

## รายการอ้างอิง



1. นิจศิริ เรืองรังษี และ พะยอม ตันตวิวัฒน์. พืชสมุนไพร. กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์โอเดียน สโตร์, 2534.
2. โครงการศูนย์ข้อมูลสมุนไพร มหาวิทยาลัยมหิดล ปีที่ 1, 2526 หน้า 11-14.
3. กัทรพรรณ ศิริบุญ. การพัฒนาสูตรยาน้ำเชื่อมที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากใบขี้เหล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
4. พิชัย ตั้งศิริสำเร็จ. การสกัดสารขึ้นต้นจากใบขี้เหล็กและทำให้เข้มข้นขึ้นด้วยกระบวนการเพอร์เวเพอเรชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
5. กมลวรรณ อภิภาณิษฐ์. การสังเคราะห์เยื่อแผ่นเพื่อใช้แยกน้ำออกจากสารผสมบิวทานอล-น้ำโดยวิธีเพอร์เวเพอเรชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
6. G.Suwan, R. Sudsuang, P. dhumma-Upakorn and C. Werawong. Hypotensive effects of barakol extracted from leaves of *Cassia Siamia* Lam. In rats and cats. Thai Journal of Physiol. Sci. 5 (1) (1992): 53-65.
7. Bulyalert D. Effect of Barakol on the Central Nervous System : Quantitative Analysis of EEG in the Rat. เชียงใหม่เวชสาร. 32(4) (2536): 191-196.
8. พิกุล จันทรโยธา. ฤทธิ์ของบาราคอลสารสกัดจากใบอ่อนของต้นขี้เหล็กต่อระบบประสาทส่วนกลาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

- 9.วัชรวิวัฒน์ ทองสะอาด. การศึกษาผลของบีโพลีคอกการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมของสัตว์ทดลอง.  
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2532.
- 10.Arora, S. and others. A new chromone from *Cassia siamea*. Tetrahedron 27(1971): 981-984.
- 11.Bycroft, A.W. Johnson and T.J. King. The Structure and Synthesis of Barakol. Chemical Department. The University of Nottingham. Chemical Soc. (1970) :1686-1689
- 12.Kaokeaw K. Iodination reaction and evaluation of sedative action of barakol, the main ingredient extracted from the young leaves of *Cassia siamea* Lamk. A thesis submitted for the degree of Master of Science in Biological Chemistry Srinakharinwirot University. Bangkok, 1992.
- 13.ชัยโย ชัยชาญทิพยุทธ. การศึกษาทางพิษเคมีของใบไม้เหล็กและใบไม้เหล็กอเมริกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2521.
- 14.Hans O.E. Karlsson, Gun Tragardh. Pervaporation of dilute organic-water mixtures. A literature review on modelling studies and applications to aroma compound recovery. Journal of Membrane Science 76(1993): 121-146.
- 15.Kwang Je Kim, Soo-Bok Lee and Neung-Won Han. Effect of the Degree of Crosslinking on Properties of Poly(vinyl alcohol) Membrane. Polymer Journal 25(1993): 1295-1302.
- 16.เอกสารประกอบการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมเคมีแห่งประเทศไทย ครั้งที่4. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2537.

17. Marcel Mulder. Basic Principles of membrane Technology. 2 ed. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
18. Derek Colman, Tim Naylor. Alcohol Dehydration by Pervaporation. In John A. Howell (Ed.), The membrane alternative: Energy implications for industry, Report no.21. New York: Elsevier applied science. 1990: 99-104.
19. Xianshe Feng and Robert Y.M. Huang. Liquid Separation by Membrane Pervaporation: A Review. Ind. Eng. Chem. Res. 36 (1997): 1048-1066.
20. Juin Yin Lai, Chian Wei Tseng and Kueir Rarn Lee. Plasma Graft Polymerization Membrane of Acrylamide for Pervaporation Separation of Aqueous Alcohol Membrane. Journal of Applied Polymer Science 61 (1996): 307-313.
21. Te Hennepe, Hendrikus J.D., ed. Al. Pervaporation process and membrane. U.S. Patent 4,925,562. 1990.
22. ณรงค์ชัย ประภากรวิริยะ. การแยกและการทำให้ตัวทำละลายเข้มข้นจากน้ำหมักอะซิโตน-บิวทานอลด้วยกระบวนการเพอร์เวปอเรชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
23. L. Liang, E. Ruckenstein. Pervaporation of ethanol-water mixtures through polydimethylsiloxane-polystyrene interpenetrating polymer network supported membraned. Journal of Membrane Science 114 (1996): 227-234.
24. Eli Perry. Membrane separation of organics from aqueous solutions. U.S. Patent 4,311,594. 1979.

- 25.C.K. Yeom and K.H. Lee. A study on permeation behavior of a liquid mixture through membrane having a crosslinking gradient structure in pervaporation. Journal of Applied Polymer Science 59 (1996): 1271-1279.
- 26.Toshio masuda. et.al, Pervaporation of organic liquid-water mixture through substituted polyacetylene membranes. Journal of Membrane Science 49 (1990): 69-83.
- 27.I. Blume, J.G. Wijmans and R.W. Baker. The separation of dissolved organics from water by pervaporation. Journal of Membrane Science 49 (1990): 253-286.
- 28.J.G. Wijmans, R.W. Baker. The solution-diffusion model:a review. Journal of membrane science 107 (1995): 1-21.
- 29.Takeshi Matsuura. Synthetic Membrane and Separation Processes. USA: CRC Press,Inc. 1994.
- 30.David S Soane. Polymer Application for biotechnology Macromolecular separation and Identification. New Jersey: Prentice Hall. 1992.
- 31.Xianshe Feng, Robert Y.M. Huang. Estimation of activation energy for permeation in pervaporatio process. Journal of membrane science 118 (1996): 127-131.
- 32.H. Karakane, M. Tsuyumoto, Y. Maeda, and Z. Honda. Separation of water-ethanol by pervaporation through Polyion complex composite membrane. Journal of Applied Polymer Science 42 (1991): 3229-3239.

