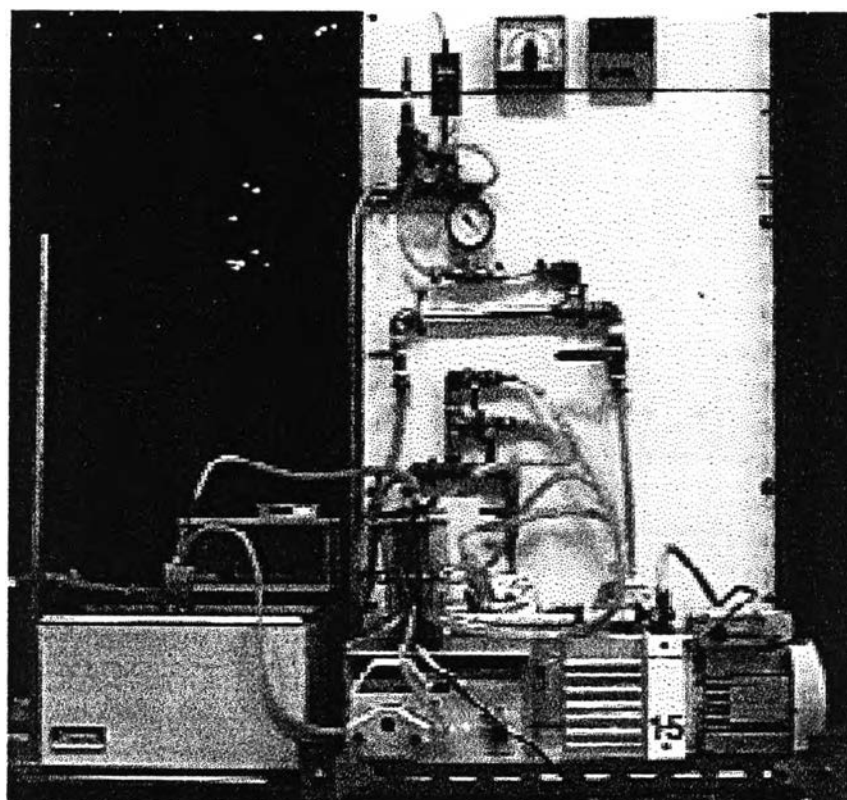




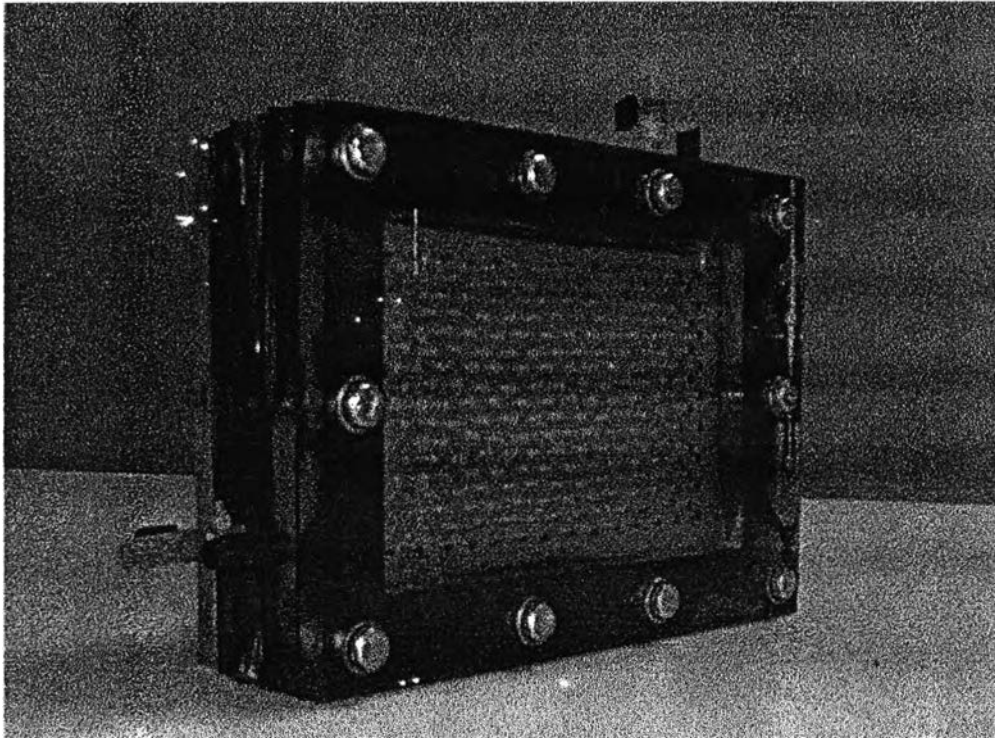
รูปที่ 4.1 แสดงแผนภาพอุปกรณ์การทดลองเพอร์เวเพอเรนซ์

