

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผล

4.1 การดำเนินการทดลอง

ในการเริ่มต้นทำการทดลอง ได้ทำการเลี้ยงจุลินทรีย์ให้คุ้นกับน้ำเสีย โดยวิธีเลี้ยงแบบทีละเท (Batch) ใช้เชื้อจุลินทรีย์ (Seed) จากระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัท ฮาตุลท์ ประเทศไทย จำกัด ภายหลังจากทดลองเลี้ยงเป็นเวลา 2-3 วันพบว่าแล้วสามารถวัดค่าแอมโมเนียไนโตรเจนได้ประมาณ 3,000 มก./ล. จึงนำมาเริ่มต้นทดลองเลี้ยงในแบบจำลองที่ได้เตรียมไว้

ตัวแปรอิสระในการทดลอง ได้แก่ ค่าอายุตะกอน (Sludge Retention Time : θ_c) และวัฏจักรในการทำงาน (Cycle Time) ของระบบ ดังนี้

การทดลองจะทำในถังปฏิกรณ์พร้อมกัน 2 ถัง โดยการทดลองชุดแรก และชุดที่สอง จะเริ่มทดลองที่ค่าอายุตะกอน 16 และ 25 วัน ที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชั่วโมง/รอบ หลังจากระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวแล้วจะทำการเปลี่ยนแปลงวัฏจักรการทำงานเป็น 4 และ 8 ชั่วโมง/รอบ ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการทดลองชุดที่ 3 และ 4 โดยทดลองที่ค่าอายุตะกอน 5 และ 10 วัน ที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชั่วโมง/รอบ หลังจากระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวแล้ว เปลี่ยนแปลงวัฏจักรการทำงานเป็น 4 และ 8 ชั่วโมงตามลำดับ

ในช่วงแรกของการทดลอง หลังจากทำการเดินระบบไปประมาณ 1 เดือนพบว่า การกำจัดฟอสฟอรัสของระบบก็ยังไม่ได้ผล เนื่องจากการเติมอากาศให้กับระบบมากเกินไป โดยในช่วงแรกของการทดลองจะใช้หัวกระจายอากาศที่ใช้กับตู้เลี้ยงปลา ทำให้ได้ฟองอากาศที่ละเอียด เป็นสาเหตุให้ฟล็อกแตกจึงไม่เกิดดีในครีทีเคชันขึ้นภายในฟล็อก เมื่อมีการเวินกลับตะกอนจากถังเติมอากาศเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ส่วนที่ 1 ตลอดเวลา ทำให้มีปริมาณไนเตรตในระบบมากเกินไป ซึ่งจะไปยังขั้นยังการปลดปล่อยฟอสฟอรัสภายในถังปฏิกรณ์ส่วนที่ 1 เนื่องจากไนเตรตจะถูกใช้เป็นตัวรับอิเล็กตรอนในกระบวนการดีไนตริฟิเคชันโดยแบคทีเรียพวกคิโนเคริฟายจะแย่งใช้สารอาหาร

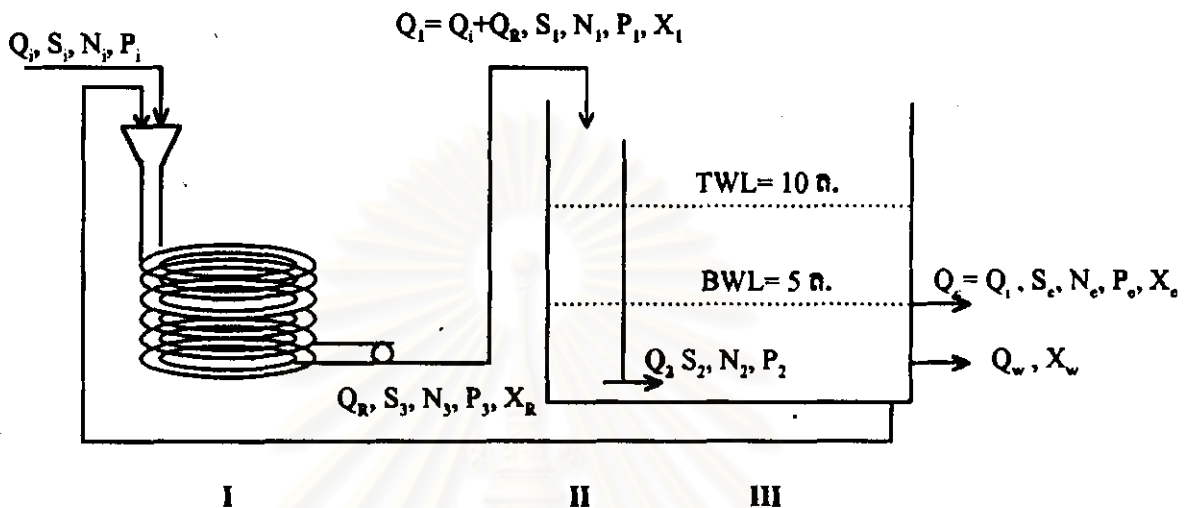
ละลายก่อนที่แบกทีเรียพวกโพลี-ทีจะดูดซึมเข้าสู่เซลล์เพื่อสะสมในรูปพืเออร์บี ซึ่งจะทำให้การปลดปล่อยฟอสฟอรัสของระบบลดน้อยลง ส่งผลให้ไม่เกิดการจับใช้ฟอสฟอรัสอย่างมากเกินพอ

หลังจากนั้นได้เปลี่ยนแปลงการเติมอากาศให้กับระบบ โดยการถอดหัวกระจายอากาศออก แล้วใช้สายยางเติมอากาศเป่าอากาศให้กับระบบโดยตรง แต่เนื่องจากการถอดหัวกระจายอากาศออกทำให้ความแรงในการกวนผสมขณะเติมอากาศลดลง จึงต้องให้เครื่องกวนแม่เหล็กช่วยเพื่อให้เกิดการกวนผสมสมบูรณ์ในขณะที่ทำการเติมอากาศและทำให้ฟล็อกมีขนาดใหญ่ขึ้น

จากผลการทดลองในครั้งหลังระบบมีแนวโน้มกำจัดฟอสฟอรัสดีขึ้น จึงได้ทำการทดลองต่อเนื่องจนเข้าสู่สภาวะคงตัว (Steady State) โดยการทดลองชุดที่ 1 และ 2 ที่ค่าอายุตะกอน 16 และ 25 วัน ตามลำดับ โดยทำการทดลองที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชั่วโมง/รอบ เป็นเวลา 60 วัน หลังจากนั้นทำการเปลี่ยนแปลงวัฏจักรการทำงานเป็น 8 ชั่วโมง/รอบ และวัฏจักรการทำงาน 4 ชั่วโมง/รอบ ตามลำดับ แล้วทำการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างที่ระยะเวลาต่าง ๆ กันในแต่ละรอบของการทำงาน หลังจากนั้นทำการทดลองชุดที่ 3 และ 4 ที่ค่าอายุตะกอน 5 และ 10 วันตามลำดับที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชั่วโมง/รอบ เป็นเวลา 30 วัน แล้วทำการเปลี่ยนแปลงวัฏจักรการทำงานเป็น 4 และ 8 ชั่วโมง/รอบ ตามลำดับดังการทดลอง 2 ชุดแรก แล้วทำการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างที่ระยะเวลาต่าง ๆ กันในแต่ละรอบของการทำงาน คังแสดงสมคุณิยัวมลของระบบในรูปที่ 4.1 และผลการทดลองและวิเคราะห์ผลในหัวข้อ 4.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื่องจากถังปฏิกริยาแบ่งเป็น 3 ส่วน สามารถเขียนแสดงการสมดุลมวลของระบบได้ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงสมดุลมวลของระบบ

- โดยที่ Q_i = อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบ, ต./วัน
 Q_R = อัตราการเวียนกลับตะกอนเข้าระบบ, ต./วัน
 Q_1, Q_2 = อัตราการไหลของน้ำเสียจากถังปฏิกริยาส่วนที่ 1 และ 2, ต./วัน
 Q = อัตราการไหลของน้ำเสียออก, ต./วัน
 Q_w = อัตราการระบายตะกอนออกจากถังปฏิกริยาส่วนที่ 3, ต./วัน
 S_i, N_i, P_i = ความเข้มข้นของซีโอดี ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส
 เข้าระบบ, มก./ล.
 S_1, N_1, P_1, X_1 = ความเข้มข้นของซีโอดี ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เอ็มแอลเอสเอส
 จากถังปฏิกริยาส่วนที่ 1, มก./ล.
 S_2, N_2, P_2 = ความเข้มข้นของซีโอดี ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส
 จากถังปฏิกริยาส่วนที่ 2, มก./ล.
 S_3, N_3, P_3, X_3 = ความเข้มข้นของซีโอดี ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เอ็มแอลเอสเอส
 จากถังปฏิกริยาส่วนที่ 3, มก./ล.
 S_e, N_e, P_e, X_e = ความเข้มข้นของซีโอดี ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เอ็มแอลเอสเอส
 ของน้ำออกจากระบบ, มก./ล.
 X_w = ความเข้มข้นเอ็มแอลเอสเอสที่ระบายทิ้งจากระบบ, มก./ล.

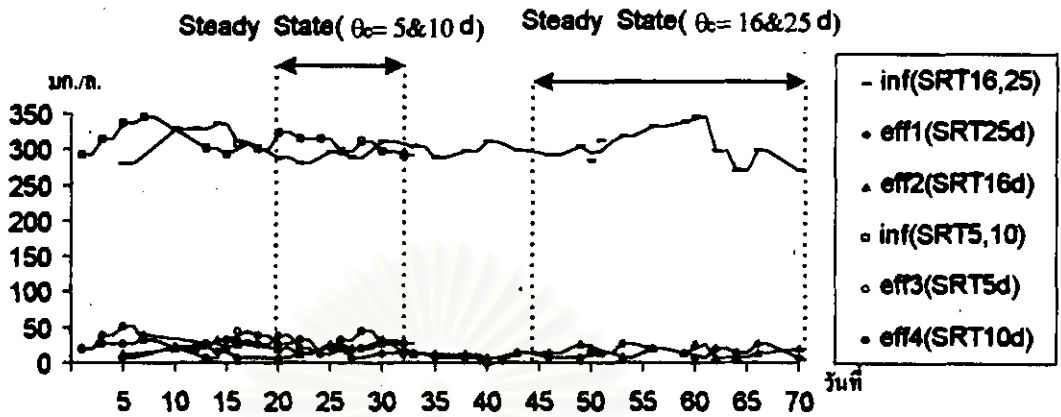
4.2 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

4.2.1 ความคงตัวของระบบ

การทดลองช่วงแรกจะศึกษาถึงประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ โดยเปลี่ยนแปลงค่าอายุตะกอนเป็น 5, 10, 16 และ 25 วัน ตามลำดับ ที่วัฏจักรในการทำงานของระบบเท่ากับ 6 ชม./รอบ จากผลการทดลองพบว่า ที่ค่าอายุตะกอนต่างกันระบบจะเข้าสู่สภาวะคงตัวต่างกัน ที่ค่าอายุตะกอน 16 และ 25 วัน ระบบจะเข้าสู่สภาวะคงตัวหลังจากเดินระบบได้ประมาณ 45 วัน และที่อายุตะกอน 5 และ 10 วัน ระบบจะเข้าสู่สภาวะคงตัวหลังจากเดินระบบได้ประมาณ 20 วัน โดยสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงค่าเอ็มแอลเอสเอสและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี ในโครเจนและฟอสฟอรัสของระบบที่ระยะเวลาต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ถึง 4.5 ระบบสามารถกำจัดซีโอดีและไนโตรเจนได้ตั้งแต่เริ่มเดินระบบ ส่วนค่าฟอสฟอรัสพบว่าในช่วงแรกระบบจะมีค่าความเข้มข้นฟอสฟอรัสในน้ำเสียออกสูง แต่หลังจากเดินระบบได้ประมาณ 16 วัน ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในน้ำเสียออกจะลดลง

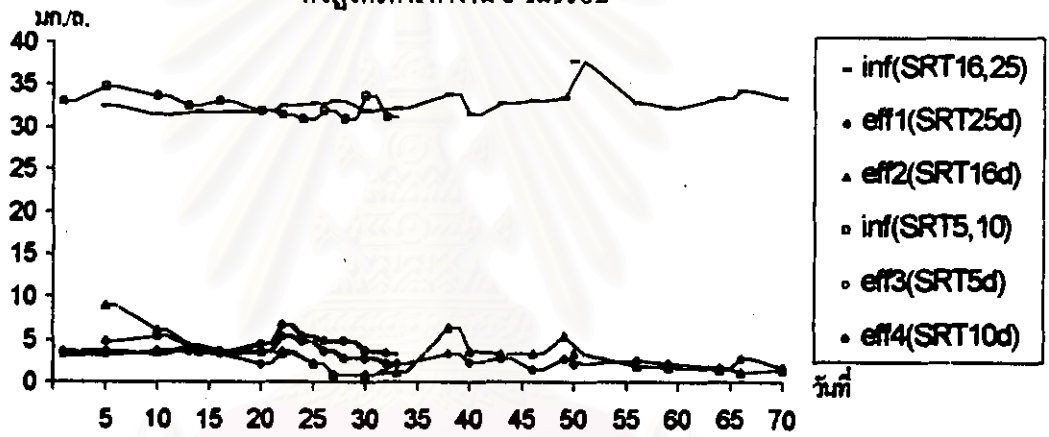
Goronszy และคณะ(1994) พบว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบคาสต์จะสามารถกำจัดฟอสฟอรัสได้ดีหลังจากเริ่มเดินระบบไปแล้วเป็นเวลา 12 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองที่ได้เนื่องจากจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียเป็นจุลินทรีย์จากถังเดิมอากาศของระบบแอกติเวเตดสลัดจ์ จึงต้องใช้เวลาช่วงหนึ่งในการสะสมแบคทีเรียชนิดโพลี-ที ซึ่งสามารถสะสมฟอสฟอรัสไว้ในเซลล์ได้มาก ทำให้ระบบสามารถกำจัดฟอสฟอรัสได้ดี ระบบสามารถกำจัดซีโอดีและไนโตรเจนได้ตั้งแต่เริ่มเดินระบบ เนื่องจากในระบบแอกติเวเตดสลัดจ์โดยทั่วไปจะมีแบคทีเรียพวกที่สามารถกำจัดซีโอดีและไนโตรเจนได้อยู่ก่อนแล้ว

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การเดินระบบที่มีค่าอายุตะกอนมากกว่า ต้องใช้เวลานานกว่าในการเข้าสู่สภาวะคงตัวโดยจะใช้เวลาในการเข้าสู่สภาวะคงตัวประมาณ 2-3 เท่าของค่าอายุตะกอน และระบบสามารถสะสมแบคทีเรียชนิดโพลี-ทีได้จากเชื้อจุลินทรีย์ของระบบแอกติเวเตดสลัดจ์ทั่วไป โดยใช้เวลาในการสะสมประมาณ 16 วัน



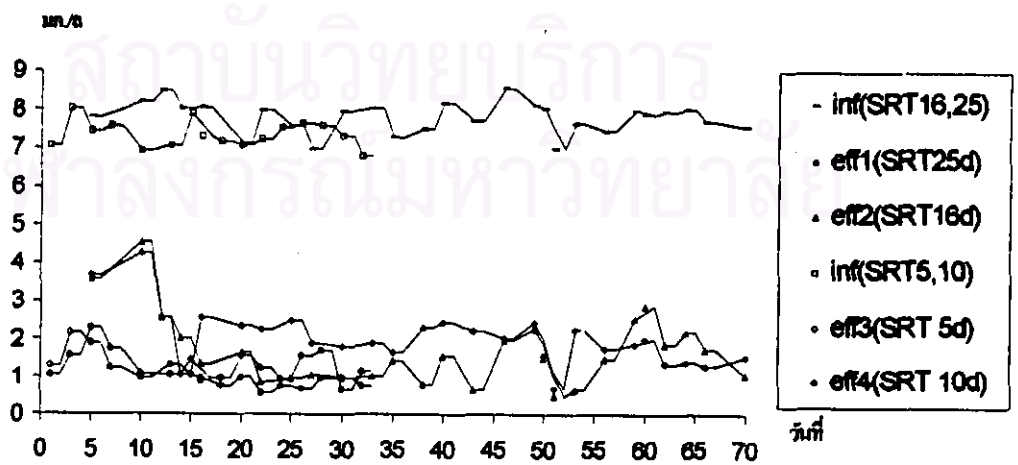
รูปที่ 4.3 กราฟผลการทดลองซีโอดีของน้ำเข้าและออกจากระบบ