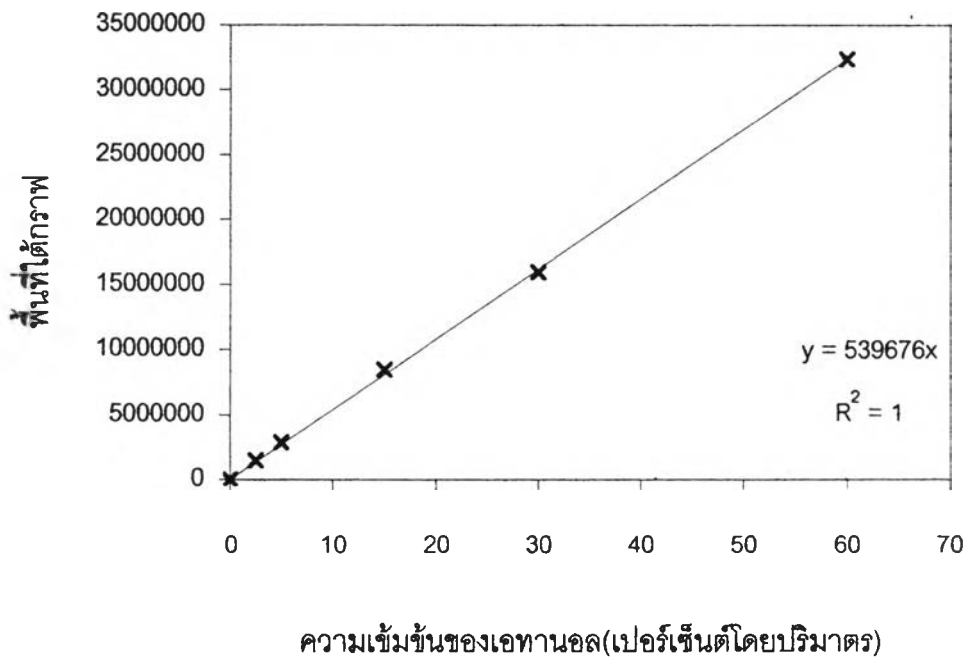
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

เส้นกราฟมาตรฐาน

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลกราฟมาตรฐานของเอทานอล

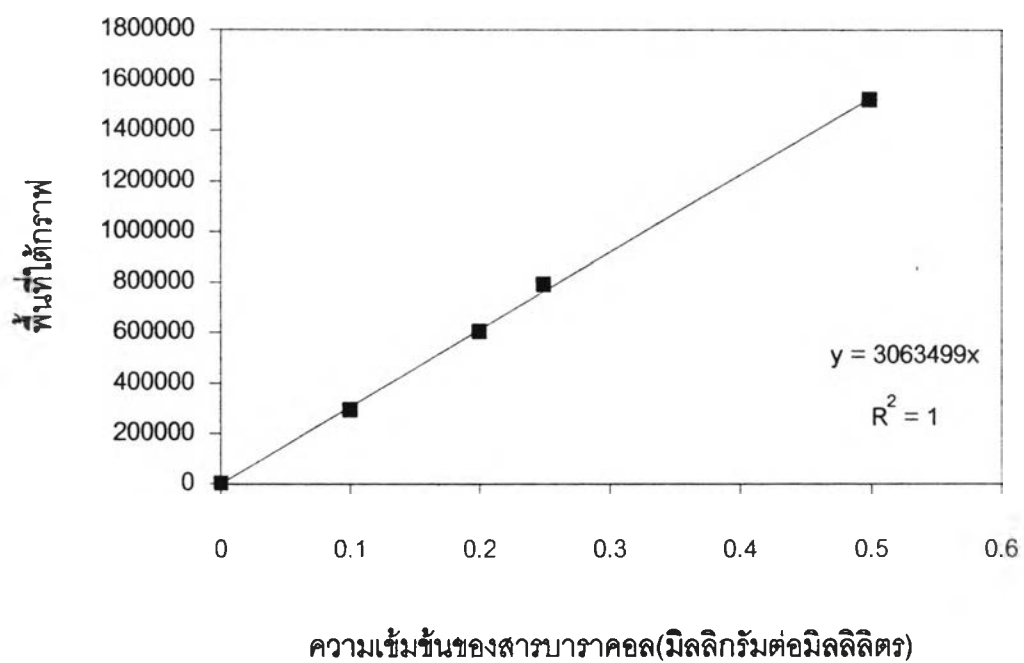
ความเข้มข้นของเอทานอล (เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)	พื้นที่ใต้กราฟ
0	0
2.5	1459624
5	2875977
15	8477204
30	15939376
60	32391122



รูปที่ ก.1 แสดงเส้นกราฟมาตรฐานของเอทานอล

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลกราฟมาตรฐานของสารบาราคอล

ความเข้มข้นของบาราคอล (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	พื้นที่ใต้กราฟ
0	0
0.0998	292267
0.1996	602959
0.2495	790457
0.499	1521729



รูปที่ ก.2 แสดงเส้นกราฟมาตรฐานของสารบาราคอล

ภาคผนวก ข

การคำนวณ

### 1. การดูดซับสารละลายโดยเยื่อแผ่น

#### 1.1 เปอร์เซ็นต์การดูดซับสารละลายโดยเยื่อแผ่น(เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)

$$D_S = \frac{(W_m - D_m)}{D_m} \times 100 \quad \text{ข.1}$$

$W_m$  : น้ำหนักของเยื่อแผ่นหลังจากแช่สารละลาย(กรัม)

$D_m$  : น้ำหนักของเยื่อแผ่นก่อนแช่สารละลาย(กรัม)

#### 1.2 ความเข้มข้นของเอทานอลในเยื่อแผ่น(เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)

$$X_{Em} = \frac{F_1 X_{E1} - (F_1 - (W_m - D_m)) X_{E2}}{D_m} \quad \text{ข.2}$$

$F_1$  : น้ำหนักของสารละลาย(กรัม)

$X_{E1}$  : ความเข้มข้นของสารละลายก่อนแช่เยื่อแผ่น(% โดยน้ำหนัก)

$X_{E2}$  : ความเข้มข้นของสารละลายหลังแช่เยื่อแผ่น(% โดยน้ำหนัก)

#### 1.3 ความเข้มข้นของน้ำในเยื่อแผ่น(เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)

$$X_{wm} = D_S - X_{Em} \quad \text{ข.3}$$

#### 1.4 สัมประสิทธิ์การกระจายของน้ำในเยื่อแผ่น

$$S_w = \frac{X_{wm}}{(1 - X_{E2})} \quad \text{ข.4}$$



## 1.5 สัมประสิทธิ์การกระจายของเอทานอลในเยื่อแผ่น

$$S_E = \frac{X_{Em}}{X_{E2}} \quad \text{ข.5}$$

ตัวอย่างการคำนวณ

ข้อมูลการทดลองการดูดซับสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดย

ปริมาตรโดยเยื่อแผ่น ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากตารางที่ ง.6

