

บทที่ 4

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากฟาร์มสุกร ศูนย์พัฒนาและวิจัยการเกษตร แม่เหิยะ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คอกสุกรของศูนย์พัฒนาและวิจัยการเกษตรแม่เหิยะ มีขนาดพื้นที่ประมาณ 400 ตารางเมตรและมีสุกรอยู่ 200 ตัว โดยน้ำเสียที่เกิดจากคอกสุกรถูกรวบรวมให้ไหลไปตามท่อ และวางระบายคอนกรีตสู่บ่อดักตะกอนชั้นต้น ซึ่งน้ำเสียที่ผ่านบ่อดักตะกอนนี้เป็นน้ำเสียที่นำมาใช้ในการทดลอง และในการไปเก็บน้ำเสียแต่ละครั้ง มีการนำน้ำนั้นมาวิเคราะห์ เพื่อให้ทราบถึงอัตราส่วนการเจือจาง รวมทั้งความเข้มข้นของสารอาหารเช่น ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส จากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียจำนวน 15 ตัวอย่าง ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2543 พบว่ามีลักษณะสมบัติดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากฟาร์มสุกร ศูนย์พัฒนาและวิจัยการเกษตรแม่เหิยะ
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตัวแปร	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
BOD	860-2613 มก./ล.	2103 มก./ล.	± 467 มก./ล.
FCOD	1220-1875 มก./ล.	1550 มก./ล.	± 223 มก./ล.
pH	6.74-7.41	7.23	± 0.18
ORG-N & NH ₃ -N	245-630 มก./ล.	514 มก./ล.	± 119 มก./ล.
TP	75-270 มก./ล.	185 มก./ล.	± 61.8 มก./ล.

จากตารางที่ 4.1 เห็นได้ว่า ค่า FCOD ของน้ำเสียที่ผ่านการตกตะกอนชั้นต้นมาแล้วมีค่าอยู่ระหว่าง 1220-1875 มก./ล. โดยมีค่าเฉลี่ย 1550 มก./ล. และ BOD มีค่าอยู่ระหว่าง 860-2613 มก./ล. โดยมีค่าเฉลี่ย 2103 มก./ล. ซึ่งอัตราส่วนระหว่าง FCOD ต่อ BOD มีค่าประมาณ 0.77 ส่วนค่าพีเอชของน้ำเสียที่เก็บมาอยู่ระหว่าง 6.74-7.41 โดยมีค่าเฉลี่ย 7.23 รวมไปถึงมีสารอาหารอื่นได้แก่ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสอยู่ในปริมาณที่สูงด้วย ซึ่งเมื่อนำค่าที่ได้เหล่านี้ไปหาอัตราส่วนระหว่าง BOD:N:P พบว่ามีค่าประมาณ 100:25:10 และเมื่อนำน้ำเสียที่เก็บมานี้ไปเจือจางด้วยน้ำสะอาดให้มีค่า FCOD ประมาณ 300 มก./ล. เพื่อใช้ในการทดลอง พบว่าอัตราส่วนระหว่าง BOD:N:P ยังคงมีค่าใกล้เคียงกับน้ำเสียที่ยังไม่ได้ผ่านการเจือจาง ซึ่งเมื่อพิจารณา

ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากฟาร์มสุกรนี้แล้วพบว่า มีปริมาณสารอินทรีย์และสารอาหารอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบที่มีการใช้อากาศกล่าวคือ มีอัตราส่วนของ BOD:N:P เท่ากับ 100:5:1 (Metcalf and Eddy, 1991)

4.2 สมรรถนะในการบำบัดน้ำเสียของระบบที่ทำการศึกษา

การศึกษสมรรถนะในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรโดยกระบวนการตะกอนแขวนที่มีอากาศเป็นจังหวะ เปรียบเทียบกับระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลา ดำเนินการในช่วงระยะเวลา 10 วันหลังจากที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว โดยการเข้าสู่สภาวะคงตัวนั้นพิจารณาจากค่า FCOD ในน้ำผ่านการบำบัดที่ออกจากระบบและค่าตะกอนแขวนลอยทั้งหมดในระบบว่ามีค่าค่อนข้างคงที่ รวมถึงทำการควบคุมระบบโดยใช้ระยะเวลาอย่างน้อย 2 เท่าของค่าอายุตะกอนที่ทำการศึกษา ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองภายหลังจากที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวสามารถแบ่งออกได้เป็นหัวข้อต่าง ๆ สำหรับแสดงและวิเคราะห์ผลได้ดังต่อไปนี้

4.2.1 คุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดและประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ละลายน้ำของระบบ

4.2.1.1 ระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลา

ค่า FCOD ของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลาสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.2 ซึ่งเห็นได้ว่าค่า FCOD ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 311-318 มก./ล. ซึ่งภายหลังจากการบำบัดมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 38.2 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัดเท่ากับ 88.0 % ที่อายุตะกอน 15.4 วัน ส่วนค่า FCOD สูงสุดของน้ำเสียผ่านการบำบัดมีค่าเท่ากับ 66.4 มก./ล. มีค่าประสิทธิภาพของการบำบัด 78.6 % ที่ค่าอายุตะกอน 3.5 วัน และค่า TCOD ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 480-496 มก./ล. ซึ่งภายหลังจากการบำบัดมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 79.2 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัดเท่ากับ 84.0 % ที่อายุตะกอน 15.4 วัน ส่วนค่า TCOD สูงสุดของน้ำผ่านการบำบัดแล้วมีค่าเท่ากับ 97.2 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพของการบำบัด 80.2 % ที่ค่าอายุตะกอน 3.5 วัน จากข้อมูลดังกล่าวเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของการบำบัดสารอินทรีย์ในรูป FCOD และ TCOD มีค่าสูงขึ้นตามค่าอายุตะกอน และเมื่อพิจารณาค่า TCOD เฉลี่ยของน้ำผ่านการบำบัดแล้วในช่วงอายุตะกอน 3.5-15.4 วัน มีค่าเท่ากับ 89.5 มก./ล. ซึ่งมีค่าสูงกว่า FCOD ของน้ำผ่านการบำบัด สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากเกิดตะกอนแขวนลอยปนออกมากับน้ำผ่านการบำบัด โดยตะกอนแขวนลอยนี้มีค่าเฉลี่ย

37.8 มก./ล. แต่อย่างไรก็ตามค่า TCOD ในน้ำผ่านการบำบัดยังมีค่าเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนคือมีค่าไม่เกิน 100 มก./ล. (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2535)

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ในรูปของFCOD และ TCOD ที่อายุตะกอนและช่วงการเติมอากาศแตกต่างกัน

ช่วงการเติม- นุ้ดเติมอากาศ (ชม.-ชม.)	ปริมาณอากาศ ที่ลดลง (%)	อายุ ตะกอน (วัน)	FCOD			TCOD		
			น้ำเข้า (มก./ล.)	น้ำออก (มก./ล.)	ประสิทธิภาพ การบำบัด FCOD (%)	น้ำเข้า (มก./ล.)	น้ำออก (มก./ล.)	ประสิทธิภาพ ของการบำบัด TCOD (%)
3-0	0	3.5	311	66.4	78.6	491	97.2	80.2
		7.5	311	63.2	79.6	491	91.9	81.3
		11.2	316	47.3	85.0	480	89.8	81.3
		15.4	318	38.2	88.0	496	79.2	84.0
3-1	25	3.9	311	61.6	80.2	491	94.4	80.8
		7.8	311	61.0	80.4	491	89.9	81.7
		11.1	316	46.4	85.3	480	89.5	82.2
		14.5	318	36.4	88.2	496	86.1	84.7
4-2	33	3.9	311	58.4	81.2	491	88.0	82.5
		7.8	311	56.9	81.7	491	86.4	82.4
		11.9	316	40.7	87.1	480	82.1	82.9
		15.1	318	34.4	89.2	496	72.5	85.4
3-3	50	4.1	311	54.8	82.4	491	87.6	82.2
		8.2	311	53.3	82.8	491	82.8	83.1
		12.5	316	38.8	87.9	480	79.2	83.5
		15.9	318	29.4	90.2	496	61.5	87.6

4.2.1.2 ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-1 ชั่วโมง-ชั่วโมง

ค่า FCOD ของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบที่มีการเติมอากาศแบบ 3-1 ชั่วโมง-ชั่วโมงสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.2 ซึ่งเห็นได้ว่าค่า FCOD ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 311- 318 มก./ล. ซึ่งภายหลังจากการบำบัดมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 36.4 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัดเท่ากับ 88.2 % ที่อายุตะกอน 14.5 วัน ส่วนค่า FCOD สูงสุดของน้ำผ่านการบำบัดมีค่าเท่ากับ 61.6 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัด 80.2 % ที่ค่าอายุตะกอน 3.9 วัน และค่า TCOD ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 480-496 มก./ล. ซึ่งภายหลังจากการบำบัดมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 61.5 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพของการบำบัดเท่ากับ 84.7 % ที่อายุตะกอน 15.4 วัน ส่วนค่า TCOD สูงสุดของน้ำผ่านการบำบัดแล้วมีค่าเท่ากับ 94.4 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัด 80.8 % ที่ค่าอายุตะกอน 3.9 วัน จากข้อมูลดังกล่าว

เห็นได้ว่าประสิทธิภาพของการบำบัดสารอินทรีย์ในรูป FCOD และ TCOD ในระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-1 ชั่วโมง-ชั่วโมงมีค่าสูงขึ้นตามค่าอายุตะกอน และเมื่อพิจารณาค่า TCOD เฉลี่ยของน้ำผ่านการบำบัดแล้วในช่วงอายุตะกอน 3.9-14.5 วัน มีค่าเท่ากับ 90 มก./ล. ซึ่งสูงกว่า FCOD ของน้ำผ่านการบำบัด สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากเกิดตะกอนแขวนลอยปนออกมากับน้ำผ่านการบำบัด โดยตะกอนแขวนลอยนี้มีค่าเฉลี่ย 26.2 มก./ล. แต่อย่างไรก็ตามแล้วพบว่าค่า TCOD ในน้ำผ่านการบำบัดเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนคือมีค่าไม่เกิน 100 มก./ล. (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2535)

4.2.1.3 ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 4-2 ชั่วโมง-ชั่วโมง

ค่า FCOD ของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 4-2 ชั่วโมง-ชั่วโมงสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.2 ซึ่งเห็นได้ว่าค่า FCOD ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 311-318 มก./ล. ซึ่งภายหลังจากการบำบัดมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 34.4 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัดเท่ากับ 89.2 % ที่อายุตะกอน 15.1 วัน ส่วนค่า FCOD สูงสุดของน้ำผ่านการบำบัดมีค่าเท่ากับ 58.4 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัด 81.2 % ที่ค่าอายุตะกอน 3.9 วัน และค่า TCOD ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 480-496 มก./ล. ซึ่งภายหลังจากการบำบัดมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 72.5 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัดเท่ากับ 85.4 % ที่อายุตะกอน 15.1 วัน ส่วนค่า TCOD สูงสุดของน้ำผ่านการบำบัดแล้วมีค่าเท่ากับ 86.0 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัด 82.5 % ที่ค่าอายุตะกอน 3.9 วัน จากข้อมูลดังกล่าวเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในรูป FCOD และ TCOD ของระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 4-2 ชั่วโมง-ชั่วโมงมีค่าสูงขึ้นตามค่าอายุตะกอน และเมื่อพิจารณาค่า TCOD เฉลี่ยของน้ำผ่านการบำบัดแล้วในช่วงอายุตะกอน 3.9-15.1 วัน มีค่าเท่ากับ 84.8 มก./ล. ซึ่งมีค่าสูงกว่า FCOD ของน้ำผ่านการบำบัด สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากเกิดตะกอนแขวนลอยปนออกมากับน้ำผ่านการบำบัด โดยตะกอนแขวนลอยนี้มีค่าเฉลี่ย 26.2 มก./ล. แต่อย่างไรก็ตามแล้วพบว่าค่า TCOD ในน้ำผ่านการบำบัดเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนคือมีค่าไม่เกิน 100 มก./ล. (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2535)

4.2.1.4 ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-3 ชั่วโมง-ชั่วโมง

ค่า FCOD ของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-3 ชั่วโมง-ชั่วโมงสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.2 ซึ่งเห็นได้ว่าค่า FCOD ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 311- 318 มก./ล. ซึ่งภายหลังจากการบำบัดมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 29.4