ที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ



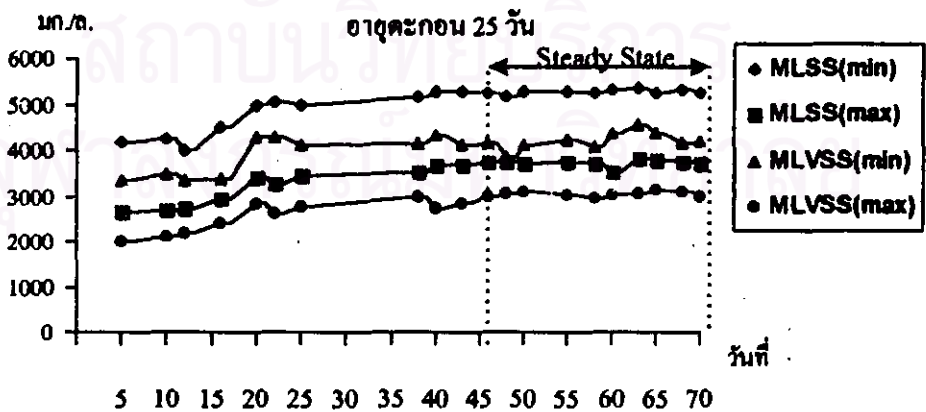
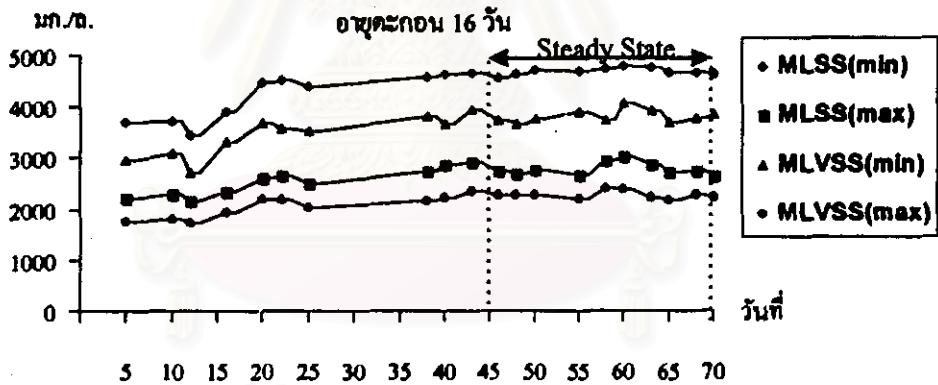
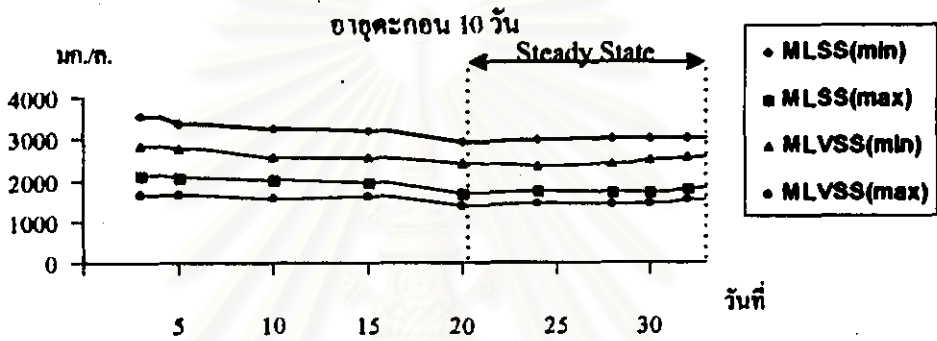
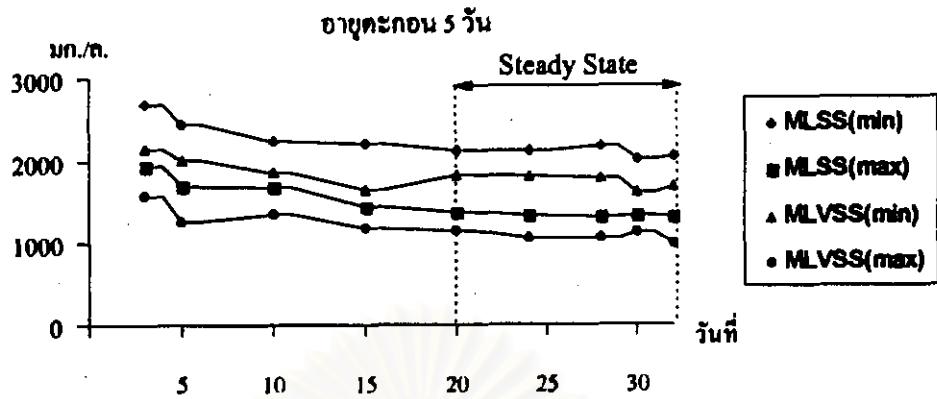
รูปที่ 4.4 กราฟผลการทดลองค่าทีเอสเอ็นของน้ำเข้าและออกจากระบบ

ที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ



รูปที่ 4.5 กราฟผลการทดลองค่าฟอสฟอรัสของน้ำเข้าและออกจากระบบ

ที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ



รูปที่ 4.2 กราฟผลการทดลองหาค่าเอ็มแอลเอสเอสและเอ็มแอลวีเอสเอสของถังปฏิกริยาตัวที่ 3

4.2.1 ซีโอดี

จากผลการทดลองสามารถหาค่าความเข้มข้นของซีโอดีที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ จากความเข้มข้นของอัตราการใช้สารอาหาร ซึ่งมีความเข้มข้นแบบ first order ดังสมการที่ 4.1

$$\frac{dS}{dt} = K \cdot MLSS \cdot S_e \quad \dots\dots\dots(4.1)$$

สามารถหาค่า K ซึ่งเป็นค่าคงที่จากความสัมพันธ์ของกราฟระหว่างอัตราการใช้สารอาหารจำเพาะกับความเข้มข้นของซีโอดีของน้ำออกจากระบบ ได้ดังนี้

$$U = \frac{Q(S_i - S_e)}{MLSS \cdot V} \quad \dots\dots\dots(4.2)$$

โดยที่ U = อัตราการใช้สารอาหารจำเพาะ, วัน⁻¹

Q = อัตราการป้อนน้ำเสียเข้าระบบ, ล./วัน

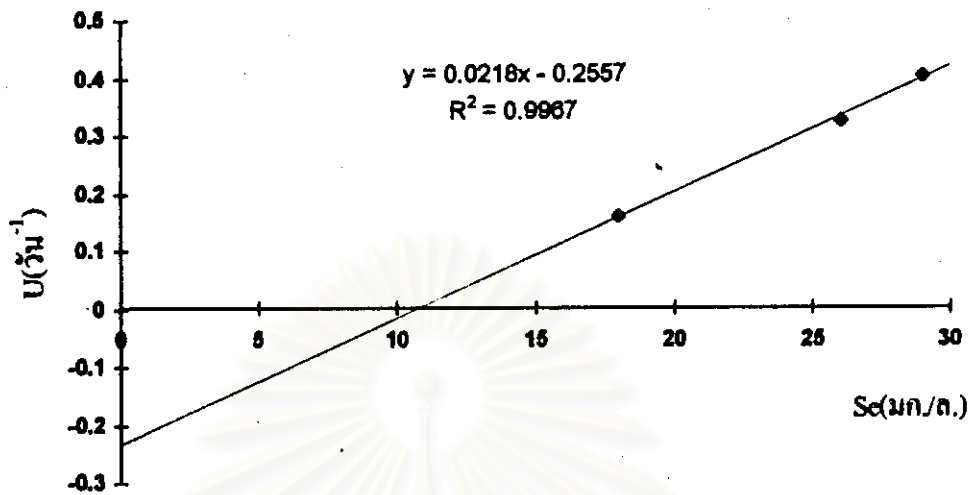
S_i-S_e = ผลต่างค่าซีโอดีของน้ำเข้าและออกจากระบบ, มก./ล.

MLSS*V = มวลของจุลินทรีย์ในระบบ, มก.

ตารางที่ 4.1 ผลการคำนวณอัตราการใช้สารอาหารจำเพาะและค่าซีโอดีของน้ำออกที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ

อายุตะกอน (วัน)	S _i (มก./ล.)	S _e (มก./ล.)	MLSS*V (มก.)	D S*Q (มก./วัน)	U (วัน ⁻¹)
5	300.50	29	14920	6020	0.403485
10	297.17	26	18780	6080	0.323749
16	296.50	18	35420	5680	0.160361
25	289.17	13	42350	5780	0.136482

จากตารางที่ 4.1 นำผลการคำนวณมาเขียนกราฟระหว่าง U และ S_e ได้ดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า U และ Sc

จากกราฟสามารถคำนวณค่าความเข้มข้นซีโอดีที่ไม่สามารถย่อยสลายได้จาก

$$X' = Y/K$$

โดยที่ X' = ความเข้มข้นซีโอดีที่ไม่สามารถย่อยสลายได้, มก./ล.

Y = จุดตัดแกน Y

K = ความชันของกราฟ

ดังนั้น $X' = 0.2557/0.0218 = 11.73$ มก./ล.

นำค่าที่อ่านได้จากกราฟมาลบออกจากความเข้มข้นซีโอดีเข้และออกจากระบบ จะได้ค่าความเข้มข้นของซีโอดีที่ย่อยสลายได้ (COD_u) ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการกำจัดซีโอดีที่วัฏจักรการทำงานและอายุตะกอนต่าง ๆ

ค่าอายุตะกอน (วัน)	วัฏจักร (รอบ/ชม.)	COD (มก./ล.)		COD _๕ (มก./ล.)		ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)	
		น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	COD	COD _๕
5	4	289	28	277.27	16.27	90.23	94.13
	6	310	29	298.27	17.27	90.64	94.21
	8	292	30	280.27	18.27	89.04	93.48
10	4	289	18	277.27	6.73	93.77	97.57
	6	310	26	298.27	14.27	91.61	95.22
	8	292	15	280.27	3.27	96.58	98.83
16	4	345	22	333.27	10.27	90.72	96.92
	6	303	18	291.28	6.27	94.06	97.85
	8	248	14	223	2.27	94.35	98.98
25	4	345	15	333.27	3.27	97.97	99.30
	6	303	13	291.27	1.73	95.71	99.41
	8	248	14	223	2.27	97.18	98.98

จากตารางพบว่าในการกำจัดซีโอดีที่ค่าอายุตะกอนค่าเดียวกัน ระบบจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีเพิ่มมากขึ้นเมื่อระบบมีระยะเวลาการทำงานเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากระบบมีระยะเวลาการกักเก็บนานขึ้น และที่วัฏจักรการทำงานค่าเดียวกัน ระบบมีแนวโน้มกำจัดซีโอดีมากขึ้นเมื่อค่าอายุตะกอนมากขึ้น เนื่องเมื่อมีค่าอายุตะกอนมากขึ้นจะสะสมเซลล์แบคทีเรียในระบบมากขึ้น จึงมีการใช้สารอาหารมากส่งผลให้ระบบมีการกำจัดซีโอดีมากตามไปด้วย

จากผลการทดลองพบว่าระบบจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีที่ค่าอายุตะกอนและวัฏจักรการทำงานต่าง ๆ มากกว่าร้อยละ 90 เนื่องจากการกำจัดซีโอดีบางส่วนจะเกิดขึ้นในถังปฏิริยาส่วนที่ 1 ในช่วงแอนแอโรบิก จากการทำสมดุลมวลรอบถังปฏิริยาส่วนที่ 1 สามารถคำนวณหาค่าประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีหลังจากผ่านถังปฏิริยาส่วนที่ 1 ดังสมการที่ 4.3 และ 4.4

$$QS_0 + Q_R S_3 = (Q + Q_R) S_i \quad \dots\dots\dots(4.3)$$

$$S_i = \frac{S_0 + R S_3}{1 + R}$$

$$\text{eff} = \frac{S_i - S_1}{S_i} \times 100 \quad \dots\dots\dots(4.4)$$

- โดยที่
- S_i = ความเข้มข้นซีไอคิเข้าถังปฏิกริยาส่วนที่ 1, มก./ล.
 - S_0 = ความเข้มข้นซีไอคิเข้าระบบ, มก./ล.
 - R = อัตราส่วนการเวียนกลับตะกอน, 0.20
 - S_3 = ความเข้มข้นซีไอคิในถังส่วนที่ 3 (เริ่มเดินระบบ), มก./ล.
 - S_1 = ความเข้มข้นซีไอคิออกจากถังปฏิกริยาส่วนที่ 1, มก./ล.
 - eff = ประสิทธิภาพ, ร้อยละ

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอคิของระบบของถังปฏิกริยาส่วนที่ 1 ที่ค่าอายุตะกอนและวัฏจักรการทำงานต่าง ๆ

อายุตะกอน (วัน)	วัฏจักร (ชม./รอบ)	S_0 (มก./ล.)	S_3 (มก./ล.)	S_i (มก./ล.)	S_1 (มก./ล.)	eff (ร้อยละ)
5	4	289	21	245.50	147	40.12
	6	354	33	300.50	133	55.74
	8	292	32	248.67	120	51.74
10	4	289	7	242.00	140	42.15
	6	354	13	297.17	89	70.05
	8	292	47	251.17	73	70.94
16	4	345	21	291.00	80	72.51
	6	347	44	296.50	59	80.10
	8	248	20	210.00	40	80.95
25	4	345	7	288.67	71	75.40
	6	347	0	289.17	59	79.60
	8	248	15	209.17	38	81.83

จากผลการทดลองพบว่า ที่วัฏจักรการทำงานค่าเฉลี่ยกันระบบจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอไซด์ภายในถังปฏิริยาที่ 1 มากขึ้นเมื่อค่าอุณหภูมิต่ำขึ้น เนื่องจากที่ค่าอุณหภูมิต่ำ ๆ ระบบจะมีแบคทีเรียสะสมในระบบมากกว่า จึงสามารถกำจัดสารอินทรีย์จากน้ำเสียเข้าระบบได้มากกว่าที่ค่าอุณหภูมิต่ำ ๆ และที่ค่าอุณหภูมิต่ำค่าเฉลี่ยกันระบบจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอไซด์เพิ่มมากขึ้นเมื่อมีระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสียเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสียระบบจะมีระยะเวลาเก็บในถังปฏิริยาส่วนที่ 1 เพิ่มมากขึ้น ทำให้ระบบสามารถกำจัดซีโอไซด์ได้มากขึ้น

จากงานวิจัยของ Goronszy และคณะ (1997) ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบคาสต์ พบว่าหลังจากน้ำเสียผ่านถังปฏิริยาส่วนที่ 1 แล้ว ซีโอไซด์จะถูกกำจัดประมาณร้อยละ 70 โดยมีค่าซีโอไซด์หลงเหลืออยู่น้อยกว่า 100 มก./ล. ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้เนื่องจากภายในถังปฏิริยาส่วนที่ 1 มีรูปแบบการไหลตามยาวและมีสภาพแอนแอโรบิก เมื่อมีการป้อนน้ำเสียเข้าระบบพร้อมกับการเวียนกลับตะกอนจากถังปฏิริยาส่วนที่ 3 ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์สัมผัสกับสารอาหารและดูดซึมสารอาหารละลายเข้าสู่เซลล์ ดังนั้นอัตราส่วนอาหารต่อมวลจุลินทรีย์จึงสูงเพียงพอ (S_0/X_0 มากกว่า 20 มก.บีโอดี/ก. วิเอสเอส) สำหรับเป็นตั้งคักพันธุ์สำหรับแบคทีเรียชนิดสร้างฟล็อก

จากผลการทดลองข้างต้นสรุปได้ว่า ระบบสามารถกำจัดซีโอไซด์ได้บางส่วนหลังจากผ่านถังปฏิริยาส่วนที่ 1 ค่าซีโอไซด์ที่ถูกกำจัดภายในถังปฏิริยาส่วนนี้เป็นเพียงการดูดซึมสารอาหารเข้ามาภายในเซลล์เพื่อเก็บเป็นอาหารสำรองสำหรับจุลินทรีย์ ส่วนการย่อยสลายสารอาหารจะเกิดขึ้นในถังปฏิริยาส่วนที่ 2 และ 3 ในช่วงที่มีการเติมอากาศให้ระบบ ระบบมีประสิทธิภาพรวมในการกำจัดซีโอไซด์และซีโอไซด์ที่ย่อยสลายได้มากกว่าร้อยละ 90 และ 93 ตามลำดับ โดยจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามค่าอุณหภูมิต่ำ และที่ค่าอุณหภูมิต่ำค่าเฉลี่ยกันระบบจะกำจัดซีโอไซด์ได้มากขึ้นเมื่อระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสียเพิ่มมากขึ้น

4.2.3 ในโตรเจน

4.2.3.1 ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ

การทดลองใช้แอมโมเนียมคลอไรด์เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับน้ำเสียสังเคราะห์ โดยมีความเข้มข้นเฉลี่ยของค่าที่เคเอ็นเท่ากับ 32.60 มก./ล. ในโตรเจนจะถูกกำจัดในถังปฏิกรณ์ชีวส่วนที่ 2 และ 3 ขณะที่มีการเติมและหุดเติมอากาศ โดยกระบวนการในครีทีเคชันและดีไนครีทีเคชัน ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนที่ค่าอายุตะกอนและวัฏจักรการทำงานต่าง ๆ

อายุตะกอน (วัน)	วัฏจักร (ชม./รอบ)	Δ TKN (มก./ล.)	Δ TN (มก./ล.)	TKN _r (ร้อยละ)	TN _r (ร้อยละ)
5	4	25.16	24.59	83.20	76.25
	6	29.40	25.40	86.07	70.17
	8	30.74	25.54	92.81	75.16
10	4	24.92	26.16	82.41	81.14
	6	28.08	26.06	82.08	71.99
	8	32.66	27.13	94.99	79.34
16	4	26.04	25.91	88.57	85.54
	6	29.75	25.42	95.51	76.18
	8	30.73	24.59	97.25	76.13
25	4	19.32	20.06	65.71	66.23
	6	26.79	22.36	95.03	73.53
	8	29.23	24.00	97.05	77.87

โดยที่ Δ TKN = ผลต่างของค่าที่เคเอ็นของน้ำเข้าและออกจากระบบ, มก./ล.

Δ TN = ผลต่างของค่าไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำเข้าและออกจากระบบ, มก./ล. (TN = TKN + NO₂-N + NO₃-N)

TKN_r = ประสิทธิภาพการกำจัดที่เคเอ็นของระบบ, ร้อยละ

TN_r = ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดของระบบ, ร้อยละ

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดที่เคเอ็นที่ค่าอายุตะกอนต่าง ๆ จะไม่แตกต่างกันมากนักแต่ยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีค่าอายุตะกอนสูงขึ้น เนื่องจากเกิดการสะสมตัวของแบคทีเรียพวกไนคริฟายมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับที่ค่าอายุตะกอนค่าเดียวกันพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดที่เคเอ็นจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อระบบมีระยะเวลาในการทำงานมากขึ้น เนื่องจากระบบมีระยะเวลาที่เก็บในถังเติมอากาศเพิ่มมากขึ้น

จากงานวิจัยของ Goronszy และคณะ (1994) พบว่าระบบคาสต์สามารถกำจัดไนโตรเจนได้มากกว่าร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้ ที่ค่าวัฏจักรการทำงานค่าเดียวกันการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อค่าอายุตะกอนเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อเพิ่มค่าอายุตะกอนระบบจะสะสมแบคทีเรียพวกไนคริฟายเพิ่มมากขึ้น และที่ค่าอายุตะกอนค่าเดียวกันพบว่า ที่วัฏจักรการทำงาน 4 ชม./รอบ ระบบจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดดีที่สุด ถึงแม้ว่าระบบที่มีระยะเวลาการทำงานมากกว่าจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดที่เคเอ็นมากกว่า แต่เนื่องจากประสิทธิภาพรวมในการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดขึ้นอยู่กับอัตราการเกิดไนคริฟิเคชันร่วมกับดีไนคริฟิเคชัน ที่วัฏจักรการทำงาน 4 ชม./รอบ ระบบมีอัตราส่วนของกาเคมีอากาศเท่ากับ 0.5 ของระยะเวลาในการป้อนน้ำเสียทั้งหมด ดังนั้นที่วัฏจักรการทำงานดังกล่าวจึงมีการเกิดดีไนคริฟิเคชันมากกว่าที่วัฏจักรการทำงาน 6 และ 8 ชม./รอบ

ถึงแม้ว่าระบบจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเมื่อค่าอายุตะกอนเพิ่มขึ้น แต่ที่ค่าอายุตะกอน 25 วัน ระบบจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดลดลง เนื่องจากเมื่อระบบมีการสะสมแบคทีเรียในระบบมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณสารอาหารที่ป้อนเข้าระบบมีค่าคงที่ ทำให้อัตราส่วนการใช้สารอาหารต่อมวลจุลินทรีย์ลดลง ส่งผลให้อัตราการเกิดดีไนคริฟิเคชันลดลง ดังนั้นค่าอายุตะกอนที่เหมาะสมในการกำจัดไนโตรเจนมีค่าเท่ากับ 16 วัน และมีวัฏจักรในการทำงาน 4 ชม./รอบ โดยระบบสามารถกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดได้ร้อยละ 85.54

4.2.3.2 อัตราการเกิดไนตริฟิเคชันจำเพาะ

การคำนวณค่าอัตราการเกิดไนตริฟิเคชันจำเพาะของระบบจะคำนวณจากอัตราการลดลงของค่าที่เคเอ็นหลังจากผ่านช่วงเวลาเคเอ็นอากาศให้ระบบ ภายในถึงปฏิริยาที่ 2 และ 3 ดังนี้

$$U_{\text{N}} = \Delta \text{TKN} \cdot Q / \text{MLVSS} \cdot V \quad \dots\dots\dots(4.5)$$

โดยที่ U_{N} = อัตราการเกิดไนตริฟิเคชันจำเพาะ, มก.TKN/ มก. MLVSS-วัน

ΔTKN = ค่าที่เคเอ็นที่ถูกกำจัด, มก./ล.