น้ำหนักของเยื่อแผ่นหลังจากแช่สารละลาย = 0.1518 กรัม

น้ำหนักของเยื่อแผ่นก่อนแช่สารละลาย = 0.0577 กรัม

น้ำหนักของสารละลาย = 5.0240 กรัม

ความเข้มข้นของสารละลายก่อนแช่เยื่อแผ่น = 2.1413 % โดยน้ำหนัก

ความเข้มข้นของสารละลายหลังแช่เยื่อแผ่น = 2.1637 % โดยน้ำหนัก

## 1.1 เปอร์เซ็นต์การดูดซับสารละลายโดยเยื่อแผ่น(เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)

แทนค่าสมการ ข.1 จะได้ว่า

$$D_S = \frac{(0.01518 - 0.0577)}{0.0577} \times 100 = 163.08$$

## 1.2 ความเข้มข้นของเอทานอลในเยื่อแผ่น(เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)

แทนค่าสมการ ข.2 จะได้ว่า

$$X_{EM} = \frac{(5.0240)(2.1413) - [(5.0240 - (0.1518 - 0.0577))(2.1637)]}{0.0577}$$

$$= 1.5783 \% \text{ โดยน้ำหนัก}$$

### 1.3 ความเข้มข้นของน้ำในเยื่อแผ่น(เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)

แทนค่าลงสมการ ข.3 จะได้ว่า

$$X_{wm} = 163.08 - 1.5783 = 161.51 \text{ \% โดยน้ำหนัก}$$

### 1.4 สัมประสิทธิ์การกระจายของน้ำในเยื่อแผ่น

แทนค่าลงสมการ ข.4 จะได้ว่า

$$S_w = \frac{161.51/100}{1 - (2.1637/100)} = 1.6508$$

### 1.5 สัมประสิทธิ์การกระจายของเอทานอลในเยื่อแผ่น

แทนค่าลงสมการ ข.5 จะได้ว่า

$$S_E = \frac{1.5783}{2.1637} = 0.7294$$

## 2. กระบวนการเพอร์เมเอชัน

### 2.1 เพอร์มิเอชันฟลักซ์ของสารละลาย(กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)

$$J = \frac{W}{Axt}$$

ข.6

W : น้ำหนักเพอร์มิเอต(กรัม)

A : พื้นที่ถ่ายเทมวลสารของเยื่อแผ่น(ตารางเมตร)

t : เวลา(ชั่วโมง)

### 2.2 ฟลักซ์ของเอทานอล(กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)

$$J_E = y_E \times J$$

ข.7

$y_E$ : ความเข้มข้นของเอทานอลในเฟอรัมเอต (% โดยน้ำหนัก)

2.3 ฟลักซ์ของบาราคอล(กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)

$$J_B = y_B x J \quad \text{ข.8}$$

$y_B$ : ความเข้มข้นของบาราคอลในเฟอรัมเอต

2.4 ฟลักซ์ของน้ำ(กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)

$$J_W = J - J_E - J_B \quad \text{ข.9}$$

2.5 ค่าการเลือกน้ำผ่านของเยื่อแผ่น

$$\alpha_w = \frac{y_w / y_E}{X_w / X_E} \quad \text{ข.10}$$

2.6 ค่าการเลือกเอทานอลผ่านของเยื่อแผ่น

$$\alpha_E = \frac{y_E / y_w}{X_E / X_w} \quad \text{ข.11}$$

2.7 ค่าเพอร์มิเอบิลิตีของน้ำ

$$P_W = \frac{J_W x l}{(P_{W0} - P_{Wl})} \quad \text{ข.12}$$

2.8 ค่าเพอร์มิเอบิลิตีของเอทานอล

$$P_E = \frac{J_E x l}{(P_{E0} - P_{El})} \quad \text{ข.13}$$

$l$ : ความหนาต้านไม่มีรูพรุนของเยื่อแผ่น(เมตร)

$P_0$ : ความดันไอของสารในสายป้อน(มิลลิบาร์)

$P_l$ : ความดันย่อยของสารทางด้านเฟอรัมเอต(มิลลิบาร์)

### ตัวอย่างการคำนวณ

ข้อมูลการทดลองกระบวนการเพอร์เวเพอร์ชันของสารสกัดหยาบจากใบช้เหล็ก ที่  
อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์ เวลา 1 ชั่วโมง ความเร็วของสาย  
ป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง พื้นที่ถ่ายเทมวลสาร 0.015 ตารางเมตร

จากตาราง ง.20: น้ำหนักเพอร์มิเอต = 22.6513 กรัม

จากตาราง ง.18: ความเข้มข้นของเอทานอลในสายป้อน ( $X_E$ ) = 1.7607 % โดยปริมาตร

ความเข้มข้นของเอทานอลในสายเพอร์มิเอต ( $Y_E$ ) = 0.2807 % โดยปริมาตร

= 0.2216 % โดยน้ำหนัก

ดังนั้น อัตราส่วนโดยโมลของเอทานอลทางด้านเพอร์มิเอต = 0.000869

อัตราส่วนโดยโมลของเอทานอลทางด้านสายป้อน = 0.9991

2.1 เพอร์มิเอชันฟลักซ์ของสารสกัดหยาบจากใบช้เหล็ก (กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)

แทนค่าสมการ ข.6 จะได้ว่า

$$J = \frac{22.6513}{0.015 \times 1} = 1510.09$$

2.2 ฟลักซ์ของเอทานอล (กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)

แทนค่าสมการ ข.7 จะได้ว่า

$$J_E = \frac{0.2216}{100} \times 1510.09 = 3.3464$$

## 2.3 ฟลักซ์ของบาราคอล(กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)

แทนค่าสมการ ข.8 จะได้ว่า

$$J_B = \frac{0}{100} \times 1510.09 = 0$$

## 2.4 ฟลักซ์ของน้ำ(กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)

แทนค่าสมการ ข.9 จะได้ว่า

$$J_W = 1510.09 - 3.35 - 0 = 1506.74$$

## 2.5 ค่าการเลือกน้ำผ่านของเยื่อแผ่น

แทนค่าสมการ ข.10 จะได้ว่า

$$\alpha_w = \frac{(100 - 0.2807)/0.2807}{(100 - 1.7607)/1.7607} = 6.37$$

## 2.6 ค่าการเลือกเอทานอลผ่านของเยื่อแผ่น

แทนค่าสมการ ข.11 จะได้ว่า

$$\alpha_E = \frac{0.2807/(100 - 0.2807)}{1.7607/(100 - 1.7607)} = 0.16$$

## 2.7 ค่าเพอร์มิเอบิลิตีของน้ำ

ความหนาของเยื่อแผ่น =  $7.27 \times 10^{-6}$  เมตร

ความดันไอของน้ำในสายป้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส = 73.1 มิลลิบาร์

ความดันย่อยของน้ำทางด้านเพอร์มิเอต=(อัตราส่วนโดยโมล)(ความดันเพอร์มิเอต)

$$= (0.9991)(20) = 19.9820 \text{ มิลลิบาร์}$$

แทนค่าสมการ ข.12 จะได้ว่า

$$P_W = \frac{1506.74 \times 7.27 \times 10^{-6}}{(73.1 - 19.982)} = 2.06 \times 10^{-4}$$

