ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการคำนวณ

ค.1 การคำนวณความเค้นแรงดึง (Tensile strength) และเปอร์เซ็นต์การยืดตัว (Elongation at break) ของเยื่อแผ่น PES14+PVA1.0/PVA0.01

สมการที่ใช้คำนวณคือ Tensile strength (σ) $= \frac{F}{A}$ ค.1

เมื่อ F = แรงดึง

A = พื้นที่หน้าตัด

Elongation at break (%EL) $= \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100$ ค.2

เมื่อ L_f = ความยาวของเกจหลังจากดึงจนขาด

L_0 = ความยาวของเกจเริ่มต้น

ข้อมูลในการทดลองมีดังนี้

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลคุณสมบัติเชิงกลของเยื่อแผ่น PES14+PVA1.0/PVA0.01

ชนิดเยื่อแผ่น	Area	Maximum load	Tensile strength (σ)	Gauge length	Deflection at maximum load	Elongation at break (%EL)
	mm^2	N	(MPa)	mm	mm	(%)
PES14+PVA1.0/PVA0.01	1.6	5.823	3.639	30.00	3.679	12.265

จากสมการ ค.1 และ ค.2 $\sigma = \frac{F}{A}$

$= \frac{5.823}{1.6}$

= 3.07 MPa

(%EL) $= \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100$

$= \frac{33.679 - 30.00}{30.00} \times 100$

= 12.265

ค.2 การคำนวณการดูดซึมของเยื่อแผ่น PES+PVA/PVA และการหลุดออกของ PVA

สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ Water absorption (%) = $\frac{W_{Wet} - W_{Dry2}}{W_{Dry1}} \times 100$ 3.1

PVA loss (%wt) = $\frac{W_{Dry1} - W_{Dry2}}{W_{Dry1}} \times 100$ 3.2

เมื่อ W_{Dry1} = น้ำหนักของเยื่อแผ่นแห้งก่อนแช่ในน้ำ DI (กรัม)

W_{wet} = น้ำหนักของเยื่อแผ่นเปียกหลังแช่ในน้ำ DI (กรัม)

W_{Dry2} = น้ำหนักของเยื่อแผ่นแห้งหลังแช่ในน้ำ DI (กรัม)

ข้อมูลการทดลองมีดังนี้

ตารางที่ ค.2 น้ำหนักของเยื่อแผ่น PES14+PVA0.1/PVA0.01 ก่อนและหลังแช่น้ำ DI เป็นเวลา 3 วัน

เยื่อแผ่น	น้ำหนัก			Water absorption (%) (3 วัน)	PVA loss (%wt)
	Dry 1	Wet	Dry 2		
PES14+PVA1.0/PVA0.01	0.1166	0.6557	0.1165	462.350	0.0429

จากสมการที่ 3.1 และ 3.2 Water absorption (%) = $\frac{W_{Wet} - W_{Dry2}}{W_{DRY2}} \times 100$

$= \frac{0.6557 - 0.1165}{0.1165} \times 100$

= 462.350 %

PVA loss (%wt) = $\frac{W_{Dry1} - W_{Dry2}}{W_{Dry1}} \times 100$

$= \frac{0.1166 - 0.1165}{0.1166} \times 100$

= 0.0429 %

ค.3 การคำนวณค่าฟลักซ์

ในส่วนของการคำนวณ ได้ทำการยกตัวอย่างการคำนวณค่าฟลักซ์น้ำ, ค่าฟลักซ์ของสารละลายโปรตีน และค่าความต้านทานต่างๆ ของเยื่อแผ่น PES14+PVA1.0 แสดงดังตาราง ค.3

ตารางที่ ค.3 ผลการทดลองการกรองโปรตีนของเยื่อแผ่น PES14+PVA1.0
สภาวะการทดลอง: ความดัน 200 kPa อัตราการไหล 0.877 L/min และอุณหภูมิ 25±1°C

μ_w	μ_v	J_w	J_v	J_w'	BSA (g/l)		ความต้านทาน (x 10^{13} m^{-1})			
(x 10^{-4} Pa.s)	(x 10^{-3} Pa.s)	($L/m^2.h$)			C_p	C_R	R_m	R_t	R_{cp}	R_f
8.98	1.03	575.56	60.49	409.98	0.0188	0.9808	0.1391	1.1099	0.7701	0.1893

สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ $$J_v = \frac{V}{At}$$ ค.3

เมื่อ J_v = ฟลักซ์ของสารละลาย ($L/m^2.h$)
V = ปริมาตรของสารละลายที่ไหลผ่านเยื่อแผ่น (L)
A = พื้นที่หน้าตัดของเยื่อแผ่น (m^2)
t = เวลา (h)