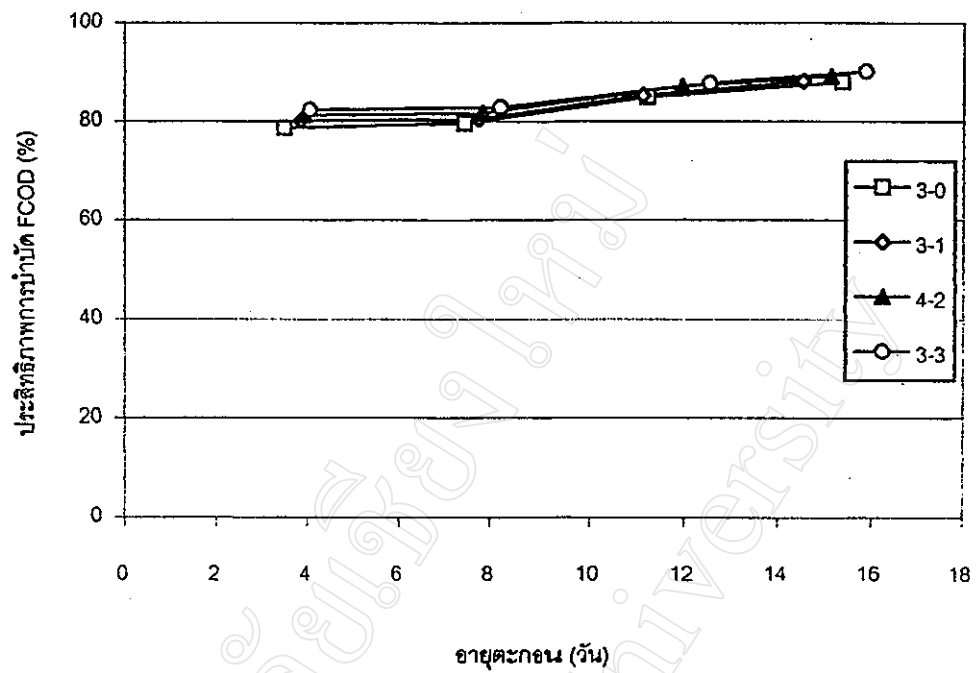
มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัดเท่ากับ 90.2 % ที่อายุตะกอน 15.9 วัน ส่วนค่า FCOD สูงสุดของน้ำผ่านการบำบัดมีค่าเท่ากับ 54.8 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัด 82.4 % ที่ค่าอายุตะกอน 4.1 วัน และค่า TCOD ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 480-496 มก./ล. ซึ่งภายหลังจากการบำบัดมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 61.5 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัดเท่ากับ 87.6 % ที่อายุตะกอน 15.9 วัน ส่วนค่า TCOD สูงสุดของน้ำผ่านการบำบัดแล้วมีค่าเท่ากับ 87.6 มก./ล. คิดเป็นประสิทธิภาพของการบำบัด 82.17 % ที่ค่าอายุตะกอน 4.1 วัน จากข้อมูลดังกล่าวเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในรูป FCOD และ TCOD ในระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-3 ชั่วโมง-ชั่วโมงมีค่าสูงขึ้นตามค่าอายุตะกอน และเมื่อพิจารณาค่า TCOD เฉลี่ยของน้ำผ่านการบำบัดแล้วในช่วงอายุตะกอน 4.1-15.9 วัน มีค่าเท่ากับ 77.8 มก./ล. ซึ่งสูงกว่า FCOD ของน้ำผ่านการบำบัด สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากเกิดตะกอนแขวนลอยปนออกมากับน้ำผ่านการบำบัด โดยตะกอนแขวนลอยนี้มีค่าเฉลี่ย 23.3 มก./ล. แต่อย่างไรก็ตาม แล้วพบว่าค่า TCOD ในน้ำผ่านการบำบัดเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนคือมีค่าไม่เกิน 100 มก./ล. (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2535)

4.2.1.5 การเปรียบเทียบสมรรถนะในการทำงานของระบบที่อายุตะกอนและรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกัน

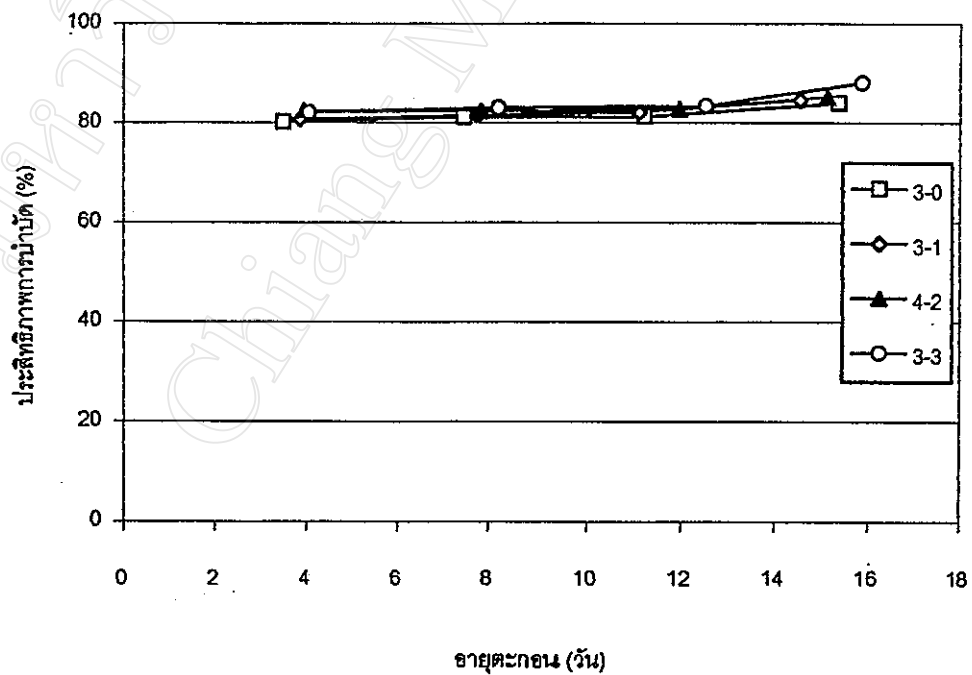
จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในรูป FCOD และ TCOD ของแต่ละรูปแบบการเติมอากาศที่อายุตะกอนมีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าไม่แตกต่างกันนักดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.1 และ 4.2 คือมีค่าอยู่ระหว่าง 78.1-90.2 % และ 80.2-87.6 % ตามลำดับ แม้ว่าในระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-3 ชม.-ชม. มีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงกว่าระบบอื่น แต่เมื่อนำค่าเหล่านี้ไปวิเคราะห์ทางสถิติดังแสดงในภาคผนวก จ แล้วพบว่า สมรรถนะในการบำบัดสารอินทรีย์ในรูป FCOD และ TCOD ที่อายุตะกอนและรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกันของทั้ง 4 ระบบ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญภายใต้ความเชื่อมั่นที่ 95 %

4.2.2 ปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมดและตะกอนแขวนลอยจุลินทรีย์ในระบบ

ผลการทดลองของระบบที่ได้ทำการศึกษาภายหลังจากที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวแล้วตลอดช่วงระยะเวลา 10 วัน พบว่าค่าตะกอนแขวนลอยทั้งหมดในระบบที่อายุตะกอนและรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกันได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 สำหรับระบบที่มีการเติมอากาศตลอด



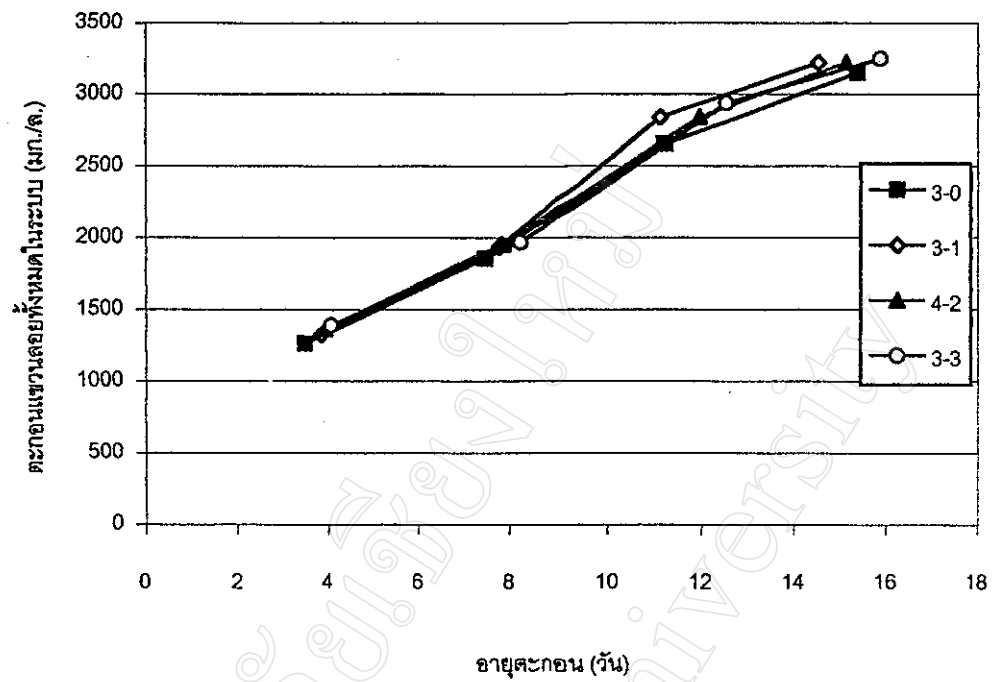
รูปที่ 4.1 ประสิทธิภาพการบำบัด FCOD ที่อายุตะกอนและรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกัน



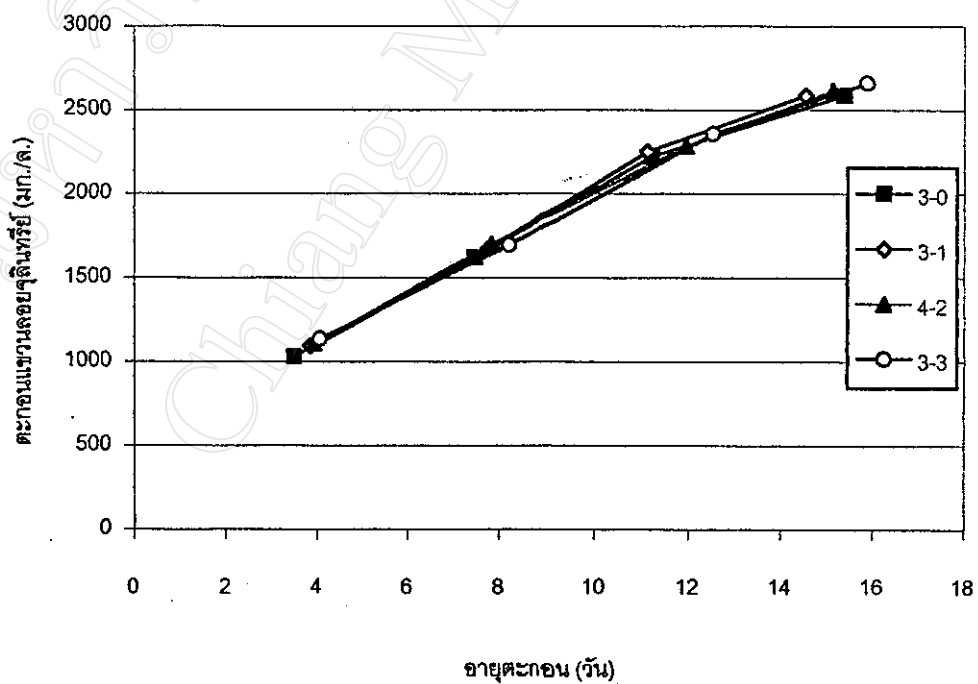
รูปที่ 4.2 ประสิทธิภาพการบำบัด TCOD ที่อายุตะกอนและรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกัน

เวลาที่ค่าอายุตะกอนเท่ากับ 3.5, 7.5, 11.2 และ 15.4 วัน มีค่าตะกอนแขวนลอยทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบเฉลี่ยเท่ากับ 1260, 1856, 2654 และ 3154 มก./ล. ตามลำดับ ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-1 ชม.-ชม. ที่ค่าอายุตะกอนเท่ากับ 3.9, 7.9, 11.1 และ 14.5 วัน มีค่าตะกอนแขวนลอยทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบเฉลี่ยเท่ากับ 1326, 1937, 2724 และ 3189 มก./ล. ตามลำดับ ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 4-2 ชม.-ชม. ที่ค่าอายุตะกอนเท่ากับ 3.9, 7.9, 11.9 และ 15.1 วัน มีค่าตะกอนแขวนลอยทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบเฉลี่ยเท่ากับ 1365, 1958, 2842 และ 3226 มก./ล. ตามลำดับ และระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-3 ชม.-ชม. ที่ค่าอายุตะกอนเท่ากับ 4.1, 8.2, 12.5 และ 15.9 วัน มีค่าตะกอนแขวนลอยทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบเฉลี่ยเท่ากับ 1390, 1969, 2940 และ 3251 มก./ล. ตามลำดับ

ซึ่งเมื่อนำผลการทดลองที่ผ่านมาแสดงไว้ในรูปที่ 4.3 และ 4.4 เห็นได้ว่าในทุกการทดลอง เมื่ออายุตะกอนมีค่าสูงขึ้น ตะกอนแขวนลอยทั้งหมดในระบบก็มีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย และอัตราส่วนระหว่างตะกอนแขวนลอยจุลินทรีย์กับตะกอนแขวนลอยทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.79-0.87 ตลอดทุกการทดลอง ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงตะกอนแขวนลอยทั้งหมดและตะกอนแขวนลอยจุลินทรีย์ในแต่ละระบบที่มีการเติมอากาศแตกต่างกันเห็นได้ว่า ตะกอนแขวนลอยทั้งหมดและตะกอนแขวนลอยจุลินทรีย์มีค่าไม่แตกต่างกันมากนักและเมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติดังแสดงไว้ในภาคผนวก จ พบว่าการเปลี่ยนแปลงของตะกอนแขวนลอยทั้งหมดและตะกอนแขวนลอยจุลินทรีย์ในระบบที่มีอายุตะกอนและรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญภายใต้ความเชื่อมั่นที่ 95 %



รูปที่ 4.3 ตะกอนแขวนลอยทั้งหมดในระบบที่อายุตะกอนและรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกัน



รูปที่ 4.4 ตะกอนแขวนลอยจุลินทรีย์ในระบบที่อายุตะกอนและรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.3 ค่าตะกอนแขวนลอยทั้งหมดและตะกอนแขวนลอยจุลินทรีย์ในระบบที่อายุตะกอน และช่วงการเติมอากาศแตกต่างกัน