- |                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 1. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ     | 5. อุปกรณ์ชุดควบคุมแรงดัน |
| 2. ภาชนะบรรจุสารป้อน         | 6. เกจวัดความดันสุญญากาศ  |
| 3. ปัมป์อิสระแบบบริด         | 7. วาล์วปรับความดัน       |
| 4. โม่คูลแบบแผ่นเรียบและกรอบ | 8. ปัมป์สุญญากาศ          |

(T) เทอร์โมคัปเปิล



รูปที่ 4.2 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองกระบวนการพอร์ไวเฟอเรนซ์



รูปที่ 4.3 แสดงโมดูลแบบแผ่นเรียบและกรอบที่ใช้ในการทดลอง

#### 4.3.7 การทดลองกระบวนการเพอร์เวเพอร์ชันของสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองกระบวนการเพอร์เวเพอร์ชันของน้ำกลั่น โดยใช้สารป้อนเป็นสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ซึ่งเป็นความเข้มข้นของเอทานอลในสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็กที่ผ่านการแยกเอทานอลออกในกระบวนการระเหย ทำการทดลองโดยใช้เยื่อแผ่นที่มีความหนาของชั้นที่ไม่มีรูพรุนเท่ากับ 7.27 ไมโครเมตร ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์ อัตราการไหลของสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง อุณหภูมิของสายป้อน 30 35 และ 40 องศาเซลเซียส เวลาในการดำเนินงาน 1 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างสารป้อนในขวดรูปชมพู่ที่สภาวะเริ่มต้นและสภาวะสุดท้ายของการทดลอง วิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในสารตัวอย่างและเพอร์มิเอตด้วยเครื่อง GC คำนวณค่าเพอร์มิเอชันแฟกซ์ ค่าการเลือกน้ำและเอทานอลของเยื่อแผ่น สมการในการคำนวณแสดงในภาคผนวก ข

#### 4.3.8 การทดลองการทำให้สารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็กเข้มข้นขึ้นโดยใช้กระบวนการเพอร์เวเพอร์ชัน

นำสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็กที่ผ่านกระบวนการระเหย ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร จากนั้นแช่ลงในอ่างน้ำซึ่งควบคุมอุณหภูมิได้คงที่ เพื่อให้สายป้อนมีอุณหภูมิตามที่กำหนด สายป้อนถูกส่งไปยังโมดูลแบบแผ่นเรียบและกรอบของเยื่อแผ่นที่มีความหนาของชั้นที่ไม่มีรูพรุนเท่ากับ 7.27 ไมโครเมตร โดยป้อนสารแบบปริต ควบคุมอุณหภูมิภายในโมดูลด้วยการถ่ายเทความร้อนผ่านแผ่นสแตนเลส อัตราการไหลของสายป้อนคงที่เท่ากับ 5 ลิตรต่อชั่วโมง โดยให้สายป้อนไหลวน จนกระทั่งอุณหภูมิมีค่าคงที่ เก็บตัวอย่างของสารป้อนที่สภาวะเริ่มต้น จากนั้นเปิดปั๊มสุญญากาศด้านเพอร์มิเอต ไอของเพอร์มิเอตถูกทำให้ควบแน่นด้วยน้ำแข็งแห้งที่ชุดควบแน่น