2.8 ค่าเพอร์มิเอบิลิตีของเอทานอล

ความดันไอของเอทานอลที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส = 177.5 มิลลิบาร์

$$P_{Eo} = (\text{อัตราส่วนโดยโมล})(\text{ความดันไอของเอทานอล}) = (1 - 0.9945)(177.5) \\ = 0.9763 \text{ มิลลิบาร์}$$

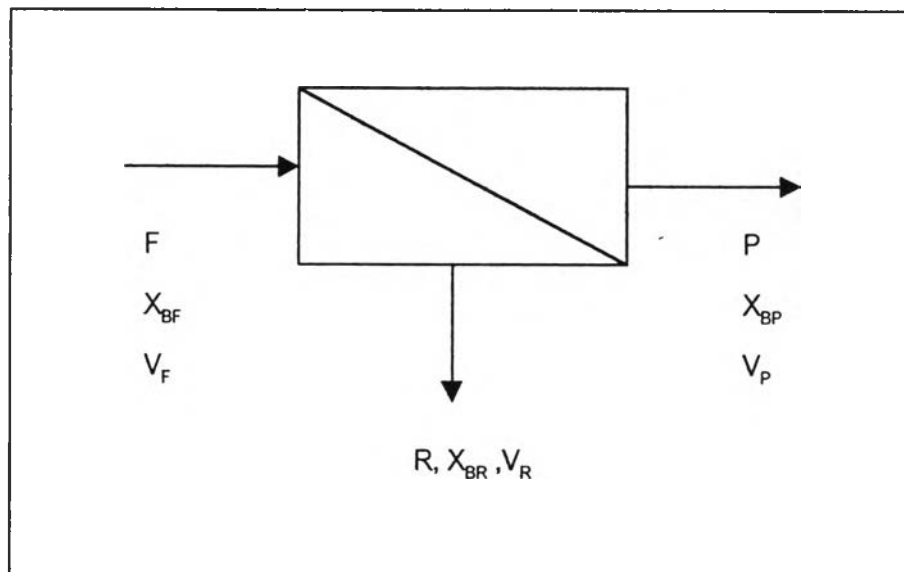
ความดันย่อยของเอทานอลทางด้านเพอร์มิเอต = (อัตราส่วนโดยโมล)(ความดันเพอร์มิเอต)

$$= (0.000869)(20) = 0.0174 \text{ มิลลิบาร์}$$

แทนค่าลงสมการ ข.13 จะได้ว่า

$$P_E = \frac{3.35 \times 7.27 \times 10^{-6}}{(0.9763 - 0.0174)} = 0.25 \times 10^{-4}$$

### 3. การทำสมดุลมวลสารบาราคอล



$$V_F(X_{BF}) = V_F(X_{BP}) + V_R(X_{BR}) + B_{loss} \quad \text{ท.14}$$

$$\% \text{การสลายตัวและการดูดซับบาราคอลที่ผิวสัมผัสเยื่อแผ่น} = \frac{B_{loss}}{V_F(X_{BF})} \times 100 \quad \text{ท.15}$$

$$\% \text{ที่สารบาราคอลเข้มข้นขึ้น} = \frac{(X_{BR} - X_{BF})}{X_{BF}} \times 100 \quad \text{ท.16}$$

เมื่อ  $F$  = สายป้อน

$R$  = สายออก

$P$  = สายเพอร์มิเอต

$X_B$  = ความเข้มข้นของบาราคอล (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

$V$  = ปริมาตร (มิลลิลิตร)

$B_{loss}$  = การสูญหายของสารบาราคอลเนื่องจากการสลายตัวและการดูดซับที่บริเวณผิวสัมผัสเยื่อแผ่น-สายป้อน

### ตัวอย่างการคำนวณ

ข้อมูลจากการทดลองกระบวนการเพอร์เวเพอร์ชันของสารสกัดหยาบจากใบช้เหล็กที่  
อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์ ความเร็วสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง  
เวลา 1 ชั่วโมง จากตาราง ง.20 และ ง.29

$$V_F = 250 \text{ มิลลิลิตร}$$

$$V_R = 225 \text{ มิลลิลิตร}$$

$$V_P = 22.6513 \text{ กรัม} / 0.9994 \text{ กรัมต่อมิลลิลิตร} = 22.66 \text{ มิลลิลิตร}$$

$$X_{BF} = 2.5573 \text{ มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร}$$

$$X_{BR} = 2.7650 \text{ มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร}$$

$$X_{BP} = 0 \text{ มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร}$$

แทนค่าลงสมการ ข.14 จะได้ว่า

$$(250)(2.5573) = (22.66)(0) + (225)(2.7650) + B_{\text{loss}}$$

$$639.3250 = 0 + 622.1250 + B_{\text{loss}}$$

$$B_{\text{loss}} = 17.2 \text{ มิลลิกรัม}$$

แทนค่าลงสมการ ข.15 จะได้ว่า

$$\% \text{การสูญเสียตัวและการดูดซับบาราคอลที่ผิวสัมผัสเยื่อแผ่น} = \frac{17.2}{250(2.5573)} \times 100 = 2.69$$

แทนค่าลงสมการ ข.16 จะได้ว่า

$$\% \text{ที่สารบาราคอลเข้มข้นขึ้น} = \frac{(2.7650 - 2.5573)}{2.5573} \times 100 = 8.12$$



ภาคผนวก ค

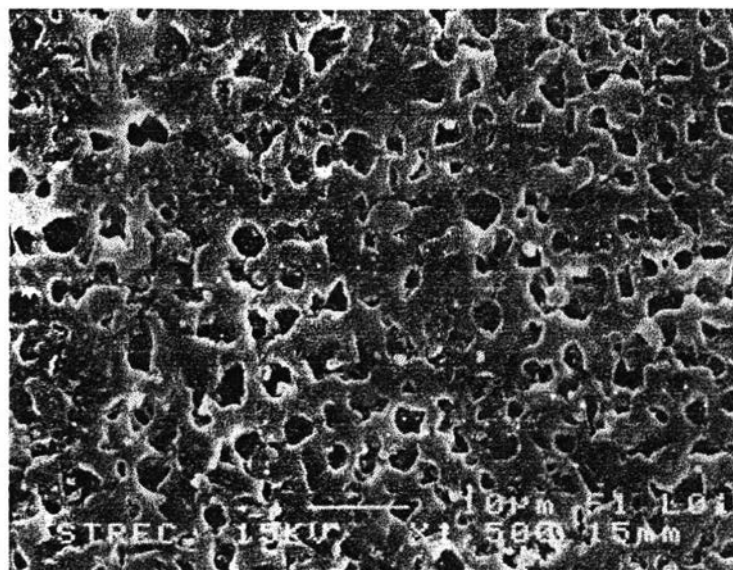
ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพของเยื่อแผ่นก่อนการนำมาใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง

ตารางที่ ค 1. ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพของเยื่อแผ่นก่อนการนำมาใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง โดยการวัด  
 เฟอร์มิเอชันฟลักซ์ของน้ำกลั่น ในกระบวนการเพอร์เวเพอร์เรชัน ที่ความดันเฟอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์  
 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความหนาของเยื่อแผ่น 7.27 ไมโครเมตร

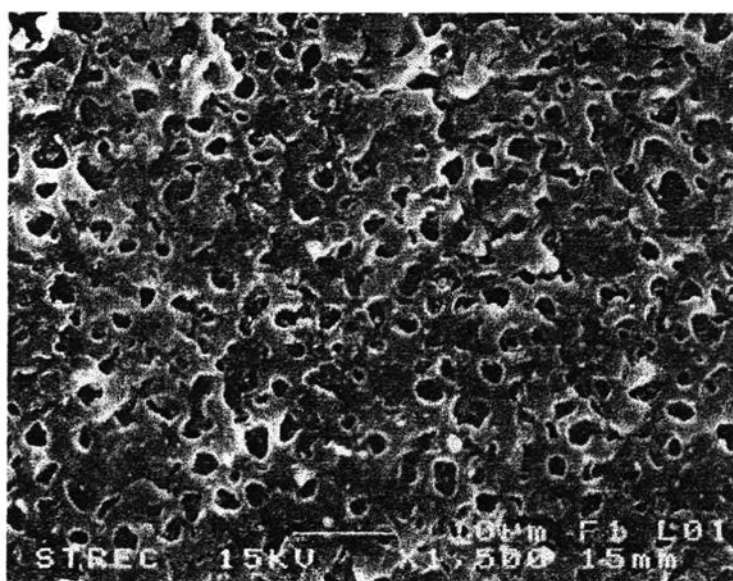
น้ำหนักเฟอร์มิเอต (กรัม)	เฟอร์มิเอชันฟลักซ์ (กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)	ฟลักซ์ x100 / ฟลักซ์เริ่มต้น (เปอร์เซ็นต์)
18.2153	1214.35	100.00
18.4064	1227.09	101.05
17.8691	1191.27	98.10
18.4271	1228.47	101.16
17.6235	1174.90	96.75
17.3874	1159.16	95.46
17.8737	1191.58	98.12
16.6109	1107.39	91.19
17.1725	1144.83	94.28
16.5173	1101.15	90.68
18.2000	1213.33	99.92
18.0839	1205.59	99.28
17.9910	1199.40	98.77
17.7050	1180.33	97.20
16.4556	1097.04	90.34
18.0578	1203.85	99.14
17.7911	1186.07	97.67
17.2815	1152.10	94.87
17.5259	1168.39	96.22

ตารางที่ ค 1.(ต่อ)

น้ำหนักเพอร์มิเอต (กรัม)	เพอร์มิเอชันฟลักซ์ (กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)	ฟลักซ์ x100 / ฟลักซ์เริ่มต้น ( เปอร์เซ็นต์ )
16.6590	1110.60	91.46
18.3609	1224.06	100.80
18.1590	1210.60	99.69
17.9834	1198.89	98.73
18.0521	1203.47	99.10



ก่อนใช้งาน(ก)



หลังใช้งาน(ข)

รูปที่ ค 1. แสดงภาพถ่ายบริเวณพื้นผิวด้านมีรูพรุนของเยื่อแผ่นโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ซึ่งทำปฏิกิริยา  
 โครงร่างตาข่ายกับกรดกลูตาริก ก่อนใช้งาน(ก) และหลังจากใช้งาน(ข) ในกระบวนการ  
 เพอร์เวเพอเรชัน

ภาคผนวก ง.

ข้อมูลการทดลอง

กระบวนการโรตารีโอเพอเรเตอร์

ตารางที่ ง.1 แสดงข้อมูลผลของเวลาในการทำให้สารบาราคอลเข้มข้นขึ้นด้วยกระบวนการโรตารีโอเพอเรเตอร์

สารสกัดหนยาเริ่มต้น : ความเข้มข้นของบาราคอล 1.7254 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร  
: ความเข้มข้นของเอทานอล 13.61 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

เวลา (นาที)	ความเข้มข้น เอทานอล(% vol.)	ความเข้มข้น บาราคอล(mg/ml.)	% บาราคอล เข้มข้นขึ้น	% บาราคอล สลายตัว
15	5.1363	2.2396	29.8	3.08
30	1.6764	2.3183	34.36	5.95
45	0.6735	2.5739	48.18	15.47
60	0.4209	5.6557	227.79	23.34

ผลของอุณหภูมิต่อการสลายตัวของสารบาราคอล

ตารางที่ ง.2 แสดงข้อมูลการสลายตัวของสารบาราคอลเมื่อได้รับความร้อนเป็นเวลา 8 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเข้มข้นของสารบาราคอล (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)		เปอร์เซ็นต์การสลายตัว ของสารบาราคอล
	เวลาเริ่มต้น	เวลา 8 ชั่วโมง	
30	2.3396	2.3256	0.60
35	2.1792	2.0330	6.71
40	2.0711	1.8952	8.49

การดูดซับสารละลายของเยื่อแผ่นโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ซึ่งทำปฏิกิริยาโครงสร้างตาข่ายกับกรดกลูตาริก

ตารางที่ ง.3 การดูดซับน้ำกลั่นของเยื่อแผ่นโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ซึ่งทำปฏิกิริยาเชื่อมโยงโครงสร้างตาข่ายกับกรดกลูตาริก ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

เวลา(ชั่วโมง)	น้ำหนักเยื่อแผ่นแห้ง (กรัม)	น้ำหนักเยื่อแผ่นเปียก (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การดูดซับ
2	0.3209	0.8600	168.00
4	0.2819	0.7707	173.39
6	0.2819	0.7888	179.82
8	0.3064	0.8519	178.04
30	0.3209	0.8912	177.72
50	0.2511	0.6987	178.26

ตารางที่ ง.4 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดซับสารละลายของเยื่อแผ่นที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	น้ำกลั่น	เอทานอล 99.8 % โดยปริมาตร	สารสกัดหยาบ จากใบชี่เหล็ก	สารละลายเอทานอล 2 %โดยปริมาตร
30	150.79	1.50	176.45	163.08
35	156.61	1.44	186.73	168.71
40	166.01	2.45	200.38	177.28