$\text{MLVSS} \cdot V$ = ค่ามวลจุลินทรีย์ในระบบที่ระดับน้ำสูงสุด ($V=10$ ลิตร), มก.

Q = อัตราการป้อนน้ำเสีย, ล./วัน

ดังแสดงค่าอัตราการเกิดไนตริฟิเคชันดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 อัตราการเกิดไนตริฟิเคชันจำเพาะที่ค่าอายุตะกอนและวัฏจักรการทำงานต่าง ๆ

θ_c (วัน)	วัฏจักร (ชม./รอบ)	ΔTKN (มก./ล.)	Q (ล./วัน)	$\Delta \text{TKN} \cdot Q$ (มก./วัน)	$\text{MLVSS} \cdot V$ (มก.)	U_{N} (มก. TKN/ มก. MLVSS-วัน)
5	4	25.16	30	754.80	12760	0.059
	6	29.40	20	588.00	11860	0.050
	8	30.74	15	461.10	10550	0.044
10	4	24.92	30	747.60	18240	0.041
	6	28.08	20	561.60	14070	0.040
	8	32.66	15	489.90	16520	0.030
16	4	26.04	30	792.00	24870	0.032
	6	29.75	20	595.00	22310	0.027
	8	30.73	15	460.95	22700	0.020
25	4	19.32	30	579.60	31160	0.019
	6	26.79	20	535.80	31080	0.017
	8	29.23	15	438.45	29800	0.015

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ระบบมีอัตราการเกิดไนตริฟิเคชันจำเพาะระหว่าง 0.015-0.059 มก.TKN/ มก. MLVSS-วัน ที่ค่าออกซิเจนต่อหน่วยระบบมีแนวโน้มที่จะมีอัตราการเกิดไนตริฟิเคชันจำเพาะลดลงเมื่อมีวัฏจักรการทำงานเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากระบบมีการเพิ่มระยะเวลาขาดอากาศมากขึ้น ทำให้การเติบโตของแบคทีเรียพวกไนตริฟายลดลง ที่วัฏจักรการทำงานค่าเดียวกัน ระบบจะมีอัตราการเกิดไนตริฟิเคชันจำเพาะลดลงเมื่อค่าออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการเพิ่มค่าออกซิเจนทำให้มีแบคทีเรียพวกเฮเทอโรโทรฟเพิ่มจำนวนขึ้น จะแย่งใช้ออกซิเจนละลายมากขึ้น

จากการเก็บข้อมูลของระบบบำบัดน้ำเสียแบบคาสต์ของ Goronszy และคณะ(1986) พบว่า ระบบที่มีไนตริฟายอิงแบคทีเรียร้อยละ 3.5 มีสัดส่วนที่ข่อยสลายได้ของชีวมวลเท่ากับ 0.7 จะมีอัตราการเกิดไนตริฟิเคชันจำเพาะอยู่ระหว่าง 0.017-0.021 มก. NH₃-N/มก. MLVSS-วัน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลองที่ได้

4.2.3.3 อัตราการเกิดไนตริฟิเคชันจำเพาะ

การกำจัดไนเตรดไนโตรเจนในระบบ จะเกิดขึ้นในช่วงคิมน้ำเสียเข้าระบบ (FI) โดยการเกิดไนตริฟิเคชัน ใช้แหล่งคาร์บอนจากภายในเซลล์ (Goronszy, 1986) สามารถคำนวณอัตราการเกิดไนตริฟิเคชันในช่วงนี้จาก

$$U_{\text{NO}_3} = \Delta \text{NO}_3 / \text{MLVSS} * V * t_{\text{NO}_3} \quad \dots\dots\dots(4.6)$$

โดยที่ : U_{NO_3} = อัตราการเกิดไนตริฟิเคชัน (มก. NO₃ / ก. MLVSS-ชม.)

ΔNO_3 = ค่าไนเตรดที่ถูกกำจัด, มก.

$\text{MLVSS} * V$ = ค่าเอ็มแอลวีเอสเอสในระบบที่ระยะเวลา t_{NO_3} ($V = Q * t_{\text{NO}_3}$), ก.

t_{NO_3} = ระยะเวลาหยุดเติมอากาศ, ชม.

โดยแสดงผลการคำนวณอัตราการเกิดไนตริฟิเคชันจำเพาะในดังปฏิกิริยา ส่วนที่ 3 ในช่วงคิมน้ำเสีย (หยุดเติมอากาศ) ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 อัตราการเกิดดีไนทริฟิเคชันจำเพาะในช่วง FI ภายในถังปฏิกริยาส่วนที่ 3

θ_c (วัน)	วัฏจักร (ชม./รอบ)	ΔNO_3 (มก.)	t (ชม.)	MLVSS*V (ก.)	U_{max} (มก. NO_3 /ก. MLVSS-ชม.)
5	6	26.95	2.5	12.012	1.12
	8	29.05	3.5	10.627	0.91
10	6	17.05	2.5	13.624	0.50
	8	29.50	3.5	16.120	0.46
16	6	30.30	2.5	21.263	0.48
	8	36.90	3.5	22.154	0.42
25	6	30.35	2.5	30.334	0.33
	8	60.62	3.5	30.173	0.50

จากตารางที่ 4.6 พบว่าจะไม่เกิดดีไนทริฟิเคชันในช่วง FI ที่วัฏจักรการทำงาน 4 ชม./รอบ เนื่องจากมีค่าไนเตรคในรอบการบำบัดน้ำเสียก่อนหน้านี้นี้อยู่แล้ว ส่วนที่วัฏจักรการทำงาน 6 และ 8 ชม./รอบ อัตราการเกิดดีไนทริฟิเคชันจำเพาะจะมีค่าลดลงเมื่อค่าออกซิเจนมากขึ้น เนื่องจากการเกิดดีไนทริฟิเคชันจำเพาะในช่วงนี้ใช้แหล่งคาร์บอนจากภายในเซลล์ ดังนั้นแหล่งคาร์บอนจากภายในเซลล์ของระบบที่มีค่าออกซิเจนมากกว่าจะมีค่าน้อยกว่าที่ค่าออกซิเจนต่ำ ๆ จึงมีอัตราการเกิดดีไนทริฟิเคชันจำเพาะต่ำเมื่อระบบมีค่าออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น และที่ค่าออกซิเจนเท่ากันระบบจะมีอัตราการเกิดดีไนทริฟิเคชันจำเพาะลดลงเมื่อมีระยะเวลาการทำงานมากขึ้น เนื่องจากการเพิ่มวัฏจักรการทำงานจะทำให้มีระยะเวลาเก็บในถังปฏิกริยามากขึ้น คาร์บอนที่ถูกดูดซึมจะใช้ในการคายฟอสฟอรัสในถังปฏิกริยาส่วนที่ 1 มากขึ้น

จากงานวิจัยของ Goronszy และคณะ(1986) พบว่าระบบมีอัตราการเกิดดีไนทริฟิเคชันจำเพาะ อยู่ในช่วง 0.5-1.5 มก. NO_3 /ก. MLVSS-/ชม. ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลอง ยกเว้นที่ค่าออกซิเจนสูง ๆ อัตราการเกิดดีไนทริฟิเคชันจะต่ำกว่าค่าที่ได้จากงานวิจัย เนื่องจากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

จากงานวิจัยของ Goronszy (1994) พบว่าระบบบำบัดจะเกิดดีไนตริฟิเคชันภายในเม็คฟล็อกในช่วงเดิมอากาศ ในขณะที่ระบบมีอัตราการใช้ออกซิเจนเท่ากับอัตราการเดิมออกซิเจน โดยจะมีการเกิดดีไนตริฟิเคชันในเม็คฟล็อก อัตราการเกิดดีไนตริฟิเคชันจะพหะเท่ากับ 0.2 มก. NO_3 /ก. MLVSS-ชม. จากผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนรวมทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.4 มีค่าไม่สูงนักเนื่องจากมีค่าไนเตรดในน้ำออกสูง แสดงว่าระบบเกิดดีไนตริฟิเคชันในช่วงนี้ไม่มากนัก เนื่องจากข้อจำกัดในการควบคุมและติดตามค่าออกซิเจนละลายและไฮดรอลิคคอกการทำงานของระบบ อย่างไรก็ตาม ที่วัฏจักรการทำงาน 4 ชม/รอบ จะมีค่าไนโตรเจนทั้งหมดต่ำที่สุด แสดงว่ามีการเกิดดีไนตริฟิเคชันในช่วงเดิมน้ำเสีย-เดิมอากาศ (FA) มากกว่าที่วัฏจักรการทำงาน 6 และ 8 ชม./รอบ ตามลำดับ

4.2.4 ฟอสฟอรัส

4.2.4.1 การคายฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสจะถูกกำจัดโดยกระบวนการคายฟอสฟอรัสในช่วงขาดอากาศ และการจับใช้ฟอสฟอรัสอย่างมากเกินพอในช่วงเดิมอากาศ การคายฟอสฟอรัสจะเกิดในถังปฏิริยาที่ 1 ที่มีรูปแบบการไหลตามยาว เมื่อมีการป้อนน้ำเสืพร้อมกัเบือนกลับตะกอนจากถังปฏิริยาส่วนที่ 3 เข้าระบบพบว่า ระบบจะเกิดการสะสมตัวของโพลี-ฟอสเฟตที่รีซิ่น โพลี-ฟอสเฟตที่รีซิ่นจะดูดซับสารอาหารเข้าสู่เซลล์ และคายฟอสฟอรัสออกมา โดยการสมดุลย์มวลรอบถังปฏิริยาส่วนที่ 1 ดังสมการที่ 4.7

$$P_0 = P_i + R P_3 / 1 + R \dots \dots \dots (4.7)$$

โดยที่

P_0 = ความเข้มข้นฟอสฟอรัสเข้าถังปฏิริยาส่วนที่ 1,
 มก./ก.

P_i = ความเข้มข้นฟอสฟอรัสเข้าระบบ, มก./ก.

R = อัตราส่วนการเวือนกลับตะกอน = 0.20

P_3 = ความเข้มข้นฟอสฟอรัสจากถังปฏิริยาส่วนที่ 3,
 มก./ก.

ตารางที่ 4.7 แสดงอัตราการคายฟอสฟอรัสภายในถังปฏิริยาส่วนที่ 1

อายุตะกอน (วัน)	วัฏจักร (ชม./รอบ)	P_0 (มก./ต.)	P_{∞} (มก./ต.)	อัตราการคาย (ร้อยละ)
5	4	5.32	9.85	185
	6	4.63	8.85	191
	8	6.12	14.90	243
10	4	7.38	14.81	200
	6	6.19	13.17	213
	8	6.34	17.53	276
16	4	7.31	12.16	166
	6	5.40	11.94	220
	8	8.11	19.24	237
25	4	6.57	13.00	198
	6	6.25	12.79	205
	8	7.85	20.14	256

จากตารางที่ 4.7 พบว่าที่ค่าอายุตะกอนเท่ากันระบบจะมีอัตราการคายฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเมื่อมีวัฏจักรการทำงานเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการเพิ่มระยะเวลาในการรับน้ำเสียทำให้ระบบมีเวลาในการสะสมคราบน้ำมันระเห่ง่ายมากขึ้น ทำให้สามารถคายฟอสฟอรัสออกมาได้มากขึ้น

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่ค่าวัฏจักรการทำงานค่าคือวกันพบว่า ที่วัฏจักรการทำงาน 4 ชม./รอบ ระบบจะมีอัตราการคายฟอสฟอรัสมากที่สุดที่ค่าอายุตะกอน 10 วัน ที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ ระบบจะมีอัตราการคายฟอสฟอรัสมากที่สุดที่ค่าอายุตะกอน 16 วัน และที่วัฏจักรการทำงาน 8 ชม./รอบ ระบบจะมีอัตราการคายฟอสฟอรัสมากที่สุดที่ค่าอายุตะกอน 10 วัน เนื่องจากการคายฟอสฟอรัสภายในถังปฏิริยาส่วนที่ 1 จะลดลงเมื่อมีการเวียนกลับตะกอนที่มีค่าไนเตรดจากถังปฏิริยาส่วนที่ 3 มากขึ้น ดังนั้นเมื่อค่าอายุตะกอนสูงขึ้นระบบมีแนวโน้มที่จะเกิดไนคริติเครนมากขึ้นจึงมีไนเตรดสะสมในถังปฏิริยามากขึ้น

ภายในถังปฏิริยาส่วนที่ 1 จะมีอัตราการเกิดดีในครีพีเคชันโดยใช้แหล่งคาร์บอนจากน้ำเสีย ดังนั้นการเกิดดีในครีพีเคชันเพื่อลดค่าไนเตรดจากถังปฏิริยาส่วนที่ 3 จึงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงต้นของถังปฏิริยาส่วนที่ 1 หลังจากนั้นสารอาหารจากน้ำเสียที่เข้าระบบจะถูกดูดซึมเข้าภายในเซลล์เพื่อสะสมทีเอชบีเกิดการคายฟอสฟอรัส สามารถหาอัตราส่วนปริมาณการดูดซึมสารอาหารต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่คายออกมาโดยการทำสมดุลมวลรอบถังปฏิริยาส่วนที่ 1 ได้ ดังในตารางที่ 4.3 และ 4.7 โดยสามารถแสดงผลการคำนวณได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 อัตราส่วนปริมาณการดูดซึมสารอาหารต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่คายออกในถังปฏิริยาส่วนที่ 1 ในช่วงหยุดเติมอากาศ

อายุตะกอน (วัน)	วัฏจักร (ชม./รอบ)	P_0 (มก./ต.)	P_1 (มก./ต.)	S_0 (มก./ต.)	S_1 (มก./ต.)	$\Delta S/\Delta P$
5	4	5.32	9.85	245.50	142	21.74
	6	4.63	8.85	300.50	133	39.69
	8	6.12	14.90	248.67	120	14.65
10	4	7.38	14.81	242.00	140	13.73
	6	6.19	13.17	297.17	89	29.82
	8	6.34	17.53	251.17	73	15.92
16	4	7.31	12.16	291.00	80	43.54
	6	5.40	11.94	296.50	59	36.31
	8	8.11	19.24	210.00	40	15.27
25	4	6.57	13.00	288.67	71	33.85
	6	6.25	12.79	289.17	59	35.19
	8	7.85	20.14	209.17	38	13.93

จากผลการทดลองระบบมีอัตราการดูดซึมสารอาหารต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่คายออกมามถึยเท่ากับ 26.14 มก. ซีไอดีที่ใช้/มก. ฟอสฟอรัสที่คายออกมา

ส่วนในดั่งปฏิริยาที่ 2 และ 3 จะเกิดการคายฟอสฟอรัสในช่วงขาดอากาศ ในระหว่างการเติมน้ำเสียโดยเฉพาะการทำงาน 6 และ 8 ชม./รอบ ระบบจะมีการยี่คระระยะเวลาในการรับน้ำเสียจากวัฏจักร 4 ชม./รอบ เพิ่มขึ้น 2 และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยสามารถคำนวณ อัตราการคายฟอสฟอรัสจันเพาะได้ดังนี้

$$P_{\text{net}} = \Delta PO_4 / MLVSS * V * t_{\text{net}} \dots\dots\dots(4.8)$$

โดยที่ :

- P_{net} = อัตราการคายฟอสฟอรัสจันเพาะ, มก. PO₄/ก. MLVSS-ชม.
 ΔPO_4 = ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่คายออกมาในช่วงแอนเอโรบิก, มก.
 $MLVSS * V$ = ค่าเอ็มแอลวีเอสเอสในระบบที่ระดับน้ำสูงสุด, ก.
 t_{net} = ระยะเวลาหยุดเติมอากาศ, ชม.

คังแสดงอัตราคายฟอสฟอรัสในตารางที่ 4.9

ตาราง 4.9 อัตราคายฟอสฟอรัสจันเพาะในดั่งปฏิริยาส่วนที่ 3

อายุตะกอน (วัน)	วัฏจักร (ชม./รอบ)	t_{net} (ชม.)	ΔPO_4 (มก.)	MLVSS*V (ก.)	P_{net} ((มก. PO ₄ / ก. MLVSS-ชม.)
5	6	2	55.24	12.012	2.30
	8	3	112.00	10.627	3.51
10	6	2	48.16	13.624	1.77
	8	3	79.73	16.120	1.65
16	6	2	111.29	21.263	2.62
	8	3	26.51	22.154	0.40
25	6	2	23.76	30.334	0.39
	8	3	7.30	30.173	0.08

เนื่องจากที่วัฏจักรการทำงาน 4 ชม./รอบ เริ่มเติมอากาศในดั่งปฏิริยาส่วนที่ 2 และ 3 ที่ระยะเวลาการเวลาดการทำงาน 0.5 ชั่วโมง ระบบจึงมีการคายฟอสฟอรัสส่วนใหญในดั่งปฏิริยาส่วน 1 ดังนั้นจึงไม่ได้คำนวณอัตราการคายฟอสฟอรัสจันเพาะภายในดั่งปฏิริยาส่วนนี้

จากตารางแสดงอัตราการคายฟอสฟอรัสจำเพาะในถังปฏิกริยาส่วนที่ 3 ที่วัฏจักรการทำงาน 6 และ 8 ชม./รอบ พบว่า ที่ค่าอายุตะกอน 5 วัน ระบบจะมีอัตราการคายฟอสฟอรัสสูงขึ้นเมื่อระบบมีระยะเวลาการทำงานนานขึ้น ที่ค่าอายุตะกอน 10, 16 และ 25 วัน ระบบจะมีอัตราการคายฟอสฟอรัสจำเพาะลดลงเมื่อระบบมีระยะเวลาการทำงานนานขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าวัฏจักรการทำงานค่าเดียวกัน พบว่าเมื่อค่าอายุตะกอนมากขึ้นระบบจะมีอัตราการคายฟอสฟอรัสจำเพาะน้อยลง

การเพิ่มค่าอายุตะกอนทำให้ระบบมีโอกาสสะสมแบคทีเรียพวกโพลี-พีมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันระบบก็จะมีการสะสมแบคทีเรียพวกไนตริฟายมากขึ้นด้วย ทำให้มีการออกซิไดซ์แอมโมเนียไนโตรเจนกลายเป็นไนเตรดในถังปฏิกริยามากขึ้น ในการบำบัดน้ำเสียรอบต่อไปในถังปฏิกริยาส่วนที่ 3 จะเกิดคิไนติฟิเคชันเพื่อลดไนเตรดก่อน จึงยังไม่มีมีการคายฟอสฟอรัสในช่วงนี้หลังจากไนเตรดลดลงต่ำกว่า 1 มก./ล.แล้ว ระบบจึงจะมีการคายฟอสฟอรัสเกิดขึ้น ดังนั้นอัตราการคายฟอสฟอรัสที่ค่าอายุตะกอน 5 วันจึงสูงกว่าที่ค่าอายุตะกอนอื่น ๆ เนื่องจากมีไนเตรดอยู่ในถังปฏิกริยาน้อยกว่าและเมื่อค่าอายุตะกอนเท่ากันที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ จะมีอัตราการคายฟอสฟอรัสสูงกว่าที่วัฏจักรอื่น ๆ เนื่องจากมีอัตราส่วนการเติมอากาศค่าที่สุด เท่ากับ 0.37 เท่าของระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นระบบจึงมีสัดส่วนของแบคทีเรียแอนแอโรบิกมากกว่าที่วัฏจักรการทำงาน 8 และ 4 ชม./รอบ ตามลำดับ

4.2.4.2 การจับใช้ฟอสฟอรัส

การจับใช้ฟอสฟอรัสจะเกิดขึ้นในถังปฏิกริยาส่วนที่ 2 และ 3 ในช่วงเติมอากาศโคธสามารถหาอัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสได้จากสมการดังนี้

$$P_{\phi} = \Delta PO_4 / MLVSS * V * \zeta \dots\dots\dots(4.9)$$

- โดยที่ P_{ϕ} = อัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสจำเพาะ, มก. PO₄/ก. MLVSS-ชม.
- ΔPO_4 = ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ถูกจับใช้ในถังแอโรบิก, มก.
- MLVSS * V = ค่าเอ็มแอลวีเอสเอสในระบบที่ระดับน้ำสูงสุด, ก.
- ζ = ระยะเวลาเติมอากาศ, ชม.

สามารถหาอัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสจำเพาะได้ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 อัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสจำเพาะในถังปฏิกริยาส่วนที่ 3

อายุตะกอน (วัน)	วัฏจักร (ชม./รอบ)	\bar{L} (ชม.)	ΔPO_4 (มก.)	MLVSS*V (ก.)	P_{net} ((มก. PO_4 / ก. MLVSS-ชม.)
5	4	2	46.44	13.211	1.75
	6	2	67.54	12.012	2.81
	8	3	120	10.627	3.76
10	4	2	70.29	18.468	1.90
	6	2	58.20	13.624	2.14
	8	3	81.39	16.120	1.68
16	4	2	25.09	24.867	0.50
	6	2	111.19	21.263	2.61
	8	3	37.11	22.154	0.56
25	4	2	-	-	-
	6	2	55.91	30.334	0.92
	8	3	17	30.173	0.19

จากตารางที่ 4.10 พบว่าอัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสจำเพาะจะแปรตามค่าอัตราการคายฟอสฟอรัส กล่าวคือ เมื่อระบบมีการคายฟอสฟอรัสสูงก็จะมีแนวโน้มกำจัดฟอสฟอรัสมากขึ้น

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าที่วัฏจักรการทำงาน 8 ชม./รอบ ระบบจะมีการคายฟอสฟอรัสในถังปฏิกริยาส่วนที่ 3 น้อยกว่า ที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ แต่การคายฟอสฟอรัสในถังปฏิกริยาส่วนที่ 1 จะมีค่ามากกว่าดังแสดงในตารางที่ 4.7 ระบบจึงมีประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสโดยรวมมากกว่า ดังแสดงผลการทดลองสามารถสรุปประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสโดยรวมของระบบในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสที่ค่าอายุตะกอน และวัฏจักรการทำงานต่าง ๆ

อายุตะกอน (วัน)	วัฏจักร (ชม./รอบ)	PO ₄ น้ำเข้า (มก./ล.)	PO ₄ น้ำออก (มก./ล.)	PO ₄ removal (ร้อยละ)
5	4	6.34	1.24	80.44
	6	7.06	1.33	81.16
	8	6.93	0.97	86.00
10	4	6.34	1.45	77.13
	6	7.06	1.05	85.13
	8	6.93	1.09	84.27
16	4	7.66	1.78	76.76
	6	6.17	0.77	87.52
	8	8.82	1.00	88.66
25	4	7.66	3.65	52.34
	6	6.17	1.08	82.50
	8	8.82	2.00	77.32

จากตารางที่ 4.11 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพโดยรวมของระบบที่ค่าวัฏจักรการทำงานค่าเดียวกันพบว่า ระบบมีแนวโน้มที่จะมีประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสลดลงเมื่อค่าอายุตะกอนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากที่ค่าอายุตะกอนค่า ๆ มีการทิ้งตะกอนออกจากระบบมากกว่า การกำจัดฟอสฟอรัสในระบบจึงมีมากกว่า

เมื่อทดลองเปลี่ยนแปลงวัฏจักรการทำงานของระบบพบว่าที่ค่าอายุตะกอนเท่ากัน ระบบมีแนวโน้มกำจัดฟอสฟอรัสได้ดีขึ้นเมื่อมีระยะเวลาในการทำงานเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการเพิ่มระยะเวลาในการรับน้ำเสียทำให้ระบบมีเวลาในการสะสมกรไขมันระเหยออกมากขึ้น ทำให้ระบบสามารถคายฟอสฟอรัสออกมาได้มากกว่า และในช่วงเดิมอากาศก็จะสามารถจับไ้ฟอสฟอรัสเข้าสู่เซลล์ได้มากขึ้น

ผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ระบบจะมีประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 88.66 ที่ค่าอายุตะกอน 16 วัน และมีวัฏจักรการทำงาน 8 ชม./รอบ

4.2.5 การควบคุมระบบ

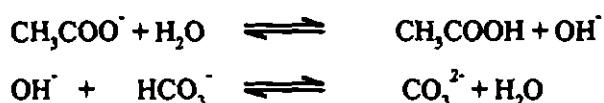
การควบคุมระบบให้สามารถกำจัดซีไอดี ในโตรเจน และฟอสฟอรัส ได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถควบคุมโดยการวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ พีเอช สภาพค่าง กรดอินทรีย์ระเหยง่าย อุณหภูมิ ออกซิเจนละลายน้ำ (ดีไอ) ออกซิเจน-รีดักชันโพเทนเชียล (โออาร์พี) เอ็มแอลเอสเอส และเอสวีไอ ดังนี้

4.2.5.1 ค่าพีเอช สภาพค่าง และกรดอินทรีย์ระเหยง่าย

จากผลการทดลองพบว่าค่าพีเอชของน้ำเสียเข้าระบบมีค่าประมาณ 7 และมีการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในน้ำเสียสังเคราะห์ เพื่อเป็นแหล่งความเป็นค่างให้ระบบ โดยมีสภาพค่างเฉลี่ย 319 มก./ล. ในทุกชุดการทดลอง เมื่อวัดค่าพีเอชหลังจากผ่านถังปฏิริยาส่วนที่ 1 พบว่าค่าพีเอชเพิ่มขึ้น โดยมีค่าพีเอชประมาณ 8 เนื่องจากถังปฏิริยาส่วนที่ 1 มีสภาพแอนเอโรบิก การเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากปฏิริยาการหมักในถังน่าจะทำให้ค่าพีเอชลดลงแต่ค่าพีเอชที่เพิ่มขึ้นอาจมีสาเหตุจาก

- เกิดปฏิริยาคีในครีพิเคชันภายในถังปฏิริยาส่วนที่ 1 เนื่องจากมีการเวินกลับคอก่อนจากถังปฏิริยาส่วนที่ 3 ในช่วงเดิมอากาศ ค่าไนเตรดที่เพิ่มขึ้นระหว่างการเดิมอากาศจะเข้าสู่ถังปฏิริยาส่วนที่ 1 เป็นผลให้เกิดปฏิริยาคีในครีพิเคชันในช่วงต้นของถังปฏิริยา ซึ่งจะเพิ่มความเป็นค่าง 3.57 มก. ต่อค่าไนเตรด 1 มก. ทำให้ค่าพีเอชสูงขึ้น

- เนื่องจากมีการเติมโซเดียมอะซิเตดเพื่อเพิ่มค่ากรดอินทรีย์ระเหยง่ายให้กับระบบ โซเดียมอะซิเตดเมื่อละลายน้ำจะแตกตัวให้ CH_3COO^- และ Na^+ โดย CH_3COO^- จะรวมตัวกับน้ำดังสมการ



เมื่อป้อนน้ำเสียเข้าระบบจุลินทรีย์จะดูดซึม CH_3COO^- เข้าสู่เซลล์ ระบบจะรักษาสมดุลโดยการผลิต CH_3COOH จึงมี OH^- เพิ่มขึ้น โดย OH^- จะรวมกับ HCO_3^- ในระบบทำให้ได้ CO_3^{2-} ส่งผลให้ค่าพีเอชสูงขึ้น

ค่าพีเอชภายในถังปฏิริยาส่วนที่ 2 และ 3 จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงพีเอช 8-8.5 โดยจะมีค่าลดลงเล็กน้อยหลังจากเติมอากาศให้กับระบบ เนื่องจากการรีดิวซ์แอมโมเนีย 1 มก./ล. สำหรับปฏิริยาไนตริฟิเคชันจะทำลายความเป็นค่า 7.14 มก./ล จากการวัดค่าความเป็นค่าของน้ำเสียออกจากระบบ พบว่าในน้ำออกจะมีค่าความเป็นค่าเฉลี่ย 322 มก./ล. ดังนั้นระบบจึงมีบัฟเฟอร์ที่เพียงพอสำหรับปฏิริยาการกำจัดไนโตรเจน

4.2.5.2 อุณหภูมิ

ในการคำนวณการของระบบ จะคำนวณการทดลองที่อุณหภูมิห้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.5 องศาเซลเซียส มีค่า SD. เท่ากับ 0.54 จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิมิฉะนั้นทำการทดลองไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นอุณหภูมิมิฉะนั้นทำการทดลองจึงไม่มีผลต่อการทำงานของระบบ

4.2.5.3 ค่าดีไอ และโออาร์พี

การควบคุมระบบให้มีความสามารถในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ดี จะขึ้นอยู่กับควบคุมค่าดีไอและค่าโออาร์พีเป็นสำคัญ จากงานวิจัยเกี่ยวกับการนำระบบคาสต์มาใช้กำจัดไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัสของ Goronszy และคณะ (1997) พบว่าระบบจะสามารถเกิดไนตริฟิเคชันร่วมกับดีไนตริฟิเคชันได้ ต้องควบคุมให้มีค่าโออาร์พีอยู่ในช่วง -200 ถึง 50 มิลลิโวลต์ และควบคุมค่าดีไอให้มีค่าประมาณ 1 - 1.5 มก./ล. ในขณะที่เติมอากาศ

จากผลการทดลองติดตามค่าโออาร์พี และออกซิเจนและถ่ายน้ำตลอดวัฏจักรการทำงานของระบบ พบว่าน้ำเสียที่ผ่านถังปฏิริยาส่วนที่ 1 จะมีค่าโออาร์พีระหว่าง -80 ถึง -400 มิลลิโวลต์ ตลอดช่วงการทำงาน แสดงว่าภายในถังปฏิริยาจะมีสภาพอากาศอยู่ตลอดเวลา ภายในถังปฏิริยาส่วนที่ 2 และ 3 จะมีค่าโออาร์พี ระหว่าง -400 ถึง 65 มิลลิโวลต์ และพบว่าเมื่อมีการเติมอากาศระบบจะมีค่าโออาร์พีลดลงเรื่อย ๆ จนถึงปลายช่วงขาดอากาศจะมีค่าลดลงต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่าระบบเกิดสภาพแอนแอโรบิก การคายฟอสฟอรัสจะเกิดขึ้นสูงสุดในช่วงนี้ เมื่อมีการเติมอากาศให้กับระบบค่าโออาร์พีจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุดเมื่อสิ้นสุดการเติมอากาศให้กับระบบ ส่วนค่าออกซิเจนและถ่ายน้ำจะมีค่าเท่ากับศูนย์ ในช่วงแรกของการเติมอากาศและจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุดเมื่อสิ้นสุดการเติมอากาศให้กับระบบ จากการทดลองค่าออกซิเจนและถ่ายน้ำจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-2 มก./ล. และพบว่าค่าดีไอเท่ากับศูนย์ค่าโออาร์พียังมี

ค่าเป็นบวกเนื่องจากยังมีค่าในโครด์และไนเตรตอยู่ในระบบทำให้ระบบมีสภาพแอน็อกซิก ดังนั้นที่ค่าดีไอค่า ๆ จะใช้ค่าไฮดรอกซิลตามการทำงานของระบบ ซึ่งระบบจะเข้าสู่สภาพแอนแอโรบิกเมื่อค่าไฮดรอกซิลลบ

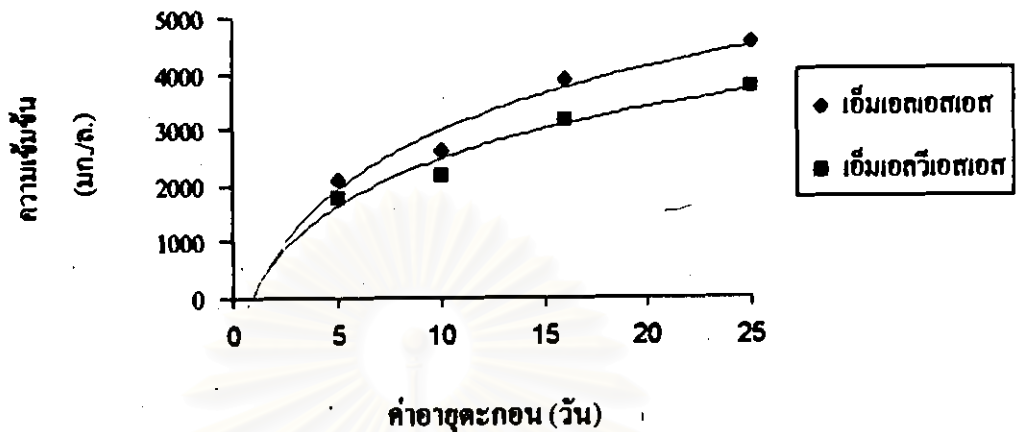
4.2.5.4 ค่าเอ็มแอลเอสเอสและเอ็มแอลวีเอสเอส

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงเอ็มแอลเอสเอสและเอ็มแอลวีเอสเอสที่วัฏจักรการทำงานต่าง ๆ มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน จึงแสดงผลการเปลี่ยนแปลงค่าเอ็มแอลเอสเอสและเอ็มแอลวีเอสเอสของระบบที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ

ตารางที่ 4.12 สรุปค่าเอ็มแอลเอสเอสและเอ็มแอลวีเอสเอสในถังปฏิกริยาส่วนที่ 3
วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ

ค่าอายุ ตะกอน (วัน)	MLSS(มก./ล.)			MLVSS(มก./ล.)			อัตราส่วน MLVSS : MLSS		
	ระดับน้ำ		น้ำ ออก	ระดับน้ำ		น้ำ ออก			
	ต่ำสุด	สูงสุด		ต่ำสุด	สูงสุด				
5	2227	1492	1860	19	1820	1187	1504	-	0.81
10	3139	1878	2509	18	2545	1519	2032	-	0.81
16	4430	2649	3450	12	3607	2153	2880	-	0.81
25	5014	3466	4240	11	4040	2795	3718	-	0.87

จากตารางที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่าค่าเอ็มแอลเอสเอสและเอ็มแอลวีเอสเอสมีแนวโน้มสูงขึ้นตามค่าอายุตะกอน โดยเมื่อนำค่าอายุตะกอนเอ็มแอลเอสเอสและเอ็มแอลวีเอสเอสเฉลี่ยของทั้งระบบ มาเขียนกราฟจะได้รับความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่า เมื่อค่าอายุตะกอนเพิ่มขึ้นค่าเอ็มแอลเอสเอสและเอ็มแอลวีเอสเอสก็จะเพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นในลักษณะของ Log - Curve คือ มีอัตราการเพิ่มที่ลดลงเรื่อย ๆ ที่ค่าอายุตะกอนมากขึ้น และเมื่อพิจารณาอัตราส่วน MLSS : MLVSS พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นสามารถสรุปค่าอัตราส่วนของ MLSS : MLVSS รวมทั้งระบบได้เท่ากับ 0.83



รูปที่ 4.7 ผลการทดลองค่า MLSS และ MLVSS

กับค่าอายุตะกอนของถังปฏิกริยาส่วนที่ 3

เมื่อพิจารณาว่าค่า MLSS ของน้ำเสียออกพบว่ามีค่าต่ำกว่า 20 มก./ล. ในทุกค่าอายุตะกอน เนื่องจากในขณะระบายน้ำทิ้งจะใช้เว็ลล์ระบายปรับระดับขึ้นลงได้เพื่อระบายน้ำใสทิ้ง โดยในขณะที่เดิมอากาศเว็ลล์จะอยู่ที่ระดับสูงสุด และหลังจากปล่อยให้ตกตะกอนเว็ลล์จะถูกมอเตอร์ควบคุมให้เคลื่อนลงมาเพื่อรับน้ำใสและระบายทิ้งออกจากระบบ ทำให้สามารถลดการหลุดลอกของตะกอนลงได้ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับค่าอายุตะกอนกับค่า MLSS ของน้ำออก พบว่าที่อายุตะกอนสูง ๆ นั้นเสียออกจากระบบมีแนวโน้มที่จะมีค่า MLSS ของน้ำออกต่ำกว่า เนื่องจากที่ค่าอายุตะกอนสูง ๆ ตะกอนจะรวมตัวเป็นฟล็อกได้ดีกว่าจึงมีความสามารถตกตะกอนได้ดีกว่า โอกาสที่ตะกอนจะหลุดลอกออกไปนอกระบบจึงน้อยกว่า

4.2.5.5 ค่า SV_{30} และ SVI

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองค่า SV_{30} และ SVI จากถังปฏิกริยาส่วนที่ 3

ค่าอายุตะกอน(วัน)	ค่า SV_{30} (มล./ล.)	SVI(มล./ก.)
5	290	157
10	324	129
16	358	102
25	408	97

จากผลการทดลองวัดค่า ค่า SV_{30} จากถังปฏิกรณ์ชีวส่วนที่ 3 ของระบบที่ค่า
 อาซูตะคอนต่าง ๆ พบว่า ความสามารถในการตกตะกอนจะแปรตามค่าอาซูตะคอน เนื่องจากเมื่อมี
 การนำตะกอนออกจากระบบมากกว่าที่ค่าอาซูตะคอนต่ำ ๆ ตะกอนที่เกิดใหม่จะยังรวมตัวกันไม่ค
 ้นัก เมื่อลดการนำตะกอนออกจากระบบลงตะกอนในระบบจะมีความคงตัวและสามารถรวมตัวกัน
 เป็นฟล็อกได้ดีกว่า จึงมีความสามารถในการตกตะกอนมากกว่า

อย่างไรก็ตามจากผลการทดลอง พบว่าค่าเอสวีไอของระบบมีค่าต่ำกว่า
 150 มล./ก ในทุกค่าอาซูตะคอนยกเว้นที่ค่าอาซูตะคอน 5 วัน ซึ่งมีค่าเกิน 150 มล./ก ไม่มากนัก
 แสดงให้เห็นว่าระบบมีการตกตะกอนดี ไม่มีปัญหาตะกอนจมตัวไม่ถงเนื่องจากมีการคัดพันธุ์
 แยกที่เรซินชนิดสร้างฟล็อก เมื่อมีการป้อนน้ำเสียเข้าระบบภายในถังปฏิกรณ์ชีวส่วนที่ 1

4.2.6 เปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ

ขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียที่วัฏจักรการทำงานต่าง ๆ มี ดังนี้

CYCLE	FILL-IDLE (Min)	FILL-AERATE (Min)	FILL-SETTLE (Min)	DECANT (Min)	CYCLE TIME (Min)
1	30	120	60	30	240
2	150	120	60	30	360
3	210	180	60	30	480

จากรูปที่ 4.8-4.19 พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญต่าง ๆ
 ได้แก่ ค่าซีไอดี ทีเคเอ็น ไนโตรเจน ไนเตรต ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัส ทีเอช ดีไอ และ ไออาร์ที
 ที่วัฏจักรการทำงานค่านี้อาจจะมีความสัมพันธ์กัน โดยจะแยกสรุปผลของการเปลี่ยนแปลงค่า
 พารามิเตอร์ตามวัฏจักรการทำงานต่าง ๆ ดังนี้

4.2.6.1 วัฏจักรการทำงาน 4 ชม./รอบ

ที่วัฏจักรการทำงาน 4 ชม./รอบ ประกอบด้วยขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย ดังนี้ ช่วงเดิมน้ำเสีย (FI) เป็นเวลา 0.5 ชั่วโมง ช่วงเดิมน้ำเสีย-เดิมาากาศ (FA) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ช่วงเดิมน้ำเสีย-ตกตะกอน (FS) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และช่วงระบายน้ำใสทิ้ง (D) เป็นเวลา 0.5 ชั่วโมง จากการติดตามค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากรูปที่ 4.8-4.11 โดยแยกพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ภายในดังปฏิกิริยาทั้ง 3 ส่วน ดังนี้

- ดังปฏิกิริยาส่วนที่ 1 จะมีค่าไออาร์ที่ติดลบอยู่ตลอดช่วงการทำงาน แสดงว่าภายในดังปฏิกิริยามีสภาพแอนแอโรบิก การคายฟอสฟอรัสจะเกิดขึ้นในดังปฏิกิริยาส่วนนี้ ดังเกิดจากกราฟของฟอสฟอรัสจะมีค่าสูงอยู่ตลอดช่วงการทำงาน และเมื่อค่าอายุตะกอนเพิ่มขึ้น ระบบก็จะมีการคายฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงค่าไนโตรเจนทั้งหมด (ทีเคเอ็น+ไนโตรค์+ไนเตรค) จะมีค่าน้อยมากเนื่องจากไม่มีกำจัดไนโตรเจนโดยไนตริฟิเคชันในช่วงนี้ ค่าไนโตรค์และไนเตรคจะมีค่าใกล้ศูนย์ เนื่องจากไนโตรค์และไนเตรคที่เวียนกลับมาจากดังปฏิกิริยาส่วนที่ 3 หลังจากผ่านช่วงเดิมาากาศ (FA) จะถูกกำจัดด้วยกระบวนการดีไนตริฟิเคชันในช่วงต้นของดังปฏิกิริยา โดยใช้แหล่งคาร์บอนจากน้ำเสีย (Goronszy, 1994) เนื่องจากข้อจำกัดของรูปแบบดังปฏิกิริยาที่มีรูปแบบเป็นตาข่ายซิลิโคน จึงไม่สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ที่จุดต่างของดังปฏิกิริยาได้ อย่างไรก็ตามการวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของน้ำออกจากดังปฏิกิริยาแสดงให้เห็นว่า ถึงแม้จะมีค่าไนเตรคเข้าดังปฏิกิริยาส่วนที่ 1 แต่ระบบยังมีการคายฟอสฟอรัส แสดงว่าหลังจากเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันในช่วงต้นของดังปฏิกิริยาจนค่าไนเตรคตกลงแล้ว ภายในดังปฏิกิริยาก็จะมีสภาพแอนแอโรบิก ทำให้แบคทีเรียพวกโพลี-ฟอสฟอรัสออกมา เมื่อวัดค่าฟอสฟอรัสของน้ำออกจากดังปฏิกิริยาจึงมีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น การกำจัดซีโอไซด์จะเกิดในดังปฏิกิริยาส่วนที่นี้ เนื่องจากการดูดซึมสารอาหารเข้าสู่เซลล์เพื่อสะสมเป็นอาหารสำรองในรูปฟิเออซี (Saloh และคณะ, 1992)

- ดังปฏิกิริยาส่วนที่ 2 และ 3 ปฏิกิริยาการคายฟอสฟอรัสสามารถเกิดภายในชั้นตะกอน (Goronszy, 1994) ในช่วง FI ส่งผลให้เกิดการคายฟอสฟอรัสในชั้นน้ำใต้อันจากการติดตามค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสภายในดังปฏิกิริยาส่วนที่ 2 และ 3 พบว่า ที่ค่าอายุตะกอน 5 วัน ระบบจะไม่มีมีการคายฟอสฟอรัสภายในดังปฏิกิริยาส่วนที่ 1 เมื่อค่าอายุตะกอนเพิ่มมากขึ้นการคายฟอสฟอรัสก็จะมีค่ามากขึ้น เนื่องจากการสะสมตัวของแบคทีเรียพวกโพลี-ฟิ มากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกราฟไออาร์ทีและการคายฟอสฟอรัสพบว่า เมื่อค่าไออาร์ทีคิดลบมากขึ้น ระบบจะมีการคายฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้น

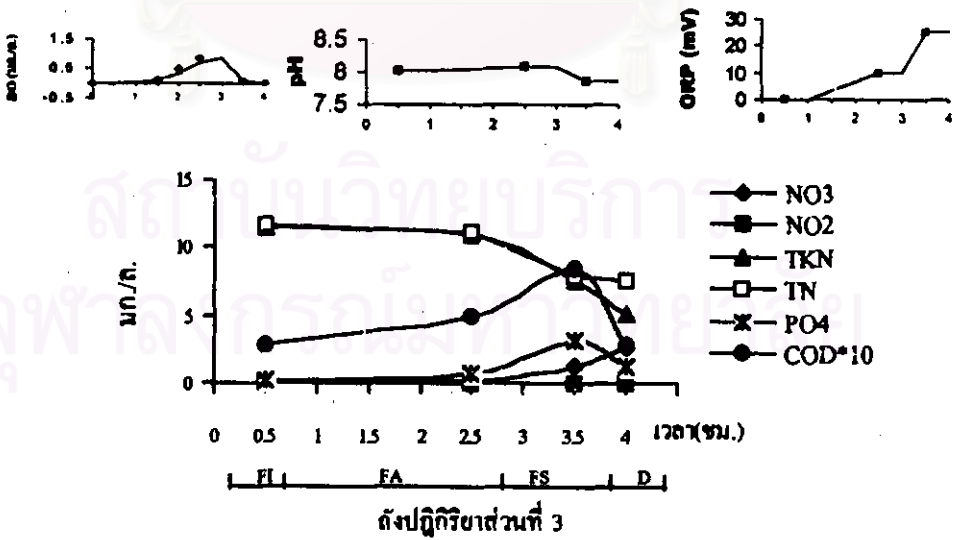
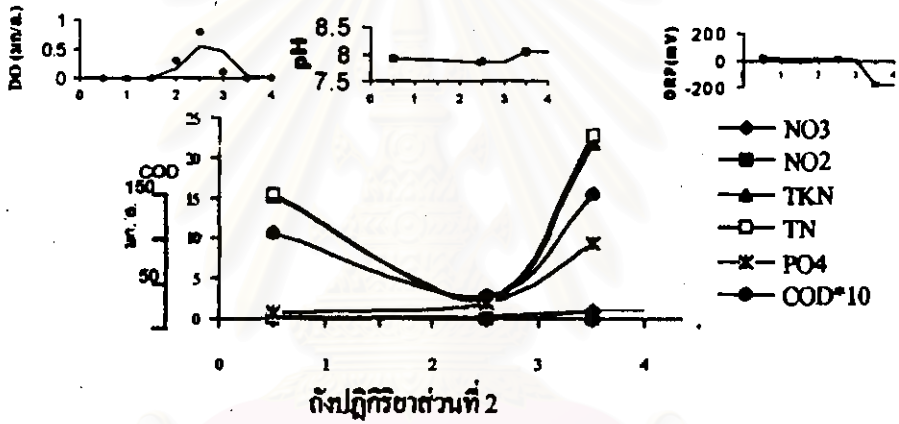
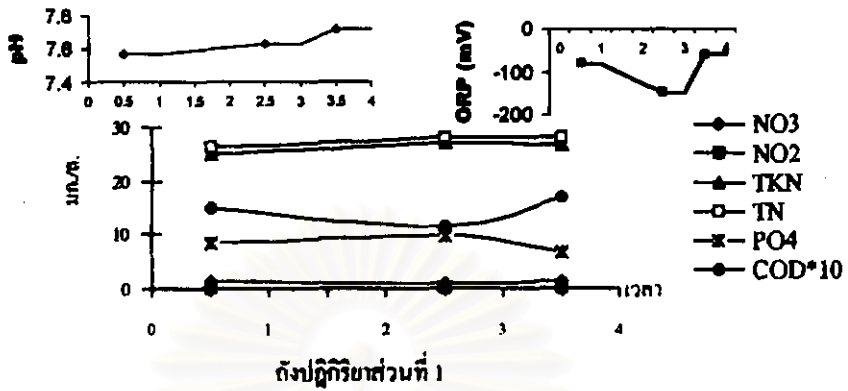
ช่วงที่มีการเติมอากาศพร้อมกับการเติมน้ำเสียเข้าระบบ (FA) ที่วัฏจักรการทำงาน 4 ชม./รอบ มีอัตราส่วนการเติมอากาศเท่ากับ 0.5 เท่าของระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสีย การกำจัดฟอสฟอรัสจะเกิดขึ้นในถังปฏิริยาส่วนที่ 2 และ 3 โดยปฏิริยาการจับใช้ฟอสฟอรัสอย่างมากเกินพอ จากกราฟพบว่าระบบที่มีการคายฟอสฟอรัสมากกว่าจะมีการจับใช้ฟอสฟอรัสในช่วงเติมอากาศมากกว่า การกำจัดไนโตรเจนในระบบเกิดจากปฏิริยาไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชัน โดยในช่วงแรกของการเติมอากาศ จะรักษาระดับออกซิเจนละลายน้ำให้เท่ากับศูนย์ เพื่อให้มีอัตราการใช้ออกซิเจนเท่ากับอัตราการเติมออกซิเจนให้ระบบ หลังจากนั้นในช่วงก่อนการหยุดเติมอากาศครึ่งชั่วโมงจะเพิ่มอัตราการให้ออกซิเจน จนสามารถวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำได้ประมาณ 1.5 ถึง 2.0 มก./ล. และขณะเดียวกันต้องมีการควบคุมค่าไออาร์ทีขณะเติมอากาศ โดยควบคุมให้มีค่าไม่เกิน 50-60 มิลลิโวลต์เมื่อสิ้นสุดการเติมอากาศ การควบคุมระบบดังกล่าวจะทำให้ระบบสามารถเกิดไนตริฟิเคชันร่วมกับดีไนตริฟิเคชันขณะเติมอากาศได้ (Goronszy และคณะ, 1997) อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองพบว่า การควบคุมและติดตามค่าออกซิเจนละลายน้ำและค่าไออาร์ทีอย่างใกล้ชิดในทุกรอบของการทำงานเป็นไปได้ยาก เนื่องจากการควบคุมระบบจะต้องมีหัวอ่านค่าออกซิเจนละลายน้ำและไออาร์ทีตลอดช่วงการทำงาน และสามารถตั้งสัญญาณเพื่อคุมอัตราการเติมและหยุดเติมอากาศให้ระบบ เพื่อให้เหมาะสมตามการเปลี่ยนแปลงการะสารอินทรีย์เข้าระบบ จากการติดตามวัดค่าความเข้มข้น ทีเคเอ็น ไนโตรเจน และไนเตรด พบว่าไนโตรเจนออกมามีประสิทธิภาพในการไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่า ร้อยละ 70 และมีค่าไนเตรดน้อยกว่า 1 มก./ล. ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Goronszy และคณะ (1997) พบว่าอัตราส่วนการเติมอากาศเท่ากับ 0.5 ของระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสีย ระบบจะเกิดไนตริฟิเคชันร่วมกับดีไนตริฟิเคชันได้ดีที่สุด ส่วนค่าซีไอทีที่ยังหลงเหลืออยู่จากถังปฏิริยาส่วนที่ 1 ก็จะถูกกำจัดต่อในถังปฏิริยาส่วนนี้ เมื่อมีการเติมอากาศเช่นเดียวกัน

ช่วงที่ปล่อยให้มีการตกตะกอน (FS) โดยในช่วงนี้จะมีการเติมน้ำเสียเข้าระบบและการเวียนกลับตะกอนจากถังปฏิริยาส่วนที่ 3 อยู่ตลอดเวลา พบว่าภายในถังปฏิริยาส่วนที่ 2 ค่าความเข้มข้นของค่าซีไอที ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น เมื่อวัดค่าไออาร์ทีในชั้นน้ำใตภายในถังปฏิริยาส่วนที่ 2 พบว่าจะมีค่าคิดลบ แต่เมื่อวัดค่าไออาร์ทีในชั้นน้ำใตภายในถังปฏิริยาส่วนที่ 3 จะมีค่าลดลงเล็กน้อยหลังจากผ่านช่วงเติมอากาศ ปริมาณฟอสฟอรัสในถัง

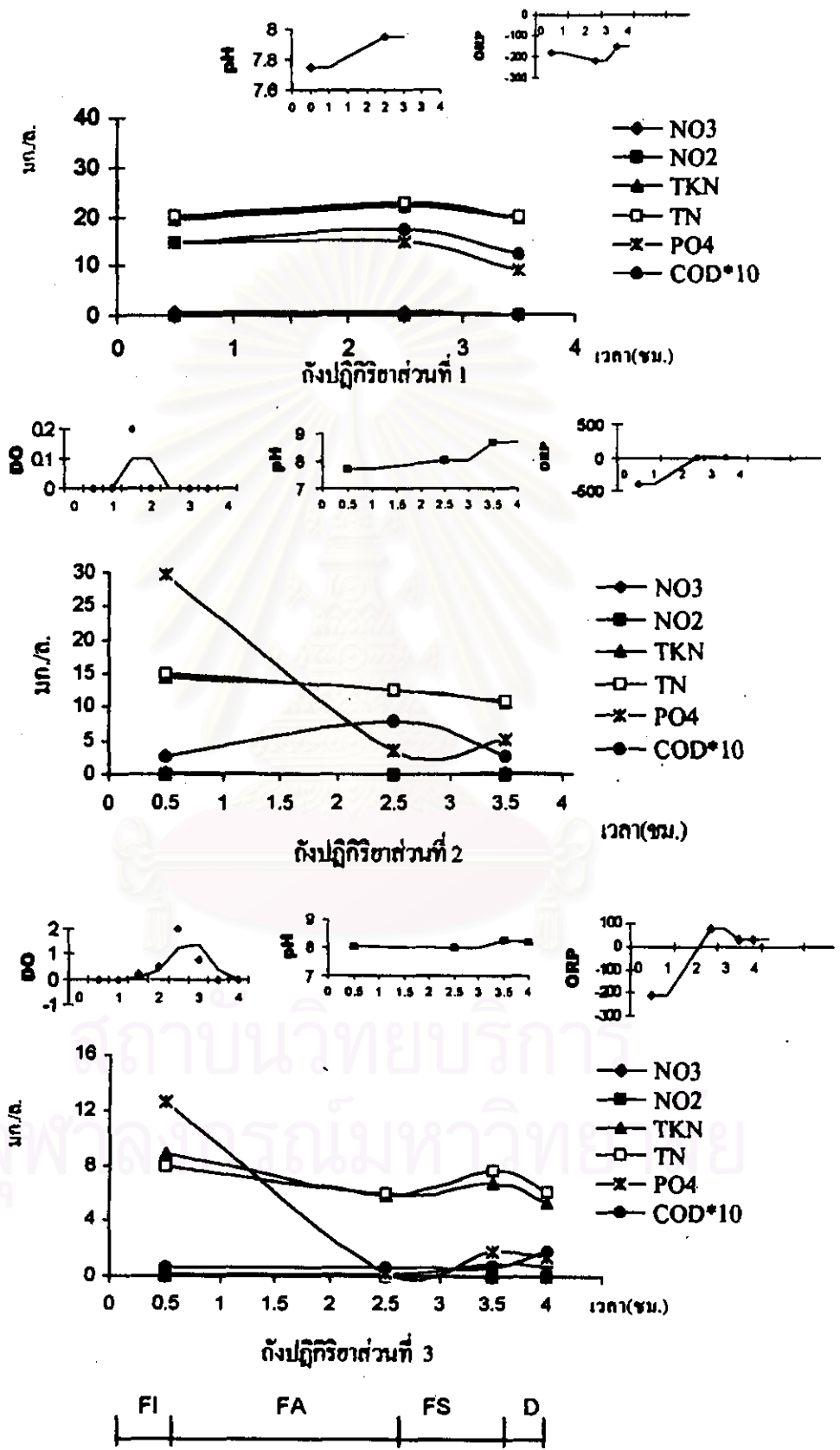
ปฏิบัติการส่วนนี้จะเพิ่มขึ้นจากช่วงสิ้นสุดการเติมอากาศเพียงเล็กน้อย แสดงว่าดังปฏิบัติการส่วนที่ 2 จะทำหน้าที่ในการรับภาระทางขนาดศรัในระหว่างการเติมน้ำเสีย-คคตะกอน (FS) โดยจะต้องออกแบบดังปฏิบัติการส่วนนี้ให้มีระยะเวลาพักเก็บน้ำเสียที่เหมาะสม สำหรับรองรับน้ำเสียในช่วงเวลาดังกล่าว สำหรับการวิจัยครั้งนี้ออกแบบให้อ่างปฏิบัติการส่วนที่ 2 มีปริมาตรเท่ากับ 1.40 ลิตร เทียบกับระดับน้ำสูงสุด ดังนั้นที่วัฏจักรการทำงาน 4 ชม./รอบ ซึ่งมีอัตราการป้อนน้ำเสียเท่ากับ 1.43 ลิตร/ชั่วโมง จึงมีระยะเวลาพักเก็บเท่ากับ 0.98 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระยะเวลาช่วง FS (1 ชั่วโมง) เล็กน้อย ดังนั้น การออกแบบให้ระบบสามารถรับน้ำเสียในขณะคคตะกอนจะต้องคำนึงถึงเวลาพักเก็บภายในดังปฏิบัติการ โดยระบบจะต้องมีระยะเวลาพักเก็บภายในดังปฏิบัติการส่วนที่ 2 มากกว่าช่วงเวลาดังกล่าว

ช่วงระบายน้ำใต้อ่าง (D) หลังจากปล่อยให้ระบบคคตะกอนเป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้ว เวอร์ที่ปรับระดับขึ้นลงได้จะเลื่อนลงมาที่ระบายน้ำใต้อ่าง และลดการการหลุดลอกของตะกอนในขณะระบายน้ำทิ้ง และเมื่อเวอร์ท่อนมาถึงระดับน้ำต่ำสุดแล้ว ก็จะถูกมอเตอร์ดึงเวอร์ทขึ้นให้กลับไปอยู่ตำแหน่งเดิม และเตรียมพร้อมในการรับน้ำเสียเข้าระบบในรอบต่อไป จากผลการทดลองพบว่าค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในน้ำออกจะมีค่าใกล้เคียงกับที่วัดได้ในดังปฏิบัติการส่วนที่ 3 ในปลายช่วง FS

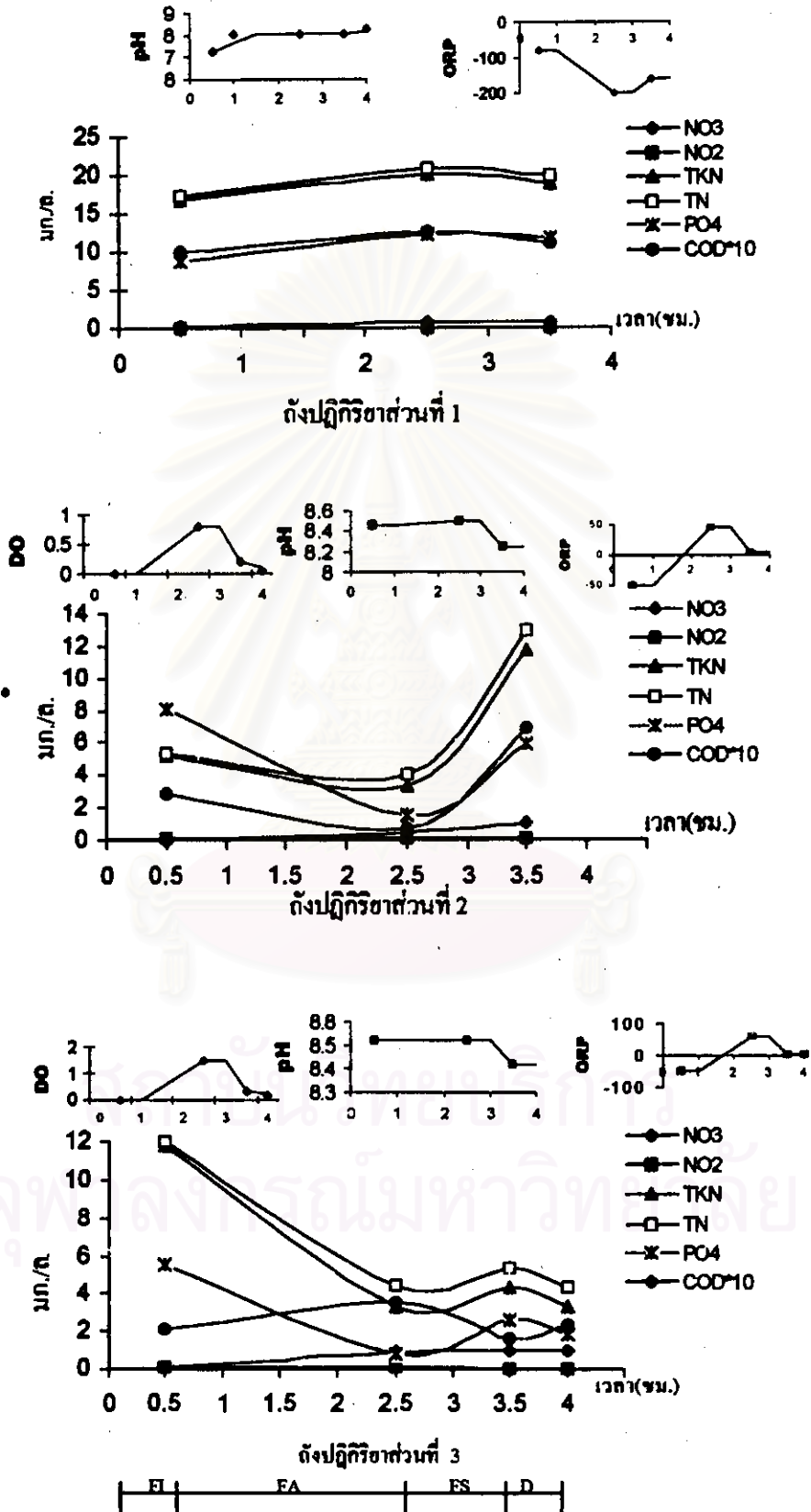
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



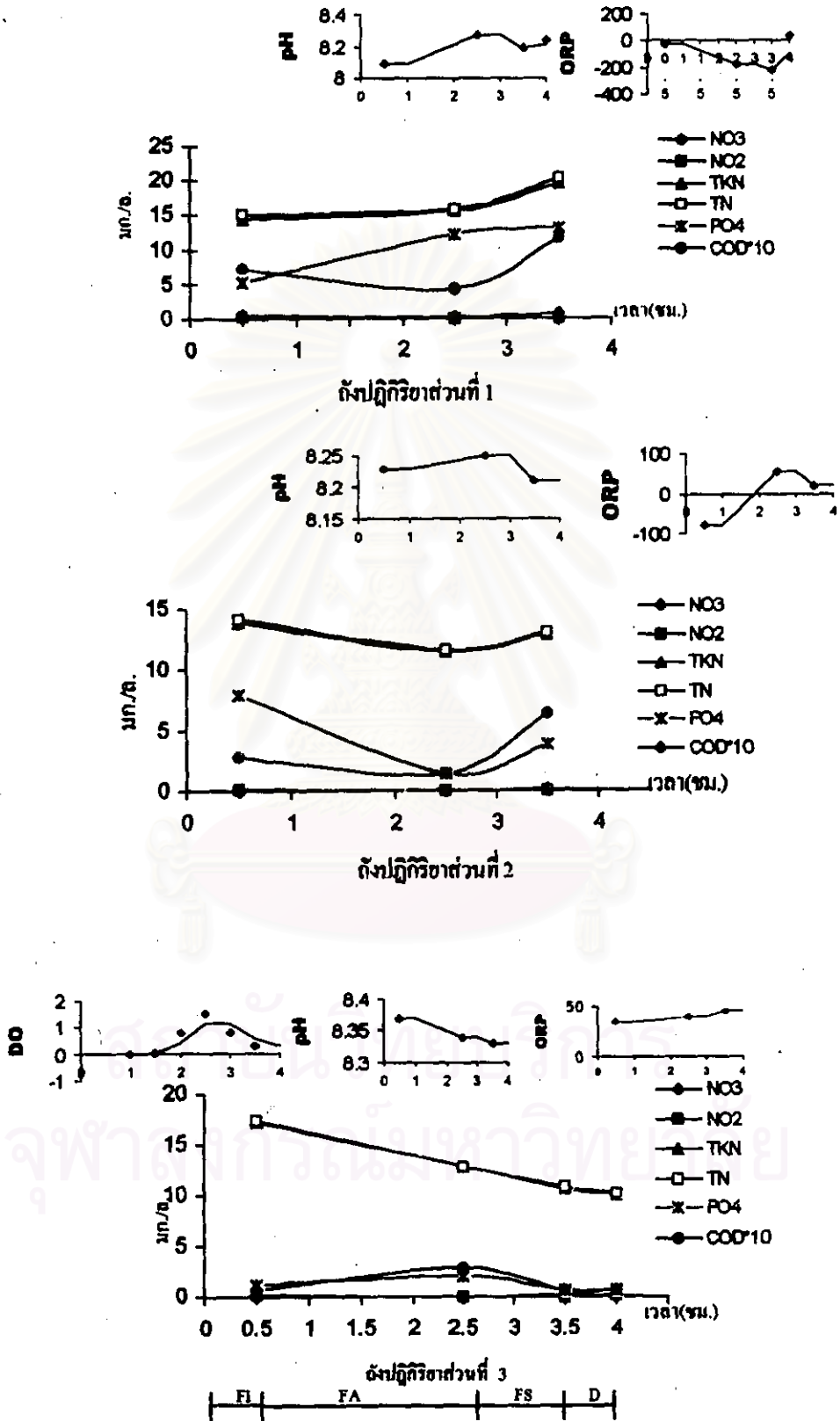
รูปที่ 4.8 กราฟผลการทดลองที่วัฏจักรการทำงาน 4 ชม./รอบ อาตุตะคอน 5 วัน



รูปที่ 4.9 กราฟผลการทดลองที่วัดกิจกรรมการทำงาน 4 ชม./รอบ อาศัยตะกอน 10 วัน



รูปที่ 4.10 กราฟผลการทดลองที่วัดอัตราการทำงาน 4 ชม./รอบ อาทิตย์ก่อน 16 วัน



รูปที่ 4.11 กราฟผลการทดลองที่วัดอัตราการผ่านาน 4 ชม./รอบ อายุตะกอน 25 วัน

4.2.6.2 วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ

ที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ ประกอบด้วยขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย ดังนี้ ช่วงเดิมน้ำเสีย (FI) เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง ช่วงเดิมน้ำเสีย-เดิมาากาศ (FA) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ช่วงเดิมน้ำเสีย-ตกตะกอน (FS) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และช่วงระบายน้ำเสียทิ้ง (D) เป็นเวลา 0.5 ชั่วโมง จากการติดตามค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากรูปที่ 4.12-4.15 โดยแยกพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ภายในถังปฏิริยาทั้ง 3 ส่วน ดังนี้

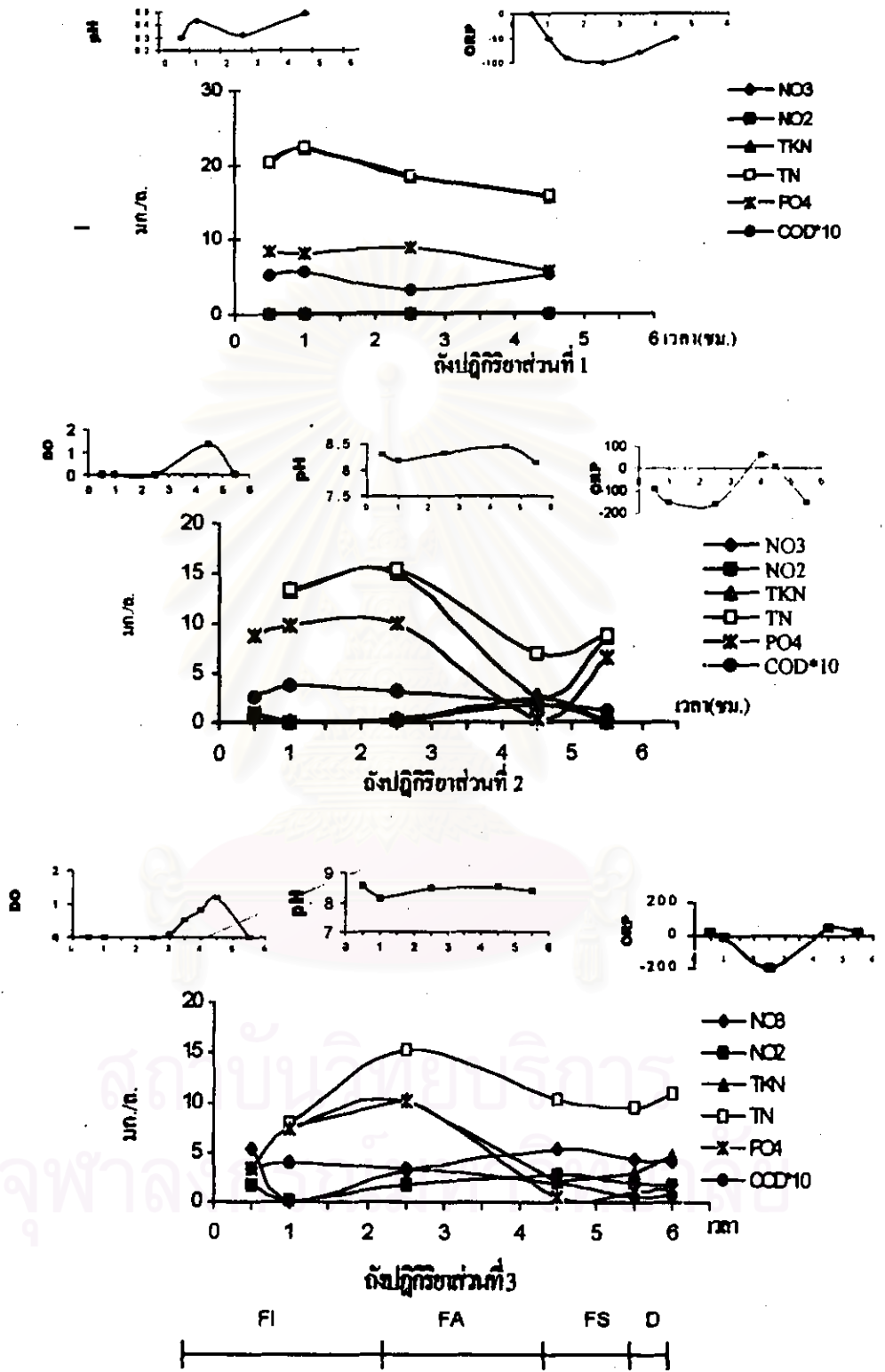
- ถังปฏิริยาส่วนที่ 1 จะมีค่าไออาร์ที่คิดลบอยู่ตลอดช่วงการทำงาน แสดงว่าภายในถังปฏิริยามีสภาพแอนแอโรบิก การคายฟอสฟอรัสจะเกิดขึ้นในช่วงนี้ สังเกตจากกราฟของฟอสฟอรัสจะมีค่าสูงอยู่ตลอดช่วงการทำงาน และเมื่อค่าอายุตะกอนเพิ่มขึ้นระบบก็จะมี การคายฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้น จากกราฟที่ 4.14 พบว่า ที่ค่าอายุตะกอน 16 วัน ค่าฟอสฟอรัสของระบบที่ระยะเวลา 4.5 ชั่วโมง จะตกเมื่อมีการเวียนกลับตะกอนจากถังปฏิริยาส่วนที่ 3 เนื่องจากมีปริมาณไนเตรตเกิดขึ้นภายในถังปฏิริยาส่วนนี้มากกว่า 5 มก./ล. ซึ่งมากกว่าปริมาณไนเตรตที่เกิดที่ค่าอายุตะกอนอื่น ๆ ทำให้มีผลกระทบต่อ การคายฟอสฟอรัสภายในถังปฏิริยาส่วนนี้ อย่างไรก็ตามระบบยังมีค่าฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งต่ำกว่า 1 มก./ล. เนื่องจากการอีกระยะเวลาในการรับน้ำเสียจะทำให้เกิดการคายฟอสฟอรัสในถังปฏิริยาส่วนที่ 2 และ 3 เพิ่มมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงค่าไนโตรเจนทั้งหมด (ทีเคเอ็น+ไนโตรค์+ไนเตรค) จะมีค่าน้อยมากเนื่องจากไม่มีค่าจัดไนโตรเจนโดยไนครีทีเคชันภายในถังปฏิริยาส่วนนี้ ค่าไนโตรค์และไนเตรคจะมีค่าใกล้ศูนย์ เนื่องจากเกิดคิไนครีทีเคชันในช่วงต้นถังปฏิริยาดังกล่าว การกำจัดซีโอไซด์จะเกิดในถังปฏิริยาส่วนที่นี้ เนื่องจากการดูดซึมสารอาหารเข้าสู่เซลล์เพื่อสะสมเป็นอาหารสำรองในรูปพืเออซี (Satoh และคณะ, 1992) สังเกตจากกราฟที่มีค่าซีโอไซด์ลดลงเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการคายฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น

- ถังปฏิริยาส่วนที่ 2 และ 3 ปฏิริยาการคายฟอสฟอรัสสามารถเกิดภายในชั้นตะกอน (Goronszy, 1994) ในช่วง FI จากกราฟที่ 4.12-4.15 ระบบจะคายฟอสฟอรัสสูงสุดที่ระยะเวลา 2.5 ชั่วโมง เมื่อค่าอายุตะกอนเพิ่มมากขึ้นการคายฟอสฟอรัสก็จะมีค่ามากขึ้น เนื่องจากมีการสะสมตัวของแบคทีเรียพวกโพลี-พี มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างกราฟไออาร์พีและการคายฟอสฟอรัสพบว่า เมื่อค่าไออาร์พีคิดลบมากขึ้นระบบจะมีการคายฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้น