เก็บตัวอย่างสารสกัดหยาบจากใบชี้เหล็กในชวดรูปชมพูที่สภาวะสุดท้ายของการทดลอง ซึ่งน้ำหนักเพอร์มิเอตที่เก็บได้ในชุดควบแน่น วิเคราะห์ปริมาณสารบาราคอลและเอทานอลในสารตัวอย่างและเพอร์มิเอตด้วยเครื่อง HPLC และ GC ตามลำดับ

ศึกษาผลของอุณหภูมิและความดันเพอร์มิเอตต่อประสิทธิภาพของกระบวนการเพอร์เวเพเรชัน โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิสายป้อน 30 35 และ 40 องศาเซลเซียส ความดันเพอร์มิเอต 20 30 และ 40 มิลลิบาร์ ความเร็วของสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง เวลาในการดำเนินงาน 1 ชั่วโมง

ศึกษาผลของความเร็วของสายป้อนต่อประสิทธิภาพของกระบวนการเพอร์เวเพเรชัน โดยทำการทดลองที่ความเร็วของสายป้อน 5 80 และ 130 ลิตรต่อชั่วโมง อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์ เวลาในการดำเนินงาน 1 ชั่วโมง

ศึกษาผลของเวลาในการดำเนินงานต่อประสิทธิภาพของกระบวนการเพอร์เวเพเรชัน โดยทำการทดลองที่ความเร็วของสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์ เวลาในการดำเนินงาน 1 4 และ 8 ชั่วโมง

ศึกษาผลของพื้นที่ถ่ายเทมวลสารต่อประสิทธิภาพของกระบวนการเพอร์เวเพเรชัน โดยเพิ่มพื้นที่ในการถ่ายเทมวลสารจาก 0.015 เป็น 0.030 ตารางเมตร ทำการทดลองที่ความเร็วของสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์ เวลาในการดำเนินงาน 1 และ 2 ชั่วโมง

ทดสอบประสิทธิภาพของเยื่อแผ่นก่อนใช้ในการทดลองแต่ละครั้งโดยการวัดเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของน้ำกลั่นในกระบวนการเพอร์เวเพเรชันที่ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เยื่อแผ่นที่ใช้ในการดำเนินงานจะต้องมีค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของน้ำกลั่นไม่ต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของค่าเพอร์มิเอชันฟลักซ์เริ่มต้น(ข้อมูลเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของน้ำกลั่นก่อนการทดลองแต่ละครั้งแสดงในภาคผนวก ค.) ทำความสะอาดเยื่อแผ่นหลังการทดลองแต่ละครั้งโดยการล้างด้วยน้ำกลั่น

#### 4.3.9 ขั้นตอนการวิเคราะห์สารตัวอย่าง

##### 4.3.9.1 การทำกราฟมาตรฐานของสารบาราคอล

เตรียมสารบาราคอลความเข้มข้น 0 0.998 0.1996 0.2495 และ 0.499

มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และวิเคราะห์ด้วยเครื่อง High performance liquid chromatography(HPLC) เพื่อหาพื้นที่ใต้กราฟ โดยมีเงื่อนไขในการวิเคราะห์ดังนี้

Column Lichrocart C<sub>18</sub>(125\*4 mm.)

Mobile phase 48% MeOH in 0.05 M. Sodium Acetate

Flow rate 1 ml/min

Detector UV 242 nm.

Liquid volume 5  $\mu$ l.

##### 4.3.9.2 การทำกราฟมาตรฐานของสารเอทานอล

เตรียมสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 0 2.5 5 15 30 และ 60

เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas chromatography(GC) เพื่อหาพื้นที่ใต้กราฟ โดยมีเงื่อนไขในการวิเคราะห์ดังนี้

Column Parapak Q

Column temp. 160 °c

Injection temp. 220 °c

Detector temp. (FID) 220 °c

N<sub>2</sub> Flow 40 ml./min.

Attention 2<sup>6</sup>