ตารางที่ ง.5 สัมประสิทธิ์การกระจายตัวของน้ำและเอทานอลในเยื่อแผ่น

อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	สารละลายเอทานอล ความเข้มข้น 2%โดยปริมาตร		สารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็ก	
	น้ำ	เอทานอล	น้ำ	เอทานอล
30	1.65	0.73	1.78	1.02
35	1.71	0.44	1.89	0.37
40	1.81	0.16	2.03	0.16

ตารางที่ ง.6 แสดงข้อมูลดิบการทดลองการดูดซับสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดย ปริมาตรในเยื่อแผ่น

	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)		
	30	35	40
น้ำหนักเยื่อแผ่นแห้ง(กรัม)	0.0577	0.0521	0.0537
น้ำหนักเยื่อแผ่นเปียก(กรัม)	0.1518	0.1400	0.1489
น้ำหนักสารละลายก่อนแช่เยื่อแผ่น(กรัม)	5.0240	4.9067	4.8792
น้ำหนักสารละลายหลังแช่เยื่อแผ่น(กรัม)	4.9299	4.8188	4.7840
ความเข้มข้นของเอทานอลก่อนแช่เยื่อแผ่น(% โดยน้ำหนัก)	2.1413	2.0963	2.2188
ความเข้มข้นของเอทานอลหลังแช่เยื่อแผ่น(% โดยน้ำหนัก)	2.1637	2.1245	2.2589

ตารางที่ ง.7 แสดงข้อมูลดิบการทดลองการดูดซับสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็กในเยื่อแผ่น

	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)		
	30	35	40
น้ำหนักเยื่อแผ่นแห้ง(กรัม)	0.0518	0.0505	0.0522
น้ำหนักเยื่อแผ่นเปียก(กรัม)	0.1432	0.1448	0.1568
น้ำหนักสารละลายก่อนแช่เยื่อแผ่น(กรัม)	5.0012	4.9748	5.0167
น้ำหนักสารละลายหลังแช่เยื่อแผ่น(กรัม)	4.9098	4.8805	4.9121
ความเข้มข้นของเอทานอลก่อนแช่เยื่อแผ่น(% โดยน้ำหนัก)	1.5754	1.4726	1.5439
ความเข้มข้นของเอทานอลหลังแช่เยื่อแผ่น(% โดยน้ำหนัก)	1.5876	1.4951	1.5741
ความเข้มข้นของบาราคอลก่อนแช่เยื่อแผ่น(มก./มล.)	2.3255	2.4505	2.2142
ความเข้มข้นของบาราคอลหลังแช่เยื่อแผ่น(มก./มล.)	2.3445	2.3396	2.0339

กระบวนการเพอร์เวเพอร์ชันของน้ำกลั่น

ตารางที่ ง.8 แสดงข้อมูลผลของความหนาของเยื่อแผ่นต่อเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของน้ำกลั่น (กรัมต่อตารางเมตรชั่วโมง) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเร็วของสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง

ความดันเพอร์มิเอต (มิลลิบาร์)	ความหนาของเยื่อแผ่น(ไมโครเมตร)		
	7.27	14.54	27.27
20	1214.35	1100.97	701.27
30	845.87	790.37	635.81
40	628.28	632.13	615.33

ตารางที่ ง.9 แสดงข้อมูลผลของความดันต่อเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของน้ำกลั่น(กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง) ความหนาของเยื่อแผ่น 7.27 ไมโครเมตร ความเร็วสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง

ความดัน เพอร์มิเอต(มิลลิบาร์)	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	
	30	40
20	1214.35	1732.29
30	845.87	1605.59
40	628.28	1512.75
60		709.06

ตารางที่ ง.10 แสดงข้อมูลผลของอุณหภูมิสายป้อนต่อเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของน้ำกลั่น ความหนาของเยื่อแผ่น 7.27 ไมโครเมตร ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์ ความเร็วสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เพอร์มิเอชันฟลักซ์ของน้ำกลั่น (กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)
30	1214.35
35	1450.32
40	1732.29

ตารางที่ ง.11 แสดงข้อมูลค่าเพอร์มิเอบิลิตีของน้ำกลั่น(กรัมต่อเมตร-ชั่วโมง-มิลลิบาร์)  $\times 10^4$

ความดัน เพอร์มิเอต(มิลลิบาร์)	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	
	30	40
20	4.03	2.37
30	5.17	2.71
40	24.04	3.32
60		3.94

กระบวนการเพอร์เวเพอเรชั่นของสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

ตารางที่ ง.12 เพอร์มิเอชันฟลักซ์ของสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์ ความเร็วสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง

อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	เพอร์มิเอชันฟลักซ์(กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)		
	รวม	น้ำ	เอทานอล
30	1191.11	1187.37	3.75
35	1534.13	1529.43	4.70
40	1609.07	1605.11	3.95

ตารางที่ ง.13 ความเข้มข้นของเอทานอลในสายป้อน สายออกและสายเพอร์มิเอต ในกระบวนการ

เพอร์เวเพอเรชั่นของสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์ ความเร็วสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง

อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	ความเข้มข้นของเอทานอล(เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)		
	สายป้อน	สายออก	สายเพอร์มิเอต
30	1.9950	2.9436	0.3983
35	2.5301	2.4892	0.3879
40	2.1675	2.0390	0.3113



ตารางที่ ง.14 ค่าการเลือกน้ำและเอทานอลผ่านของเยื่อแผ่น ในกระบวนการเพอร์เวเพอร์เรชั่นของสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	ค่าการเลือกน้ำผ่านของเยื่อแผ่น	ค่าการเลือกเอทานอลผ่านของเยื่อแผ่น
30	5.09	0.20
35	6.67	0.15
40	7.09	0.14

ตารางที่ ง.15 ปริมาตรสารละลายในสายป้อน สายออกและน้ำหนักสายเพอร์มิเอตในการทดลองกระบวนการเพอร์เวเพอร์เรชั่นของสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	ปริมาตร(มิลลิลิตร)		น้ำหนักสายเพอร์มิเอต(กรัม)
	สายป้อน	สายออก	
30	250	231	17.8667
35	250	225	23.0119
40	250	224	24.1360

ตารางที่ ง.16 แสดงค่าเพอร์มิเอบิลิตีของน้ำและเอทานอลในสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ความดัน 20 มิลลิบาร์(กรัมต่อเมตร-ชั่วโมง-มิลลิบาร์)  $\times 10^4$

อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	น้ำ	เอทานอล
30	3.94	0.46
35	3.12	0.53
40	2.20	0.24

