บทที่ 5

การหาค่าพารามิเตอร์จลน์

5.1 พารามิเตอร์จลน์ของกระบวนการกำจัดสารอาหาร

การหาค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการกำจัดสารอาหารของระบบทั้งหมด สามารถหาได้โดยการตั้งสมมติฐานให้ระบบเป็นเสมือนถังปฏิกรณ์ทางชีวภาพถังหนึ่ง โดยจะใช้ค่าผลการทดลองที่ค่าอายุตะกอนต่าง ๆ ของระบบที่มีวัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ

5.1.1 การหาค่า Y_T และ k_d

การหาค่า Y_T และ k_d มีพื้นฐานมาจากสมการที่ 5.1และ 5.2 ดังนี้

$$1/\theta_C = Y_T U_T - k_d \quad \text{.....(5.1)}$$

$$U_T = \Delta S*Q/MLVSS*V \quad \text{.....(5.2)}$$

โดยที่

θ_C = ค่าอายุตะกอน, วัน

Y_T = สัมประสิทธิ์ยิลด์, มก. MLVSS/มก.COD

k_d = สัมประสิทธิ์การสลายตัว, วัน$^{-1}$

U_T = อัตราการใช้สารอาหารจำเพาะ, มก. COD /มก. MLVSS-วัน

ΔS = ผลต่างความเข้มข้นซีโอดีเข้าและออกจากระบบ, มก./ล.

Q = อัตราการป้อนน้ำเสียเข้าระบบ , ล./ วัน

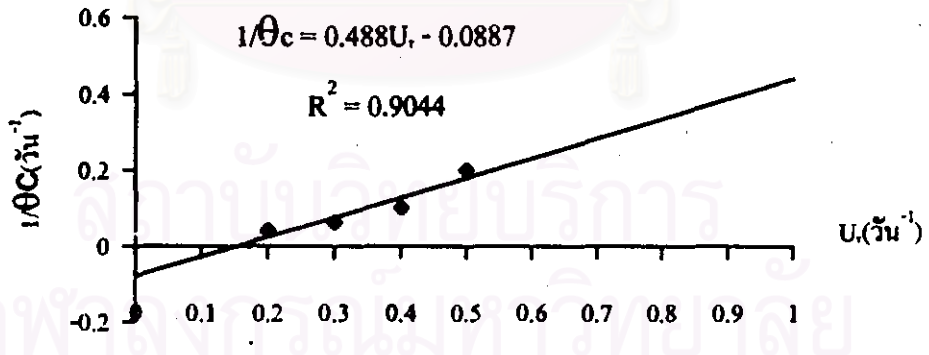
$MLVSS*V$ = ค่าเอ็มแอลวีเอสเอสในระบบที่ระดับน้ำสูงสุด (V=10 ลิตร), มก.

จากสมการข้างต้นสามารถคำนวณค่า U_T ที่ค่าอายุตะกอนต่าง ๆ ได้ตามตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการคำนวณค่าอัตราการใช้สารอาหารจำเพาะที่ค่าอายุตะกอนต่าง ๆ

θ_c (วัน)	$1/\theta_c$ ($วัน^{-1}$)	S_i (มก./ล.)	S_e (มก./ล.)	Q (ล./วัน)	MLVSS*V (มก.)	U_T (มก. COD/มก. MLVSS-วัน)	$1/S_e$ $(มก./ล.)^{-1}$	$1/U_T$ (วัน)
5	0.2000	298.27	17.27	20	11860	0.47	0.058	2.13
10	0.1000	298.27	14.27	20	14070	0.40	0.07	2.50
16	0.0625	291.27	6.27	20	22310	0.26	0.16	3.85
25	0.0400	291.27	1.73	20	31080	0.19	0.58	5.26

จากตารางที่ 5.1 นำผลการคำนวณที่ได้มาเขียนกราฟระหว่าง $1/\theta_c$ กับ U_T จะได้กราฟดังแสดงในรูปที่ 5.1 ดังนี้