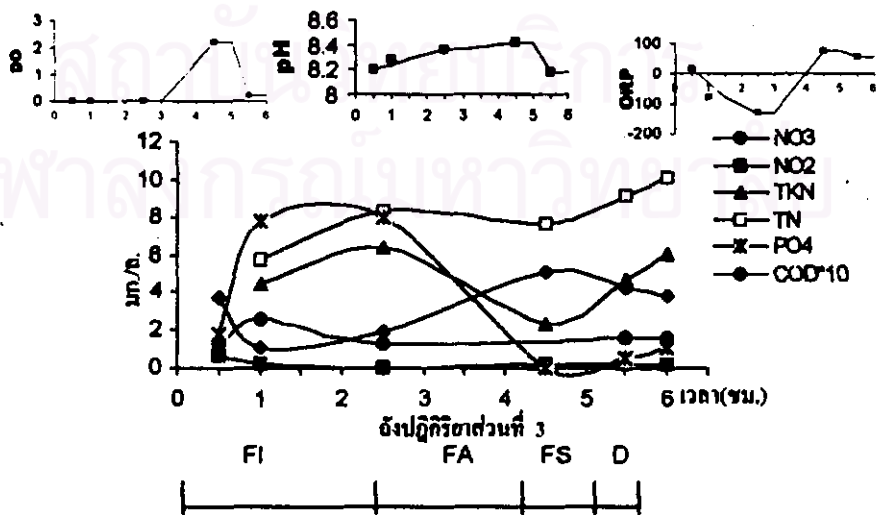
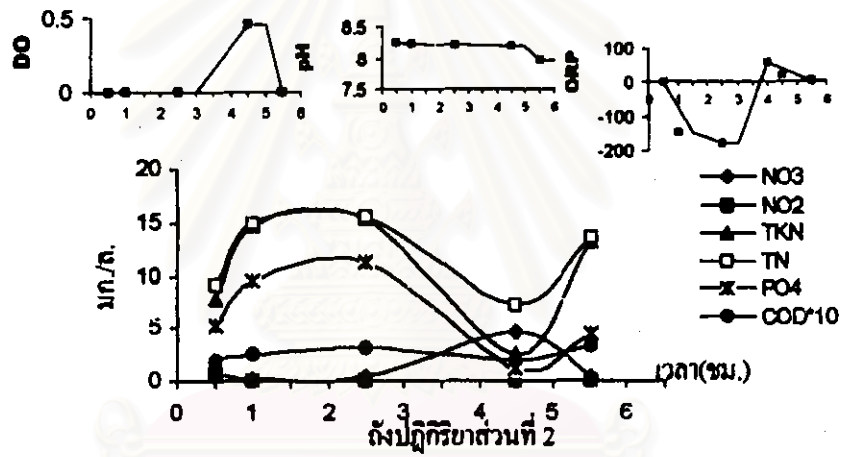
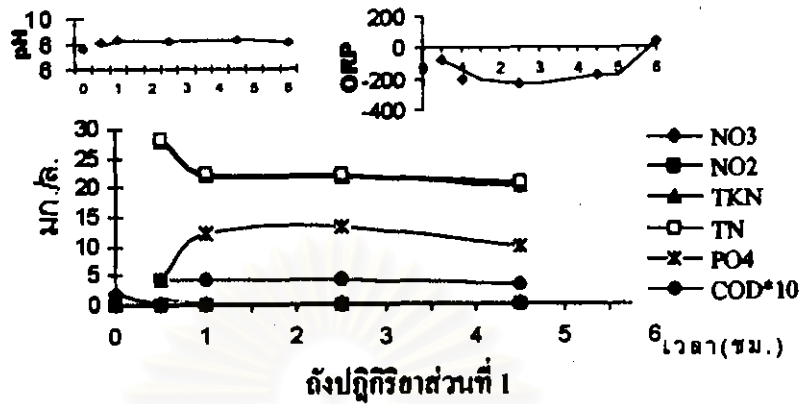
ช่วงที่มีการเติมอากาศพร้อมกับการเติมน้ำเสียเข้าระบบ (FA) ที่
 วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ มีอัตราส่วนการเติมอากาศเท่ากับ 0.33 เท่าของระยะเวลาในการ
 ป่าบักน้ำเสีย การกำจัดฟอสฟอรัสจะเกิดขึ้นในถังปฏิกริยาส่วนที่ 2 และ 3 โดยปฏิกริยาการจับใช้
 ฟอสฟอรัสอย่างมากเกินพอ การรักษาระดับออกซิเจนละลายน้ำและโออาร์พีคังเช่นที่วัฏจักร 4
 ชม./รอบ ทำให้ระบบสามารถกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสได้ดี แต่พบว่าค่าไนเตรดในน้ำออก
 ยังมีค่าสูงอยู่ เนื่องการควบคุมและติดตามค่าออกซิเจนละลายน้ำและค่าโออาร์พีอย่างใกล้ชิดใน
 ทุกรอบของการทำงานเป็นไปได้ยาก และการถูกรอบในการทำงานของระบบลงจาก 6 รอบ/วัน
 (วัฏจักร 4 ชม./รอบ) เป็น 4 ชม./วัน (วัฏจักร 6 ชม./รอบ) ทำให้การหมุนเวียนสลัดจ์ที่ผ่านการ
 เติมอากาศแล้วในถังปฏิกริยาส่วนที่ 3 เข้าภายในถังปฏิกริยาส่วนที่ 1 ถดถอง การกำจัดไนเตรดของ
 ระบบจึงถดถอง และเมื่อระบบมีค่าอายุตะกอนเพิ่มมากขึ้นก็จะยังมีปริมาณไนเตรดในน้ำออกเพิ่มขึ้น
 เนื่องจากระบบมีการสะสมตัวของแบคทีเรียพวกไนคริฟายเพิ่มมากขึ้น ทำให้ระบบเกิด
 ไนคริฟิเคชันมากขึ้น

ช่วงที่ปล่อยให้มีการตกตะกอน (FS) โดยในช่วงนี้จะมีการเติมน้ำเสีย
 เข้าระบบและการเวินกดับตะกอนจากถังปฏิกริยาส่วนที่ 3 อยู่ตลอดเวลา พบว่าภายในถังปฏิกริยา
 ส่วนที่ 2 ค่าความเข้มข้นของค่าซีไอดี ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เพิ่มขึ้น คล้ายกับที่วัฏจักรการ
 ทำงาน 4 ชม./รอบ แต่ที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ ซึ่งมีอัตราการป้อนน้ำเสียเท่ากับ 0.91
 ลิตร/ชั่วโมง จึงมีระยะเวลาที่เก็บภายในถังปฏิกริยาส่วนที่ 2 เท่ากับ 1.54 ชั่วโมง ซึ่งเพียงพอใน
 การรับภาระทางรสชาติของระบบ

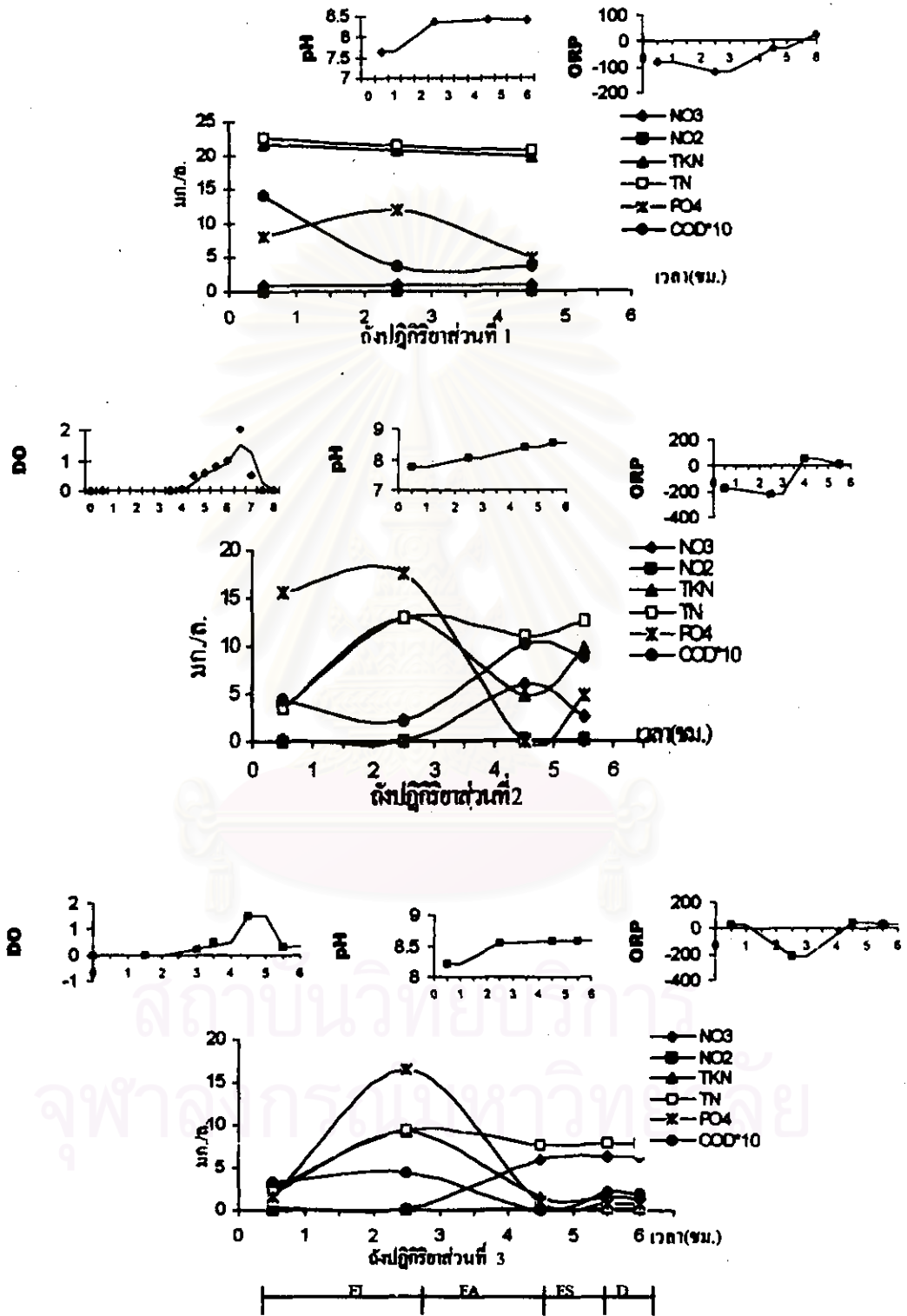
ช่วงระบายน้ำใสทิ้ง (D) จะมีขั้นตอนการทำงานคล้ายคลึงกับที่วัฏจักร
 การทำงาน 4 ชม./รอบ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของน้ำออกก็จะมีค่าใกล้เคียงกับที่วัดได้ในถังปฏิกริยา
 ส่วนที่ 3 ในปลายช่วง FS



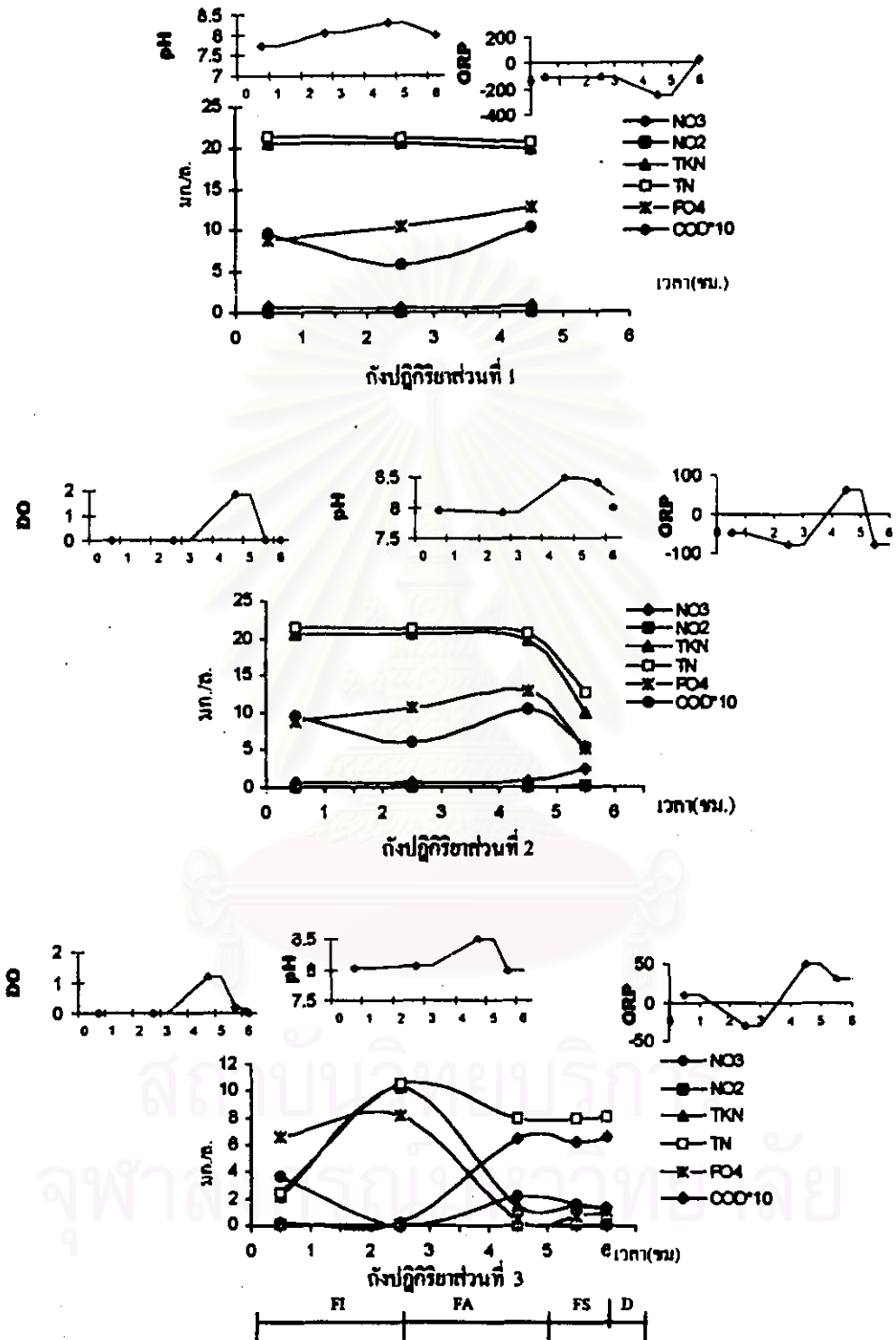
รูปที่ 4.12 กราฟผลการทดลองที่วิจัยการทำงาน 6 ชม./รอบ อายุตะกอน 5 วัน



รูปที่ 4.13 กราฟผลการทดลองที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ อาทิตย์ก่อน 10 วัน



รูปที่ 4.14 กราฟผลการทดลองที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ อาวุธตะกอน 16 วัน



รูปที่ 4.15 กราฟผลการทดลองที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ อายุตะกอน 25 วัน

4.2.6.3 วัฏจักรการทำงาน 8 ชม./รอบ

ที่วัฏจักรการทำงาน 8 ชม./รอบ ประกอบด้วยขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย ดังนี้ ช่วงเดิมน้ำเสีย (FI) เป็นเวลา 3.5 ชั่วโมง ช่วงเดิมน้ำเสีย-เดิมาากาศ (FA) เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ช่วงเดิมน้ำเสีย-ตกตะกอน (FS) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และช่วงระบายน้ำเสียทิ้ง (D) เป็นเวลา 0.5 ชั่วโมง จากการติดตามค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากรูปที่ 4.16-4.19 โดยแยกพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ภายในดังปฏิกิริยาทั้ง 3 ส่วน ดังนี้

- ถึงปฏิกิริยาส่วนที่ 1 จะมีการคายฟอสฟอรัสมากกว่าที่วัฏจักรการทำงาน 4 และ 6 ชม./รอบ และจะมีค่าสูงสุดที่ระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสีย 3.5 ชั่วโมง การเปลี่ยนแปลงค่าที่เคเอ็นจะมีค่าน้อยมาก เนื่องจากไม่มีกำจัดไนโตรเจนโดยไนตริฟิเคชันภายในดังปฏิกิริยาส่วนนี้ ค่าไนโตรเจนและไนเตรตจะมีค่าใกล้เคียงศูนย์ เนื่องจากเกิดดีไนตริฟิเคชันในช่วงต้นดังปฏิกิริยาดังกล่าว การกำจัดซีโอไซด์จะเกิดในดังปฏิกิริยาส่วนที่นี้ เนื่องจากการดูดซับสารอาหารเข้าสู่เซลล์เพื่อสะสมเป็นอาหารสำรองในรูปฟอสเฟต (Saeob และคณะ, 1992) และเมื่อระบบมีการคายฟอสฟอรัสมากค่าซีโอไซด์จะถูกดูดซับมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.18 ที่ค่าอายุตะกอน 16 วัน จะเห็นได้ชัดว่าการเปลี่ยนแปลงค่าซีโอไซด์จะแปรผกผันกับการเปลี่ยนแปลงค่าฟอสฟอรัส

- ถึงปฏิกิริยาส่วนที่ 2 และ 3 ปฏิกิริยาการคายฟอสฟอรัสสามารถเกิดภายในชั้นตะกอน (Goronszy, 1994) ในช่วง FI จากกราฟที่ 4.16-4.19 ระบบจะมีการคายฟอสฟอรัสภายในดังปฏิกิริยาส่วนนี้มากกว่าที่วัฏจักรการทำงาน 4 และ 6 ชม./รอบ เนื่องจากระบบมีระยะเวลาการหยุดเดิมาากาศในช่วง FI มากกว่า ระบบจึงสามารถสะสมกรดอินทรีย์ระเหยง่ายมากกว่าจึงเกิดการคายฟอสฟอรัสมากกว่า ระบบจะมีการคายฟอสฟอรัสสูงสุดที่ระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสีย 3.5 ชั่วโมง และเมื่อค่าอายุตะกอนเพิ่มมากขึ้นระบบจะมีการคายฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการสะสมตัวของแบคทีเรียพวกโพลี-พี มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างกราฟโออาร์ที และการคายฟอสฟอรัสพบว่าเมื่อค่าโออาร์ทีติดลบมากขึ้นระบบจะมีการคายฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้น