กระบวนการเพอร์เวเพอร์เร้นของสารสกัดหยาบจากใบช้เหล็ก

ตารางที่ ง.17 เพอร์มิเอชันฟลักซ์ของสารสกัดหยาบจากใบช้เหล็ก ความเร็วสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง  
เวลาในการดำเนินงาน 1 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความดันเพอร์มิเอต (มิลลิบาร์)	เพอร์มิเอชันฟลักซ์(กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)			
		รวม	น้ำ	เอทานอล	บาราคอล
30	20	826.13	821.41	4.72	0.00
	30	709.26	703.62	5.64	0.00
	40	513.46	508.00	5.46	0.00
35	20	1233.91	1228.16	5.75	0.00
	30	1017.44	1012.89	4.55	0.00
	40	792.11	785.48	6.63	0.00
40	20	1510.09	1506.74	3.35	0.00
	30	1478.15	1474.43	3.72	0.00
	40	1349.52	1345.72	3.80	0.00

ตารางที่ ง.18 ความเข้มข้นของเอทานอลในสายป้อน สายออกและสายเพอร์มิเอต ในกระบวนการ  
เพอร์เวเพอร์เร้นของสารสกัดหยาบจากใบช้เหล็ก ความเร็วสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง  
เวลาในการดำเนินงาน 1 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความดันเพอร์มิเอต (มิลลิบาร์)	ความเข้มข้นของเอทานอล(เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)		
		สายป้อน	สายออก	สายเพอร์มิเอต
30	20	2.2754	2.2372	0.7232
	30	1.6873	1.7985	1.0057
	40	1.4793	1.2876	1.3446
35	20	2.1857	2.4170	0.5903
	30	1.8227	1.9867	0.5665
	40	1.5858	1.4508	1.0578
40	20	1.7607	1.9042	0.2807
	30	1.7055	2.0036	0.3188
	40	1.9382	2.0401	0.3569

ตารางที่ ง.19 ค่าการเลือกน้ำและเอทานอลผ่านของเยื่อแผ่น ในกระบวนการเพอร์เวเพอร์เรชั่นของสาร  
สารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็ก ความเร็วสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง เวลาในการดำเนินงาน  
1 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความดันเพอร์มิเอต (มิลลิบาร์)	ค่าการเลือกสารผ่านของเยื่อแผ่น	
		น้ำ	เอทานอล
30	20	3.20	0.31
	30	1.69	0.59
	40	1.10	0.91
35	20	3.76	0.27
	30	3.26	0.31
	40	1.51	0.66
40	20	6.37	0.16
	30	5.43	0.18
	40	5.52	0.18

ตารางที่ ง.20 ปริมาตรสารละลายในสายป้อน สายออกและน้ำหนักสายเพอร์มิเอตในกระบวนการ  
เพอร์เวเพอร์เรชั่นของสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็ก ความเร็วสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง  
เวลาในการดำเนินงาน 1 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความดันเพอร์มิเอต (มิลลิบาร์)	ปริมาตร(มิลลิลิตร)		น้ำหนักสาย เพอร์มิเอต(กรัม)
		สายป้อน	สายออก	
30	20	250	237	12.3919
	30	250	238	10.6389
	40	250	240	7.7019
35	20	250	230	18.5087
	30	250	232	15.2616
	40	250	236	11.8817
40	20	250	225	22.6513
	30	250	225	22.1722
	40	250	228	20.2428

ตารางที่ ง.21 แสดงผลของความเร็วของสายป้อนต่อเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของสารสกัดหยาบจาก  
ใบชี่เหล็ก อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์

ความเร็วของสายป้อน (ลิตรต่อชั่วโมง)	เพอร์มิเอชันฟลักซ์(กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)			
	รวม	น้ำ	เอทานอล	บาราคอล
5	1,510.09	1,506.74	3.35	0.00
80	1,508.09	1,500.99	7.10	0.00
130	1,527.67	1,521.26	6.41	0.00

ตารางที่ ง.22 ความเข้มข้นของเอทานอลในสายป้อน สายออกและสายเพอร์มิเอต ในกระบวนการ  
เพอร์มิเอชันของสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็ก อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดัน  
เพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์ เวลาในการดำเนินงาน 1 ชั่วโมง

ความเร็วของสายป้อน (ลิตรต่อชั่วโมง)	ความเข้มข้นของเอทานอล(เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)		
	สายป้อน	สายออก	สายเพอร์มิเอต
5	1.7607	1.9042	0.2807
80	2.4032	2.8525	0.5950
130	2.5076	1.8833	0.5315

ตารางที่ ง.23 แสดงผลของความเร็วของสายป้อนต่อค่าการเลือกสารผ่านของเยื่อแผ่นในกระบวนการ  
เพอร์มิเอชันของสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็ก อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดัน  
เพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์

ความเร็วของสายป้อน (ลิตรต่อชั่วโมง)	ค่าการเลือกสารผ่านของเยื่อแผ่น	
	น้ำ	เอทานอล
5	6.37	0.16
80	4.11	0.24
130	4.81	0.21

ตารางที่ ง.24 ปริมาณสารละลายในสายป้อน สายออกและน้ำหนักสายเพอร์มิเอต ในกระบวนการ  
เพอร์มิเอชันของสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็ก อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดัน  
เพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์ เวลาในการดำเนินงาน 1 ชั่วโมง

ความเร็วของสายป้อน (ลิตรต่อชั่วโมง)	ปริมาณ(มิลลิเมตร)		น้ำหนักสาย เพอร์มิเอต(กรัม)
	สายป้อน	สายออก	
5	250	225	22.6513
80	250	226	22.6213
130	250	225	22.9151

ตารางที่ ง.25 แสดงผลของเวลาในการดำเนินงานต่อเพอร์มิเอชันฟลักซ์ของสารสกัดหยาบจาก  
ใบชี่เหล็ก ความเร็วของสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา(ชั่วโมง)	เพอร์มิเอชันฟลักซ์(กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)			
		รวม	น้ำ	เอทานอล	บาราคอล
30	1	1125.43	1115.69	9.74	0.00
	4	1032.28	1029.83	2.45	0.00
	8	887.88	884.53	3.35	0.00
40	1	1510.09	1506.74	3.35	0.00
	4	1310.43	1308.11	2.32	0.00
	8	1186.21	1182.88	3.33	0.00

ตารางที่ ง.26 ความเข้มข้นของเอทานอลในสายป้อน สายออกและสายเพอร์มิเอต ในกระบวนการ  
เพอร์เวเพอร์เรชันของสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็ก ความเร็วของสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง  
ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา(ชั่วโมง)	ความเข้มข้นของเอทานอล(เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)		
		สายป้อน	สายออก	สายเพอร์มิเอต
30	1	1.9506	1.9074	1.0940
	4	1.8750	2.1317	0.3004
	8	1.5559	1.9487	0.4776
40	1	1.7607	1.9042	0.2807
	4	1.9078	2.5764	0.2245
	8	1.4780	0.9108	0.3553