ช่วงการเติม- หยุดเติมอากาศ (ชม.-ชม.)	อายุตะกอน (วัน)	ตะกอนแขวนลอย จุลินทรีย์ที่มีอยู่ใน ระบบ (มก./ล.)	ตะกอนแขวนลอย ทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบ (มก./ล.)	อัตราส่วนระหว่างตะกอนแขวนลอยจุลินทรีย์ และตะกอนแขวนลอยทั้งหมด
3-0	3.5	1027	1260	0.81
	7.5	1621	1856	0.87
	11.2	2225	2654	0.83
	15.4	2506	3154	0.79
3-1	3.9	1093	1326	0.82
	7.9	1673	1937	0.86
	11.1	2252	2724	0.82
	14.5	2586	3189	0.81
4-2	3.9	1106	1365	0.81
	7.9	1698	1958	0.87
	11.9	2285	2842	0.80
	15.1	2617	3226	0.81
3-3	4.1	1135	1390	0.82
	8.2	1695	1969	0.86
	12.5	2358	2940	0.80
	15.9	2661	3251	0.82

4.2.3 ประสิทธิภาพในการบำบัดไนโตรเจนรวมของระบบ

4.2.3.1 ระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลา

ค่า TN ของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบสามารถแสดงได้ดัง

ตารางที่ 4.3 และ 4.4 ซึ่งเห็นได้ว่าค่า TN ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 64.9-69.0 มก./ล. โดย TN นี้ประกอบไปด้วย ORG-N ระหว่าง 30.6-33.4 มก./ล. , $\text{NH}_3\text{-N}$ ระหว่าง 33.7-35.3 มก./ล. และ $\text{NO}_{23}\text{-N}$ ระหว่าง 0.36-0.52 มก./ล. ซึ่งน้ำเสียผ่านการบำบัดนี้มีค่า TN ต่ำสุดเท่ากับ 37.6 มก./ล. ที่ค่าอายุตะกอน 15.4 วัน และมีค่า TN สูงสุดเท่ากับ 44.2 มก./ล. ที่ค่าอายุตะกอน 7.5 วัน ค่าเฉลี่ยของ TN ในน้ำผ่านการบำบัดเท่ากับ 40.2 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัดเท่ากับ 39.6 % โดย ORG-N เฉลี่ยมีค่าลดลงเหลือ 8.9 มก./ล. เปลี่ยนแปลงลดลง 72.1 % $\text{NH}_3\text{-N}$ เฉลี่ยลดลงเหลือ 3.12 มก./ล. เปลี่ยนแปลงลดลง 89.1 % และ $\text{NO}_{23}\text{-N}$ เฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 27.3 มก./ล.

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงของ TN และ ORG-N ที่อายุตะกอนและช่วงการเติมอากาศแตกต่างกัน

ช่วงการเติม- หยุดเติมอากาศ (ชม.-ชม.)	อายุ ตะกอน (วัน)	TN			ORG-N		
		น้ำเข้า (มก./ล.)	น้ำออก (มก./ล.)	ประสิทธิภาพ การบำบัด TN (%)	น้ำเข้า (มก./ล.)	น้ำออก (มก./ล.)	เปลี่ยนแปลง ลดลง (%)
3-0	3.5	69.0	40.2	41.8	33.4	9.28	72.7
	7.5	67.7	44.2	34.8	32.5	9.72	69.7
	11.2	64.6	39.0	39.6	30.7	8.29	73.0
	15.4	64.9	37.6	42.1	30.6	8.28	73.0
3-1	3.8	69.0	31.2	34.9	33.4	8.15	75.6
	7.8	67.7	41.6	38.5	32.5	8.04	74.9
	11.1	64.6	27.3	57.7	30.7	7.28	76.3
	14.5	64.9	24.3	62.6	30.6	7.61	73.0
4-2	3.9	69.0	25.7	62.8	33.4	7.92	76.3
	7.8	67.7	24.6	63.7	32.5	7.35	77.1
	11.9	64.6	21.1	67.4	30.7	6.95	77.3
	15.1	64.9	20.7	68.1	30.6	6.74	77.3
3-3	4.1	69.0	28.2	63.7	33.4	6.79	79.7
	8.2	67.7	25.5	62.4	32.5	7.59	76.3
	12.5	64.6	20.9	67.7	30.7	6.28	79.5
	15.9	64.9	19.6	69.7	30.6	5.49	82.1

4.2.3.2 ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-1 ชั่วโมง-ชั่วโมง

ค่า TN ของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบสามารถแสดงได้ดัง

ตารางที่ 4.4 และ 4.5 ซึ่งเห็นได้ว่าค่า TN ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 64.9-69.0 มก./ล. ซึ่ง TN นี้ประกอบไปด้วย ORG-N ระหว่าง 30.6-33.4 มก./ล. , $\text{NH}_3\text{-N}$ ระหว่าง 33.7-35.3 มก./ล. และ $\text{NO}_{23}\text{-N}$ ระหว่าง 0.36-0.52 มก./ล. ซึ่งน้ำเสียผ่านการบำบัดนี้มีค่า TN ต่ำสุดเท่ากับ 24.3 มก./ล. ที่ค่าอายุตะกอน 14.5 วัน และมีค่า TN สูงสุดเท่ากับ 41.6 มก./ล. ที่ค่าอายุตะกอน 7.8 วัน ค่าเฉลี่ยของ TN ในน้ำผ่านการบำบัดเท่ากับ 31.1 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 48.8 % โดย ORG-N มีค่าลดลงเหลือ 7.77 มก./ล. เปลี่ยนแปลงลดลง 74.5 % $\text{NH}_3\text{-N}$ ลดลงเหลือ 3.96 มก./ล. เปลี่ยนแปลงลดลง 88.6 % และ $\text{NO}_{23}\text{-N}$ มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 17.4 มก./ล.

ตารางที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงของ $\text{NH}_3\text{-N}$ และ $\text{NO}_{2,3}\text{-N}$ ที่อายุตะกอนและรูปแบบการเติม
อากาศแตกต่างกัน

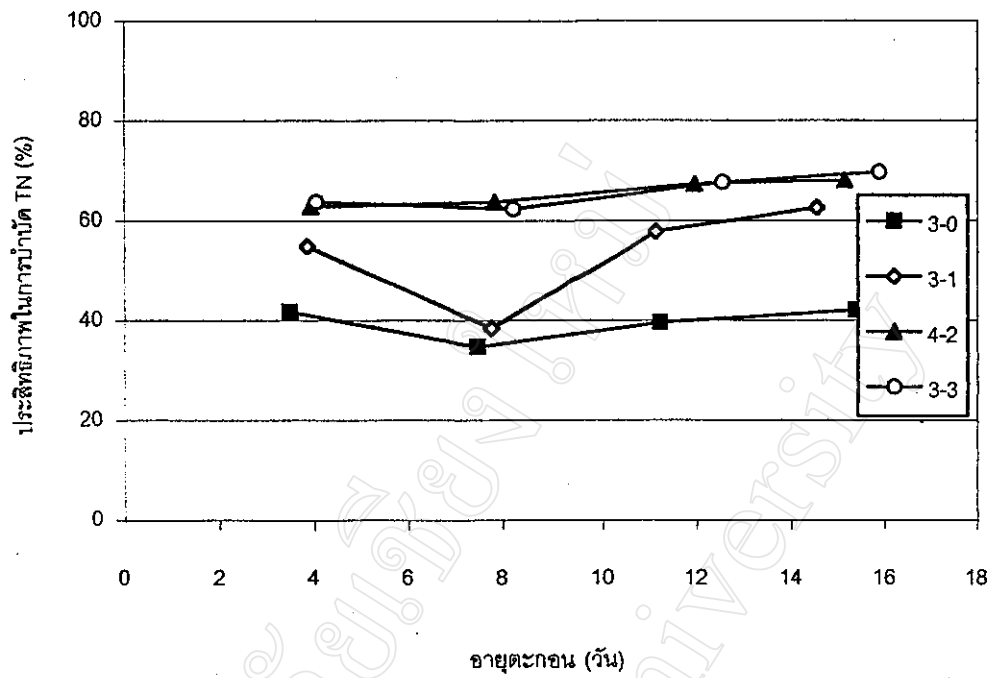
ช่วงการเติม- หยุดเติมอากาศ (ชม.-ชม.)	อายุ ตะกอน (วัน)	$\text{NH}_3\text{-N}$			$\text{NO}_2\text{-N}$		$\text{NO}_3\text{-N}$	
		น้ำเข้า (มก./ล.)	น้ำออก (มก./ล.)	เปลี่ยนแปลง ลดลง (%)	น้ำเข้า (มก./ล.)	น้ำออก (มก./ล.)	น้ำเข้า (มก./ล.)	น้ำออก (มก./ล.)
3-0	3.5	35.3	3.73	89.4	0.14	0	0.22	27.1
	7.5	35.2	3.24	90.8	0.19	0.20	0.24	31.0
	11.2	33.1	3.42	89.6	0.19	0.24	0.32	27.0
	15.4	33.7	4.49	86.7	0.20	0.33	0.32	23.9
3-1	3.8	35.3	3.84	89.1	0.14	0	0.22	19.2
	7.8	35.2	3.57	89.9	0.19	0.23	0.24	21.2
	11.1	33.1	4.43	86.6	0.19	0.28	0.32	17.0
	14.5	33.7	3.99	88.2	0.20	0.30	0.32	12.5
4-2	3.9	35.3	8.37	76.7	0.14	0	0.22	9.38
	7.8	35.2	8.49	75.9	0.19	0.27	0.24	8.46
	11.9	33.1	6.92	79.1	0.19	0.27	0.32	6.56
	15.1	33.7	7.19	78.1	0.20	0.26	0.32	5.59
3-3	4.1	35.3	9.96	75.9	0.14	0	0.22	8.50
	8.2	35.2	9.49	73.0	0.19	0.27	0.24	8.14
	12.5	33.1	8.12	75.4	0.19	0.26	0.32	6.00
	15.9	33.7	7.95	76.4	0.20	0.28	0.32	5.21

4.2.3.3 ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 4-2 ชั่วโมง-ชั่วโมง

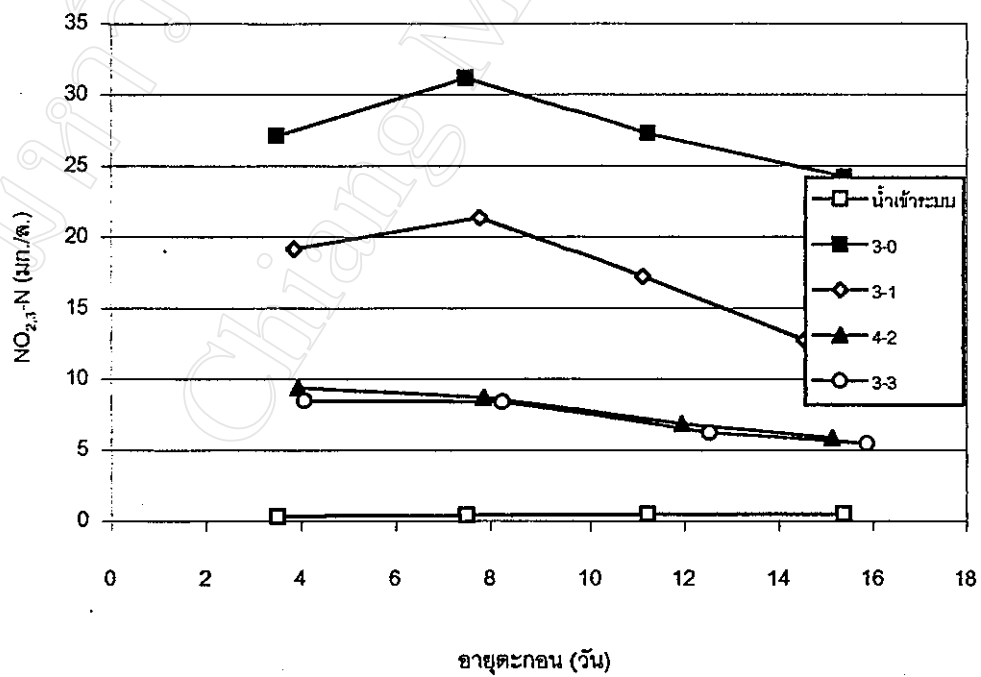
ค่า TN ของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.3 และ 4.4 ซึ่งเห็นได้ว่าค่า TN ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 64.9-69.0 มก./ล. ซึ่ง TN นี้ประกอบไปด้วย ORG-N ระหว่าง 30.6-33.4 มก./ล. , $\text{NH}_3\text{-N}$ ระหว่าง 33.7-35.3 มก./ล. และ $\text{NO}_{2,3}\text{-N}$ ระหว่าง 0.36-0.52 มก./ล. ซึ่งน้ำเสียผ่านการบำบัดนี้มีค่า TN ต่ำสุดเท่ากับ 20.7 มก./ล. ที่ค่าอายุตะกอน 15.1 วัน และมีค่า TN สูงสุดเท่ากับ 25.7 มก./ล. ที่ค่าอายุตะกอน 3.9 วัน ค่าเฉลี่ยของ TN ในน้ำผ่านการบำบัดเท่ากับ 23.0 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัดเท่ากับ 65.5 % โดย ORG-N มีค่าลดลงเหลือ 7.28 มก./ล. เปลี่ยนแปลงลดลง 77.1 % $\text{NH}_3\text{-N}$ ลดลงเหลือ 7.74 มก./ล. เปลี่ยนแปลงลดลง 77.42 % และ $\text{NO}_{2,3}\text{-N}$ มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 7.48 มก./ล.