ข้อมูลในการทดลองมีดังนี้

- ปริมาตรของสารละลายที่ไหลผ่านเยื่อแผ่น PES14+PVA1.0 = 0.0942 L
- พื้นที่หน้าตัดของเยื่อแผ่น PES14+PVA1.0 = 1.964 x 10^{-3} m^2
- เวลา = 0.0833 h (ทำการเก็บปริมาตรเพอมิเอททุกๆ 5 นาที)

จากสมการที่ (ค.3) $$J_v = \frac{V}{At}$$

$$= \frac{0.0942\ L}{(1.964x10^{-3}\ m^2)\times(0.0833\ h)}$$

$$J_v = 575.56\ L/m^2.h$$

ค.4 การคำนวณค่าความต้านทาน

ค.4.1 การคำนวณค่าความต้านทานของเยื่อแผ่น

สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ $$R_m = \frac{\Delta P}{\mu_w J_w}$$ ค.4

เมื่อ R_m = ความต้านทานของเยื่อแผ่น (m^{-1})

ΔP = ความดันที่ให้กับระบบ (Pa)

μ_w = ความหนืดของน้ำสะอาด (Pa·s) ที่ 25 °C มีค่า 8.98 x 10^{-4} Pa·s

J_w = ฟลักซ์ของน้ำสะอาดก่อนการใช้งาน

จากสมการที่ (ค.4) $$R_m = \frac{\Delta P}{\mu_w J_w}$$

$$= \frac{200x10^3 Pa}{(8.98x10^{-4} Pa.s)\times\left(575.56\frac{l}{m^2 h}\right)\times\frac{10^{-3}m^3}{3600\,s}}$$

$$= 0.1391 \times 10^{13}\ m^{-1}$$

ค.4.2 การคำนวณค่าความต้านทานรวม

สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ $$R_t = \frac{(\Delta P)}{\mu_v J_v}$$ ค.5

เมื่อ J_v = ฟลักซ์ของสารละลายผ่านเยื่อแผ่น ($m^3/m^2.s$)

ΔP = ผลต่างความดันที่ให้กับสารละลาย (Pa)

μ_v = ความหนืดของสารละลาย (Pa.s) (สารละลายที่ใช้คือ สารละลายโปรตีน BSA มีความหนืด = 1.03 x 10^{-3} Pa.s)

R_t = ความต้านทานรวมต่อการไหลผ่าน (m^{-1})

จากสมการที่ ค.5 $$R_t = \frac{\Delta P}{\mu_v J_v}$$

$$R_t = 1.1099 \times 10^{13}\ m^{-1}$$

ค.4.3 การคำนวณความต้านทานชั้นคอนเซนเตรชันโพลาไรซ์และความต้านทานจากการเกิดฟาวลิง

ความต้านทานชั้นคอนเซนเตรชันโพลาไรซ์และความต้านทานจากการเกิดฟาวลิงมีความสัมพันธ์กับความต้านทานเยื่อแผ่นและความต้านทานรวม ดังสมการที่ (2.4)
สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$J'_w = \frac{\Delta P}{\mu_w \times (R_m + R_f)} \qquad \text{ค.6}$$

$$R_t = R_m + R_{cp} + R_f \qquad (2.4)$$

จากสมการที่ (ค.6)

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

$$0.1399 \times 10^{13} + R_f = \frac{200x10^3 Pa}{(8.98x10^{-4} Pa.s) \times \left(409.98 \frac{l}{m^2 \cdot h}\right) \times \frac{10^{-3} m^3}{3600\, s}}$$

ดังนั้น $R_f = 0.1893 \times 10^{13}\ m^{-1}$

จากสมการที่ (2.4) $R_{cp} = 1.1099 \times 10^{13} - 0.1391 \times 10^{13} - 0.1893 \times 10^{13}$

$R_{cp} = 0.9774 \times 10^{13}\ m^{-1}$

ค.5 การคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การกักกัน

การคำนวณหาค่า เปอร์เซ็นต์การกักกันสามารถหาได้จาก ความเข้มข้นของโปรตีนที่อยู่ในสายเพอมิเอทและสายรีเทนเทท

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

เมื่อ C_p = ความเข้มข้นของตัวถูกละลายทางด้านเพอมิเอท

C_r = ความเข้มข้นของตัวถูกละลายทางด้านรีเทนเทท

จากสมการที่ (2.9) $R = [1 - (\frac{0.0191}{0.9784})] \times 100$

$R = 98.05\ \%$