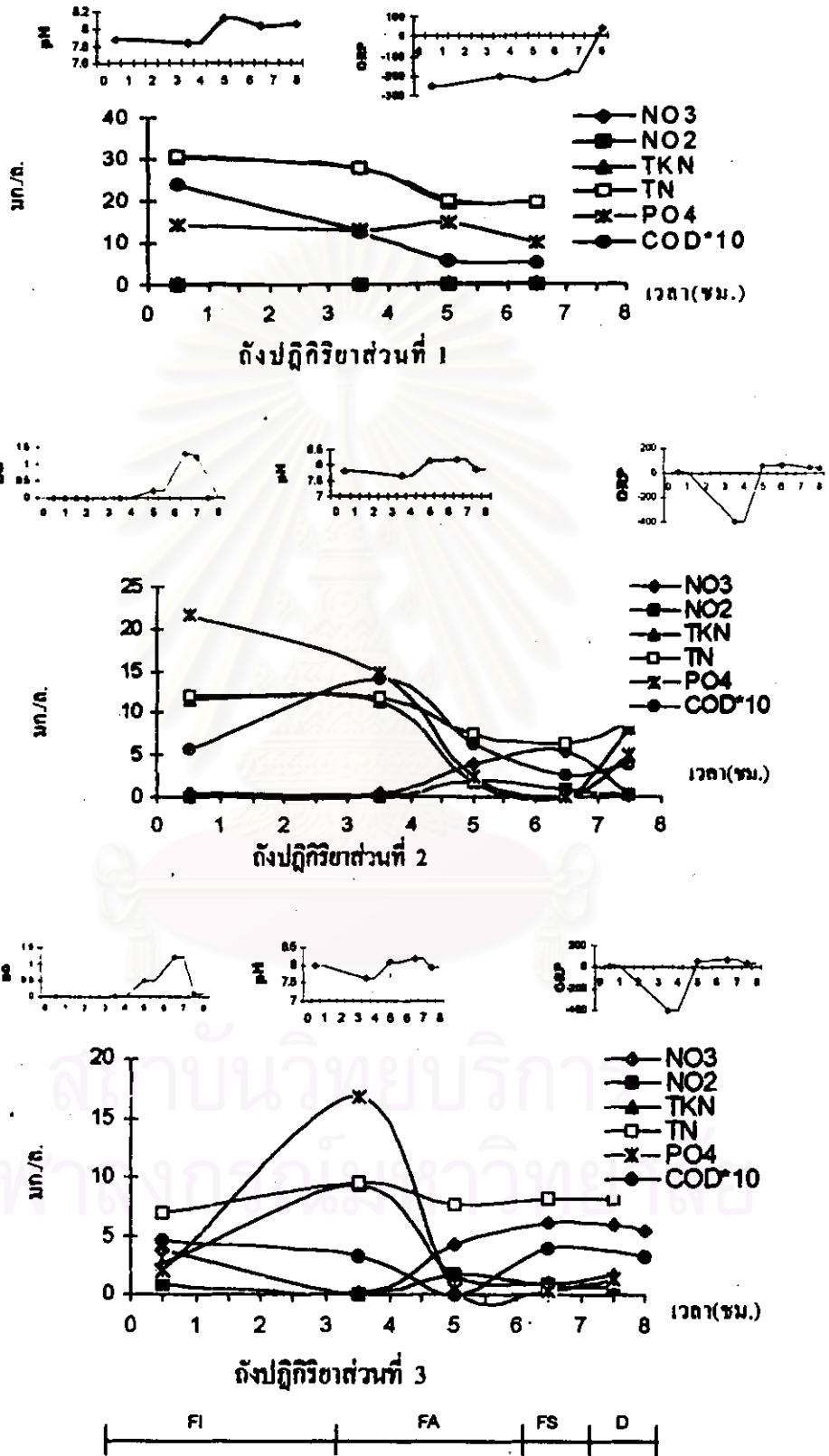
ช่วงที่มีการเดิมาากาศพร้อมกับการเดิมน้ำเสียเข้าระบบ (FA) ที่วัฏจักรการทำงาน 6 ชม./รอบ มีอัตราส่วนการเดิมาอากาศเท่ากับ 0.40 เท่าของระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสีย การจับใช้ฟอสฟอรัสจะเกิดขึ้นในดังปฏิกิริยาส่วนที่ 2 และ 3 ขณะที่มีการเดิมาอากาศโดยจะมีค่ามากขึ้นเมื่อระบบมีการคายฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น ค่าไนเตรตในน้ำออกมีค่าสูงกว่าที่วัฏจักร

การทำงาน 4 และ 6 ชม./รอบ ตามลำดับ เนื่องการควบคุมและติดตามค่าออกซิเจนละลายน้ำและค่าไออาร์ทีอย่างใกล้ชิดในทุกรอบของการทำงานเป็นไปได้ยาก และเมื่อระบบมีวัฏจักรการทำงาน 8 ชม./รอบ จะทำให้ลดรอบในการทำงานของระบบเป็น 3 รอบ/วัน ทำให้การหมุนเวียนสัปดาห์ที่ผ่านการเติมอากาศแล้วในถังปฏิริยาส่วนที่ 3 เข้าภายในถังปฏิริยาส่วนที่ 1 ลดลง การกำจัดไนเตรดของระบบจึงลดลง และเมื่อระบบมีค่าออกซิเจนเพิ่มขึ้นก็จะยังมีปริมาณไนเตรดในน้ำออกเพิ่มขึ้น เนื่องจากระบบมีการสะสมตัวของแบคทีเรียพวกไนคริฟายเพิ่มมากขึ้น ทำให้ระบบเกิดไนคริฟเคชันมากขึ้น

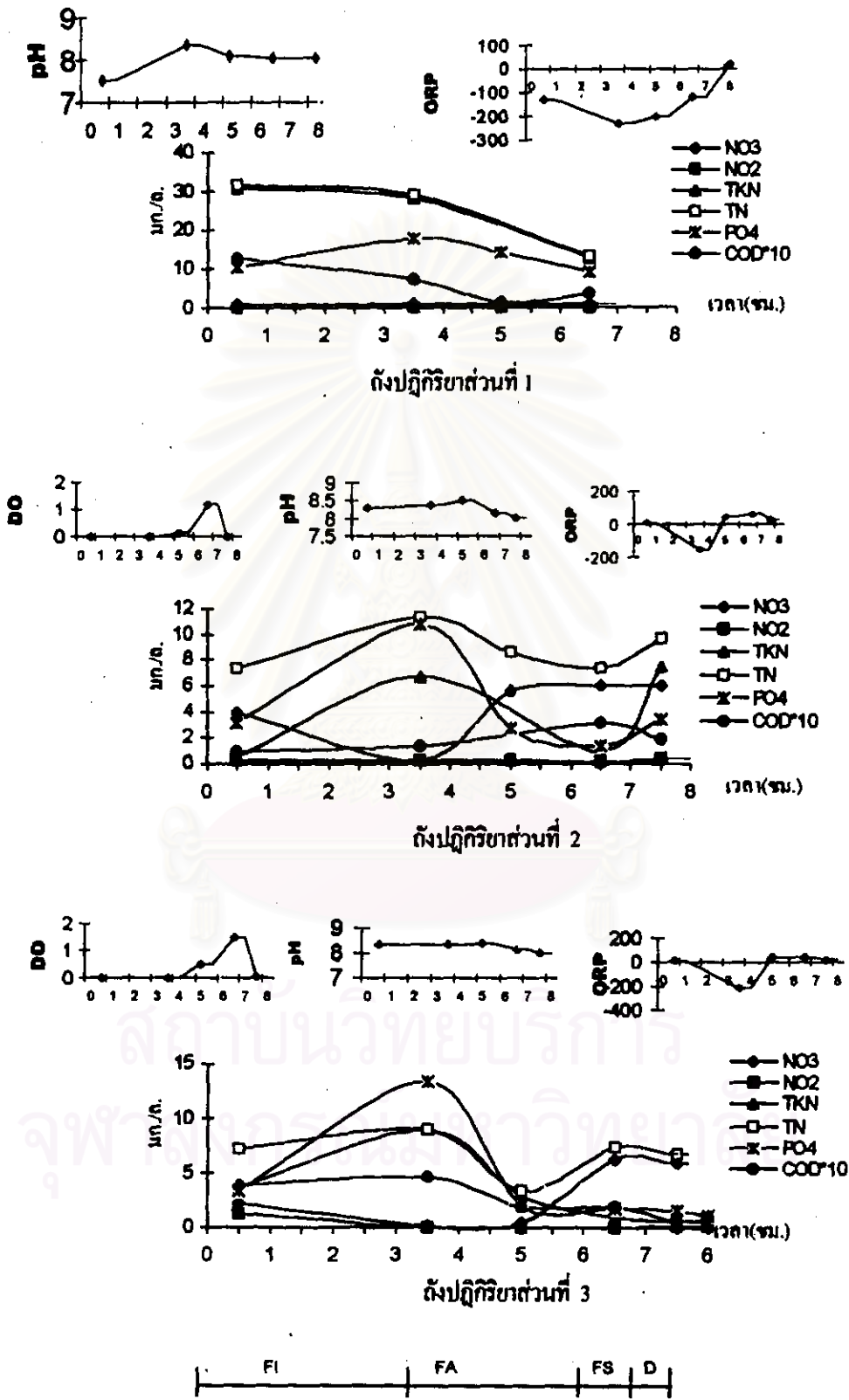
ช่วงที่ปล่อยให้มีการตกตะกอน (FS) โคใน ช่วงนี้จะมีการเติมน้ำเสียเข้าระบบและการเวียนกลับตะกอนจากถังปฏิริยาส่วนที่ 3 อยู่ตลอดเวลา พบว่าภายในถังปฏิริยาส่วนที่ 2 ค่าความเข้มข้นของค่าซีไอดี ในโตรเจน และฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น คล้ายกับที่วัฏจักรการทำงาน 4 และ 6 ชม./รอบ แต่ที่วัฏจักรการทำงาน 8 ชม./รอบ ซึ่งมีอัตราการป้อนน้ำเสียเท่ากับ 0.67 ลิตร/ชั่วโมง จึงมีระยะเวลาตกเก็บภายในถังปฏิริยาส่วนที่ 2 เท่ากับ 2.09 ชั่วโมง ซึ่งเพียงพอในการรับภาระทางลดสาตรของระบบ ดังนั้นเมื่อวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ภายในถังปฏิริยาส่วนที่ 3 จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้ในปลายช่วงเติมอากาศ (FA)

ช่วงระบายน้ำเสียทิ้ง (D) จะมีขั้นตอนการทำงานคล้ายคลึงกับที่วัฏจักรการทำงาน 4 และ 6 ชม./รอบ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของน้ำออกมีค่าใกล้เคียงกับที่วัดได้ในถังปฏิริยาส่วนที่ 3 ในปลายช่วงตกตะกอน (FS) ดังนั้นการเติมน้ำเสียเข้าระบบในช่วงการตกตะกอนจึงไม่ทำให้ระบบมีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพิ่มขึ้น ระบบจึงสามารถรับน้ำเสียแบบกึ่งต่อเนื่องได้ ซึ่งจะเป็นข้อได้เปรียบเมื่อเทียบกับระบบเอสบีอาร์โดยทั่วไป

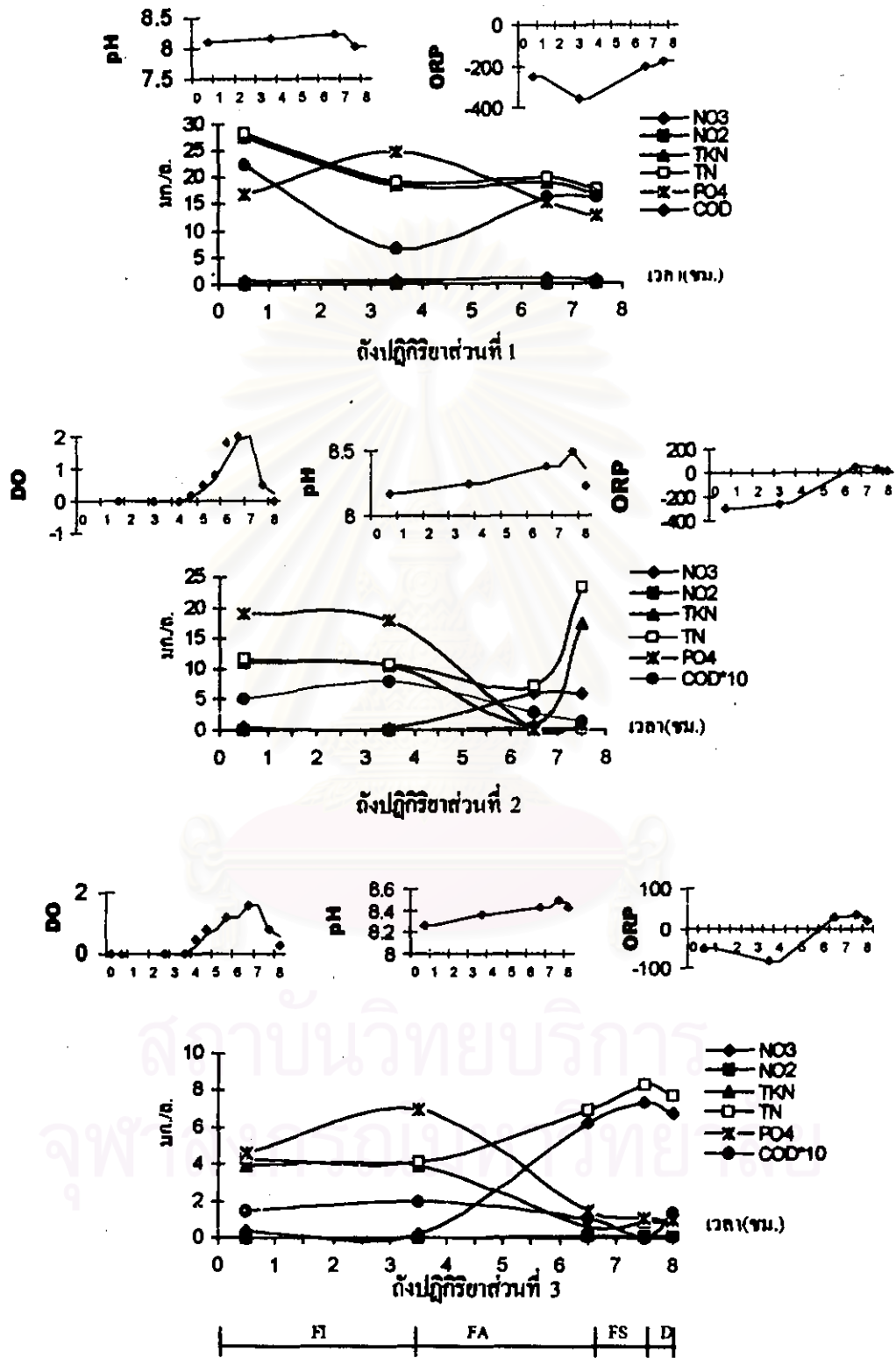
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



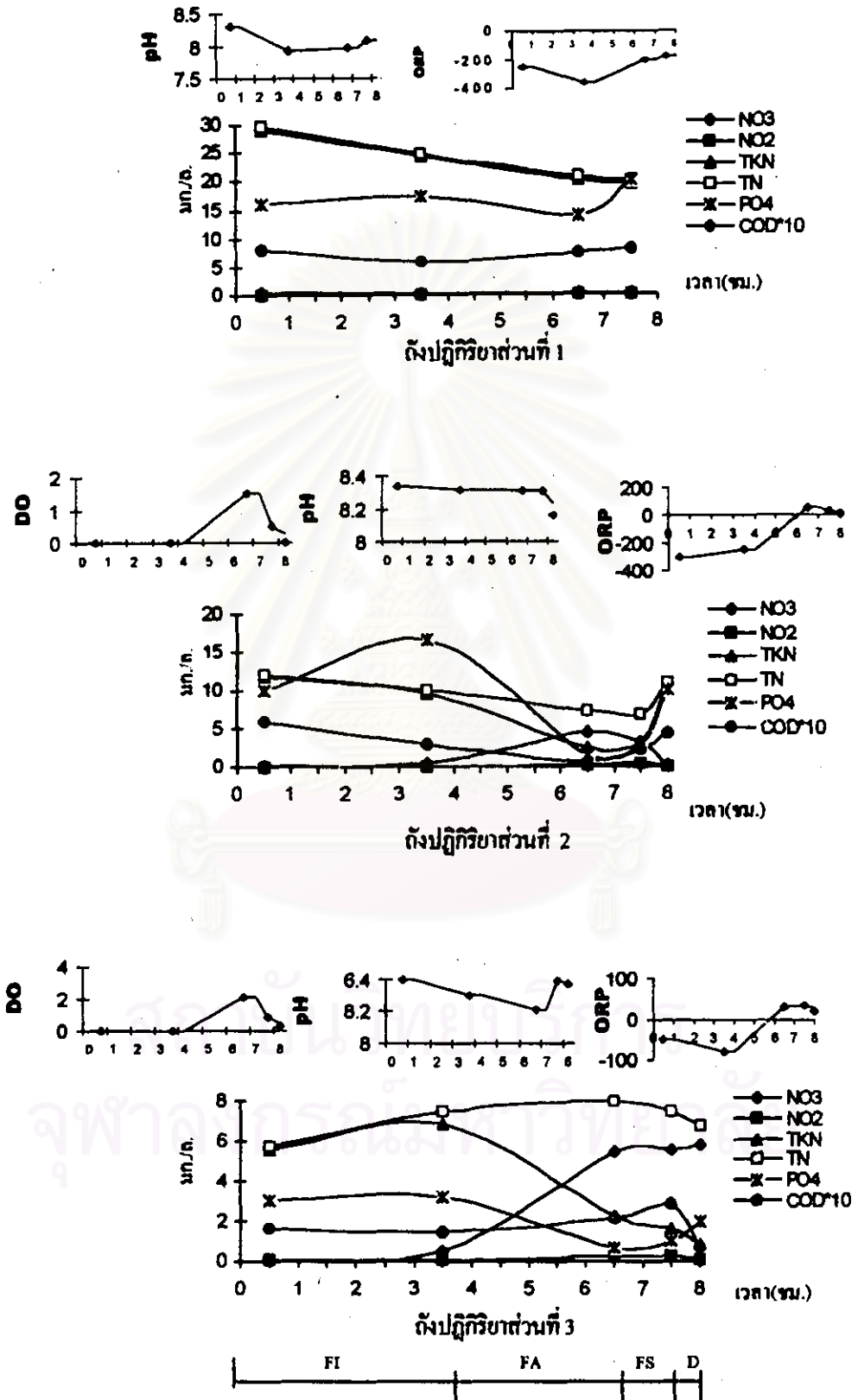
รูปที่ 4.16 กราฟผลการทดลองที่วัฏจักรการทำงาน 8 ชม./รอบ อาศัยตะกอน 5 วัน



รูปที่ 4.17 กราฟผลการทดลองที่วัดอัตราการทำงาน 8 ชม./รอบ อาตุตะก่อน 10 วัน



รูปที่ 4.18 กราฟผลการทดลองที่วัฏจักรการทำงาน 8 ชม./รอบ อาชุดะกอน 16 วัน



รูปที่ 4.19 กราฟผลการทดลองที่วัฏจักรการทำงาน 8 ชม./รอบ อายุตะกอน 25 วัน