4.2.3.4 ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-3 ชั่วโมง-ชั่วโมง

ค่า TN ของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบสามารถแสดงได้ดังตารางที่



รูปที่ 4.5 ประสิทธิภาพในการบำบัด TN ที่อายุตะกอนและรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกัน



รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงของ NO_{2,3}-N ที่อายุตะกอนและรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกัน

4.3 และ 4.4 ซึ่งเห็นได้ว่าคุณค่า TN ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 64.9-69.0 มก./ล. ซึ่ง TN นี้ประกอบไปด้วย ORG-N ระหว่าง 30.6-33.4 มก./ล. , $\text{NH}_3\text{-N}$ ระหว่าง 33.7-35.3 มก./ล. และ $\text{NO}_{2,3}\text{-N}$ ระหว่าง 0.36-0.52 มก./ล. ซึ่งน้ำเสียผ่านการบำบัดนี้มีค่า TN ต่ำสุดเท่ากับ 19.6 มก./ล. ที่ค่าอายุตะกอน 15.9 วัน และมีค่า TN สูงสุดเท่ากับ 28.2 มก./ล. ที่ค่าอายุตะกอน 4.1 วัน ค่าเฉลี่ยของ TN ในน้ำผ่านการบำบัดเท่ากับ 23.6 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัดเท่ากับ 65.6 % โดย ORG-N มีค่าลดลงเหลือ 6.53 มก./ล. เปลี่ยนแปลงลดลง 78.4 % $\text{NH}_3\text{-N}$ ลดลงเหลือ 8.88 มก./ล. เปลี่ยนแปลงลดลง 75.0 % และ $\text{NO}_{2,3}\text{-N}$ มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 6.96 มก./ล.

4.2.3.5 การเปรียบเทียบสมรรถนะในการทำงานของระบบที่มีรูปแบบการเติม

อากาศแตกต่างกัน

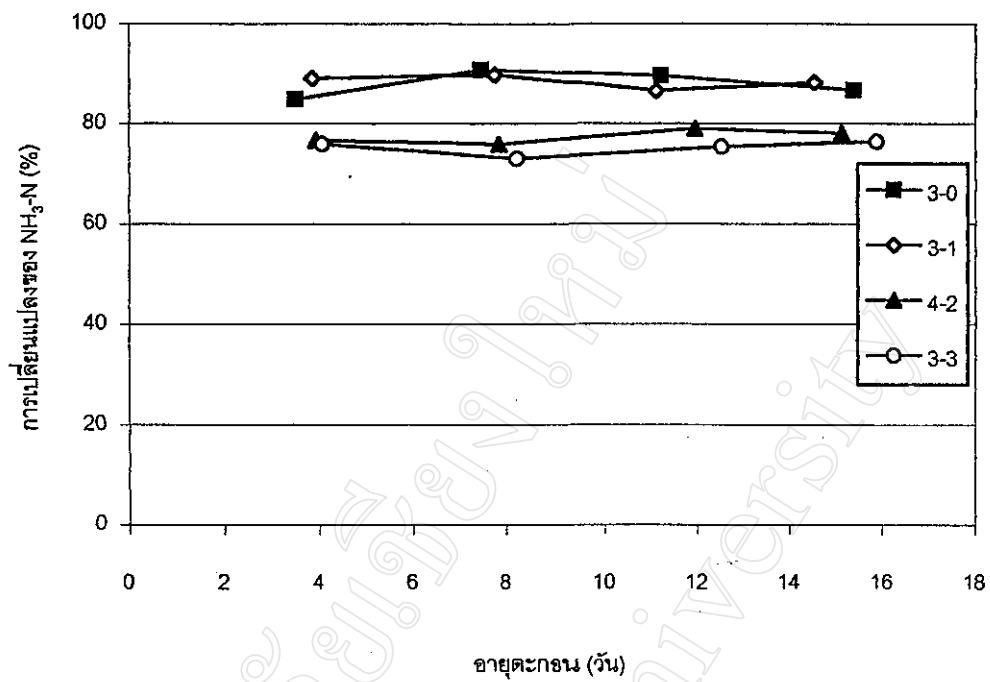
ประสิทธิภาพในการบำบัด TN และการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนรูป

แบบต่าง ๆ ถูกแสดงไว้ในรูปที่ 4.5-4.8 ซึ่งประสิทธิภาพของการบำบัด TN ในแต่ละรูปแบบการเติมอากาศที่อายุตะกอนประมาณ 4-16 วันมีค่าอยู่ระหว่าง 34.8-69.7 % โดยในระบบที่มีรูปแบบการเติมอากาศ 4-2 และ 3-3 ชม.-ชม. มีค่าประสิทธิภาพของการบำบัด TN สูงสุดและมีค่าใกล้เคียงกัน อันเป็นผลมาจากระบบมีการเปลี่ยนแปลงลดลงของ $\text{NO}_{2,3}\text{-N}$ ในช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศในปริมาณมากเนื่องจากกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงลดลงของ $\text{NH}_3\text{-N}$ มีค่าน้อยกว่าระบบอื่นก็ตาม ส่วนระบบที่มีรูปแบบการเติมอากาศ 3-1 ชม.-ชม. มีประสิทธิภาพของการบำบัด TN อยู่ในช่วง 34.9-62.6 % และระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลา มีประสิทธิภาพของการบำบัด TN อยู่ในช่วง 34.8-42.6 % ส่วนการเปลี่ยนแปลงของ ORG-N ในแต่ละการทดลองมีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลงลดลงอยู่ระหว่าง 69.7-82.07 % และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะกับระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลา เห็นได้ว่าการเติมอากาศเป็นจังหวะส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำบัด TN ในน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว

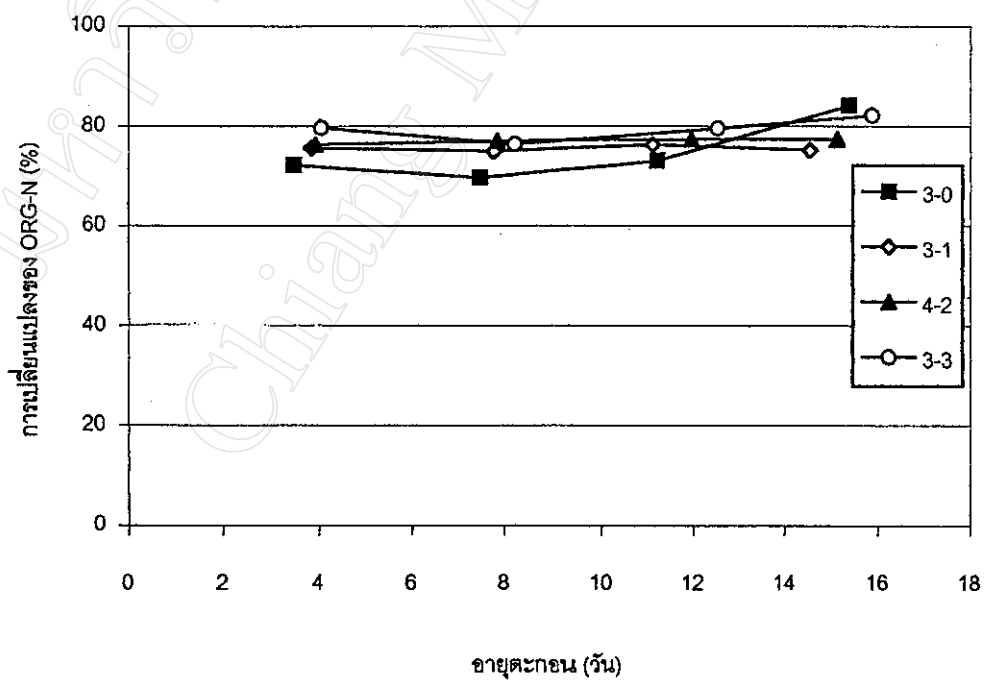
4.2.4 ประสิทธิภาพในการบำบัดฟอสฟอรัสรวมของระบบ

4.2.4.1 ระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลา

การเปลี่ยนแปลงของ TP ในระบบสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.6 ซึ่งเห็นได้ว่าคุณค่า TP ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 39.2-40.0 มก./ล. ซึ่งภายหลังจากการบำบัดมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 27.7 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพของการบำบัดเท่ากับ 29.4 % ที่อายุตะกอน 3.5 วัน ส่วนค่า TP สูงสุดของน้ำผ่านการบำบัดมีค่าเท่ากับ 29.1 มก./ล. ซึ่งมีค่าประสิทธิ



รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงของ $\text{NH}_3\text{-N}$ ที่อายุตะกอนและรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกัน



รูปที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงของ ORG-N ที่อายุตะกอนและรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกัน

ภาพการบำบัดเท่ากับ 24.7 % ที่ค่าอายุตะกอน 11.2 วัน จากข้อมูลดังกล่าวเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการบำบัด TP ที่ค่าอายุตะกอนแตกต่างกันในระบบนี้มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งค่า TP เฉลี่ยของน้ำผ่านการบำบัดที่ค่าอายุตะกอนระหว่าง 3.5-15.4 วันมีค่าเท่ากับ 28.7 มก./ล.

ตารางที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงของ TP ในระบบที่มีการเติมอากาศแตกต่างกัน

ช่วงการเติม- อากาศเติมอากาศ (ชม.-ชม.)	อายุ ตะกอน (วัน)	TP		
		น้ำเข้า (มก./ล.)	น้ำออก (มก./ล.)	ประสิทธิภาพการบำบัด TP (%)
3-0	3.5	39.2	27.7	29.4
	7.5	39.4	28.7	26.7
	11.2	38.6	29.1	24.7
	15.4	40.0	29.2	27.0
3-1	3.9	39.2	24.8	36.9
	7.8	39.4	24.4	38.0
	11.11	38.6	23.5	39.2
	14.5	40.0	23.5	41.2
4-2	3.9	39.2	20.3	48.3
	7.8	39.4	19.8	49.8
	11.9	38.6	18.9	51.0
	15.1	40.0	18.9	52.6
3-3	4.1	39.2	20.3	48.3
	8.2	39.4	19.5	50.6
	12.5	38.6	18.6	51.7
	15.9	40.0	19.0	52.5

4.2.4.2 ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-1 ชั่วโมง-ชั่วโมง

การเปลี่ยนแปลงของ TP ในระบบสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.6 ซึ่งเห็นได้ว่าค่า TP ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 39.2-40.0 มก./ล. ซึ่งภายหลังจากการบำบัดมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 23.5 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 41.2 % ที่อายุตะกอน 14.5 วัน ส่วนค่า TP สูงสุดของน้ำผ่านการบำบัดมีค่าเท่ากับ 24.8 มก./ล. ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 36.9 % ที่ค่าอายุตะกอน 3.9 วัน จากข้อมูลดังกล่าวเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการบำบัด TP ในระบบนี้แปรผันตามค่าอายุตะกอน ซึ่งค่า TP เฉลี่ยของน้ำผ่านการบำบัดที่ค่าอายุตะกอนระหว่าง 3.5-15.4 วันมีค่าเท่ากับ 24.1 มก./ล.

4.2.4.3 ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 4-2 ชั่วโมง-ชั่วโมง

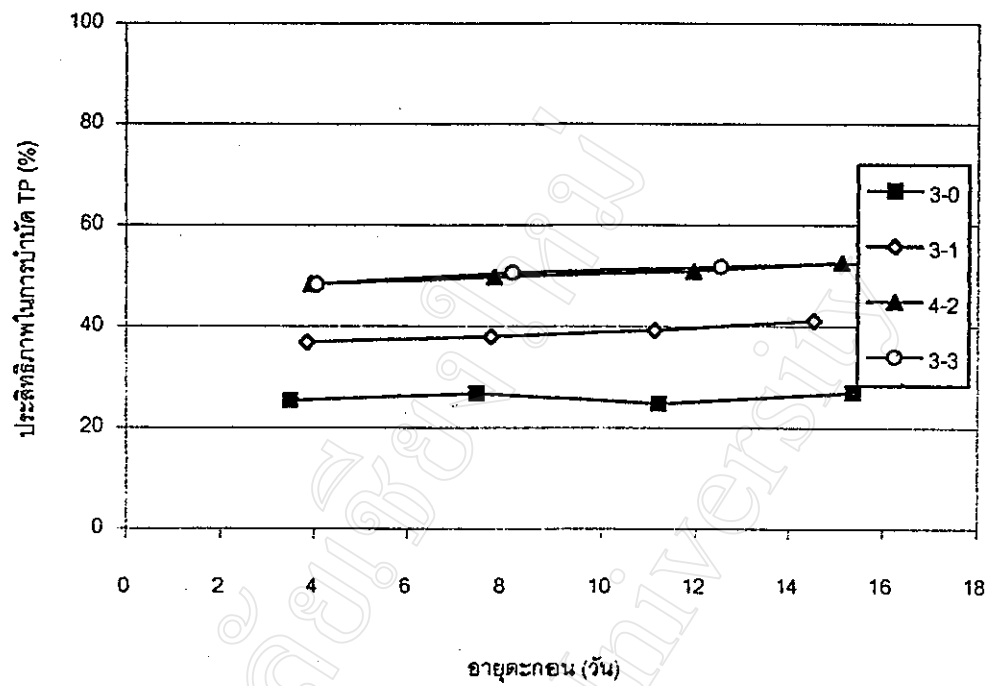
การเปลี่ยนแปลงของ TP ในระบบสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.6 ซึ่งเห็นได้ว่าค่า TP ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 39.2-40.0 มก./ล. ซึ่งภายหลังจากการบำบัดมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 18.9 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 52.6 % ที่อายุตะกอน 15.1 วัน ส่วนค่า TP สูงสุดของน้ำผ่านการบำบัดมีค่าเท่ากับ 20.7 มก./ล. ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 48.3 % ที่ค่าอายุตะกอน 3.9 วัน จากข้อมูลดังกล่าวเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการบำบัด TP ในระบบนี้แปรผันตามค่าอายุตะกอน ซึ่งค่า TP เฉลี่ยของน้ำผ่านการบำบัดที่ค่าอายุตะกอนระหว่าง 3.9-15.1 วันมีค่าเท่ากับ 19.5 มก./ล.