ตารางที่ ง.27 แสดงผลของเวลาในการดำเนินงานต่อค่าการเลือกสารผ่านของเยื่อแผ่นในกระบวนการ  
เพอร์เวเพอร์เรชันของสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็ก ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์  
ความเร็วของสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา(ชั่วโมง)	ค่าการเลือกสารผ่านของเยื่อแผ่น	
		น้ำ	เอทานอล
30	1	1.80	0.56
	4	6.34	0.16
	8	3.29	0.30
40	1	6.37	0.16
	4	8.64	0.12
	8	4.21	0.24

ตารางที่ ง.28 ปริมาตรสารละลายในสายป้อน สายออกและน้ำหนักสายเพอร์มิเอตในกระบวนการ เพอร์มิเอชันของสารสกัดหยาบจากใบชี่เหล็ก ความเร็วของสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา(ชั่วโมง)	ปริมาตร(มิลลิลิตร)		น้ำหนักสาย เพอร์มิเอต(กรัม)
		สายป้อน	สายออก	
30	1	250	232	16.8814
	4	250	186	61.9868
	8	250	139	106.5461
40	1	250	225	22.6513
	4	250	168	78.6255
	8	250	102	142.3454

ตารางที่ ง.29 แสดงค่าความเข้มข้นของสารบาราคอลที่เข้มข้นขึ้น ที่ความเร็วของสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง เวลาในการดำเนินงาน 1 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความดันเพอร์มิเอต (มิลลิบาร์)	ความเข้มข้นของสารบาราคอล(มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)		เปอร์เซ็นต์ที่เข้มข้น ขึ้นของสารบาราคอล
		สายป้อน	สายออก	
30	20	2.3667	2.4784	4.72
	30	2.5086	2.6218	4.51
	40	2.7616	2.8309	2.51
35	20	2.2848	2.4313	6.41
	30	3.3245	3.5213	5.92
	40	3.2797	3.3519	2.20
40	20	2.5573	2.7650	8.12
	30	2.7911	2.9797	6.76
	40	2.7180	2.8742	5.75

ตารางที่ ง.30 แสดงค่าความเข้มข้นของสารบาราคอลที่เข้มข้นขึ้นเมื่อไม่มีการสลายตัวและการดูดซับ สารบาราคอลในเยื่อแผ่น ที่ความเร็วของสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง เวลาในการดำเนินงาน 1 ชั่วโมง

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความดันเพอร์มิเอต (มิลลิบาร์)	ความเข้มข้นของสารบาราคอล(มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)		เปอร์เซ็นต์ที่เข้มข้น ขึ้นของสารบาราคอล
		สายป้อน	สายออก	
30	20	2.3667	2.4965	5.48
	30	2.5086	2.6351	5.04
	40	2.7616	2.8767	4.17
35	20	2.2848	2.4835	8.70
	30	3.3245	3.5824	7.76
	40	3.2797	3.4743	5.93
40	20	2.5573	2.8414	11.11
	30	2.7911	3.1012	11.11
	40	2.7180	2.9803	9.65

ตารางที่ ง.31 แสดงค่าความเข้มข้นของสารบาราคอลที่เข้มข้นขึ้น เมื่อใช้เวลาในการดำเนินการ 1 4 และ 8 ชั่วโมง ความเร็วของสายป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา(ชั่วโมง)	ความเข้มข้นของสารบาราคอล(มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)		เปอร์เซ็นต์ที่เข้มข้น ขึ้นของสารบาราคอล
		สายป้อน	สายออก	
30	1	2.3667	2.4784	4.72
	4	2.4760	3.2687	32.02
	8	2.3294	3.6538	56.86
40	1	2.5573	2.7650	8.12
	4	2.6774	3.8692	44.51
	8	2.0856	3.7437	79.50



ตารางที่ ง.32 แสดงค่าความเข้มข้นของสารบาราคอลที่เข้มข้นขึ้นเมื่อไม่มีการสลายตัวและการดูดซับ สารบาราคอลในเยื่อแผ่น ใช้เวลาในการดำเนินการ 1 4 และ 8 ชั่วโมง ความเร็วของสาย ป้อน 5 ลิตรต่อชั่วโมง ความดันเพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา(ชั่วโมง)	ความเข้มข้นของสารบาราคอล(มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)		เปอร์เซ็นต์ที่เข้มข้น ขึ้นของสารบาราคอล
		สายป้อน	สายออก	
30	1	2.3667	2.4965	5.49
	4	2.4760	3.3280	34.41
	8	2.3294	4.1896	79.86
40	1	2.5573	2.8414	11.11
	4	2.6774	3.9842	48.81
	8	2.0856	5.1118	145.10

ตารางที่ ง.33 ข้อมูลการทดลองกระบวนการเพอร์เมอเรนซ์ของสารสกัดหยาบจากใบชี้เหล็กเมื่อ เพิ่มพื้นที่ถ่ายเทมวลสารเป็น 0.03 ตารางเมตร อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดัน เพอร์มิเอต 20 มิลลิบาร์

เวลา (ชั่วโมง)	เพอร์มิเอชันฟลักซ์(กรัมต่อตารางเมตร-ชั่วโมง)				ความเข้มข้นของบาราคอล(มก/มล.)	
	รวม	น้ำ	เอทานอล	บาราคอล	สายป้อน	สายออก
1	1243.65	1238.19	5.46	0	2.3352	2.7085
2	1190.78	1188.63	2.15	0	2.4824	3.3463

ตารางที่ ง.34 แสดงค่าเพอร์มิเอบิลิตีของน้ำในสารสกัดหยาบจากใบชี้เหล็ก ความดัน 20 มิลลิบาร์  
(กรัมต่อเมตร-ชั่วโมง-มิลลิบาร์)  $\times 10^4$

ความดันเพอร์มิเอต (มิลลิบาร์)	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)		
	30	35	40
20	2.72	2.51	2.06
30	4.27	2.87	2.49
40	17.90	3.63	2.95

ตารางที่ ง.35 แสดงค่าเพอร์มิเอบิลิตีของเอทานอลในสารสกัดหยาบจากใบชี้เหล็ก ความดัน 20  
มิลลิบาร์(กรัมต่อเมตร-ชั่วโมง-มิลลิบาร์)  $\times 10^4$

ความดันเพอร์มิเอต (มิลลิบาร์)	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)		
	30	35	40
20	0.61	0.65	0.25
30	0.90	0.46	0.30
40	1.28	0.88	0.66

## ประวัติผู้แต่ง



นางสาวลลิตา อัดนโธ เกิดเมื่อวันที่ 19 มกราคม พ.ศ. 2520 ที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จ  
การศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี สำนักวิชาเทคโนโลยีทรัพยากร  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปีการศึกษา 2539 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร  
มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2540