รูปที่ 5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง U_T กับ $1/\theta_c$ ที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ

จากรูปที่ 5.1จะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง $1/\theta_c$ เป็นฟังก์ชันของ U_T โดยมีลักษณะเส้นตรงตามสมการที่ 5.1 โดยที่

ค่าความชัน = Y_T

จุดตัดแกน y = k_d

โดยสามารถสรุปค่า Y_T และ k_d ที่วัฏจักรการทำงานต่าง ๆ ได้ดังนี้

ตารางที่ 5.2 ค่าสัมประสิทธิ์ยิลด์และอัตราการสลายตัวจำเพาะ

วัฏจักร (ชม./รอบ)	พารามิเตอร์	
	Y_T (มก. MLVSS/มก.COD)	k_d ($วัน^{-1}$)
6	0.49	0.09

5.1.2 การหาค่า K_T, k และ μ_{max}

การหาค่า K_T, k และ μ_{max} มีพื้นฐานมาจากสมการที่ 5.3 , 5.4 และข้อมูลจากตารางที่ 5.1

$$\frac{MLVSS*V}{\Delta S*Q} = \frac{Ks}{k}*\frac{1}{S_e}+\frac{1}{k} \qquad \text{.....(5.3)}$$

$$\mu_{max} = Y_T*k \qquad \text{.....(5.4)}$$

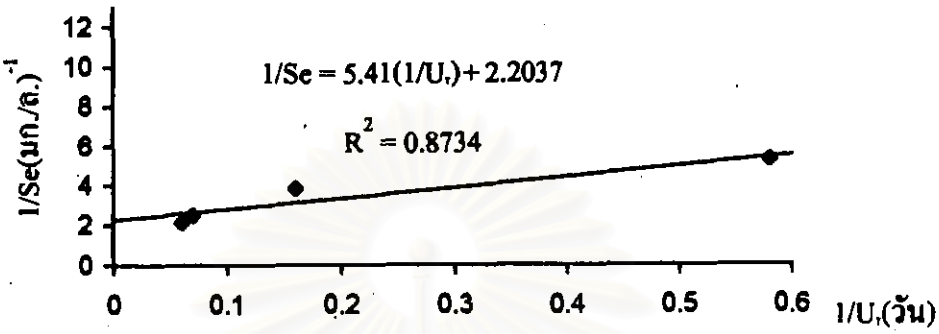
โดยที่

K_s = ค่าคงที่การอิ่มตัว (half-velocity constant), มก./ล.

k = อัตราการใช้สารอาหารจำเพาะสูงสุด, $วัน^{-1}$

μ_{max} = อัตราการเติบโตจำเพาะสูงสุด, $วัน^{-1}$

เมื่อนำค่า $1/S_e$ และ $1/U_T$ มาเขียนกราฟจะได้ความสัมพันธ์ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $1/U_T$ และ $1/S_e$

จากรูปที่ 5.2 จะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง $1/U_T$ และ $1/S_e$ มีลักษณะเส้นตรงตามสมการ $1/U_T = 5.41(1/S_e) + 2.2037$

โดยที่

จุดตัดแกน $y = 1/k = 2.2037$

$k = 0.45$

ความชันเส้นตรง $= K_s/k = 5.41$

$K_s = 2.43$

หาค่า μ_{max} จาก $\mu_{max} = kY_T = 0.45*0.49$

$= 0.22$

สามารถสรุปพารามิเตอร์ทางจลศาสตร์ได้ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ค่า K_s k และ μ_{max}

วัฏจักร(ชม./รอบ)	พารามิเตอร์		
	K_s (มก./ล.)	k ($วัน^{-1}$)	μ_{max} ($วัน^{-1}$)
6	2.43	0.45	0.22