4.2.4.4 ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-3 ชั่วโมง-ชั่วโมง

การเปลี่ยนแปลงของ TP ในระบบสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.6 ซึ่งเห็นได้ว่าค่า TP ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 39.2-40.0 มก./ล. ซึ่งภายหลังจากการบำบัดมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 19.0 มก./ล. โดยมีประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 52.5 % ที่อายุตะกอน 15.9 วัน ส่วนค่า TP สูงสุดของน้ำผ่านการบำบัดมีค่าเท่ากับ 20.3 มก./ล. ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการบำบัด 48.3 % ที่ค่าอายุตะกอน 4.1 วัน จากข้อมูลดังกล่าวเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการบำบัด TP แปรผันตามค่าอายุตะกอน ซึ่งค่า TP เฉลี่ยของน้ำผ่านการบำบัดที่ค่าอายุตะกอนระหว่าง 4.13-15.9 วันมีค่าเท่ากับ 19.3 มก./ล.

4.2.4.5 การเปรียบเทียบสมรรถนะในการทำงานของระบบที่มีการเติมอากาศแตกต่างกัน

จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นเห็นได้ว่า ในระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลา มีประสิทธิภาพการบำบัด TP ที่ค่าอายุตะกอนต่างกันไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งการลดลงของ TP ที่ออกจากระบบเกิดจากการนำ TP ไปใช้เป็นสารอาหารในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบ ส่วนในระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะ จุลินทรีย์ถูกกระตุ้นให้สามารถนำเอา TP ไปใช้ได้มากขึ้น กล่าวคือจุลินทรีย์มีการปล่อยฟอสฟอรัสออกมาในช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศ และสามารถนำเอาฟอสฟอรัสไปใช้ได้มากขึ้นในช่วงที่มีการเติมอากาศ ซึ่งจากรูปที่ 4.9 เห็นได้ว่าประสิทธิภาพการบำบัด TP มีค่าแปรผันตามระยะเวลาในการหยุดเติมอากาศ โดยมีค่าต่ำสุดในระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลา และมีค่าสูงสุดในระบบที่มีรูปแบบการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-3 ชม.-ชม. ซึ่งในแต่ละระบบประสิทธิภาพในการบำบัด TP มีค่าสูงขึ้นตามค่าอายุตะกอน



รูปที่ 4.9 ประสิทธิภาพในการบำบัด TP ที่อายุตะกอนและรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกัน

4.3 ค่าสัมประสิทธิ์จลนศาสตร์ของจุลินทรีย์ในระบบ

การหาค่าสัมประสิทธิ์จลนศาสตร์ของจุลินทรีย์ที่แท้จริงนี้จะทำการทดลองโดยใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งที่มีการหมุนเวียนตะกอนภายในทั้งหมดเปรียบเทียบกับระหว่างระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลากับระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะ ซึ่งเป็นการหาค่าต่าง ๆ อันได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตสูงสุดของจุลินทรีย์ (Y) ค่าสัมประสิทธิ์การสลายตัวของจุลินทรีย์ (k_d) ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตปรากฏของจุลินทรีย์ (Y_{obs}) และอัตราการผลิตเซลล์ (P_x) โดยค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตสูงสุดของจุลินทรีย์นี้ ใช้ในการแสดงความสัมพันธ์ทางปริมาณระหว่างสารอาหารที่ใช้ไปและมวลชีวภาพที่เกิดขึ้นในระบบ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์จลนศาสตร์ของจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งสามารถคำนวณได้จากการวัดปริมาณตะกอนแขวนลอยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในระบบ, ตะกอนแขวนลอยจุลินทรีย์ที่ออกจากระบบ ค่า FCOD ที่เข้าและออกจากระบบ โดยมีวิธีการและรายละเอียดการคำนวณค่า ดังแสดงไว้ในหัวข้อที่ 2.10 และภาคผนวก จ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์จลนศาสตร์ของจุลินทรีย์สามารถแสดงไว้ในตารางที่ 4.7 และ 4.8

ตารางที่ 4.7 ค่าสัมประสิทธิ์จลนศาสตร์ของจุลินทรีย์ในระบบที่มีการเติมอากาศแตกต่างกัน

ค่าสัมประสิทธิ์	รูปแบบการเติมอากาศ, เติมน-หยุดเติม (ชม.-ชม.)			
	เติมตลอด	3-1	4-2	3-3
Y , มก./มก.	0.595	0.546	0.544	0.543
k_d , วัน ⁻¹	0.125	0.103	0.106	0.107
k , วัน ⁻¹	1.76	1.87	1.71	1.66
K_s , มก./ล.	168.4	180.7	146.7	129.7
μ_m , วัน ⁻¹	1.05	1.02	0.93	0.90

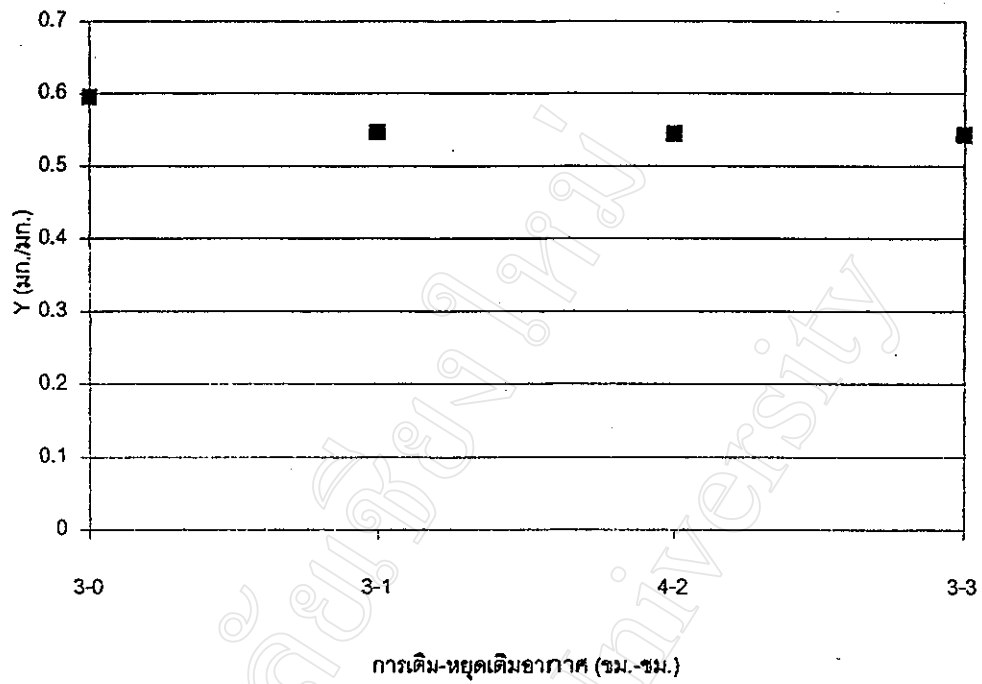
4.3.1 ผลของการเติมอากาศที่แตกต่างกันต่อค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตสูงสุดของจุลินทรีย์ (Y)

ผลของการเติมอากาศเป็นจังหวะต่อค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตสูงสุดของจุลินทรีย์เปรียบเทียบกับระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.10 ซึ่งผลการทดลองที่ได้พบว่า ระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลามีค่า Y เท่ากับ 0.595 มก./มก. ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-1 ชม.-ชม. มีค่า Y เท่ากับ 0.546 มก./มก. ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 4-2 ชม.-ชม. มีค่า Y เท่ากับ 0.544 มก./มก. และระบบที่มีการ

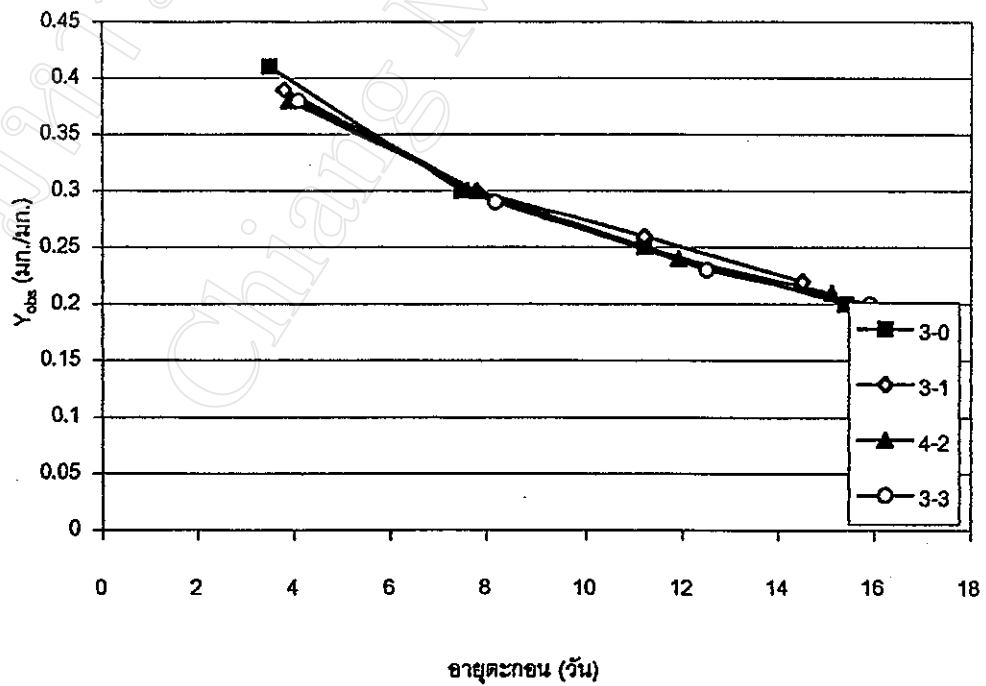
เติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-3 ชม.-ชม. มีค่า Y เท่ากับ 0.543 มก./มก. โดยค่า Y ที่ได้จากระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลา มีค่าสูงกว่าในระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะ และค่า Y ลดลงเมื่อระยะเวลาในการหยุดเติมอากาศมากขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างในระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะเช่นเดียวกัน พบว่าค่า Y ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้เนื่องมาจากจุลินทรีย์ในระบบที่มีการเติมอากาศแบบเป็นจังหวะสามารถปรับตัวและสร้างเซลล์ใหม่ได้มากขึ้นตามค่าอายุตะกอน

จากค่า Y ที่ได้จากการทดลองสามารถนำไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตปรากฏ (Y_{obs}) ในสถานะของระบบที่ทำการทดลองได้จากสมการ (2.25) โดย Y_{obs} ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 4.8 ซึ่งค่า Y_{obs} ในระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลาที่ค่าอายุตะกอน 3.5-15.4 วันมีค่า Y_{obs} อยู่ระหว่าง 0.20-0.41 มก./มก. ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-1 ชม.-ชม. ที่ค่าอายุตะกอน 3.8-14.5 วันมีค่า Y_{obs} อยู่ระหว่าง 0.22-0.39 มก./มก. ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 4-2 ชม.-ชม. ที่ค่าอายุตะกอน 3.9-15.1 วันมีค่า Y_{obs} อยู่ระหว่าง 0.21-0.38 มก./มก. และระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-3 ชม.-ชม. ที่ค่าอายุตะกอน 4.1-15.9 วันมีค่า Y_{obs} อยู่ระหว่าง 0.20-0.38 มก./มก. และเมื่อนำค่า Y_{obs} ที่ได้มาเขียนกราฟเพื่อเปรียบเทียบกันดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.11 พบว่าค่า Y_{obs} ที่การทดลองเติมอากาศแบบต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายและมีค่าใกล้เคียงกันคือ ค่า Y_{obs} มีค่าสูงสุดที่อายุตะกอนต่ำและลดลงเมื่ออายุตะกอนสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากในระบบที่มีการควบคุมอายุตะกอนที่มีค่าต่ำมีปริมาณจุลินทรีย์อยู่น้อย ทำให้มีปริมาณสารอาหารเหลือเพียงพอต่อการนำมาใช้เพื่อสร้างเซลล์และสามารถเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ได้มากกว่าระบบที่ถูกควบคุมด้วยค่าอายุตะกอนที่สูง ซึ่งมีปริมาณสารอาหารที่ค่อนข้างจำกัด

เมื่อเปรียบเทียบค่า Y_{obs} ที่ได้จากระบบที่มีการเติมอากาศแตกต่างกัน พบว่าค่า Y_{obs} ค่อนข้างใกล้เคียงกันคือมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.41 มก./ล. ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะ โดยไม่เกิดการยับยั้งต่อการดำรงชีพ



