

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการคำนวณ

ค.1 การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ดูดซึมน้ำของเยื่อแผ่น (% water absorption) และการหาเปอร์เซ็นต์การหลุดของสารเคลือบ (% Loss of coating layer) หลังแช่น้ำ

$$\text{สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ \% water absorption} = \frac{W_{Wet} - W_{Dry1}}{W_{Dry1}} \times 100 \quad 3.1$$

$$\% \text{ Loss of coating layer} = \frac{W_{Dry1} - W_{Dry2}}{W_{Dry1}} \times 100 \quad 3.2$$

เมื่อ W_{Dry1} = น้ำหนักของเยื่อแผ่นแห้งก่อนแช่น้ำ DI (กรัม)
 W_{Wet} = น้ำหนักของเยื่อแผ่นเปียกหลังแช่น้ำ DI (กรัม)
 W_{Dry2} = น้ำหนักของเยื่อแผ่นแห้งหลังแช่น้ำ DI (กรัม)

ข้อมูลการทดลองมีดังนี้

ตารางที่ ค.1 น้ำหนักของเยื่อแผ่น PES/Al₂O₃/CS/GA 0.1% ก่อนและหลังแช่น้ำ DI เป็นเวลา 3 วัน

เยื่อแผ่น	น้ำหนัก			% water absorption (3 วัน)	% Loss of coating layer
	Dry 1	Wet	Dry 2		
PES/Al ₂ O ₃ /CS/GA 0.1%	0.0975	0.4588	0.0971	370.56	0.41

จากสมการที่ 3.1 และ 3.2 $\% \text{ water absorption} = \frac{W_{Wet} - W_{Dry1}}{W_{Dry1}} \times 100$

$$= \frac{0.4588 - 0.0975}{0.0975} \times 100$$

$$= 370.56 \%$$

$$\% \text{ Loss of coating layer} = \frac{W_{Dry1} - W_{Dry2}}{W_{Dry1}} \times 100$$

$$= \frac{0.0975 - 0.0971}{0.0975} \times 100$$

$$= 0.41 \%$$

ในส่วนของการคำนวณ ค่าฟลักซ์น้ำ ค่าฟลักซ์ของสารละลายโปรตีน และค่าความต้านทานต่างๆของเยื่อแผ่น PES/CS/GA 0.1% ได้ทำการยกตัวอย่างการคำนวณ ดังข้อมูลในตาราง ค.2

ตารางที่ ค.2 ผลการทดลองค่าฟลักซ์น้ำและความต้านทานต่างๆของเยื่อแผ่น PES/CS/GA 0.1%

สภาวะการทดลอง : ความดัน 200 kPa อัตราการไหล 0.877 L/min และอุณหภูมิ $25 \pm 1^\circ\text{C}$

ความหนืด ($\times 10^{-4}$ Pa.s)		ค่าฟลักซ์ ($\text{L}/\text{m}^2.\text{h}$)			BSA (g/l)		ความต้านทาน ($\times 10^{13}$ m^{-1})			
μ_w	μ_v	J_w	J_v	J_w'	C_p	C_R	R_m	R_t	R_{cp}	R_f
8.98	10.3	96.74	39.92	87.37	0.0439	1.0898	0.8290	1.7576	0.8396	0.0889

ค.2 การคำนวณค่าฟลักซ์

ค.2.1 การคำนวณค่าฟลักซ์

สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$J_w = \frac{V}{At} \quad \text{ค.1}$$

เมื่อ	J_w	=	ฟลักซ์ของสารละลาย ($\text{L}/\text{m}^2.\text{h}$)
	V	=	ปริมาตรของสารละลายที่ไหลผ่านเยื่อแผ่น (L)
	A	=	พื้นที่หน้าตัดของเยื่อแผ่น (m^2)
	t	=	เวลา (h)

ข้อมูลในการทดลองมีดังนี้

- ปริมาตรของสารละลายที่ไหลผ่านเยื่อแผ่น PES/ Al_2O_3 /CS/GA 0.1% = 0.01583 L
- พื้นที่หน้าตัดของเยื่อแผ่น PES/ Al_2O_3 /CS/GA 0.1% = $1.964 \times 10^{-3} \text{ m}^2$
- เวลา = 0.0833 h (ทำการเก็บปริมาตรเพอมีเอททุกๆ 5 นาที)

จากสมการที่ (ค.1)

$$J_w = \frac{V}{At}$$

$$= \frac{0.01583}{(1.964 \times 10^{-3}) \times (0.0833)}$$

$$J_w = 96.74 \text{ L}/\text{m}^2.\text{h}$$

ค.3 การคำนวณค่าความต้านทาน

ค.3.1 การคำนวณค่าความต้านทานของเยื่อแผ่น

$$\text{สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ} \quad R_m = \frac{\Delta P}{\mu_w J_w} \quad 2.4$$

เมื่อ	R_m	=	ความต้านทานของเยื่อแผ่น (m^{-1})
	ΔP	=	ความดันที่ให้กับระบบ (Pa)
	μ_w	=	ความหนืดของน้ำสะอาด (Pa.s) ที่ 25 °C มีค่า 8.98×10^{-4} Pa.s
	J_w	=	ฟลักซ์ของน้ำสะอาดก่อนการใช้งาน

$$\begin{aligned} \text{จากสมการที่ (2.4)} \quad R_m &= \frac{\Delta P}{\mu_w J_w} \\ &= \frac{200 \times 10^3 \text{ Pa}}{(8.98 \times 10^{-4} \text{ Pa.s}) \times (96.74 \frac{\text{L}}{\text{m}^2 \text{h}}) \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{3600 \text{ s}}} \\ &= 0.8290 \times 10^{13} \text{ m}^{-1} \end{aligned}$$

ค.3.2 การคำนวณค่าความต้านทานรวม

$$\text{สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ} \quad J_v = \frac{(\Delta P)}{\mu_v R_t} \quad 2.2$$

เมื่อ	J_v	=	ฟลักซ์ของสารละลายผ่านเยื่อแผ่น ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)
	ΔP	=	ผลต่างความดันที่ให้กับสารละลาย (Pa)
	μ_v	=	ความหนืดของสารละลาย (Pa.s) (สารละลายที่ใช้คือ สารละลายโปรตีน BSA มีความหนืด = 1.03×10^{-3} Pa.s)
	R_t	=	ความต้านทานรวมต่อการไหลผ่าน (m^{-1})

$$\begin{aligned} \text{จากสมการที่ 2.2} \quad R_t &= \frac{\Delta P}{\mu_v J_v} \\ R_t &= 1.7576 \times 10^{13} \text{ m}^{-1} \end{aligned}$$

ค.3.3 การคำนวณความต้านทานชั้นคอนเซนเตรชันโพลาไรซ์และความต้านทานจากการเกิดฟาวลิง

ความต้านทานชั้นคอนเซนเตรชันโพลาไรซ์และความต้านทานจากการเกิดฟาวลิง มีความสัมพันธ์กับความต้านทานเยื่อแผ่นและความต้านทานรวม ดังสมการที่ (2.4)

สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$J'_w = \frac{\Delta P}{\mu_w \times (R_m + R_f)} \quad 2.5$$

$$R_t = R_m + R_{cp} + R_f \quad 2.3$$

จากสมการที่ 2.5

$$R_m + R_f = \frac{\Delta P}{\mu_w \times J'_w}$$

$$\begin{aligned} 0.8290 \times 10^{13} + R_f &= \frac{200 \times 10^3 \text{ Pa}}{(8.98 \times 10^{-4} \text{ Pa.s}) \times (87.37 \frac{\text{L}}{\text{m}^2 \text{h}}) \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{3600 \text{ s}}} \\ \text{ดังนั้น} \quad R_f &= 0.0889 \times 10^{13} \text{ m}^{-1} \end{aligned}$$

$$\text{จากสมการที่ (2.3)} \quad R_{cp} = 1.7576 \times 10^{13} - 0.8290 \times 10^{13} - 0.0889 \times 10^{13}$$

$$R_{cp} = 0.8396 \times 10^{13} \text{ m}^{-1}$$

ค.4 การคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การกักกัน

การคำนวณหาค่า เปอร์เซ็นต์การกักกันสามารถหาได้จาก ความเข้มข้นของโปรตีนที่อยู่ในสายเพอมีเอทและสายรีเทนเทท

$$\text{สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ} \quad R = [1 - (\frac{C_p}{C_r})] \times 100\% \quad 2.8$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ} \quad C_p &= \text{ความเข้มข้นของตัวถูกละลายทางด้านเพอมีเอท} \\ C_r &= \text{ความเข้มข้นของตัวถูกละลายทางด้านรีเทนเทท} \end{aligned}$$

$$\text{จากสมการที่ (2.8)} \quad R = [1 - (\frac{0.04843}{1.0685})] \times 100$$

$$R = 95.46 \%$$