5.2 พารามิเตอร์จลน์ของกระบวนการไนตริฟิเคชันของระบบทั้งหมด

การหาค่าพารามิเตอร์จลน์ของกระบวนการไนตริฟิเคชัน สามารถหาได้โดยการตั้งสมมติฐานให้ระบบเป็นเสมือนถังปฏิกรณ์สมมติถังหนึ่ง เช่นเดียวกับกระบวนการกำจัดสารอาหารของระบบ โดยในระบบคาสส์กระบวนการไนตริฟิเคชันจะเกิดขึ้นในถังปฏิกิริยาส่วนที่ 2 และส่วนที่ 3 ในช่วงเติมอากาศ สามารถหาค่าพารามิเตอร์จลน์ของระบบได้ ดังนี้

5.2.1 การหาค่า Y_n และ k_{dn}

การหาค่า Y_n และ k_{dn} สามารถประยุกต์มาจากสมการที่ 5.1 สำหรับกระบวนการกำจัดสารอาหาร ดังนี้

$$1/\theta_c = Y_n U_n - k_{dn} \qquad \text{.....(5.5)}$$

$$U_n = \Delta TKN * Q / MLVSS * V \qquad \text{.....(5.6)}$$

โดยที่ Y_n = สัมประสิทธิ์ยิลด์ของแบกทีเรียไนตริฟาย, มก. MLVSS/มก. TKN

U_n = อัตราการกำจัดทีเคเอ็นจำเพาะ, มก. TKN/มก. MLVSS-วัน

ΔTKN = ผลต่างความเข้มข้นของทีเคเอ็น, มก./ล.

Q = อัตราการป้อนน้ำเสียเข้าระบบ , ล./ วัน

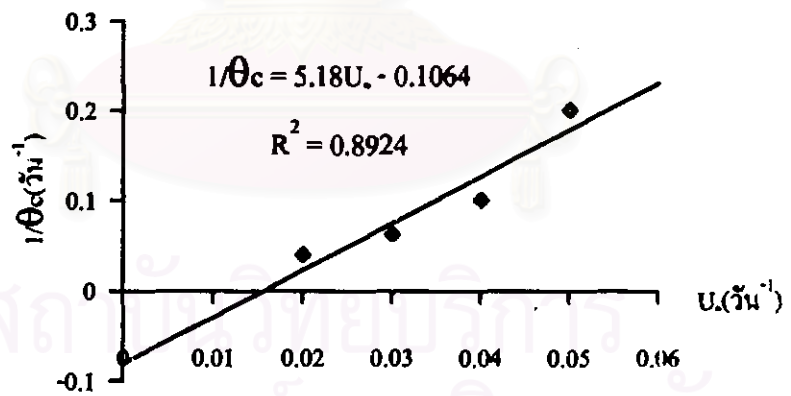
$MLVSS*V$ = ค่าเอ็มแอลวีเอสเอสในระบบที่ระดับน้ำสูงสุด (V = 10 ลิตร), มก.

จากสมการข้างต้นสามารถคำนวณค่า U_n ที่ค่าอายุตะกอนและวัฏจักรการทำงานต่าง ๆ ได้จากตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 แสดงผลการคำนวณค่า U_m ที่ค่าอายุตะกอนต่าง ๆ

θ_c (วัน)	$1/\theta_c$ ($วัน^{-1}$)	ΔTKN (มก./ล.)	Q (ล./วัน)	MLVSS*V (มก.)	U_m (มก.TKN/มก. MLVSS-วัน)
5	0.2000	29.40	20	11860	0.050
10	0.1000	28.08	20	14070	0.040
16	0.0625	29.75	20	22310	0.027
25	0.0400	26.79	20	31080	0.017

จากตารางที่ 5.4 นำผลการคำนวณที่ได้มาเขียนกราฟระหว่าง $1/\theta_c$ กับ U_m จะได้กราฟดังแสดงในรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง U_m กับ $1/\theta_c$ ที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ

จากรูปที่ 5.3จะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง $1/\theta_c$ เป็นฟังก์ชันของ U_m โดยมีลักษณะเป็นสมการเส้นตรง ดังนี้

$$1/\theta_c = 5.18\, U_m - 0.1064$$

5.2.2 การหาสัดส่วนของไนตริฟายเออร์ในระบบ (Nitrifier Fraction)