รูปที่ 4.10 ค่า Y ที่การเติม-หยุดเติมอากาศแตกต่างกัน



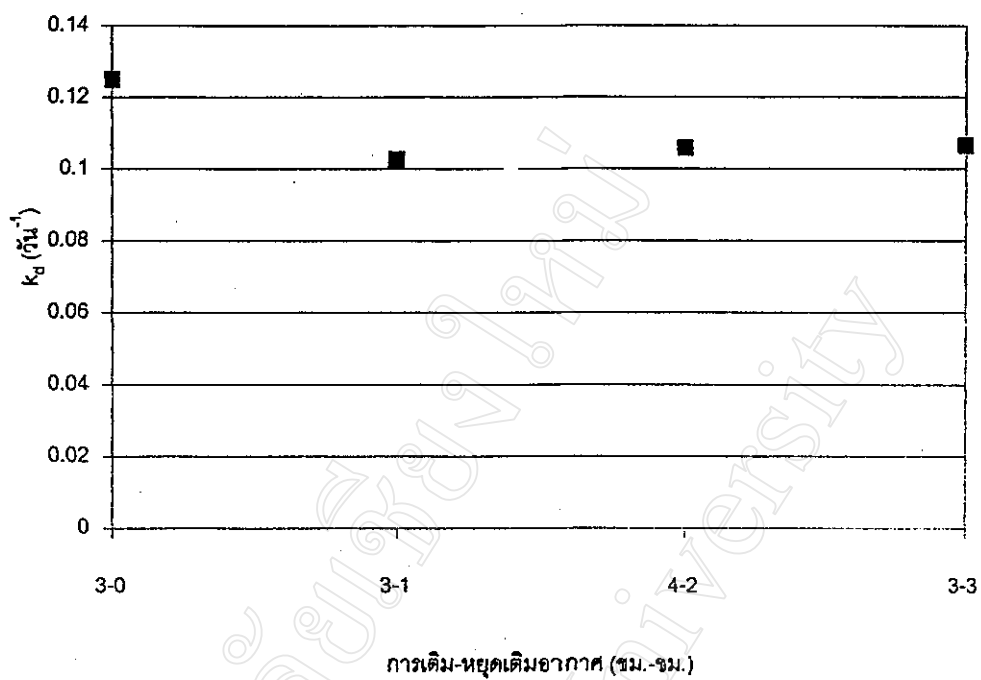
รูปที่ 4.11 ค่า Y_{obs} ที่อายุตะกอนและรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.8 ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตปรากฏ (Y_{obs}) ของจุลินทรีย์ในระบบที่อายุตะกอน และรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกัน

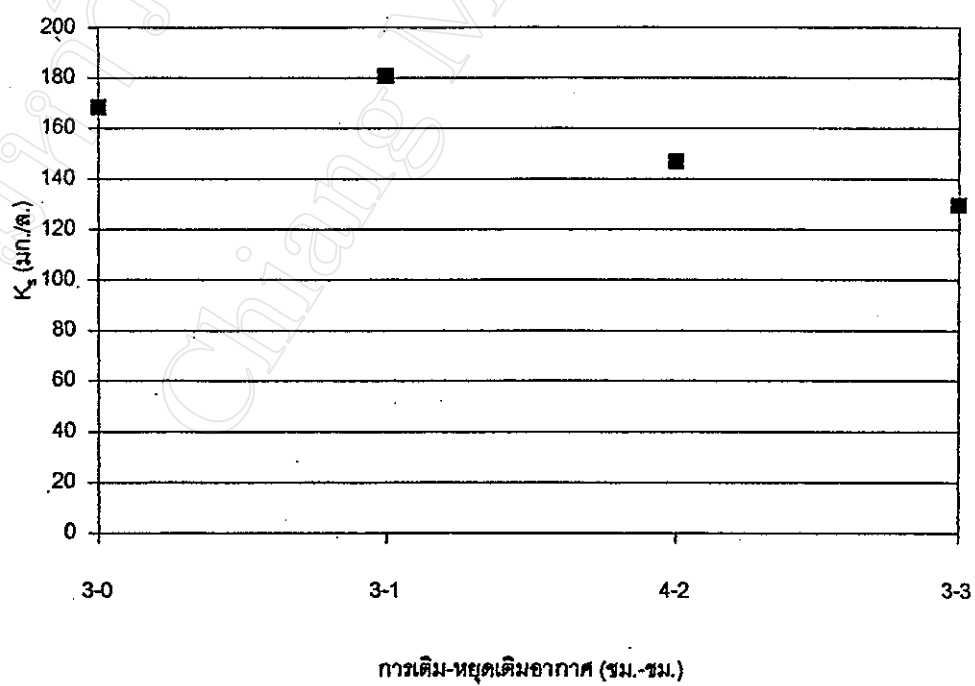
ช่วงการเติม-หยุดเติมอากาศ (ชม.-ชม.)	อายุตะกอน (วัน)	Y_{obs} (มก./มก.)
เติมตลอด	3.5	0.41
	7.5	0.30
	11.2	0.25
	15.4	0.20
3-1	3.8	0.39
	7.8	0.30
	11.2	0.26
	14.5	0.22
4-2	3.9	0.38
	7.8	0.20
	11.9	0.24
	15.1	0.21
3-3	4.1	0.38
	8.2	0.29
	12.5	0.23
	15.9	0.20

4.3.2 ผลของการเติมอากาศแบบต่าง ๆ ต่อค่าสัมประสิทธิ์การสลายตัวของจุลินทรีย์ (k_d)

ผลของการเติมอากาศเป็นจังหวะต่อค่าสัมประสิทธิ์การสลายตัวของจุลินทรีย์เปรียบเทียบกับในระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลาถูกแสดงไว้ในรูปที่ 4.12 โดยค่า k_d ในระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลามีค่าเท่ากับ 0.125 วัน⁻¹ ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-1 ชม.-ชม. มีค่าเท่ากับ 0.103 วัน⁻¹ ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 4-2 ชม.-ชม. มีค่าเท่ากับ 0.106 วัน⁻¹ และระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-3 ชม.-ชม. มีค่าเท่ากับ 0.107 วัน⁻¹ ซึ่งค่า k_d นี้เป็นค่าที่แสดงถึงการสลายตัวของจุลินทรีย์ที่ตายหรือถูกล่าเป็นอาหาร จากรูปดังกล่าวเห็นได้ว่า ค่า k_d ในระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลามีค่าสูงกว่าในระบบการเติมอากาศเป็นจังหวะ และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างค่าที่ได้จากระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบต่าง ๆ แล้วพบว่า k_d มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งผลดังกล่าวนี้สามารถอธิบายได้ว่าในระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลา จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนมากที่สุด ทำให้มีการย่อยสลายสารอาหารมากขึ้นตามไปด้วย จึงเกิดสภาวะสารอาหารขาดแคลนและจุลินทรีย์บางส่วนตายลงรวมถึงถูกล่าเป็นอาหาร k_d จึงมีค่าสูงขึ้น และเช่นเดียวกันกับในระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะ จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนเซลล์น้อยลงทำให้มีการย่อย



รูปที่ 4.12 ค่า k_d ที่การเติม-หยุดเติมอากาศแตกต่างกัน



รูปที่ 4.13 ค่า K_d ที่การเติม-หยุดเติมอากาศแตกต่างกัน

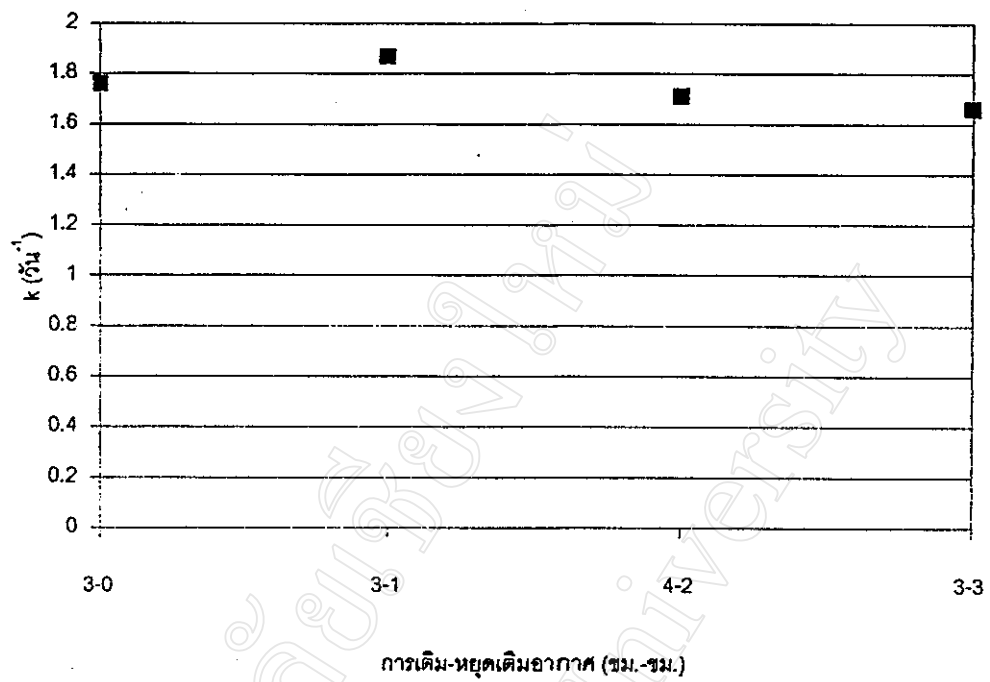
สลายสารอาหารน้อยลงตามไปด้วย เกิดสภาวะที่เหลือสารอาหารในระบบส่งผลให้อัตราการตายลดลง k_d จึงมีค่าลดลงตามไปด้วย ดังนั้นจึงสามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสลายตัวของจุลินทรีย์ในกระบวนการตะกอนเร่งที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแปรผันกับระยะเวลาในการเติมอากาศเช่นเดียวกันกับค่า Y

4.3.3 ผลของการเติมอากาศที่แตกต่างกันต่อค่าความเข้มข้นของสารอาหาร ณ จุดที่อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับครึ่งหนึ่งของอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุด (K_s)

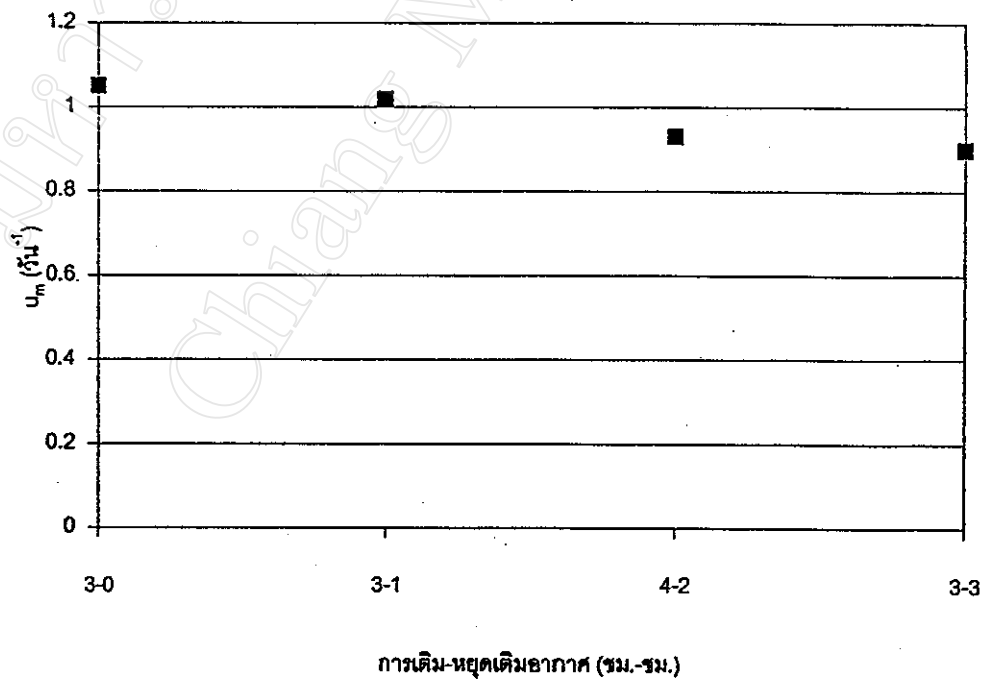
ค่าความเข้มข้นของสารอาหาร ณ จุดที่อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับครึ่งหนึ่งของอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดของระบบที่มีการเติมอากาศแตกต่างกันถูกแสดงไว้ดังรูปที่ 4.13 โดยค่า K_s ในระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลามีค่าเท่ากับ 168.4 มก./ล. ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-1 ชม.-ชม. มีค่าเท่ากับ 180.7 มก./ล. ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 4-2 ชม.-ชม. มีค่าเท่ากับ 146.7 มก./ล. และระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-3 ชม.-ชม. มีค่าเท่ากับ 129.7 มก./ล. ซึ่งพบว่าค่า K_s ในระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลาและระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-1 ชม.-ชม. มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าสูงกว่าในระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะรูปแบบอื่น และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างในระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะพบว่า เมื่อสัดส่วนการลดปริมาณอากาศสูงขึ้น ค่า K_s ก็จะลดลง

4.3.4 ผลของการเติมอากาศที่แตกต่างกันต่ออัตราการใช้สารอาหารสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยมวลของจุลินทรีย์ (k)

อัตราการใช้สารอาหารสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยมวลของจุลินทรีย์ถูกแสดงได้ดังรูปที่ 4.14 โดยค่า k ในระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลามีค่าเท่ากับ 1.76 วัน⁻¹ ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-1 ชม.-ชม. มีค่าเท่ากับ 1.87 วัน⁻¹ ในระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 4-2 ชม.-ชม. มีค่าเท่ากับ 1.71 วัน⁻¹ และระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-3 ชม.-ชม. มีค่าเท่ากับ 1.66 วัน⁻¹ ซึ่งจากรูปดังกล่าวพบว่า ค่า k ของจุลินทรีย์ในระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะมีค่าลดลงตามสัดส่วนการลดปริมาณอากาศ ซึ่งรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของค่า k นี้ มีลักษณะเช่นเดียวกันกับค่า K_s แต่อย่างไรก็ตามค่า k ในแต่ละระบบที่มีรูปแบบการเติมอากาศแตกต่างกันนี้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์ยังคงสามารถย่อยสลายสารอาหารเพื่อใช้ในการดำรงชีพและสร้างเซลล์ใหม่ได้ดีแม้ว่ามีการเติมอากาศเป็นจังหวะ ซึ่ง



รูปที่ 4.14 ค่า k ที่การเติม-หยุดเติมอากาศแตกต่างกัน



รูปที่ 4.15 ค่า u_m ที่การเติม-หยุดเติมอากาศแตกต่างกัน

จากการที่การทดลองครั้งนี้มีระยะเวลาให้จุลินทรีย์มีการปรับตัวถึง 2-3 ค่าของอายุตะกอนทำให้มันสามารถปรับสภาพการเจริญเติบโต การกินอาหาร การดำรงชีพ ได้ดีในสภาพที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะ

4.3.5 ผลของการเติมอากาศที่แตกต่างกันต่ออัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

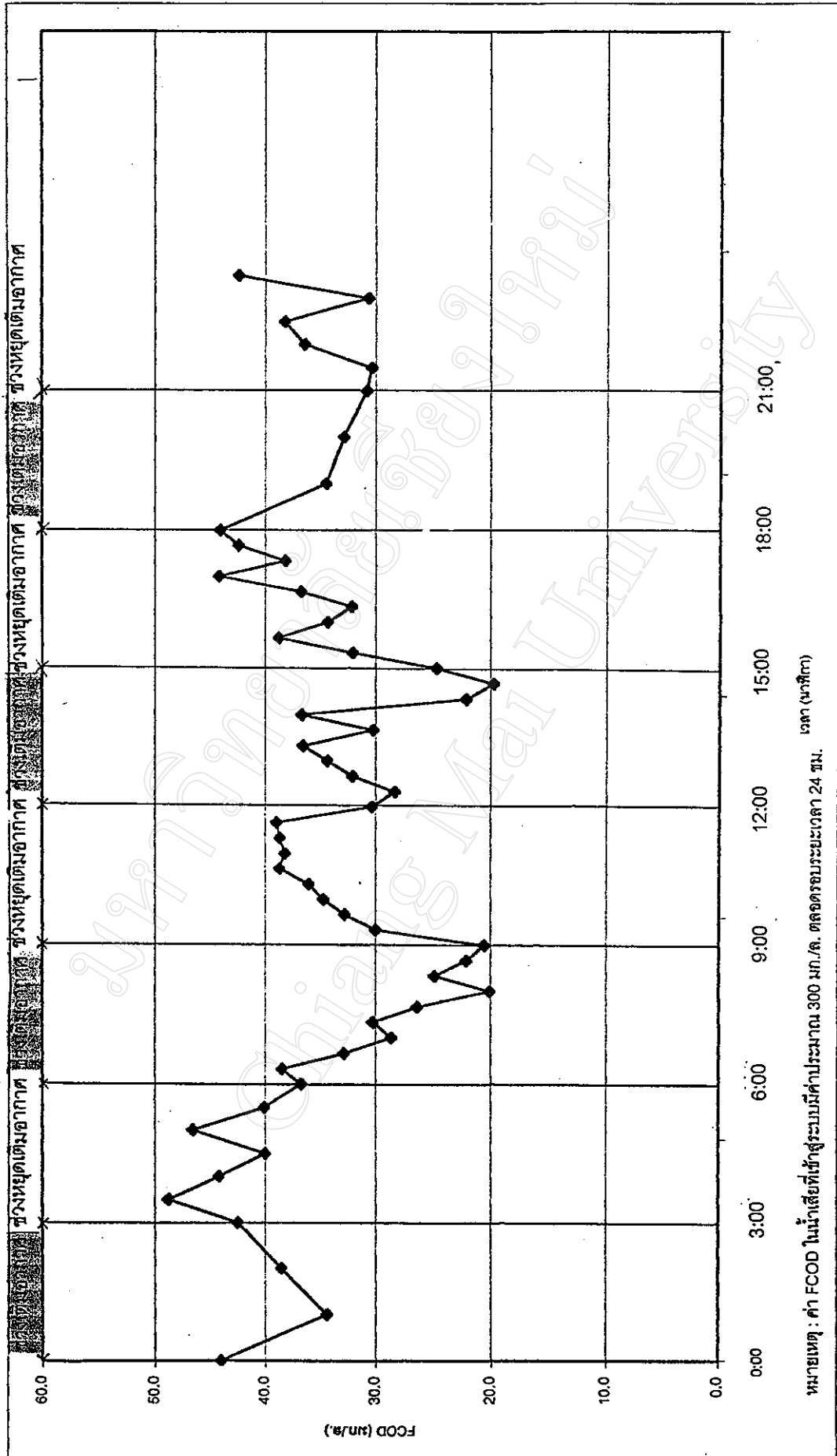
สูงสุดของจุลินทรีย์ (μ_m)

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดของจุลินทรีย์ในระบบที่มีการเติมอากาศแตกต่างกันถูกแสดงได้ดังรูปที่ 4.15 โดยค่า μ_m ในระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลามีค่าเท่ากับ 1.05 วัน⁻¹ ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-1 ชม.-ชม. มีค่าเท่ากับ 1.02 วัน⁻¹ ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 4-2 ชม.-ชม. มีค่าเท่ากับ 0.93 วัน⁻¹ และระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-3 ชม.-ชม. มีค่าเท่ากับ 0.90 วัน⁻¹ ซึ่งพบว่าค่า μ_m ของจุลินทรีย์ในระบบที่มีการเติมอากาศแตกต่างกัน มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันกับค่า Y และ k_d โดย μ_m มีค่าสูงสุดในระบบที่มีการเติมอากาศตลอดเวลาและมีค่าลดลงตามสัดส่วนการลดปริมาณอากาศ

4.4 ผลการทดลองเมื่อทำการเก็บตัวอย่างทุกช่วงการเติม-หยุดเติมอากาศ

ภายหลังจากการศึกษาตามเงื่อนไขการทดลองดังแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 3.1 ล้นสุดแล้ว มีการพิจารณาเลือกการทดลองที่สามารถบำบัดสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูป FCOD และไนโตรเจนรวมที่เหมาะสม มาทำการทดลองเพื่อเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านการบำบัดตลอดช่วงระยะเวลา 24 ชม. ซึ่งจากผลการทดลองที่ผ่านมาระบบที่มีความเหมาะสมและสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรได้อย่างเด่นชัดได้แก่ระบบที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะแบบ 3-3 ชั่วโมง-ชั่วโมง ที่อายุตะกอน 15.9 วัน เนื่องจากมีช่วงการเติมและหยุดเติมอากาศช่วงละเท่ากันตลอดระยะเวลา 24 ชม.และมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในรูป FCOD และ TN ที่สูง ทำการเดินระบบต่อไปเพื่อทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านการบำบัดเป็นช่วง ๆ ตลอดระยะเวลาที่มีการเติม-หยุดเติมอากาศในแต่ละรอบ 24 ชั่วโมง เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรในการบำบัดน้ำเสียของระบบในแต่ละช่วงเวลาทำงานจริงในแต่ละวัน ซึ่งผลการทดลองที่ได้มีดังต่อไปนี้

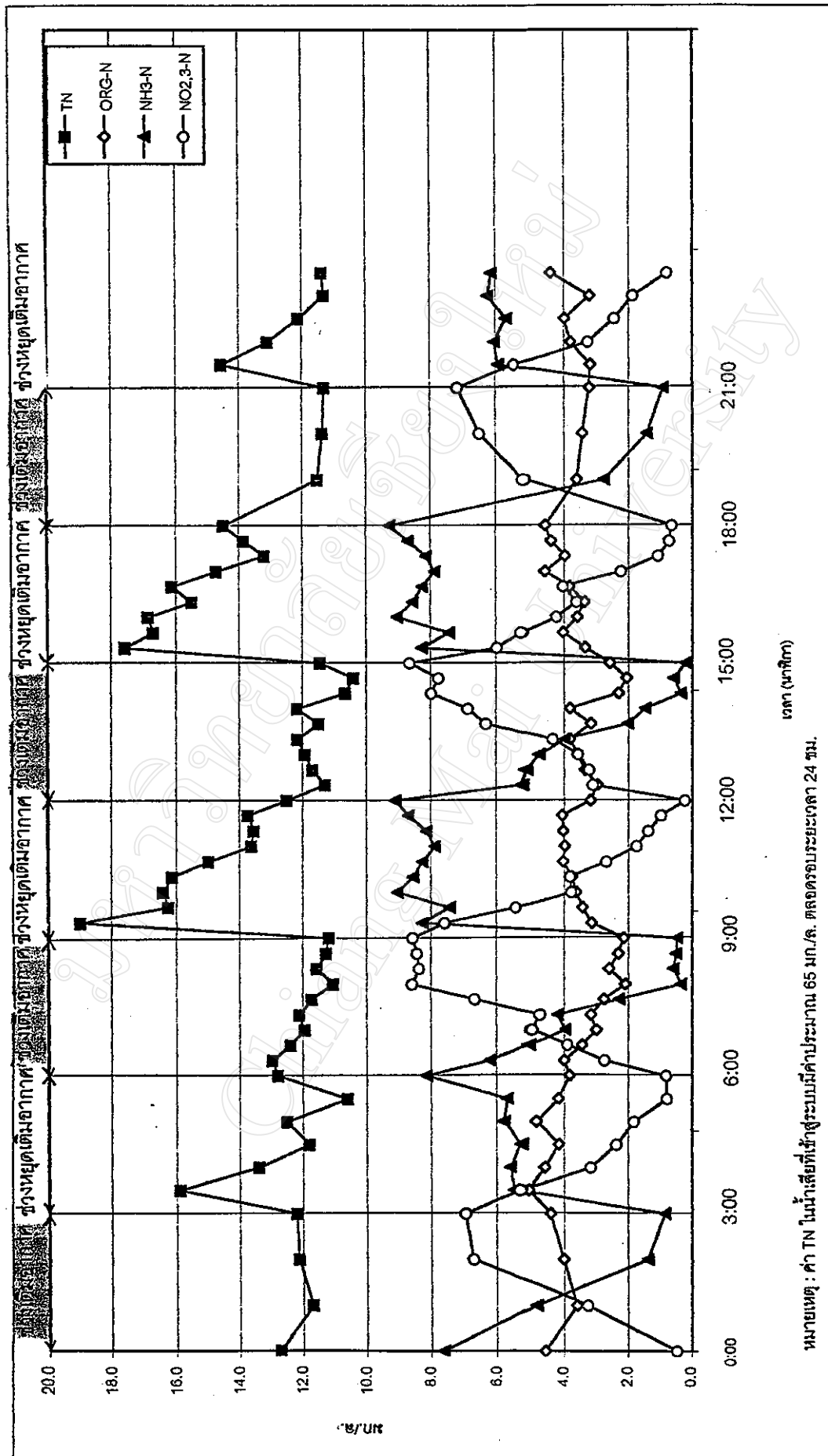
4.4.1 การเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ในรูปของ FCOD จากรูปที่ 4.16 เห็นได้ว่าเมื่อเริ่มจ่ายน้ำเสียเข้าสู่ระบบในเวลา 6.00 น. ซึ่งขณะนั้นเป็นช่วงของการเติมอากาศ ค่า FCOD ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมีค่า 36.7 มก./ล. และค่อย ๆ ลดลงตามระยะเวลาจนกระทั่งมี



รูปที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงของ FCOD ในน้ำเสียผ่านการบำบัดของระบบที่มีการเติมอากาศแบบ 3-3 ชม.-ชม. ที่ค่าอายุตะกอน 16.0 วัน ที่เวลาต่าง ๆ กัน ในรอบระยะเวลา 24 ชม.

ค่าต่ำสุด 20.6 มก./ล. ที่เวลา 9.00 น. เมื่อถึงเวลา 9.20 น. เป็นช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศค่า FCOD ในน้ำที่ผ่านการบำบัดมีค่าเพิ่มขึ้น จนกระทั่งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 40.4 มก./ล. ที่เวลา 12.00 น. หลังจากนั้นค่า FCOD ก็มีค่าลดลงอีกครั้งในช่วงเวลาดังกล่าวเนื่องจากการเติมอากาศ จนมีค่าต่ำสุด 22.7 มก./ล. ที่เวลา 15.00 น. กระทั่งเวลา 15.20 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศ ค่า FCOD ในน้ำที่ผ่านการบำบัดเริ่มเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นโดยมีค่า 32.0 มก./ล. และสูงขึ้นเรื่อยจนกระทั่งถึงเวลา 18.00 น. ซึ่งมีค่าสูงสุด 44.1 มก./ล. หลังจากนั้นเมื่อมีการเติมอากาศค่า FCOD ก็มีการเปลี่ยนแปลงลดลงอีกครั้งหนึ่ง โดยลดลงจาก 44.1 มก./ล. เป็น 30.8 มก./ล. ที่เวลา 21.00 น. จากนั้นค่า FCOD ได้เพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุด 44.1 มก./ล. ที่เวลา 24.00 น. ที่เวลา 1.00 น. ค่า FCOD ลดลงอีกครั้งหนึ่งจนกระทั่งถึงเวลา 3.00 น. และ ค่า FCOD มีค่าเพิ่มขึ้นอีกครั้ง โดยมีค่าสูงสุด 48.8 มก./ล. ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่า FCOD ของน้ำที่ผ่านการบำบัดมีรูปแบบเช่นนี้สลับกันไปในช่วงที่มีการเติม-หยุดเติมอากาศอย่างเป็นวัฏจักร โดยค่า FCOD ในน้ำที่ผ่านการบำบัดลดลงในช่วงที่มีการเติมอากาศเนื่องจากจุลินทรีย์มีการใช้ออกซิเจนที่ละลายน้ำย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างเต็มที่ และ FCOD ของน้ำที่ผ่านการบำบัดมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อยในช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศเนื่องจากออกซิเจนละลายน้ำที่เหลืออยู่ถูกใช้ให้หมดไป ทำให้จุลินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจนจากแหล่งอื่นมาใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นผลให้อัตราการย่อยสลายลดลงในช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศ และเมื่อนำค่า FCOD ในแต่ละเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างมาเฉลี่ยพบว่า มีค่าเท่ากับ 34.2 มก./ล. ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับน้ำที่ผ่านการบำบัดเมื่อมีการเก็บตัวอย่างน้ำเสียรวมที่รอบระยะเวลา 24 ชั่วโมง

4.4.2 สารอินทรีย์ในโครเจน จากรูปที่ 4.17 เห็นได้ว่าเมื่อเริ่มจ่ายน้ำเสียเข้าสู่ระบบในเวลา 6.00 น. ซึ่งขณะนั้นเป็นช่วงของการเติมอากาศ ค่า ORG-N ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมีค่า 36.7 มก./ล. และค่อย ๆ ลดลงตามระยะเวลาจนกระทั่งมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 20.6 มก./ล. ที่เวลา 9.00 น. เมื่อถึงเวลา 9.20 น. เป็นช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศค่า ORG-N ในน้ำที่ผ่านการบำบัดก็มีค่าเพิ่มขึ้น จนกระทั่งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 40.4 มก./ล. ที่เวลา 12.00 น. หลังจากนั้นค่า ORG-N ก็จะมีค่าลดลงอีกครั้งในช่วงเวลาดังกล่าวเนื่องจากการเติมอากาศ จนมีค่าต่ำสุด 22.7 มก./ล. ที่เวลา 15.00 น. กระทั่งเวลา 15.20 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศ ค่า ORG-N ในน้ำที่ผ่านการบำบัดเริ่มเปลี่ยนแปลงสูงขึ้น โดยมีค่า 32.0 มก./ล. และเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงเวลา 18.00 น. ซึ่งมีค่าสูงสุด 44.1 มก./ล. หลังจากนั้นเมื่อมีการเติมอากาศค่า ORG-N มีการเปลี่ยนแปลงลดลงอีกครั้งหนึ่งโดยมีค่า ลดลงจาก 44.1 มก./ล. เป็น 30.8 มก./ล. ที่เวลา 21.00 น. จากนั้นค่า ORG-N มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจนกระทั่งมีค่าสูงสุด 44.1 มก./ล. ที่เวลา 24.00 น.



รูปที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนรูปแบบต่าง ๆ ในน้ำเสียผ่านมารูปแบบที่มีการเติมอากาศแบบ 3-3 ชม.-ชม. ที่ค่าอายุตะกอน 16.0 วัน ที่เวลาต่าง ๆ กันในรอบระยะเวลา 24 ชม.

ที่เวลา 1.00 น. ค่า ORG-N มีค่าลดลงอีกครั้งหนึ่งจนกระทั่งถึงเวลา 3.00 น. โดยค่า ORG-N มีค่าเพิ่มขึ้นอีกครั้งโดยมีค่าสูงสุด 48.8 มก./ล. ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่า ORG-N มีลักษณะเช่นนี้สลับกันไปในช่วงที่มีการเติม-หยุดเติมอากาศอย่างเป็นวัฏจักร โดยมีค่าลดลงในช่วงที่มีการเติมอากาศและมีค่าสูงขึ้นในช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของ FCOD ซึ่งเมื่อนำค่า ORG-N ในแต่ละเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างมาเฉลี่ยพบว่ามีค่าเท่ากับ 5.8 มก./ล. ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับน้ำผ่านการบำบัดเมื่อมีการเก็บตัวอย่างน้ำเสียรวมที่รอบระยะเวลา 24 ชั่วโมง

4.4.3 แอมโมเนียไนโตรเจน จากรูปที่ 4.17 เห็นได้ว่าเมื่อเริ่มจ่ายน้ำเสียเข้าสู่ระบบในเวลา 6.00 น. ซึ่งขณะนั้นอยู่ในช่วงของการเติมอากาศ ค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมีค่า 8.14 มก./ล. และค่อย ๆ ลดลงตามระยะเวลาจนกระทั่งมีค่าต่ำสุด 0.48 มก./ล. ที่เวลา 9.00 น. เมื่อถึงเวลา 9.20 น. เป็นช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ในน้ำที่ผ่านการบำบัดมีค่าเพิ่มขึ้น จนกระทั่งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 9.10 มก./ล. ที่เวลา 12.00 หลังจากนั้นค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ก็จะมีค่าลดลงอีกครั้งหนึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวเนื่องจากการเติมอากาศ จนมีค่าต่ำสุด 0.23 มก./ล. ที่เวลา 15.00 น. กระทั่งเวลา 15.20 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศ ค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ในน้ำที่ผ่านการบำบัดก็จะเริ่มเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นโดยมีค่า 8.26 มก./ล. และสูงขึ้นตลอดจนกระทั่งถึงเวลา 18.00 น. ซึ่งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 9.24 มก./ล. หลังจากนั้นเมื่อมีการเติมอากาศค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงลดลงอีกครั้งหนึ่งโดยมีค่า ลดลงจาก 9.24 มก./ล. เป็น 0.93 มก./ล. ที่เวลา 21.00 น. จากนั้นค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ มีค่าสูงขึ้นจนกระทั่งถึง 7.62 มก./ล. ที่เวลา 24.00 น. ที่เวลา 1.00 น. ค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ลดลงอีกครั้งหนึ่งจนกระทั่งถึงเวลา 3.00 น. ซึ่งลดลงจาก 7.62 มก./ล. เป็น 0.86 มก./ล. และเมื่อถึงเวลา 3.30 ค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ มีค่าเพิ่มขึ้นอีกครั้งโดยมีค่าจาก 5.49 เป็น 5.68 มก./ล. ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ เป็นเช่นนี้สลับกันไปในช่วงที่มีการเติม-หยุดเติมอากาศอย่างเป็นวัฏจักร โดยมีค่าลดลงในช่วงที่มีการเติมอากาศเนื่องจากเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันและมีค่าสูงขึ้นในช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศเนื่องจากการเกิดการเปลี่ยนรูปกลับของไนเตรทไนโตรเจนบางส่วน และเมื่อนำค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ในแต่ละเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างมาเฉลี่ยพบว่ามีค่าเท่ากับ 8.3 มก./ล. ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับน้ำผ่านการบำบัดเมื่อมีการเก็บตัวอย่างน้ำเสียรวมที่รอบระยะเวลา 24 ชั่วโมง

4.4.4 ไนโตรทและไนเตรทไนโตรเจน จากรูปที่ 4.17 เห็นได้ว่าเมื่อเริ่มจ่ายน้ำเสียเข้าสู่ระบบในเวลา 6.00 น. ซึ่งขณะนั้นอยู่ในช่วงของการเติมอากาศ ค่า $\text{NO}_{23}\text{-N}$ ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมีค่า 0.82 มก./ล. และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาจนกระทั่งมีค่าสูงสุด 8.56 มก./ล. ที่เวลา 9.00 น. เมื่อถึงเวลา 9.20 น. เป็นช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศค่า $\text{NO}_{23}\text{-N}$ ในน้ำที่

ผ่านการบำบัดมีค่าลดลง จนกระทั่งมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.24 มก./ล. ที่เวลา 12.00 หลังจากนั้นค่า $\text{NO}_{23}\text{-N}$ ก็มีค่าเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงเวลาดังกล่าวเนื่องจากการเติมอากาศ จนมีค่า สูงสุด 8.64 มก./ล. ที่เวลา 15.00 น. กระทั่งเวลา 15.20 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศ ค่า $\text{NO}_{23}\text{-N}$ ในน้ำที่ผ่านการบำบัดเริ่มเปลี่ยนแปลงลดต่ำลงโดยมีค่า 5.97 มก./ล.และลดลงตลอดจนกระทั่งถึงเวลา 18.00 น. ซึ่งมีค่าต่ำสุด 0.65 มก./ล. หลังจากนั้นเมื่อมีการเติมอากาศค่า $\text{NO}_{23}\text{-N}$ มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งโดยมีค่าจาก 5.18 มก./ล.เป็น 7.16 มก./ล. ที่เวลา 21.00 น. จากนั้นค่า $\text{NO}_{23}\text{-N}$ ลดลงเนื่องจากเป็นช่วงที่มีการเติมอากาศจนกระทั่งมีค่า ต่ำสุด 0.48 มก./ล. ที่เวลา 24.00 น. ที่เวลา 1.00 น. ค่า $\text{NO}_{23}\text{-N}$ ก็เพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งจนกระทั่งถึงเวลา 3.00 น. โดยมีค่าสูงสุด 6.95 มก./ล. หลังจากนั้นซึ่งเป็นช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศ ค่า $\text{NO}_{23}\text{-N}$ ในน้ำเสียมีค่าลดลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่า $\text{NO}_{23}\text{-N}$ เกิดเป็นเช่นนี้สลับกันไปในช่วงที่มีการเติม-หยุดเติมอากาศอย่างเป็นวัฏจักร โดยมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงที่มีการเติมอากาศเนื่องจากกระบวนการไนตริฟิเคชันและมีค่าลดลงในช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศเนื่องจากกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน และเมื่อนำค่า $\text{NO}_{23}\text{-N}$ ในแต่ละเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างมาเฉลี่ยพบว่ามีค่าเท่ากับ 5.7 มก./ล. ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับน้ำที่ผ่านการบำบัดเมื่อมีการเก็บตัวอย่างน้ำเสียรวมที่รอบระยะเวลา 24 ชั่วโมง

4.4.5 ไนโตรเจนรวม จากรูปที่ 4.17 เห็นได้ว่าเมื่อเริ่มจ่ายน้ำเสียเข้าสู่ระบบในเวลา 6.00 น. ซึ่งขณะนั้นอยู่ในช่วงของการเติมอากาศ ค่า TN ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจะมีค่า 12.8 มก./ล. และค่อย ๆ ลดลงตามระยะเวลาจนกระทั่งมีค่าต่ำสุด 11.2 มก./ล. ที่เวลา 9.00 น. เมื่อถึงเวลา 9.20 น. เป็นช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศค่า TN ในน้ำที่ผ่านการบำบัดก็มีค่าเพิ่มขึ้นจนกระทั่งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 19.0 มก./ล. หลังจากนั้นค่า TN ก็มีค่าลดลงอีกครั้งในช่วงเวลาดังกล่าว จนมีค่า 10.4 มก./ล. ที่เวลา 14.40 น. กระทั่งเวลา 15.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศ ค่า TN ในน้ำที่ผ่านการบำบัดก็เริ่มเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นโดยมีค่า 11.45 มก./ล.และมีค่าสูงขึ้นจนกระทั่งถึงเวลา 16.00 น. ซึ่งมีค่าสูงสุด 16.9 มก./ล. หลังจากนั้นค่า TN มีการเปลี่ยนแปลงลดลงอีกครั้งหนึ่งโดยมีค่า ลดลงจาก 16.9 มก./ล. เป็น 11.3 มก./ล. ที่เวลา 21.00 น. จากนั้นค่า TN ก็เพิ่มขึ้นจนกระทั่งมีค่าสูงสุด 14.6 มก./ล.ที่เวลา 21.20 น. และมีค่าลดลงเรื่อย ๆ จนถึง 10.6 มก./ล.ที่เวลา 5.30 น. ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของ TN ในขณะที่มีการเติมอากาศ ORG-N และ $\text{NH}_3\text{-N}$ มีการเปลี่ยนแปลงลดลงเนื่องจากเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์และเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชัน และส่งผลทำให้ $\text{NO}_{23}\text{-N}$ เพิ่มขึ้น แต่ในช่วงที่หยุดเติมอากาศ ORG-N และ $\text{NH}_3\text{-N}$ จะมีค่าเพิ่มขึ้นและ $\text{NO}_{23}\text{-N}$ มีค่าลดลงเนื่องจากกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน ทำให้ TN ในน้ำที่ผ่านการบำบัดมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของ TN

ที่สังเกตได้คือในช่วงที่มีการเติมอากาศ TN มีค่าลดลง และในช่วงที่มีการหยุดเติมอากาศ TN มีค่าสูงขึ้น และเมื่อนำค่า TN ในแต่ละเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างมาเฉลี่ยพบว่ามีค่าเท่ากับ 22.6 มก./ล. ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับน้ำผ่านการบำบัดเมื่อมีการเก็บตัวอย่างน้ำเสียรวมที่รอบระยะเวลา 24 ชั่วโมง

จากทุกการทดลองเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่าง ๆ ของน้ำผ่านการบำบัดที่ได้จากการเก็บตัวอย่างทุกช่วงระยะเวลามีค่าใกล้เคียงกับน้ำผ่านการบำบัดได้จากการเก็บตัวอย่างรวมเมื่อครบรอบระยะเวลา 24 ชม.