จากค่า Y_n และ k_{dn} ซึ่งได้แสดงไว้ในหัวข้อ 5.4.1 จะเห็นว่ามีค่า Y_n ค่อนข้างสูงโดย เนื่องจากการคำนวณนี้จะเปรียบเทียบกับมวลของตะกอนจุลินทรีย์ทั้งหมดในระบบ โดยไม่ได้เปรียบเทียบค่า Nitrifier ที่แท้จริงในระบบ

การหาค่า Nitrifier Fraction ในระบบสามารถหาได้โดยการกำหนดค่า Y_n และ k_{dn} ที่เหมาะสม พร้อมทั้งทำการปรับแก้กราฟในรูปที่ 5.4 เพื่อให้ได้ค่าความชันของเส้นตรงเท่ากับ Y_n และจุดตัดแกน y เท่ากับ $-k_{dn}$ ที่กำหนดขึ้นมา

จากงานวิจัยที่ผ่านมาสามารถกำหนดค่า Y_n และ k_{dn} ที่เหมาะสมจากงานวิจัยที่ผ่านมาของ Goronszy และคณะ (1986) โดยกำหนดให้

Y_n = 0.20 มก.MLVSS/มก.แอมโมเนีย

k_{dn} = 0.06 วัน$^{-1}$

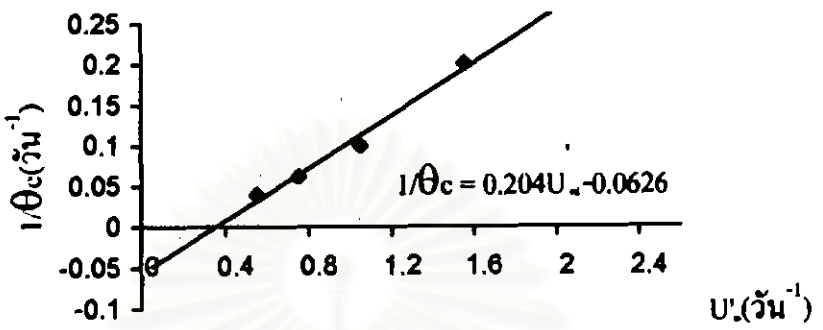
จากค่า Y_n และ k_{dn} ที่กำหนดสามารถหาความสัมพันธ์ของ $1/\theta c$ กับ U_n ที่ทำการปรับแก้แล้ว (U'_{NT}) ได้ดังนี้

$$1/\theta c = 0.20\ U'_n - 0.06 \quad \text{.....(5.7)}$$

โดย $U'_n = \Delta TKN * Q / MLVSS' * V$

$MLVSS' * V$ = Nitrifier Fraction (MLVSS*V)

การปรับแก้กราฟในรูปที่ 5.3 ทำได้โดยการกำหนดให้กราฟมีจุดตัดแกน y เท่ากับ -0.06 ($-k_{dn}$) หลังจากนั้นให้ทำการทดลองเลือกค่า Nitrifier Fraction หลาย ๆ ค่า เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่าง $1/\theta c$ กับ U'_{NT} มีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรงตามสมการที่ 5.7 ซึ่งจะเห็นว่าค่า Nitrifier Fraction ที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ เท่ากับร้อยละ 3.44



รูปที่ 5.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $1/\theta_c$ กับ U'_m ที่ทำการปรับแก้แล้ว

Randall และคณะ (1992) ได้รวบรวมผลจากการศึกษาของผู้วิจัยหลายท่านและสรุปว่าค่า Nitrifer raction ในระบบบำบัดน้ำเสียโดยทั่วไปมีค่าอยู่ระหว่าง ร้อยละ 2-5 ซึ่งสอดคล้องกับค่า Nitrifer Fraction ที่คำนวณได้จากการทดลองนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย