บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาได้แบ่งการทดลองเป็น 3 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกเป็นการศึกษาถึงประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำชะมูลฝอยของระบบบำบัดเมื่อมีการเติมอากาศอย่างต่อเนื่อง ส่วนที่สองเป็นการศึกษาถึงระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำชะมูลฝอย และส่วนที่สามคือการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจน โดยเลือกระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีที่สุดมาศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดลองเมื่อมีการเติมอากาศอย่างต่อเนื่อง

การทดลองในขั้นตอนนี้เป็นการดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์และสารไนโตรเจนในน้ำชะมูลฝอยของระบบบำบัดบ่อเติมอากาศที่เติมอากาศอย่างต่อเนื่อง โดยจะทำการศึกษาที่เวลาเก็บกักน้ำ 3 , 6 , 9 และ 12 วัน โดยมีผลการทดลองดังนี้

4.1.1 สภาพแวดล้อมในการทำงาน

สภาพแวดล้อมในการทำงานของระบบบำบัดแสดงดังภาคผนวก ง1-ง4 และ ตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สภาพแวดล้อมในการทำงานของระบบบำบัด

HRT	สภาพการทำงานในระบบ		
(d)	pH	Temp (^{0}C)	MLVSS (mg/l)
3	8.36-8.97	26.3-28.5	220-368
6	8.11-8.94	26.6-28.4	214-361
9	6.50-8.25	26.7-28.7	276-361
12	7.30-8.72	26.4-28.4	250-316

4.1.1 อุณหภูมิ

จากการทดลองพบว่า อุณหภูมิของน้ำชะมูลฝอยภายในถังปฏิกิริยาของระบบบำบัดเมื่อเวลาเก็บกักน้ำเป็น 3 , 6 , 9 และ 12 วัน จะมีค่าอยู่ในช่วง 26.3-28.5 , 26.6-28.4 , 26.7-28.7 และ 26.4-28.4 ^{o}C ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งเห็นได้ว่า อุณหภูมิภายในถังปฏิกิริยาอยู่ในช่วงค่าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจุลินทรีย์ในระบบส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตในช่วงอุณหภูมิปานกลาง คืออยู่ในช่วง 25.0-35.0^{o}C และสำหรับจุลินทรีย์ชนิดไนตริฟรายอิงค์ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตจะอยู่ในช่วง 28.0-36.0 ^{o}C (Sharma, B. and Ahlert, R.C., 1979) ซึ่งจากการทดลอง พบว่าภายในระบบบำบัดมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดไนตริฟรายอิงค์

4.1.1.2 พีเอช

แสดงพีเอชของน้ำชะมูลฝอยภายในถังปฏิกิริยา พบว่า ที่เวลาเก็บกักน้ำ 3 , 6 , 9 และ 12 วัน มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 8.36-8.97 , 8.11-8.94 , 6.50-8.25 และ 7.30-8.72 ดังตารางที่ 4.1 จากการทดลองพบว่า เมื่อน้ำชะมูลฝอยเข้าสู่ระบบบำบัดแล้วจะมีค่าพีเอชสูงขึ้น ทั้งนี้เพราะเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชัน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียเป็นไนเตรท และไนโตรเจนบางส่วนยังถูกใช้ในการสร้างเซลจุลินทรีย์ขึ้นมาใหม่ ซึ่งทำให้ค่าความเป็นด่างไบคาร์บอเนตลดลงและส่งผลให้ได้กรดคาร์บอนิกเพิ่มมากขึ้น ทำให้พีเอชมีค่าลดลง แต่เนื่องจากในถังปฏิกิริยามีการเติมอากาศอย่างเพียงพอ จึงทำให้มีพีเอชมีค่าสูงขึ้น โดยปกติแล้ว ค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการทำงานและเจริญเติบโตจุลินทรีย์ อยู่ในช่วง 7.2-8.0 (ธีระ เกรอต, 2539) แต่จากการทดลองพบว่าค่าพีเอชภายในถังปฏิกิริยามีค่ามากกว่าช่วงค่าที่เหมาะสมต่อการทำงาน แต่ก็ยังถือว่ามีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เพราะค่าพีเอชยังไม่มากกว่า 9.2 ซึ่งถ้าค่าพีเอชมากกว่า 9.2 ส่งผลให้ความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันลดลง 50% (Sharma, B.and Ahlert, R.C., 1977 และ Albertson, O.E. et al., 1983)

4.1.1.3 ปริมาณของแข็งแขวนลอย

สำหรับปริมาณของแข็งแขวนลอยภายในถังปฏิกิริยา พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 220-368 , 214-361 , 276-361 และ 250-317 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 3 , 6 , 9 และ 12 วัน ตามลำดับ ดังตารางที่4.1 จากการทดลองพบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยภายในถังปฏิกิริยามีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อระบบบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วในระบบบำบัดบ่อเติมอากาศมี

ปริมาณของแข็งแขวนลอยภายในถังปฏิกิริยาอยู่ในช่วง 200-500 มก./ล. (Reynolds,T.D. and Richards , P.A., 1996)

4.1.2 ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบ

จากการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์และสารไนโตรเจนในน้ำชะมูลฝอยของระบบบำบัดบ่อเติมอากาศที่เติมอากาศตลอดเวลา แสดงดังภาคผนวก ข1-ข24 และตารางที่ 4.2 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยในช่วงที่ระบบบำบัดอยู่ในสภาวะคงที่

ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพในการบำบัด FCOD , BOD_5 , NH_4-N , Org-N , TN และ NO_x^--N ที่เข้าและออกจากระบบบำบัด

HRT	%Removal					NO_x^--N (มก./ล.)	
(d)	FCOD	BOD_5	NH_4-N	Org-N	TN	Influent	Effluent
3	20.7	85.8	25.6	39.6	25.5	5.59	18.7
6	31.0	85.8	56.2	50.8	35.5	5.59	360
9	44.2	86.3	70.9	61.8	26.1	5.59	776
12	47.2	87.3	74.4	62.0	22.4	5.59	898

4.1.2.1 การบำบัดสารอินทรีย์

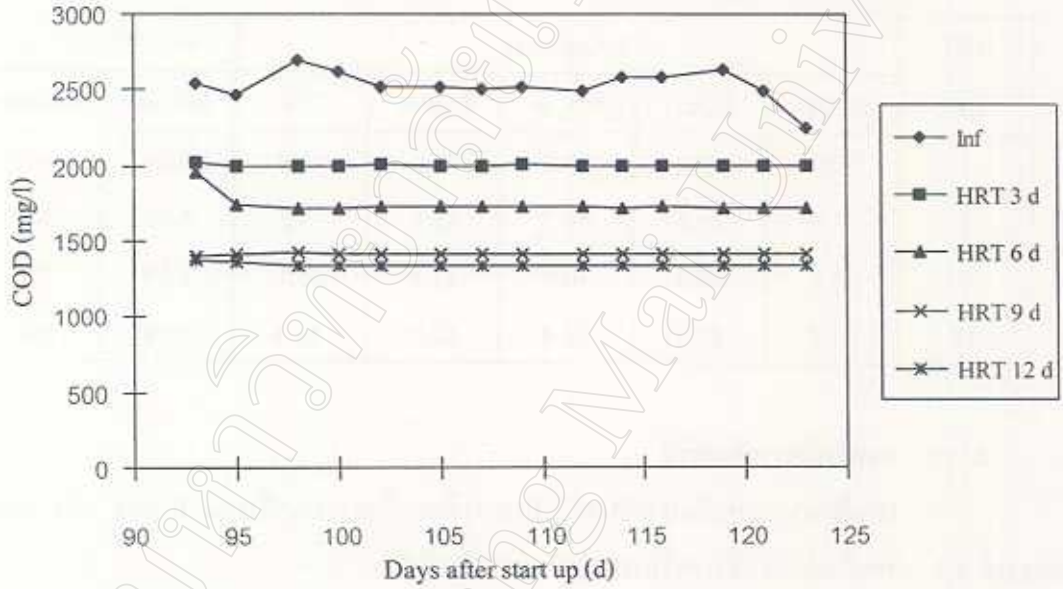
การศึกษาการบำบัดสารอินทรีย์เป็นการศึกษาถึงการลดปริมาณ FCOD และ BOD_5 ตารางที่ 4.3 แสดงถึงประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพการบำบัดสาร FCOD และ BOD_5 ของระบบบำบัดบ่อเติมอากาศที่เติมอากาศ ตลอดเวลา

HRT	FCOD			BOD_5		
(d)	Influent	Effluent	%Removal	Influent	Effluent	%Removal
3	2,530	2,000	20.7	205	29.2	85.8
6	2,530	1,740	31.0	205	29.1	85.8
9	2,530	1,410	44.2	205	28.0	86.3
12	2,530	1,340	47.2	205	26.1	87.3

ก. การศึกษาการบำบัดสารอินทรีย์ในรูป FCOD

จากการทดลองพบว่ามีค่า FCOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดจะมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2,530 มก./ล. และเมื่อน้ำชะมูลฝอยถูกบำบัดโดยระบบบำบัดแล้ว ทำให้ค่า FCOD ลดลง โดย FCOD ในน้ำชะมูลฝอยที่ออกจากระบบบำบัดเมื่อเวลาเก็บกักน้ำ 3 , 6 , 9 และ 12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเป็น 2,000 , 1,740 , 1,410 และ 1,340 มก./ล. ตามลำดับ การที่ FCOD ลดลง เพราะว่าสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำชะมูลฝอยได้ถูกใช้ไปเป็นสารอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ภายในระบบ เมื่อจุลินทรีย์ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ พลังงาน และเกิดการสร้างเซลใหม่ ดังสมการ 17-19 จึงทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งของระบบบำบัดมีค่าลดลง ดังรูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.3 แสดงประสิทธิภาพในการบำบัด FCOD



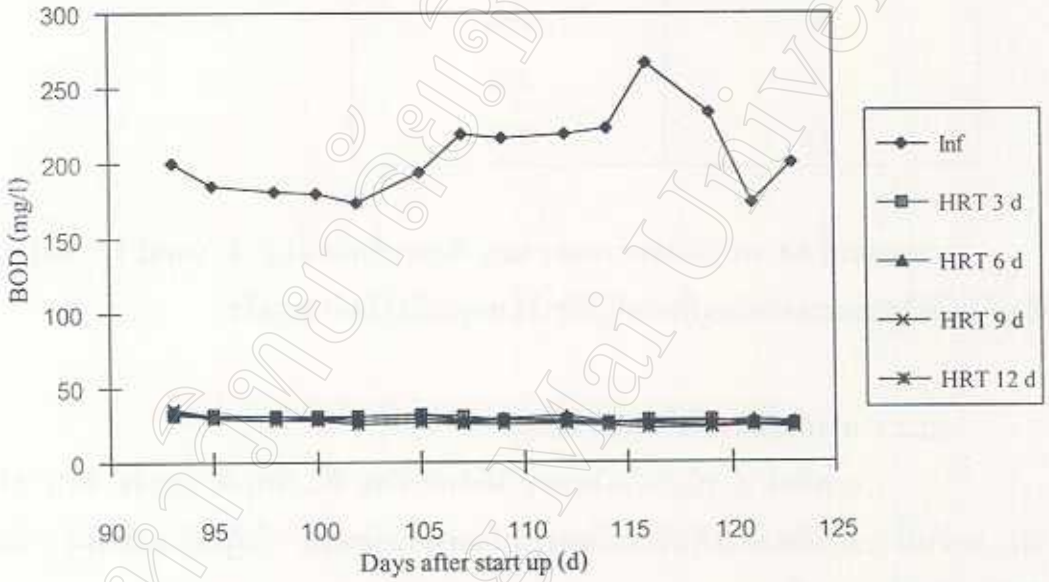
รูปที่ 4.1 FCOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อมีการเติมอากาศตลอดเวลา ในช่วงที่ระบบอยู่ในสภาวะคงที่

จากการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในรูป FCOD เมื่อเวลาเก็บกักน้ำ 3 , 6 , 9 และ 12 วัน จะมีค่าโดยเฉลี่ยเป็น 20.7 , 31.0 , 44.2 และ 47.2% ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.3 ซึ่งเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ขึ้นอยู่กับเวลาเก็บกักน้ำ คือ เมื่อเวลาเก็บกักน้ำเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการบำบัดก็เพิ่มมากขึ้นด้วย จากการทดลองพบว่าปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ จะเกิดได้ดีที่สุดเมื่อเวลาเก็บกักน้ำมากกว่า 9 วัน โดยทั่วไปแล้วระบบบำบัดบ่อเติม

อากาศที่เติมอากาศตลอดเวลามีประสิทธิภาพในการบำบัด 22-99% (Qasim, S.R. and Chiang. W.,1994)

ข. การศึกษาการบำบัดสารอินทรีย์ในรูป BOD_5

การศึกษาถึงการบำบัดของ BOD_5 แสดงดังรูปที่ 4.2 พบว่า ปริมาณ BOD_5 ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 205 มก./ล. และเมื่อน้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้ว ทำให้ค่า BOD_5 ลดลง โดยน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่า BOD_5 โดยเฉลี่ยเป็น 29.2 , 29.1 , 28.0 และ 26.1 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำเป็น 3 , 6 , 9 และ 12 วัน ตามลำดับ และประสิทธิภาพในการบำบัด BOD_5 จะมีค่าเป็น 85.8 , 85.8 , 86.3 และ 87.3% ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.2 BOD_5 ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อมีการเติมอากาศตลอดเวลา ในช่วงที่ระบบอยู่ในสภาวะคงที่

จากการทดลองพบว่า ในระบบบำบัดบ่อเติมอากาศที่เติมอากาศตลอดเวลา มีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ในรูป BOD ได้ดีกว่า COD เนื่องมาจากว่า หลุมฝังกลบนี้ได้ทำการฝังกลบมูลฝอยเป็นเวลา 3-4 ปีแล้ว จึงส่งผลให้คุณลักษณะของน้ำชะมูลฝอยค่อนข้างเจือจาง ประกอบกับ อัตราส่วนของบีโอดีต่อซีโอดีของน้ำชะมูฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าเท่ากับ 0.08 ซึ่งหมายความว่า สารอินทรีย์ในน้ำชะมูลฝอยบางส่วนได้ถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์แล้วในหลุมฝังกลบมูลฝอย จึงส่งผลให้ปริมาณสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ในน้ำชะมูลฝอยเป็นสารอินทรีย์ที่ไม่สามารถย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ ดังนั้นประสิทธิภาพในการบำบัด COD จึงมีค่าต่ำกว่าประสิทธิภาพในการ

บำบัด BOD และเนื่องด้วยเหตุผลนี้จึงส่งผลให้ไม่สามารถหาค่าคงที่ของปฏิกิริยาของระบบบำบัดได้ โดยการหาค่าคงที่ของปฏิกิริยาของระบบบำบัดจะหาได้จากสมการที่ 32 ซึ่งได้ค่าดังตารางที่ 4.4

$$\frac{S}{S_o} = \frac{1}{1 + kt}$$

ตารางที่ 4.4 ค่าคงที่ของปฏิกิริยาของระบบบำบัด

HRT (d)	S_o/S
3	7.02
6	7.04
9	7.32
12	7.86

จากตารางที่ 4.4 พบว่าอัตราส่วนของ So/S ที่เวลาเก็บกักน้ำ 3 , 6 , 9 และ 12 วัน มีค่าใกล้เคียงกัน จึงไม่สามารถหาค่าคงที่ของปฏิกิริยาได้ เหตุผลดังได้กล่าวมาแล้ว

4.1.2.2 การบำบัดสารไนโตรเจน

การศึกษาการบำบัดไนโตรเจน ได้ทำการศึกษาถึง NH_4-N , Org-N , NO_X^--N และ TN ตารางที่ 4.5 แสดงประสิทธิภาพในการบำบัดสารไนโตรเจน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยในช่วงที่ระบบบำบัดอยู่ในสภาวะคงที่

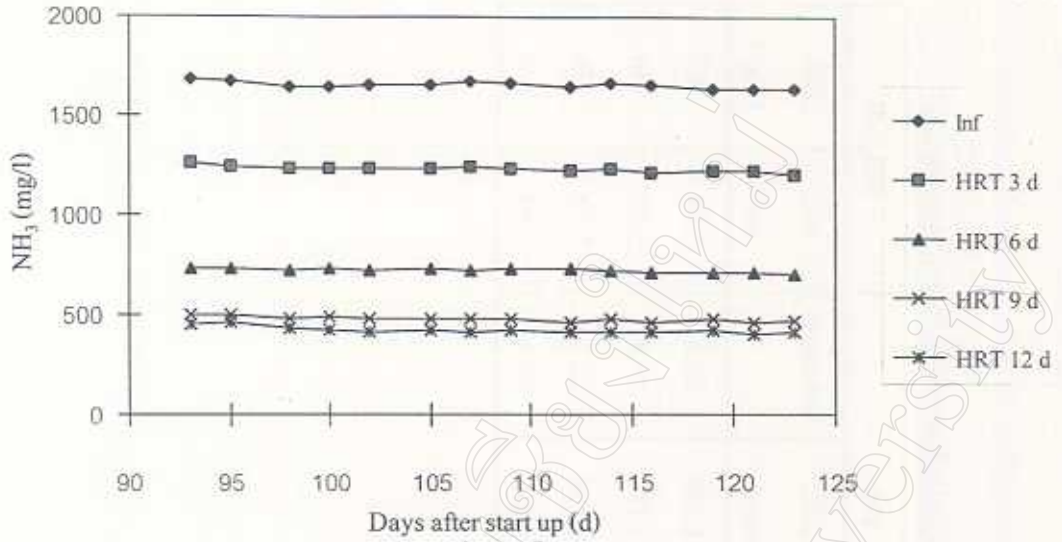
จากการทดลองพบว่า ไนโตรเจนในน้ำชะมูลฝอยโดยส่วนใหญ่ อยู่ในรูปของแอมโมเนียไนโตรเจน ซึ่งแสดงว่าที่หลุมฝังกลบมูลฝอยได้มีการย่อยสลายสารอินทรีย์ไนโตรเจนส่วนหนึ่งแล้ว จึงทำให้น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีปริมาณของแอมโมเนียไนโตรเจนในปริมาณที่สูง ดังตารางที่ 4.5 ซึ่งเห็นได้ว่า น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดจะมีปริมาณ NH_4-N และ Org-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1650 และ 91.8 มก./ล. ตามลำดับ

เมื่อน้ำชะมูลฝอยผ่านระบบบำบัดบ่อเติมอากาศที่เติมอากาศตลอดเวลา พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด NH_4-N และ Org-N ขึ้นอยู่กับเวลาเก็บกักน้ำ ดังตารางที่ 4.5 คือ ที่เวลาเก็บกักน้ำ 3 , 6 , 9 และ 12 วัน มีประสิทธิภาพในการบำบัด NH_4-N โดยเฉลี่ยเป็น 25.6 , 56.2 , 70.3 และ 74.4% ตามลำดับ และรูปที่ 4.3 แสดงปริมาณของ NH_4-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัด

ตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพในการบำบัด NH_4-N , Org-N , TN และ NO_x^--N ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบ่อเติมอากาศที่เติมอากาศตลอดเวลา

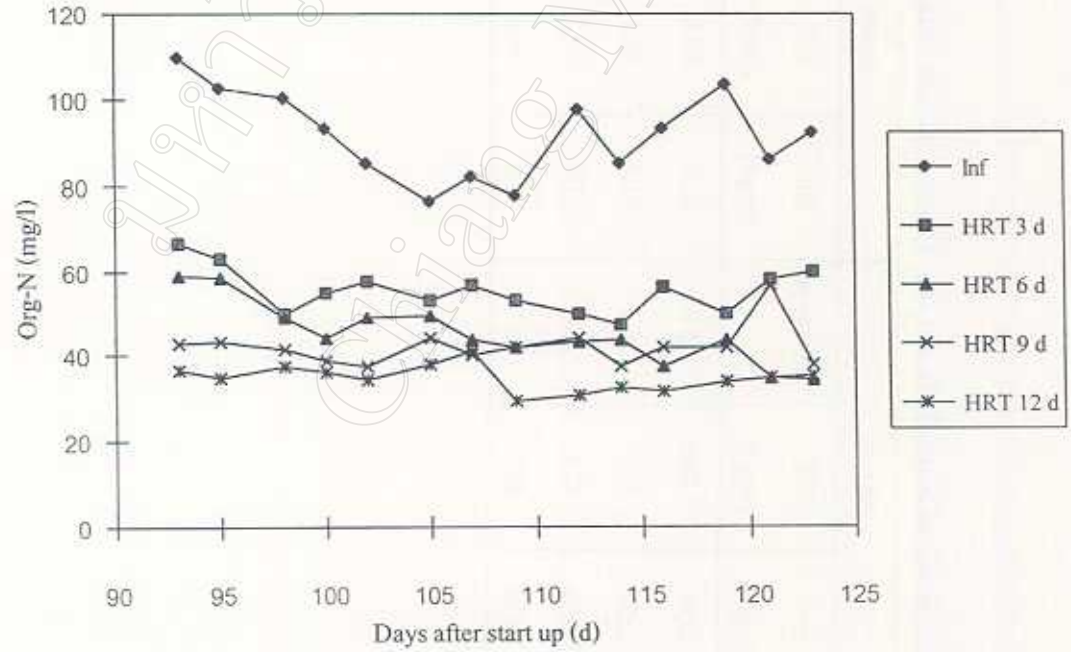
HRT	NH_4-N			Org-N			TN			NO_x^--N	
(d)	Inf. (mg/l)	Eff. (mg/l)	%Remove	Inf. (mg/l)	Eff. (mg/l)	%Remove	Inf. (mg/l)	Eff. (mg/l)	%Remove	Inf. (mg/l)	Eff. (mg/l)
3	1,650	1,230	25.6	91.8	55.4	39.6	1,750	1,300	25.5	5.59	18.7
6	1,650	722	56.2	91.8	45.1	50.8	1,750	1,130	35.5	5.59	360
9	1,650	479	70.9	91.8	35.1	61.8	1,750	1,290	26.1	5.59	776
12	1,650	422	74.4	91.8	34.8	62.0	1,750	1,350	22.4	5.59	898

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 4.3 NH_4-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อมีการเติม อากาศตลอดเวลา ในช่วงที่ระบบอยู่ในสภาวะคงที่

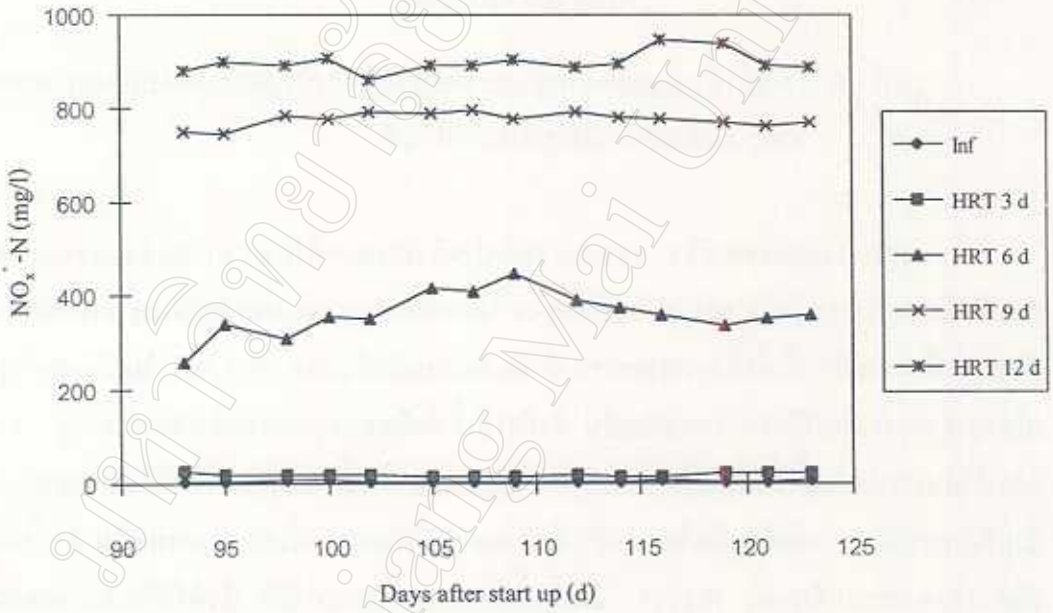
สำหรับประสิทธิภาพในการบำบัด Org-N แสดงดังรูปที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 คือ จะมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 39.6 , 50.8 , 61.8 และ 62.0% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 3 , 6 , 9 และ 12 วัน ตามลำดับ



รูปที่ 4.4 Org-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อมีการเติมอากาศตลอดเวลา ในช่วงที่ระบบอยู่ในสภาวะคงที่

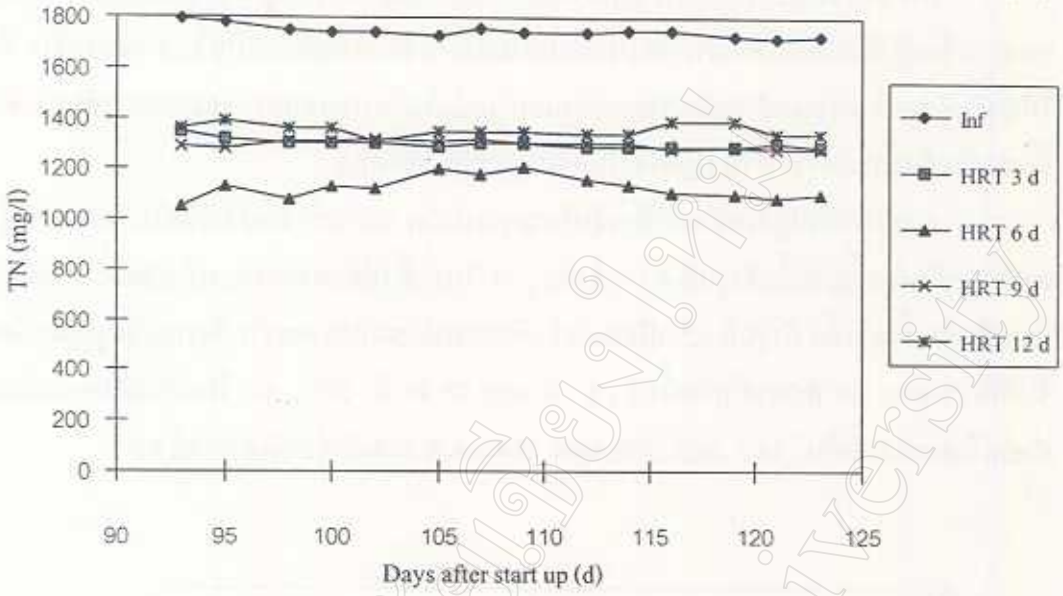
การที่ประสิทธิภาพในการบำบัด NH_4-N และ Org-N ขึ้นอยู่กับเวลาเก็บกักน้ำ เนื่องด้วยจากการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน คือ การที่แอมโมเนียไนโตรเจนเปลี่ยนเป็นไนเตรทมากขึ้น จึงทำให้น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีปริมาณของแอมโมเนียไนโตรเจนลดลง และจากการศึกษา พบว่าที่เวลาเก็บกักน้ำมากกว่า 6 วัน ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันเกิดได้ดีที่สุด

จากการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันในระบบบำบัด จะพบว่า แอมโมเนียไนโตรเจน มีค่าลดลงที่เวลาเก็บกักน้ำมากขึ้นดังรูปที่ 4.3 แต่ NO_x^--N ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่ามากขึ้น เมื่อเวลาเก็บกักน้ำมากขึ้น ดังรูปที่ 4.5 เนื่องมาจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียไปเป็นไนเตรท คือ ที่เวลาเก็บกักน้ำ 3 , 6 , 9 และ 12 วัน มี NO_x^--N ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 18.7 , 360 , 776 และ 898 มก./ล. ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.5



รูปที่ 4.5 NO_x^--N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อมีการเติมอากาศตลอดเวลา ในช่วงที่ระบบอยู่ในสภาวะคงที่

สำหรับการศึกษาการบำบัดไนโตรเจนทั้งหมด (TN) แสดงดังรูปที่ 4.6 จากการทดลองพบว่า น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดจะมีปริมาณ TN โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1740 มก./ล. สำหรับน้ำชะมูลฝอยที่ออกจากระบบบำบัดที่เวลาเก็บกักน้ำ 3 , 6 , 9 และ 12 วัน มีค่า TN โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,330 1,140 , 1,400 และ 1,410 มก./ล. และมีประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเป็น 23.3 , 34.1 , 19.0 และ 18.7% ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.5



รูปที่ 4.6 TNของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อมีการเติมอากาศตลอดเวลา ในช่วงที่ระบบอยู่ในสภาวะคงที่

จากการทดลองพบว่า ระบบบำบัดบ่อเติมอากาศที่เติมอากาศอย่างตลอดเวลา มีประสิทธิภาพในการบำบัด NH_4-N และ Org-N ได้ดีพอสมควร แต่ ประสิทธิภาพในการบำบัด TN น้อย เนื่องจากว่า น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีความเข้มข้นของ NO_x^--N ในปริมาณที่สูงมาก เนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน จึงทำให้น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีปริมาณ TN สูง และถ้าทำการปล่อยน้ำทิ้งที่มีปริมาณ NO_x^--N ที่สูงลงสู่แหล่งน้ำ สามารถก่อให้เกิดปัญหายูโทรฟิเคชัน คือ การที่สาหร่ายเจริญเติบโตรวดเร็ว ซึ่งส่งผลให้น้ำในแหล่งน้ำเกิดการเน่าเหม็น ดังนั้นจึงต้องทำการลดความเข้มข้นของ NO_x^--N ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัด ซึ่งทำได้โดยการลดการเติมอากาศ เพื่อที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน คือ ไนเตรทกลายเป็นก๊าซไนโตรเจน จึงทำให้ไนน้ำทิ้งมีความเข้มข้นของไนโตรเจนลดลง ดังรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

4.2 ผลการทดลองเมื่อมีการเติมอากาศเป็นจังหวะ

การศึกษาถึงผลของระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ ได้ทำการเลือกเวลาเก็บกักน้ำจากผลการทดลองในการบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยระบบบ่อเติมอากาศที่เติมอากาศตลอดเวลา จากตารางที่ 4.2 โดยดูจากประสิทธิภาพในการบำบัดไนโตรเจนเป็นหลัก ซึ่งได้ทำการเลือกที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน เพื่อทำการศึกษาผลของระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศที่มีต่อประสิทธิภาพในการบำบัดไนโตรเจนในน้ำชะมูลฝอย สาเหตุที่ทำการเลือกที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน

เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียและสารอินทรีย์ในโตรเจนได้ดีที่สุด และที่ทำการเลือกที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน เนื่องจากที่เวลาเก็บกักน้ำ 9 วัน มีประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียและสารอินทรีย์ใกล้เคียงกันกับที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน จึงไม่ทำการเลือก และไม่ทำการเลือกที่เวลาเก็บกักน้ำ 3 วัน เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียและสารอินทรีย์ได้ต่ำที่สุด จึงคาดว่ามีระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงได้ทำการเลือกที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 สภาพแวดล้อมในการทำงานของระบบ

สภาพแวดล้อมในการทำงานของระบบบำบัดบ่อเติมอากาศเมื่อมีการเติมอากาศเป็นจังหวะ แสดงดังตารางที่ 4.6 และภาคผนวก ง5-ง14 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงที่ระบบบำบัดอยู่ในสภาวะคงที่

4.2.1.1 อุณหภูมิ

จากการทดลองพบว่า ทุกๆ ระบบบำบัดที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะ คือ มีระยะเวลาเปิด-ปิด เครื่องเติมอากาศเป็น 6/6 , 9/9 , 12/12 , 6/18 และ 10/14 ชั่วโมง มีผลการทดลองคล้ายๆ กัน ทั้งที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ดังตารางที่ 4.6 ซึ่งเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในถังปฏิกิริยาอยู่ในช่วงค่าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตในช่วงอุณหภูมิ 25.0-35.0 $^{\circ}$C ซึ่งถ้าอุณหภูมิมีค่าสูงกว่า 35.0 $^{\circ}$C อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในตริฟรายอิงค์จะลดลง (Randall, L.C.,et al.,1978) และพบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่ม 4 $^{\circ}$C อัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันจะเพิ่มขึ้น 50% และถ้าอุณหภูมิลดลง 1°C อัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันจะลดลง 30% เมื่อทำการเปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิ 21.3°C (Sharma, B. and Ahlert, R.C., 1977)

4.2.1.2 พีเอช

แสดงค่าพีเอชภายในถังปฏิกิริยาของระบบบำบัดเมื่อมีการเติมอากาศเป็นจังหวะ และตารางที่ 4.6 แสดงสภาพแวดล้อมภายในถังปฏิกิริยาของระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศต่างๆกัน พบว่า เมื่อระยะเวลาปิดเครื่องเติมอากาศมากขึ้น ค่าพีเอชของน้ำชะมูลฝอยภายในถังปฏิกิริยามีค่าลดลง คือ จากพีเอชในช่วงระหว่าง 8.30-8.95 ลดลงเป็น 7.30-7.86 เมื่อทำการเปลี่ยนระยะเวลาปิดเครื่องเติมอากาศจาก 6 ชั่วโมงเป็น 14 ชั่วโมง สำหรับเวลาเก็บกักน้ำ 6

วัน และสำหรับเวลาเก็บกักน้ำ 12 ก็ให้ผลเหมือนกัน คือ เกิดการเปลี่ยนแปลงพีเอชในช่วงระหว่าง 7.37-8.71 มาเป็น 7.37-7.96 เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน ซึ่งกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน

ตารางที่ 4.6 สภาพแวดล้อมในการทำงานของระบบบำบัดบ่อเติมอากาศเมื่อมีการเติมอากาศเป็นจังหวะ

HRT (d)	ระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ (ชม./ชม.)	ไซเคิลเวลา (ชม.)	Temp (°C)	pH	MLVSS (มก./ล.)
6	6/6	12	25.1-27.9	8.30-8.95	298-323
	9/9	18	24.8-27.2	7.77-8.52	264-325
	12/12	24	25.2-27.4	7.75-8.60	263-326
	6/18	24	22.5-27.2	7.31-7.91	276-316
	10/14	24	23.0-27.3	7.30-7.86	283-315
12	6/6	16	24.9-27.9	7.37-8.71	284-311
	9/9	18	24.8-27.3	7.21-8.88	280-307
	12/12	24	24.8-27.2	7.15-8.81	276-311
	6/18	24	23.0-26.8	7.53-8.16	277-314
	10/14	24	22.9-26.9	7.37-7.96	264-306

เกิดได้ดีที่พีเอชในช่วงระหว่าง 7.0-8.0 และอัตราการเกิดดีไนตริฟิเคชันจะลดลงอย่างเป็นเส้นตรงเมื่อพีเอชเปลี่ยนจาก 8.0 เป็น 9.5 และจาก 7.0 เป็น 4.0 (Grady, C.P. and Lim, H.C., 1980) ดังนั้น เมื่อระยะเวลาปิดเครื่องเติมอากาศมากขึ้น อัตราการเกิดดีไนตริฟิเคชันก็เพิ่มมากขึ้น แต่การเพิ่มระยะเวลาปิดเครื่องเติมอากาศต้องอยู่ในค่าที่เหมาะสมด้วย เพราะถ้าเพิ่มระยะเวลาปิดเครื่องเติมอากาศมากเกินไป สามารถส่งผลให้อัตราการเกิดไนตริฟิเคชันไม่เพียงพอ เนื่องจากมีระยะเวลาในการเติมอากาศน้อยเกินไปจึงส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันไม่สมบูรณ์ ดังนั้นอัตราการเกิดดีไนตริฟิเคชันก็ลดลงด้วยเหมือนกัน ดังนั้นค่าพีเอชภายในถังปฏิกิริยาของการทดลองมีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันและปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน

4.2.1.3 ปริมาณของแข็งแขวนลอย

จากการทดลองพบว่า ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วันมีค่าของแข็งแขวนลอยภายในถังปฏิกิริยา มากกว่าที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน เนื่องมาจากภาระบรรทุกของสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบบำบัดที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วันมีค่าสูงกว่าที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน และเมื่อทำการเปรียบเทียบระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเท่ากัน คือ 6/6 , 9/9 และ 12/12 ชั่วโมง พบว่า เมื่อระยะเวลาปิดเครื่องเติมอากาศมากขึ้น ปริมาณของแข็งแขวนลอยภายในถังปฏิกิริยามีค่าลดลง ทั้งที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ดังตารางที่ 4.6 แต่การลดของปริมาณของแข็งแขวนลอยลดลงไม่มากนัก เนื่องจากว่ามีจุลินทรีย์หลายชนิดที่สามารถใช้ทั้งออกซิเจนและไนเตรทหรือไนไตรท์ในการเจริญเติบโต (Rusell, L.C., et al., 1978) ดังนั้นในช่วงที่ทำการปิดเครื่องเติมอากาศนั้น ระบบไม่ได้มีสภาพไร้อากาศ เนื่องจากว่าภายในถังปฏิกิริยายังมีออกซิเจนเหลืออยู่ ดังนั้นจุลินทรีย์ยังสามารถเจริญเติบโตได้อยู่ และจุลินทรีย์ยังสามารถใช้ออกซิเจนจากไนเตรทเพื่อการเจริญเติบโตได้อีกด้วย และเมื่อทำการเปรียบเทียบระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศไม่เท่ากัน คือ 6/18 และ 10/14 ชั่วโมง พบว่า ระบบที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/18 ชั่วโมง มีปริมาณของแข็งแขวนลอยมากกว่าระบบที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 10/14 เล็กน้อย ซึ่งอาจเนื่องมาจากจุลินทรีย์สามารถปรับตัวได้ แม้ว่ามีการหยุดเติมอากาศเป็นเวลานาน

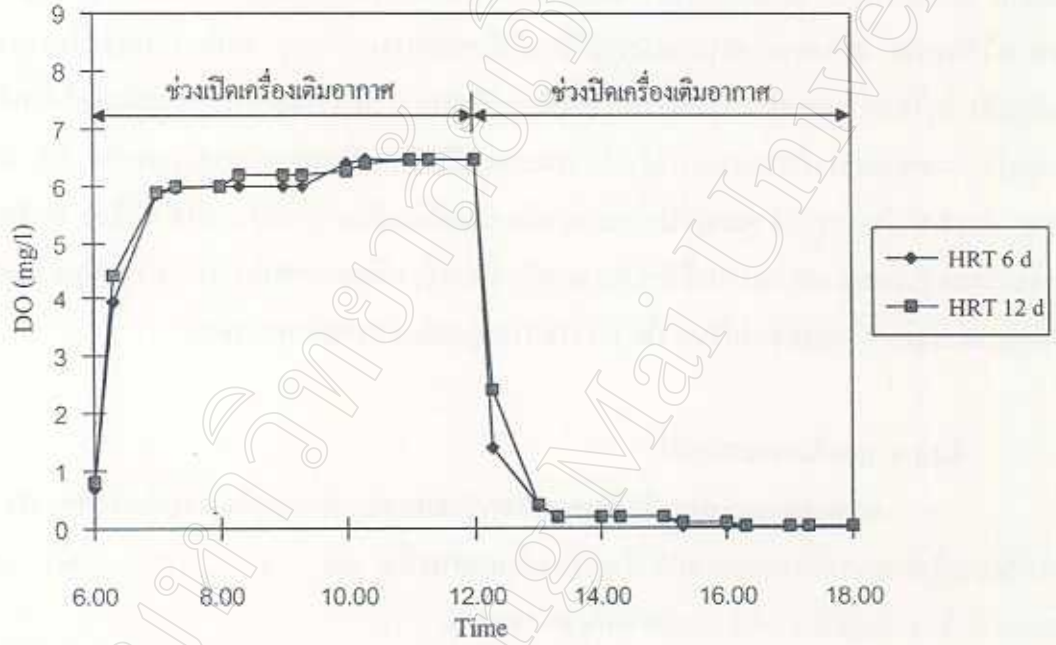
4.2.1.4 ออกซิเจนละลายน้ำ

การลดลงและการเพิ่มขึ้นของออกซิเจนละลายน้ำภายในถังปฏิกิริยาของระบบบำบัดบ่อเติมอากาศที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/6 , 9/9 , 12/12 , 6/18 และ 10/14 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.7-4.11 และภาคผนวก ง15-ง24

จากการวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำภายในถังปฏิกิริยาในช่วงที่มีการปิดเครื่องเติมอากาศ พบว่า ทุกๆ การทดลองค่าออกซิเจนละลายน้ำสามารถลดลงจนมีค่าต่ำกว่า 0.2 มก./ล. แสดงให้เห็นว่าภายในระบบบำบัดสามารถเกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชันได้ เนื่องจากกระบวนการดีไนตริฟิเคชันสามารถเกิดได้ดีที่ความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำมีค่าต่ำกว่า 0.3 มก./ล. และเมื่อความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำมีค่ามากกว่า 0.5 มก./ล. สามรถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันได้ (Ouyang, C.F. and Juan, C.T., 1995) และจากการทดลองยังพบว่าที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน มีค่าออกซิเจนละลายน้ำและใช้เวลาในการลดลงของออกซิเจนละลายน้ำจนถึงระดับที่เกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันต่ำกว่าที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน เนื่องจากว่า ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่ามากกว่าที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน ดังนั้นจึงส่งผลให้

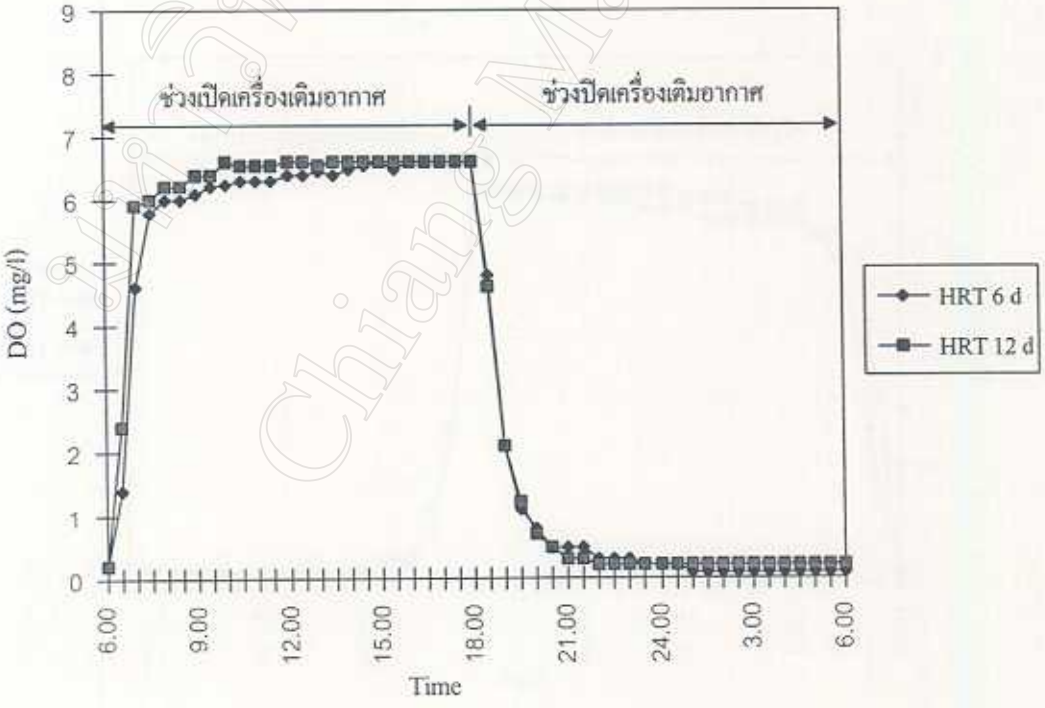
จุลินทรีย์ภายในถังปฏิกิริยาใช้ออกซิเจนในปริมาณที่สูงกว่า จึงทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยต่ำกว่า

สำหรับการเพิ่มของออกซิเจนละลายน้ำภายในถังปฏิกิริยา ในช่วงที่มีการเปิดเครื่องเติมอากาศ พบว่า ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน ใช้เวลาในการเพิ่มออกซิเจนละลายน้ำจากค่าต่ำสุดในช่วงที่มีการปิดเครื่องเติมอากาศจนถึงช่วงที่ออกซิเจนละลายน้ำภายในถังปฏิกิริยามีค่าคงที่นานกว่าที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน เนื่องจากสาเหตุของภาระบรรทุกของสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบบำบัดที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน มีค่ามากกว่า ดังนั้นจึงใช้เวลาในการเพิ่มออกซิเจนนานกว่าที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน



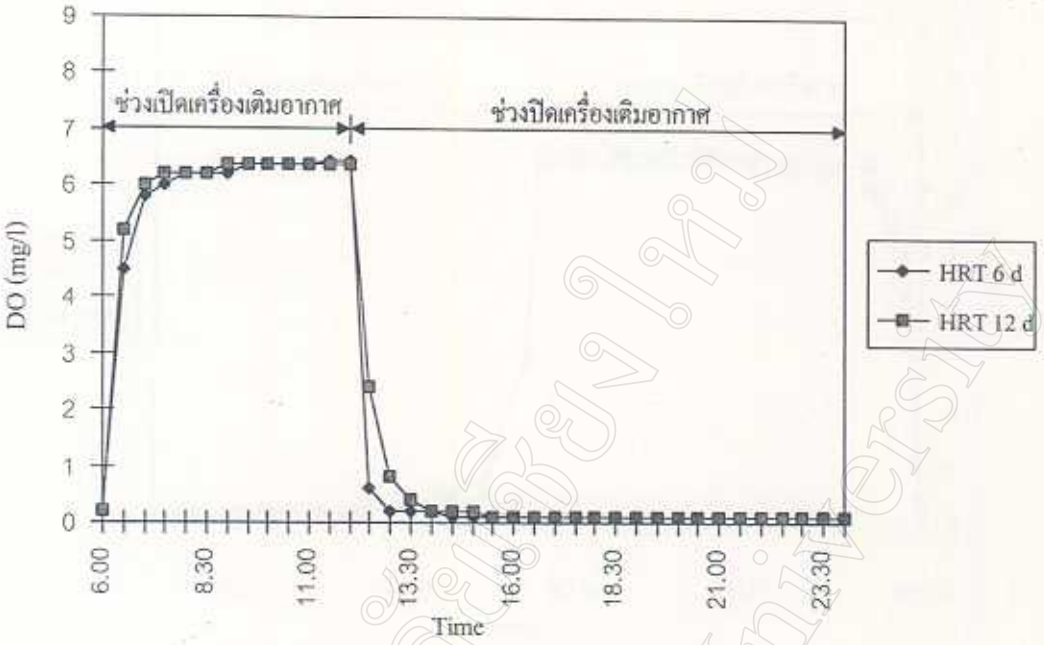
รูปที่ 4.7 การลดลงและการเพิ่มขึ้นของออกซิเจนละลายน้ำของระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/6 ชั่วโมง

รูปที่ 4.8 การลดลงและการเพิ่มขึ้นของออกซิเจนละลายน้ำของระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 9/9 ชั่วโมง



รูปที่ 4.9 การลดลงและการเพิ่มขึ้นของออกซิเจนละลายน้ำของระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 12/12 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 4.10 การลดลงและการเพิ่มขึ้นของออกซิเจนละลายน้ำของระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/18 ชั่วโมง

รูปที่ 4.11 การลดลงและการเพิ่มขึ้นของออกซิเจนละลายน้ำของระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 10/14 ชั่วโมง

4.2.2 ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบ

ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดเมื่อมีการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศแสดงดังตารางที่ 4.7 และ 4.8 และภาคผนวก ข5-ข24 โดยเป็นค่าเฉลี่ยในช่วงที่ระบบอยู่ในสภาวะคงที่

4.2.2.1 การบำบัดสารอินทรีย์

การศึกษาการบำบัดสารอินทรีย์จะเป็นการศึกษาถึงการลดปริมาณสารอินทรีย์ในรูป FCOD และ BOD_5

ก) การศึกษาการบำบัดสารอินทรีย์ในรูป FCOD

ประสิทธิภาพในการบำบัด FCOD ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นแบบ Grab ของระบบบำบัดเมื่อมีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/6 , 9/9 , 12/12 , 6/18 และ 10/14 ชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 4.12-4.16 ตามลำดับ จากการศึกษาการบำบัด FCOD ของระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/6 ชั่วโมง พบว่า น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า FCOD โดยเฉลี่ยเท่ากับ 2,730 มก./ล. และเมื่อน้ำชะมูลฝอยถูกบำบัดโดยระบบบำบัดแล้ว ทำให้ FCOD มีค่าลดลง โดยค่า FCOD ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเป็น 1,300 และ 1,130 มก./ล. ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเป็น 52.9 และ 58.7% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.12 สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 9/9 ชั่วโมง น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า FCOD โดยเฉลี่ยเท่ากับ 2,570 มก./ล. และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดแล้วมีค่า FCOD โดยเฉลี่ยเท่ากับ 257 และ 298 มก./ล. และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเป็น 90.0 และ 88.4% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ดังรูปที่ 4.13 ส่วนระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 12/12 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.14 น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า FCOD โดยเฉลี่ยเท่ากับ 2,570 มก./ล. ส่วนค่า FCOD และประสิทธิภาพในน้ำชะมูลฝอยที่ออกจากระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเป็น 226 , 316 มก./ล. และ 91.2 , 87.7% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/18 และ 10/14 ชั่วโมง มีค่า FCOD ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดเท่ากับ 2,700 มก./ล. และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่า FCOD โดยเฉลี่ยเท่ากับ 173 และ 171 มก./ล. ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเป็น 93.1 และ 93.6% ตามลำดับที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน ส่วนที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน มีค่า FCOD โดยเฉลี่ยเท่ากับ 140 และ 79.6 มก./ล. และมีประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 94.8 และ 97.0% ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.15 และ 4.16

ตารางที่ 4.7 ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดเมื่อมีการเติมอากาศเป็นจังหวะ

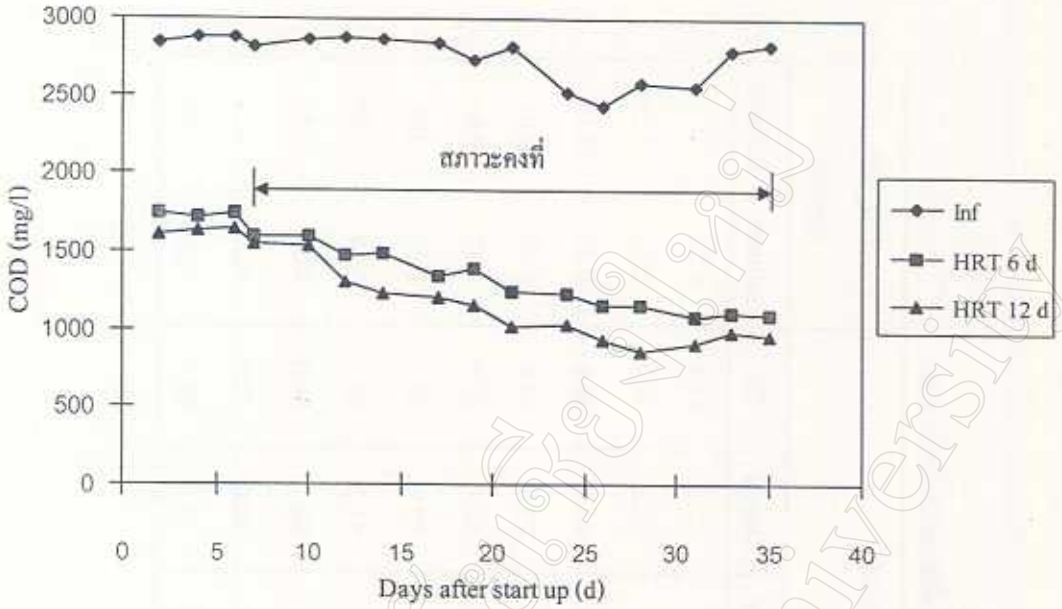
เวลาเก็บกักน้ำ (วัน)	ระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ (ชม./ชม.)	ไซเคิลเวลา (ชม.)	ประสิทธิภาพ (%)					NO_x^- - N (มก./ล.)	
			FCOD	BOD_5	NH_4-N	Org-N	TN	Influent	Effluent
6	6/6	12	52.3	93.0	47.7	30.9	44.6	5.84	11.7
	9/9	18	90.0	98.7	60.0	47.6	56.9	0.38	0.29
	12/12	24	91.2	98.2	65.6	39.2	58.7	0.38	1.01
	6/18	24	93.6	98.2	57.8	66.4	60.5	0.23	0.05
	10/14	24	93.6	98.4	61.3	64.7	65.5	0.23	0.05
12	6/6	12	58.7	92.7	69.0	56.1	50.2	5.84	155
	9/9	18	88.4	98.6	67.7	55.8	61.4	0.38	5.08
	12/12	24	87.7	98.7	70.0	69.2	66.0	0.38	3.05
	6/18	24	94.8	99.2	71.8	63.8	69.1	0.23	0.11
	10/14	24	97.0	99.4	78.5	81.8	79.4	0.23	0.22

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

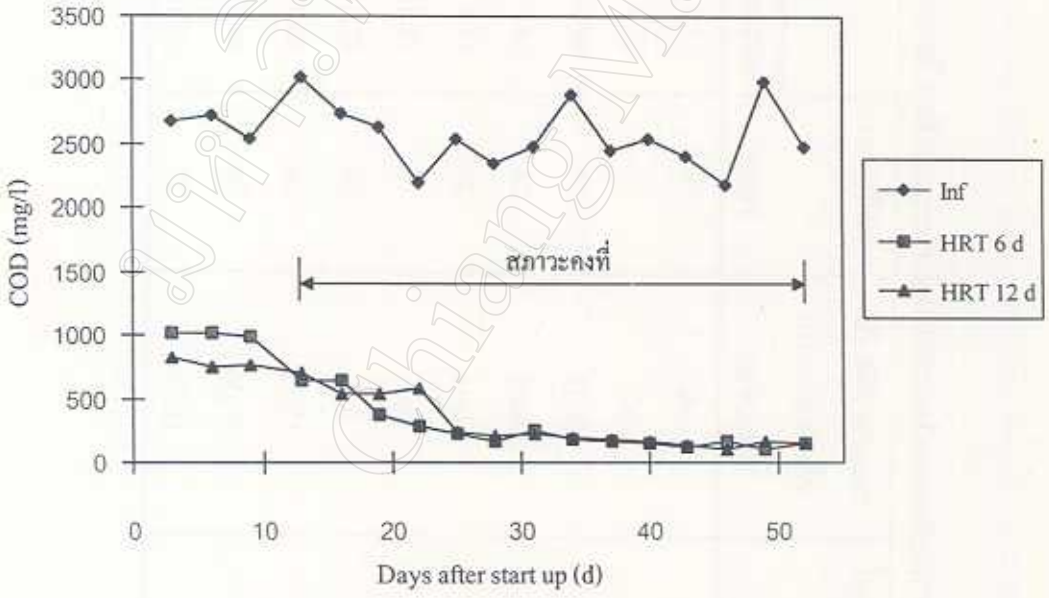
ตารางที่ 4.8 ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งรวมภายใน 1 วันของระบบบำบัดเมื่อมีการเติมอากาศเป็นจังหวะ

เวลาเก็บกักน้ำ (วัน)	ระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ (ชม./ชม.)	ไซเคิลเวลา (ชม.)	ประสิทธิภาพ (%)					NO_x^- - N (มก./ล.)	
			FCOD	BOD_5	NH_4-N	Org-N	TN	Influent	Effluent
6	6/6	12	53.0	93.0	47.9	31.4	44.9	6.27	11.5
	9/9	18	86.9	98.8	60.8	56.8	59.9	0.38	0.18
	12/12	24	89.1	98.6	66.5	42.2	60.6	0.38	0.18
	6/18	24	93.1	98.2	58.0	76.6	63.8	0.23	0.04
	10/14	24	93.3	98.4	62.1	64.5	62.7	0.23	0.06
12	6/6	12	57.5	93.7	69.1	67.0	50.8	6.27	164
	9/9	18	87.9	98.6	70.0	61.3	65.3	0.38	3.89
	12/12	24	86.7	98.6	71.3	59.1	66.0	0.38	3.52
	6/18	24	94.7	99.1	72.2	70.6	71.6	0.23	0.11
	10/14	24	96.1	99.4	78.2	87.3	80.9	0.23	0.26

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

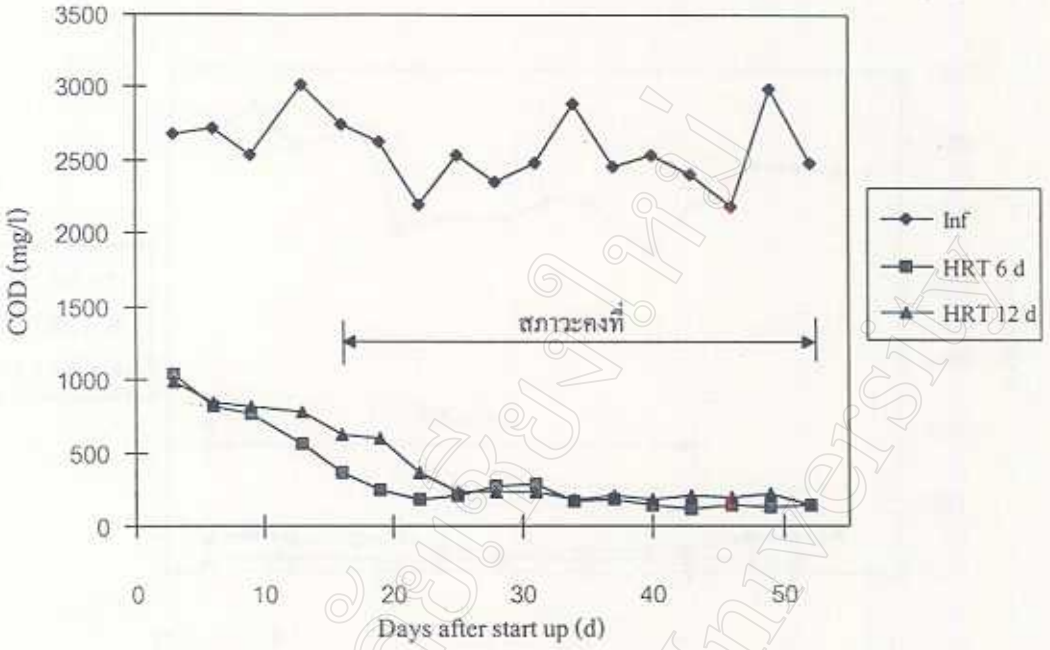


รูปที่ 4.12 FCOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

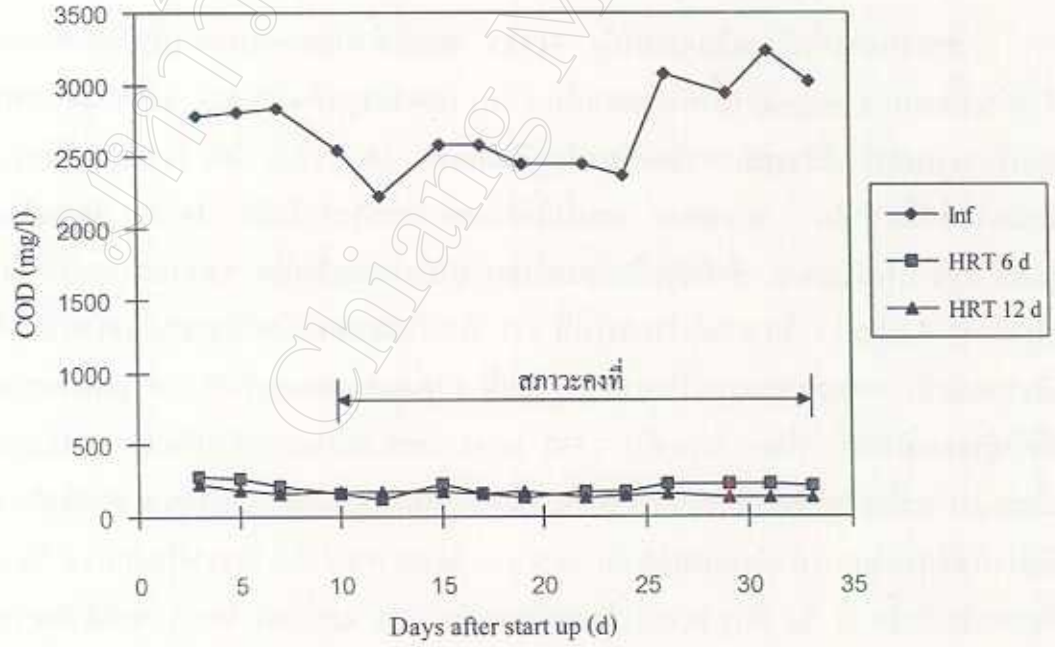


รูปที่ 4.13 FCOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

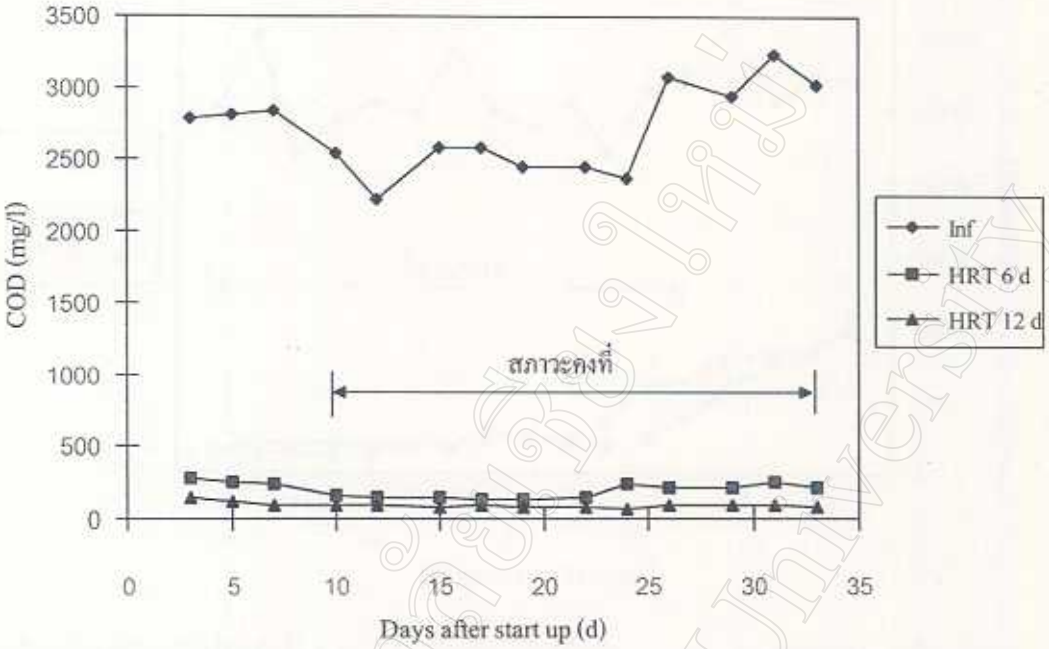


รูปที่ 4.14 FCOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab



รูปที่ 4.15 FCOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

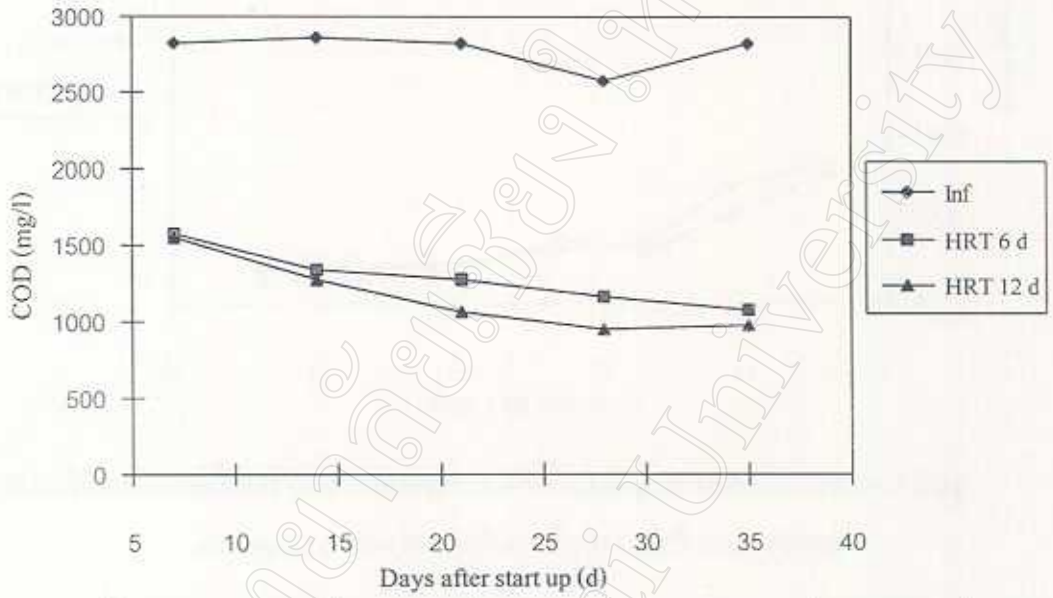
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



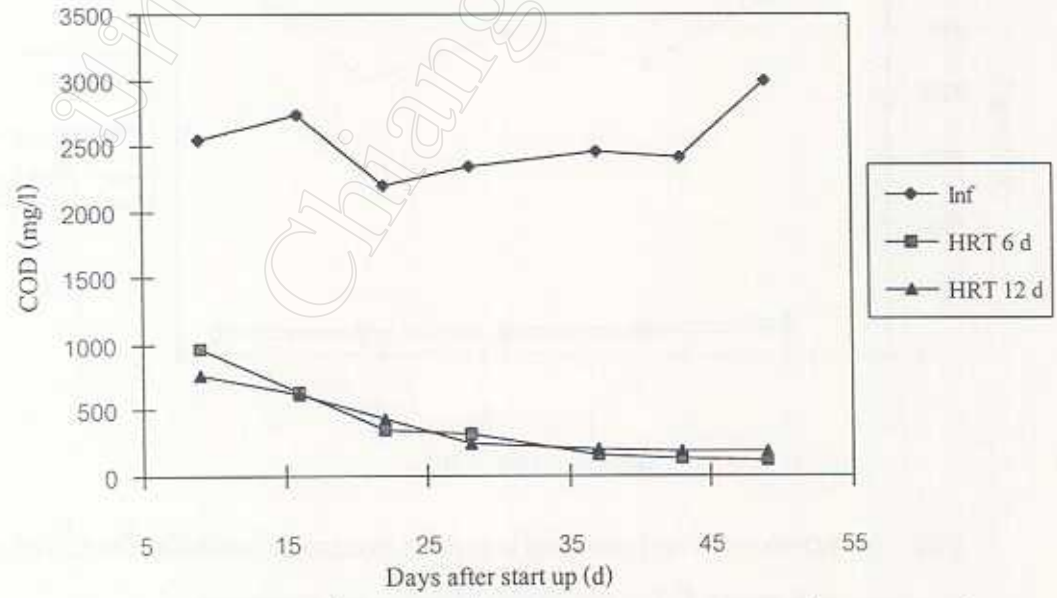
รูปที่ 4.16 FCOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

สำหรับประสิทธิภาพในการบำบัด FCOD ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดเมื่อมีการเก็บตัวอย่างน้ำแบบ Composite (น้ำทิ้งรวมภายใน 1 วัน) แสดงดังรูปที่ 4.17-4.21 จากการศึกษาพบว่าสำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง มีค่า FCOD ที่เข้าสู่ระบบบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2,780 มก./ล. และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่า FCOD โดยเฉลี่ยเป็น 1,280 และ 1,160 มก./ล. ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเป็น 53.1 และ 57.5% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.17 สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 9/9 และ 12/12 ชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 4.18 และ 4.19 พบว่า FCOD ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2,530 มก./ล. และเมื่อผ่านระบบบำบัดแล้ว ค่า FCOD ในน้ำชะมูลฝอยที่ออกจากระบบบำบัดมีค่าลดลง โดยมีค่าเท่ากับ 336 และ 280 มก./ล. ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเป็น 86.9 และ 89.1% ตามลำดับ ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน ส่วนที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน มีค่า FCOD โดยเฉลี่ยเท่ากับ 311 และ 341 มก./ล. ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการ บำบัดโดยเฉลี่ยเป็น 87.9 และ 86.7% ตามลำดับ รูปที่ 4.20 และ 4.21 แสดงค่า FCOD ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/18 และ 10/14 ชั่วโมง ตามลำดับ จากการทดลองพบว่า น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า

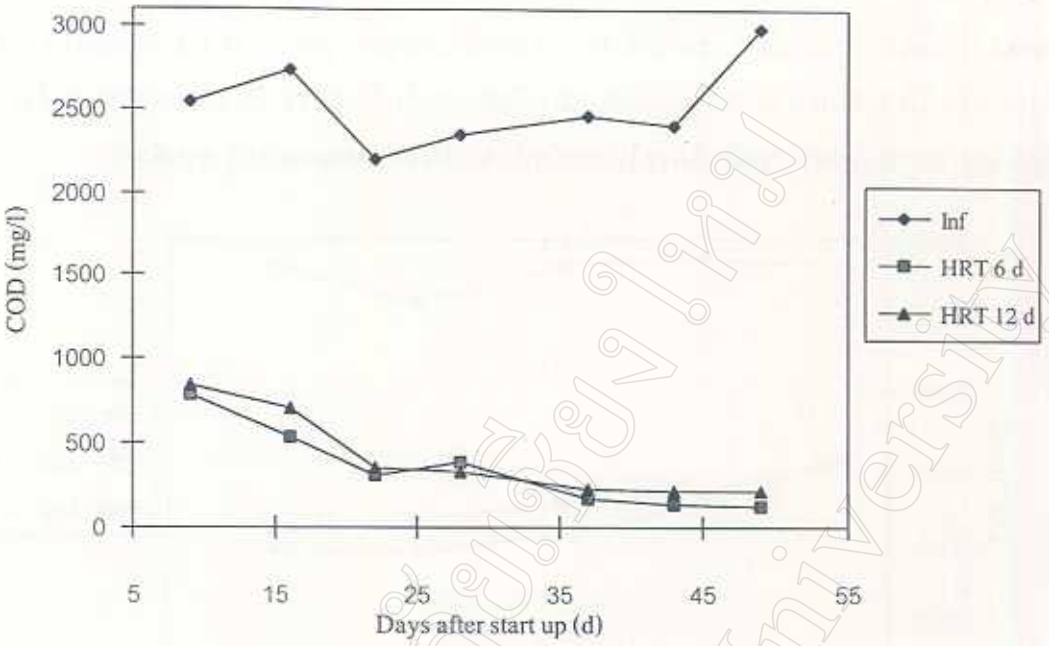
FCOD โดยเฉลี่ยเท่ากับ 2,700 มก./ล. หลังจากที่ผ่านระบบบำบัดแล้ว น้ำชะมูลฝอยมีค่า FCOD ลดลง โดยที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน มีค่า FCOD เท่ากับ 190 และ 180 มก./ล. และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเป็น 93.1 และ 93.3% ตามลำดับ สำหรับที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน มีค่า FCOD เท่ากับ 143 และ 104 มก./ล. และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเท่ากับ 94.7 และ 96.41% ตามลำดับ



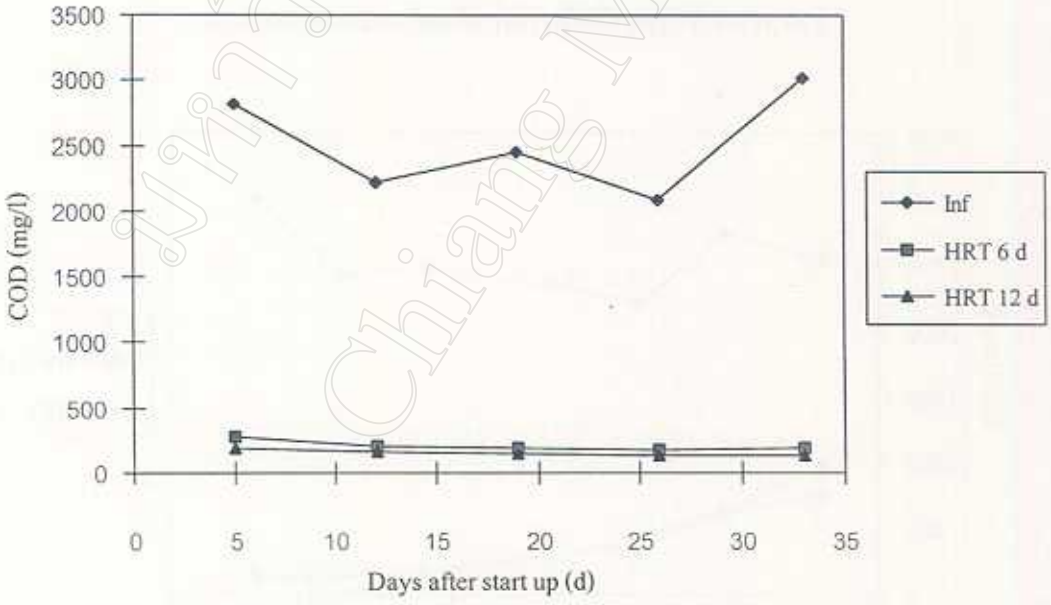
รูปที่ 4.17 FCOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อ เปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite



รูปที่ 4.18 FCOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

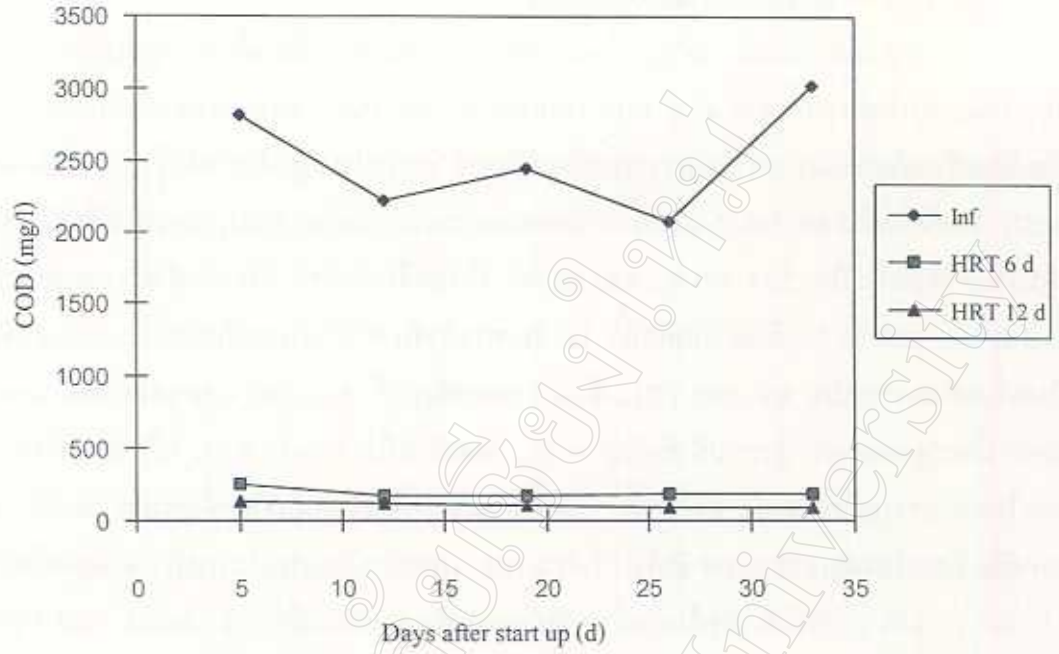


รูปที่ 4.19 FCOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite



รูปที่ 4.20 FCOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



รูปที่ 4.21 FCOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

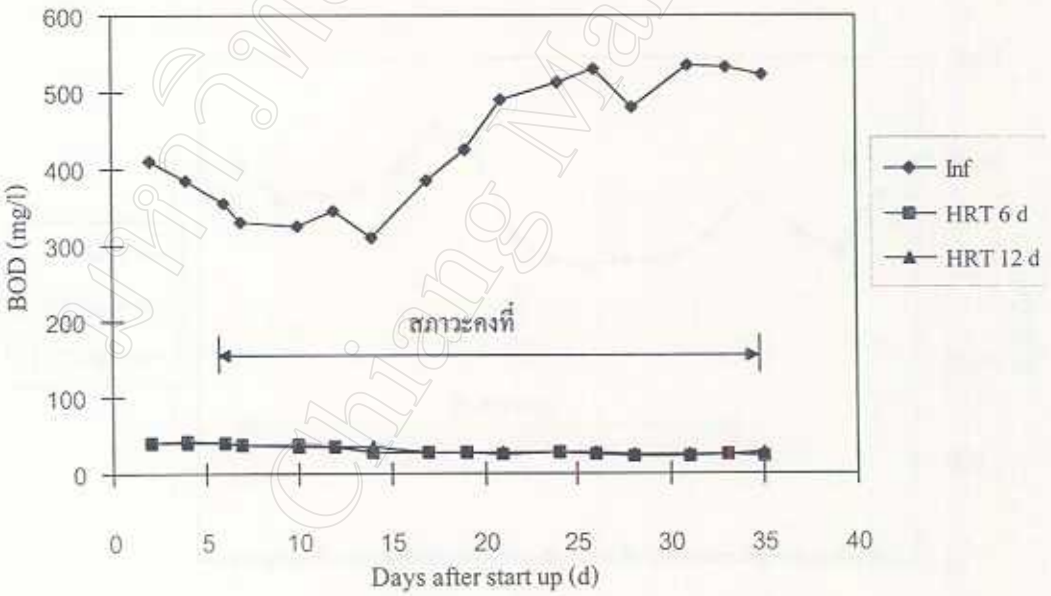
เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดพบว่า การเก็บน้ำตัวอย่างที่ออกจากระบบบำบัดโดยเก็บแบบ Grab และ Composite มีประสิทธิภาพในการบำบัดใกล้เคียงกัน แสดงว่าระบบบำบัดบ่อเติมอากาศที่เติมอากาศเป็นจังหวะไม่ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการบำบัด FCOD ลดลง และจากการทดลองพบว่า ทุกๆ การทดลองที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะ มีประสิทธิภาพในการบำบัด FCOD มากกว่า 85% ยกเว้นระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/6 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการบำบัด FCOD เป็น 52.3 และ 58.7% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ แสดงว่าระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/6 ชั่วโมง มีระยะเวลาไม่เพียงพอต่อเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดังนั้นถ้าต้องการให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันดีที่สุด เพื่อทำการบำบัดสารอินทรีย์ในรูป FCOD ควรจะมีระยะเวลาในการเติมอากาศมากกว่า 6 ชั่วโมง แต่สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/18 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลด FCOD มากกว่า 80% ทั้งๆที่ระยะเวลาเปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6 ชั่วโมง ซึ่งอาจเนื่องมาจากระบบบำบัดมีระยะเวลาในการปิดเครื่องเติมอากาศที่ยาวนาน ดังนั้นจุลินทรีย์ส่วนหนึ่งภายในถังปฏิกิริยาจึงใช้สารอินทรีย์เพื่อการเจริญเติบโต ดังนั้นปริมาณ FCOD จึงมีค่าลดลง ประสิทธิภาพในการบำบัดจึงมีค่ามากขึ้น

ข) การศึกษาการบำบัดสารอินทรีย์ในรูป BOD_5

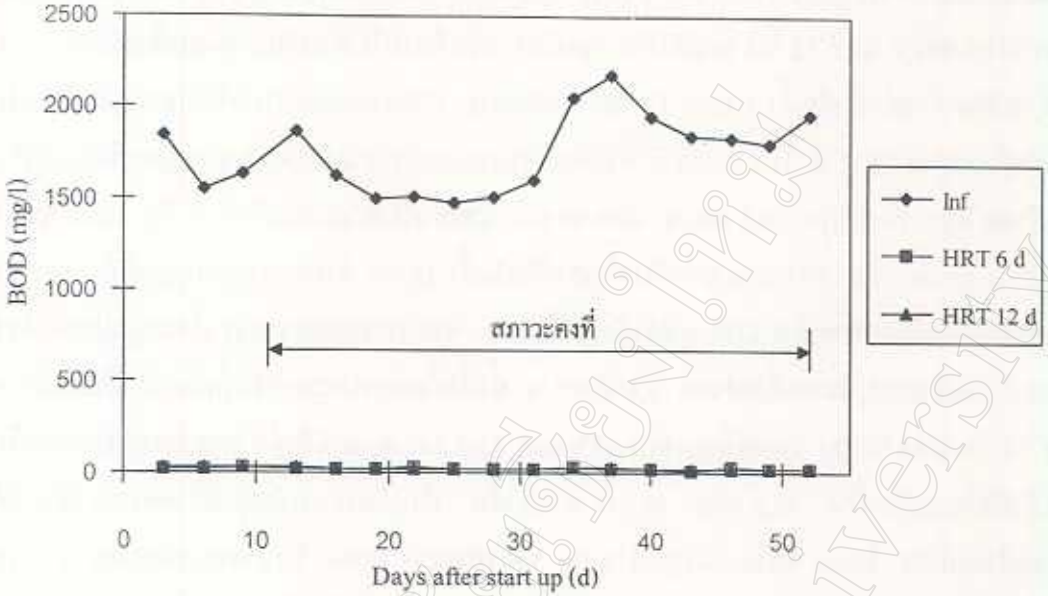
สำหรับการบำบัด BOD_5 ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัด เมื่อทำการเก็บตัวอย่างเป็นแบบ Grab แสดงดังรูปที่ 4.22-4.26 จากการศึกษาการบำบัด BOD_5 ของระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 4.22 พบว่าน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า BOD_5 โดยเฉลี่ยเป็น 440 มก./ล. และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่า BOD_5 และประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเป็น 28.1 มก./ล. และ 93.0% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน ตามลำดับ และมีค่าเป็น 29.5 มก./ล. และ 92.7% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 9/9 และ 12/12 ชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 4.23 และ 4.24 ตามลำดับ จากรูปพบว่า น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า BOD_5 โดยเฉลี่ยเป็น 1,760 มก./ล. หลังจากที่น้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้ว ค่า BOD_5 ในน้ำชะมูลฝอยได้มีค่าลดลงโดยที่ระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง มีค่า BOD_5 และประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเป็น 23.2 มก./ล. และ 98.7% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน ตามลำดับ และมีค่าเป็น 24.4 มก./ล. และ 98.6% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง มีค่า BOD_5 และประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 32.4 มก./ล. และ 98.2% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน ตามลำดับ และมีค่าเป็น 23.7 มก./ล. และ 98.7% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 และ 10/14 ชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 4.25 และ 4.26 ตามลำดับ จากการทดลองพบว่า น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า BOD_5 โดยเฉลี่ยเป็น 1,930 มก./ล. น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดที่ระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 และ 10/14 ชั่วโมง มีค่า BOD_5 โดยเฉลี่ยเท่ากับ 34.15 และ 31.63 มก./ล. ตามลำดับ ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน และมีค่าเป็น 14.9 และ 10.6 มก./ล. และมีประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 99.2 และ 99.4% ตามลำดับ ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน

สำหรับระบบบำบัด BOD_5 ในน้ำชะมูลฝอยที่ออกจากระบบบำบัด เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite (เป็นน้ำทิ้งรวมภายใน 1 วัน) แสดงดังรูปที่ 4.27-4.31 จากการทดลองพบว่าระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.27 มีค่า BOD_5 ที่เข้าสู่ระบบบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 426 มก./ล.และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่า BOD_5 และประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 30.8 มก./ล. และ 93.0% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน ตามลำดับ และ 27.8 มก./ล. และ 93.7% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 และ 12/12 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.28 และ 4.29 ตามลำดับ พบว่าน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า BOD_5 โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1750 มก./ล. น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดที่มี

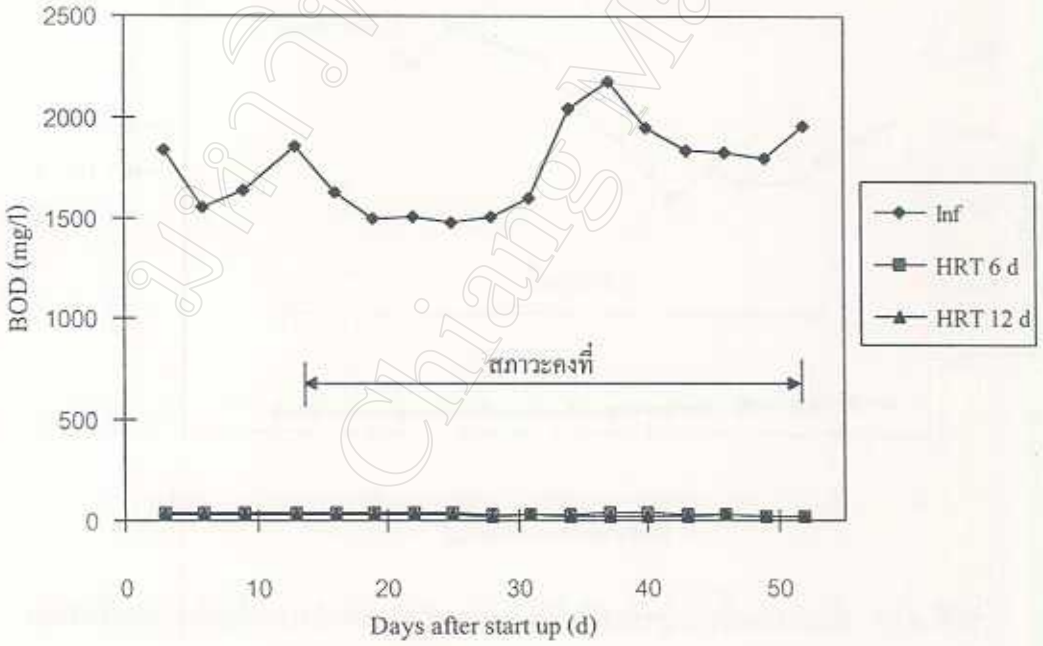
ระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง มีค่า BOD_5 โดยเฉลี่ยเท่ากับ 21.5 และ 24.6 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 98.8 และ 98.6% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง พบว่า น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่า BOD_5 และประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 24.8 มก./ล. และ 98.6% ตามลำดับที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน และมีค่าเท่ากับ 25.1 มก./ล. และ 98.6% ตามลำดับ ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/18 แสดงดังรูปที่ 4.30 จากการทดลองพบว่า น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมี BOD_5 โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,840 มก./ล. น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน มีค่า BOD_5 โดยเฉลี่ยเท่ากับ 33.9 และ 16.6 มก./ล. ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเป็น 98.2 และ 99.1% ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.31 จากรูปพบว่า BOD_5 ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1840 มก./ล. และเมื่อไหลผ่านระบบบำบัดแล้ว พบว่า มีค่า BOD_5 ลดลง โดยที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน มีค่า BOD_5 โดยเฉลี่ยเท่ากับ 31.9 และ 113 มก./ล. ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 98.4 และ 99.4% ตามลำดับ



รูปที่ 4.22 BOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

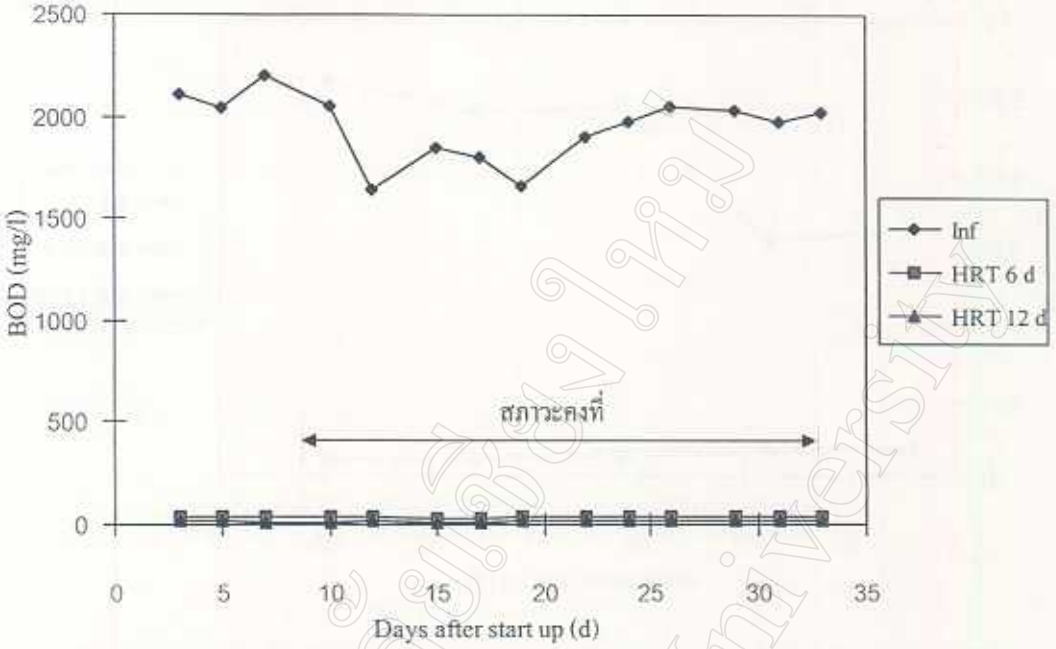


รูปที่ 4.23 BOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

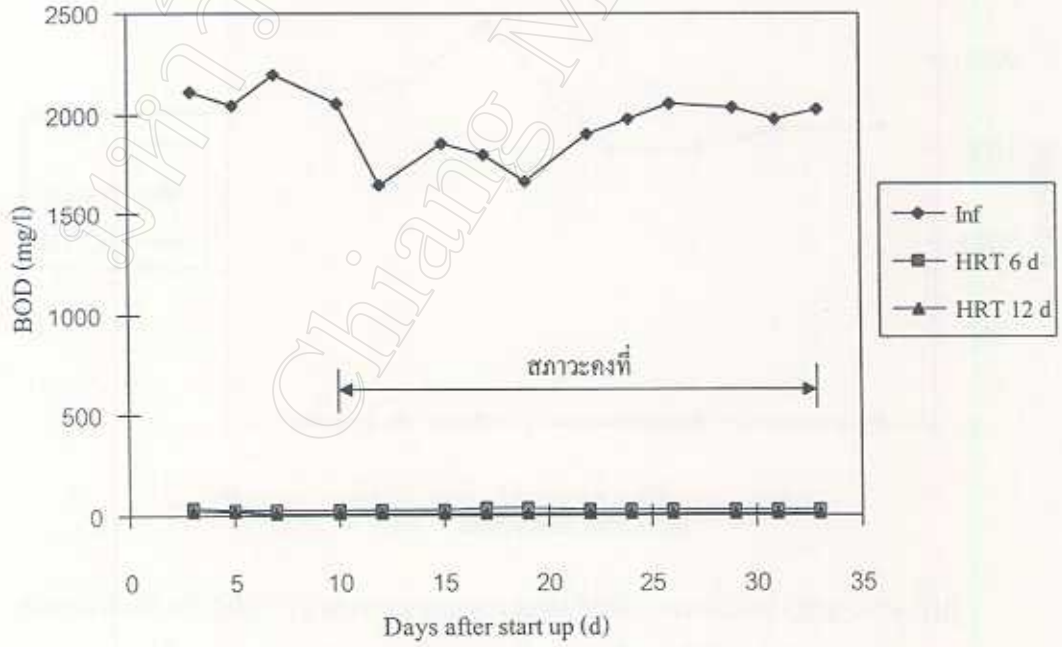


รูปที่ 4.24 BOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

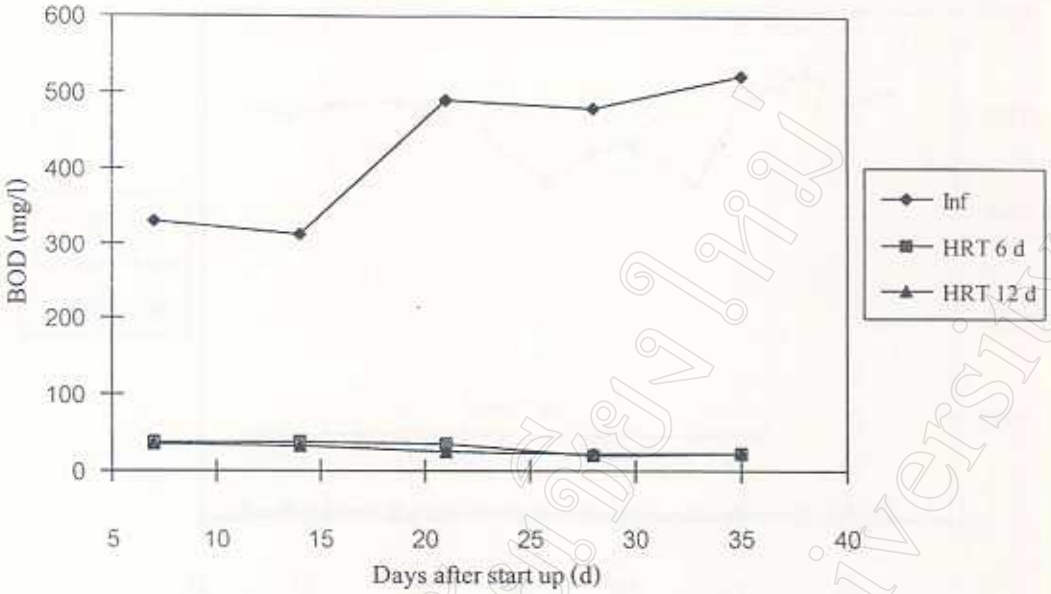


รูปที่ 4.25 BOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

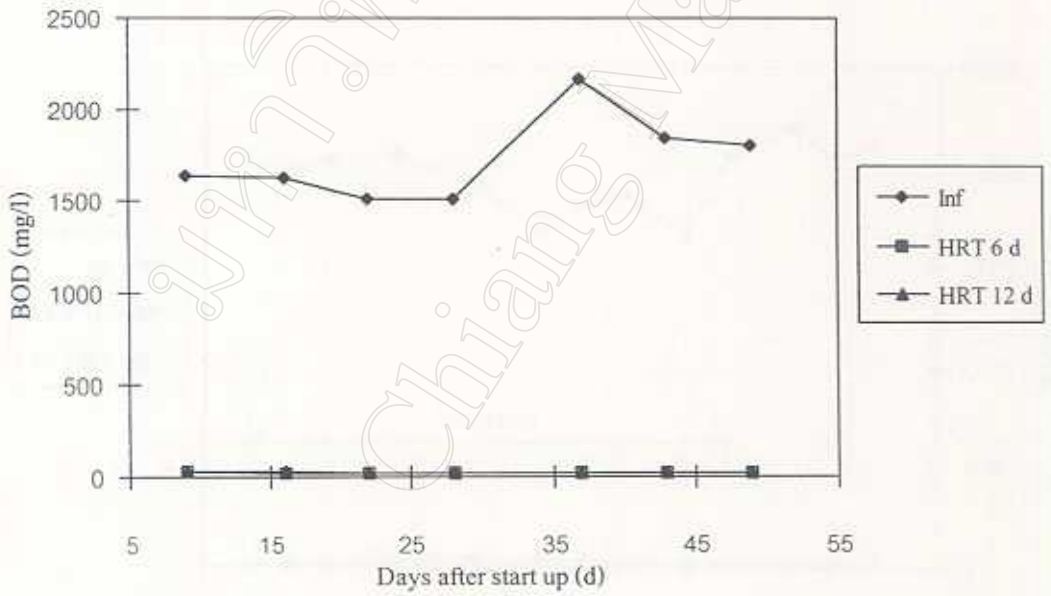


รูปที่ 4.26 BOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

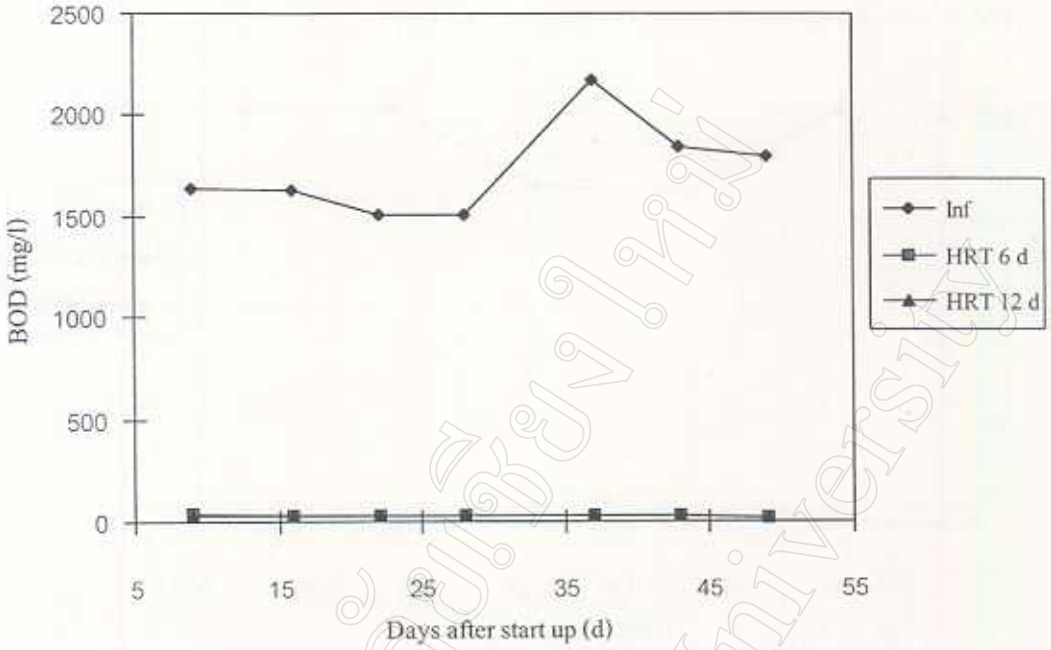


รูปที่ 4.27 BOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

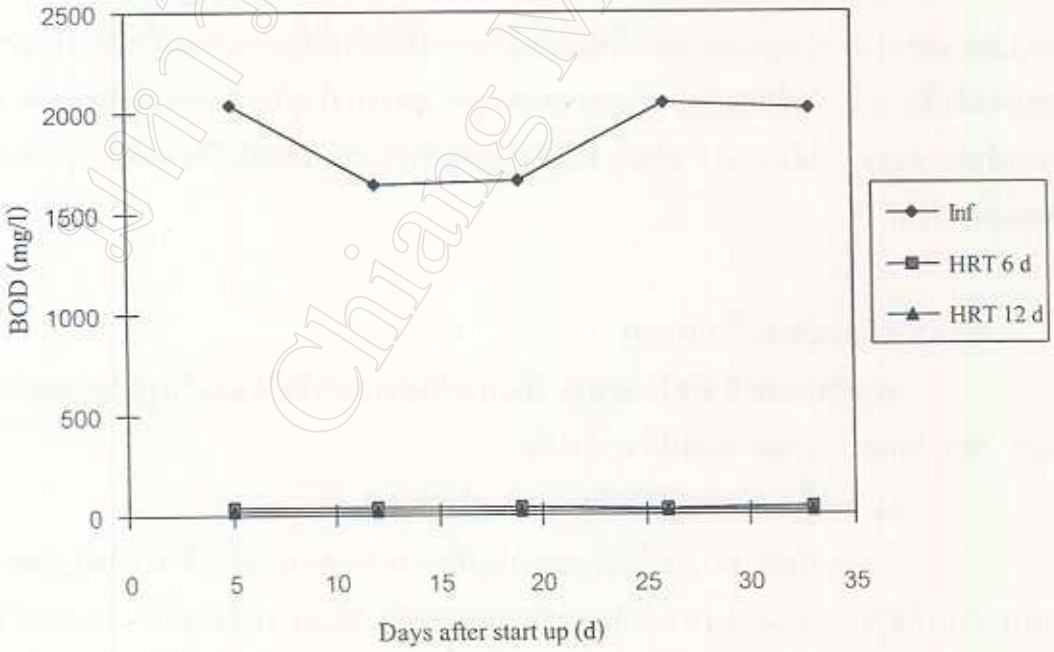


รูปที่ 4.28 BOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

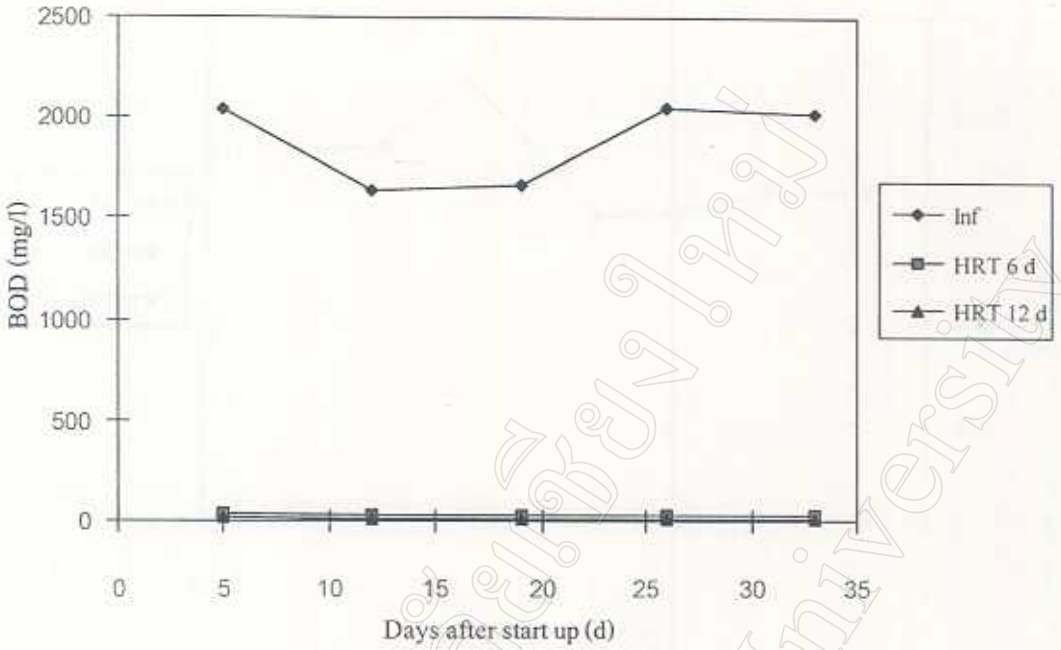


รูปที่ 4.29 BOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite



รูปที่ 4.30 BOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 4.31 BOD ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

เมื่อทำการเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพในการบำบัด BOD_5 ของน้ำชะมูลฝอยที่ทำการเก็บแบบ Grab และแบบ Composite พบว่ามีประสิทธิในการบำบัดใกล้เคียงกัน และเมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัด BOD_5 ของการทดลองทุกๆ ชุด พบว่า ทุกการทดลองมีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD_5 ได้มากกว่า 95% ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันกับระบบบำบัดบ่อเติมอากาศที่เติมอากาศตลอดเวลา

4.2.2.2 การบำบัดสารไนโตรเจน

การศึกษาการบำบัดไนโตรเจน เป็นการศึกษาการลดไนโตรเจนในรูปของ NH_4-N , Org-N , NO_x-N และ TN แสดงดังรูปที่ 4.32-4.41

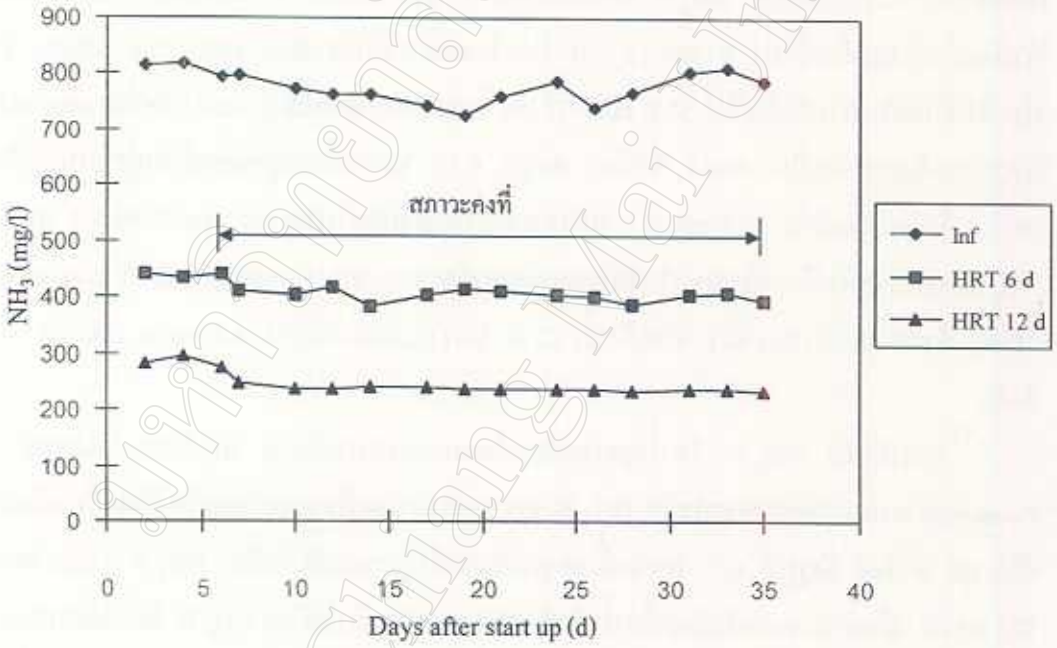
ก) การศึกษาการบำบัดไนโตรเจนในรูป NH_4-N

การบำบัด NH_4-N ในน้ำชะมูลฝอยที่ออกจากระบบบำบัด เมื่อมีการเก็บตัวอย่างน้ำแบบ Grab ดังรูปที่ 4.32-4.36 จากการศึกษาการบำบัด NH_4-N ของระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง ดังรูป 4.32 พบว่าน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NH_4-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 772 มก./ล. เมื่อผ่านระบบบำบัดแล้ว น้ำทิ้งที่ออกจากระบบมีค่า NH_4-N โดยเฉลี่ยเท่า

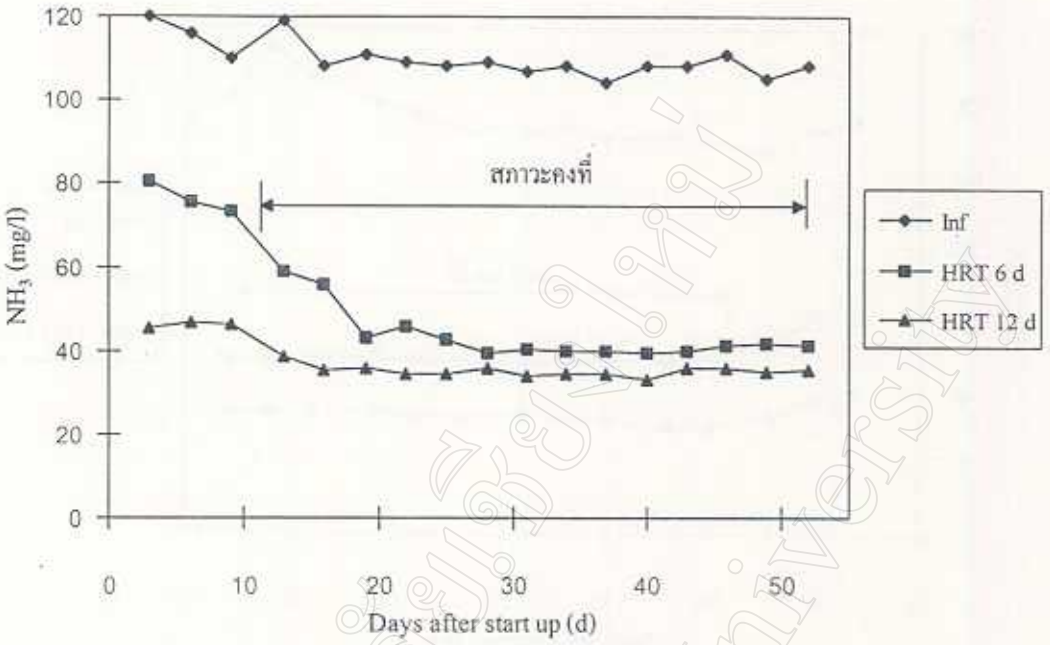
กับ 404 และ 239 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัดเป็น 47.7 และ 69.0% ตามลำดับ สำหรับรูปที่ 4.33 และ 4.34 แสดง NH_4-N ที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 9/9 และ 12/12 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 9/9 ชั่วโมง พบว่า น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NH_4-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 109 มก./ล. หลังจากที่น้ำชะมูลฝอยผ่านระบบบำบัดแล้ว พบว่ามีค่า NH_4-N ลดลง โดยที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน มีค่า NH_4-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 43.5 และ 42.0 มก./ล. และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเป็น 60.0 และ 61.4% ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง พบว่า NH_4-N ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 109 มก./ล. และน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดมีค่า NH_4-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 37.3 และ 32.6 มก./ล. ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัดเท่ากับ 62.6 และ 70.0% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ ระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.35 น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NH_4-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 115 มก./ล. และประสิทธิภาพที่ผ่านระบบบำบัดแล้วที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 48.7 และ 32.8 มก./ล. และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเป็น 57.8 และ 71.8% ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 10/14 ชั่วโมง ดังรูป 4.36 พบว่าน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NH_4-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 115 มก./ล. หลังจากที่น้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้ว พบว่ามีค่า NH_4-N และประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 44.7 มก./ล. และ 61.3% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน ตามลำดับ และสำหรับที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 24.8 มก./ล. และ 78.5% ตามลำดับ

การบำบัด NH_4-N ในน้ำชะมูลฝอยที่ออกจากระบบบำบัด เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite จากการศึกษาการบำบัด NH_4-N ของระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/6 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.37 พบว่าน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NH_4-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 776 มก./ล. เมื่อผ่านระบบบำบัดแล้ว น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่า NH_4-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 404 และ 240 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัดเป็น 48.0 และ 69.0% ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง พบว่า น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NH_4-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 107 มก./ล. หลังจากที่น้ำชะมูลฝอยผ่านระบบบำบัดแล้วพบว่ามีค่า NH_4-N ลดลง โดยที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน มีค่า NH_4-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 42.0 และ 32.2 มก./ล. ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเป็น 61.4 และ 70.4%ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.38 ส่วนระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 12/12 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.39 จากรูปพบว่า NH_4-N ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ

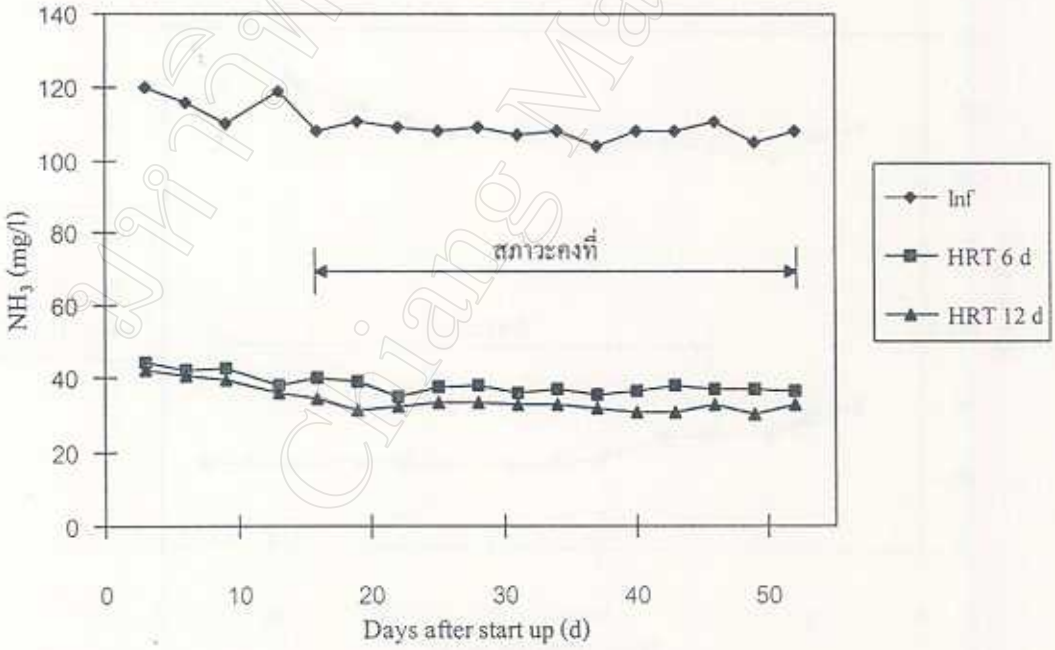
107 มก./ล. และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่า NH_4-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 35.8 และ 30.7 มก./ล. ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัดเท่ากับ 67.0 และ 71.7%ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ ระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/18 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.40 น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NH_4-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 115 มก./ล. NH_4-N ในน้ำชะมูลฝอยที่ผ่านระบบบำบัดแล้วที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 48.3 และ 32.0 มก./ล. และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเป็น 58.2 และ 72.3% ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 10/14 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.41 พบว่าน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NH_4-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 115 มก./ล. หลังจากที่น้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้ว พบว่ามีค่า NH_4-N และประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 43.6 มก./ล. และ 62.2% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน ตามลำดับ และสำหรับที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 25.1 มก./ล. และ 78.3% ตามลำดับ



รูปที่ 4.32 NH_4-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

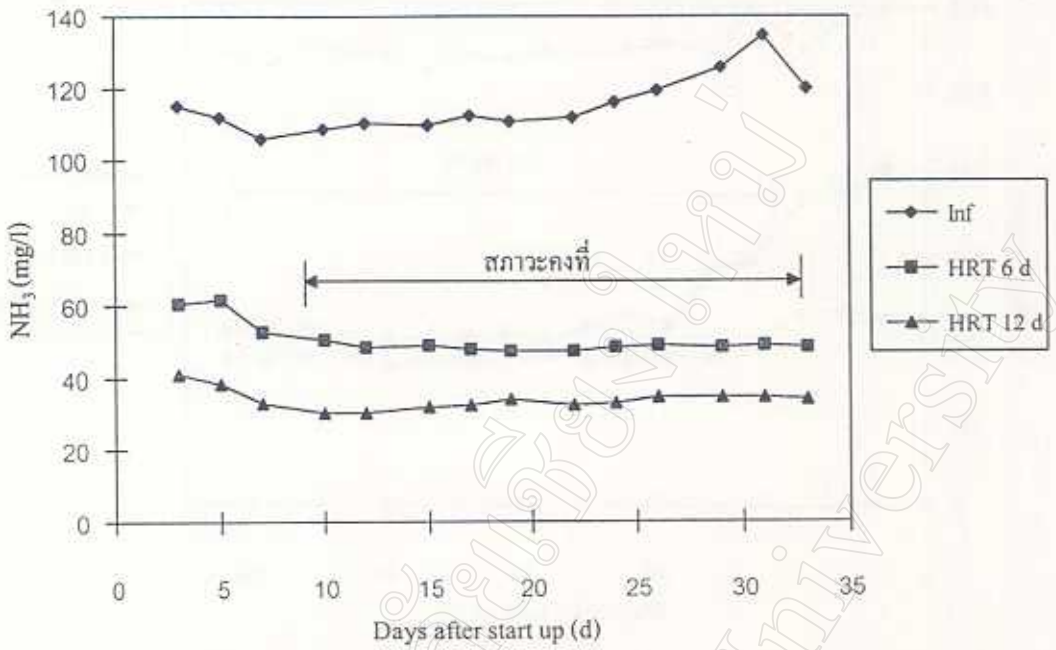


รูปที่ 4.33 NH_4-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

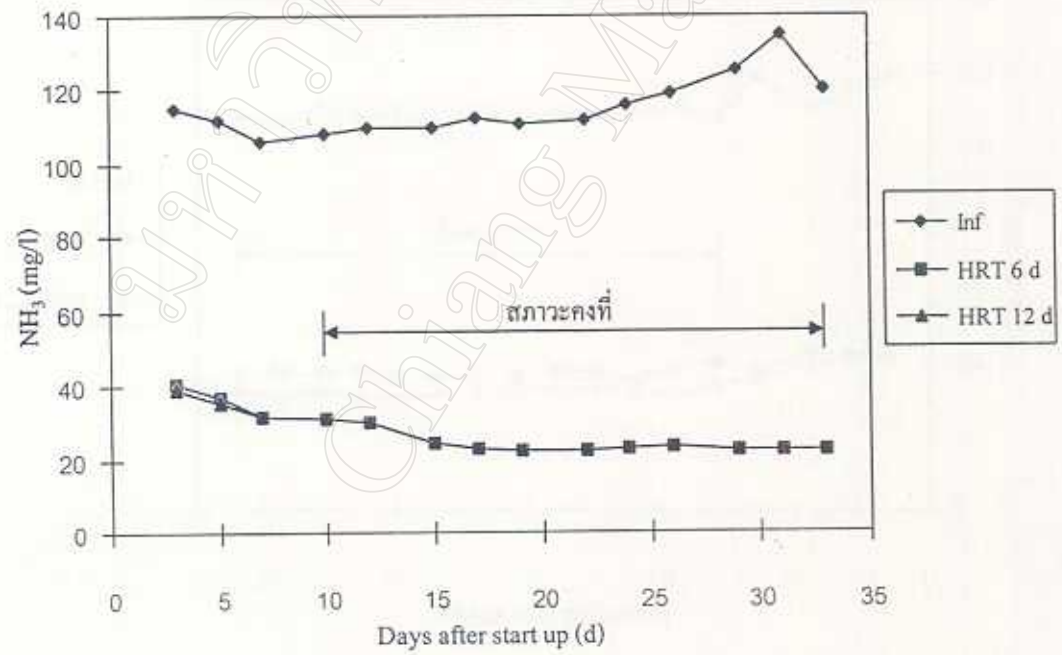


รูปที่ 4.34 NH_4-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

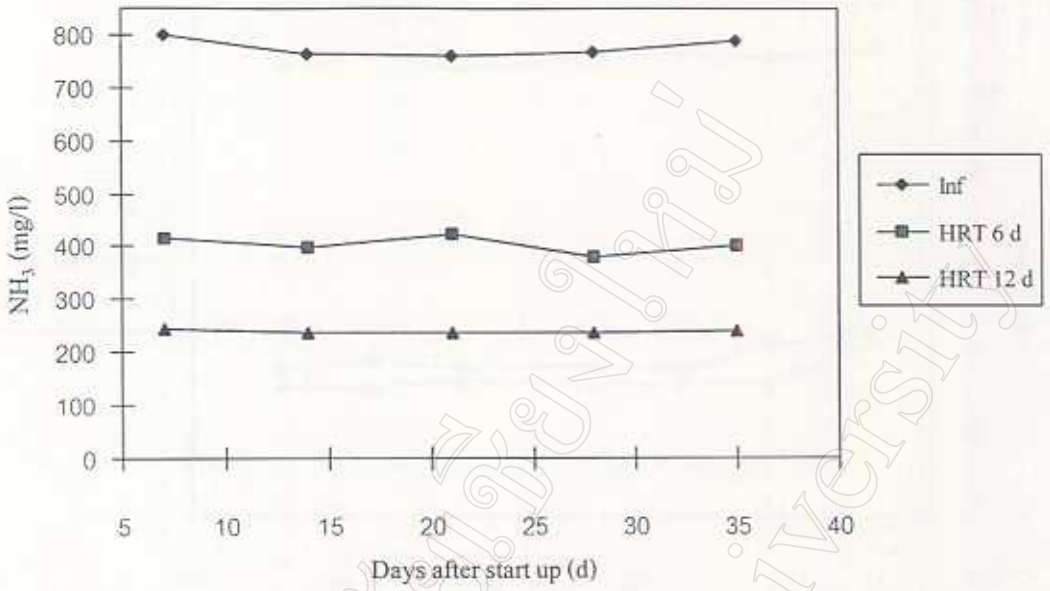


รูปที่ 4.35 NH_4-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

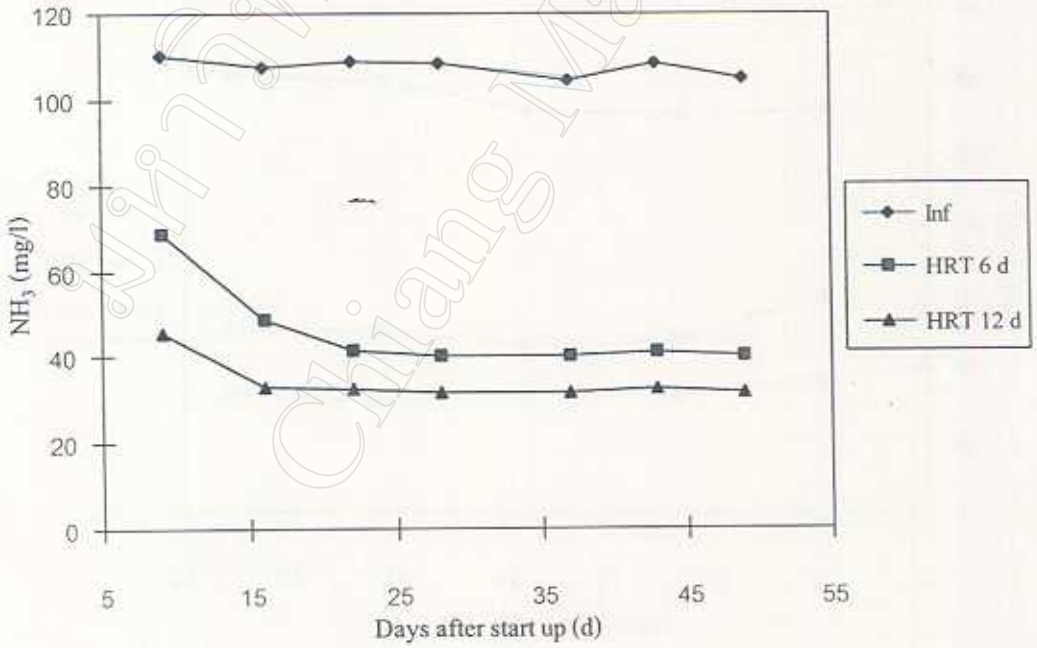


รูปที่ 4.36 NH_4-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

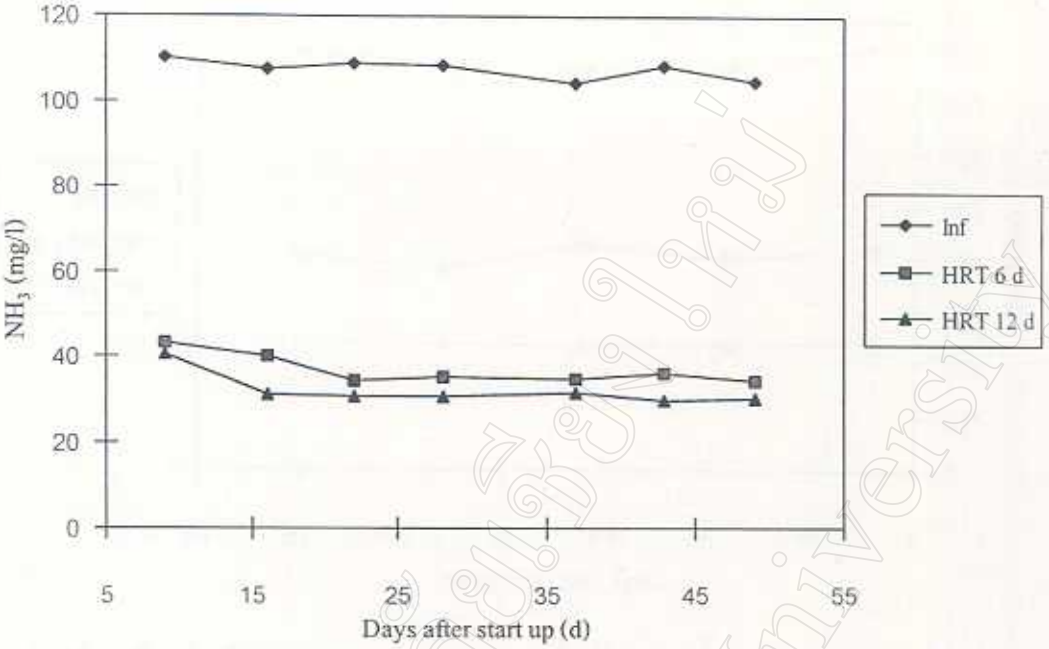


รูปที่ 4.37 NH_4-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

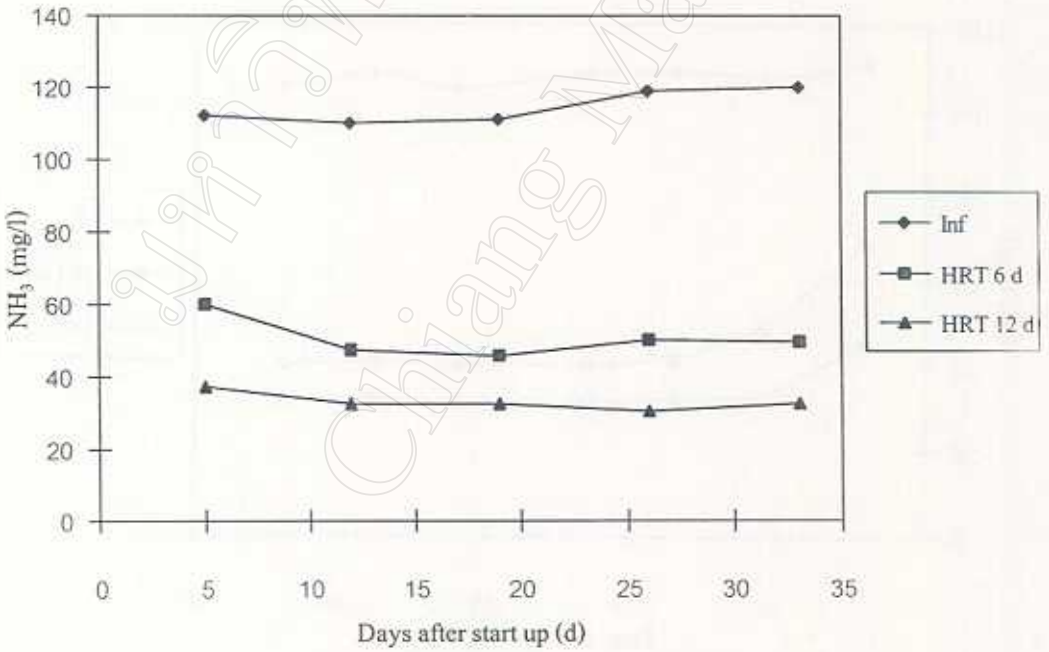


รูปที่ 4.38 NH_4-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

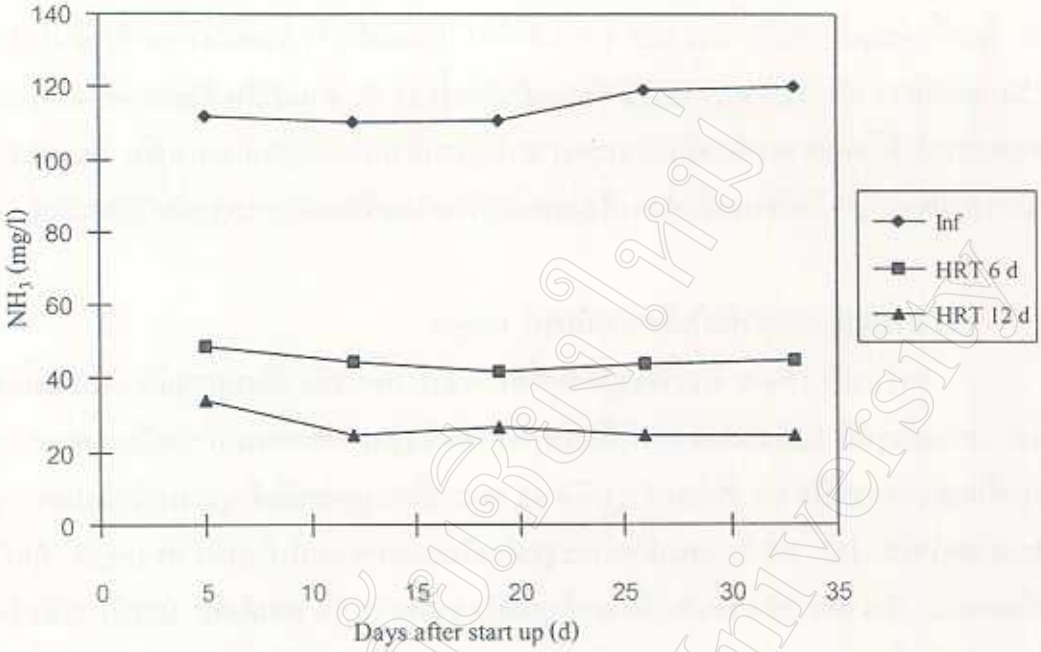


รูปที่ 4.39 NH_4-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite



รูปที่ 4.40 NH_4-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 4.41 NH_4-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

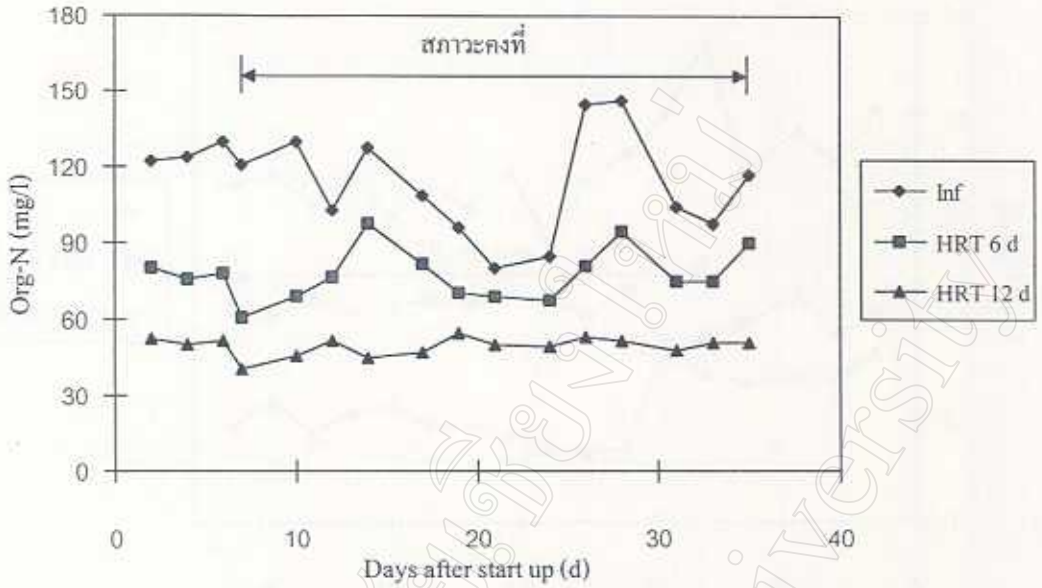
จากการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัด NH_4-N ในน้ำชะมูลฝอยที่ทำการเก็บตัวอย่างแบบ Grab และ Composite มีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกัน เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัด NH_4-N ของระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเท่ากัน แต่ไซเคิลเวลาต่างกัน พบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัด NH_4-N มีความแตกต่างกันอย่างเป็นนัยสำคัญ เมื่อเวลาเก็บกักน้ำต่างกัน คือ ประสิทธิภาพในการบำบัด NH_4-N ที่ไซเคิลเวลา 12 , 18 และ 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 47.7 , 60.0 และ 65.6% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน ตามลำดับ และมีค่าเท่ากับ 69.0 , 67.7 และ 70.0% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.7 แต่สำหรับที่เวลาเก็บกักน้ำเดียวกันแต่ไซเคิลเวลาต่างกัน มีประสิทธิภาพในการบำบัดแตกต่างกันเล็กน้อย ยกเว้นที่ไซเคิลเวลา 24 ชั่วโมง ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน ซึ่งเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาเปิดเครื่องเติมอากาศมากขึ้น ประสิทธิภาพในการบำบัด NH_4-N ก็เพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันที่มากขึ้น จากการทดลองพบว่าถ้าระยะเวลาการเติมอากาศมากกว่า 6 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการบำบัด NH_4-N โดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นด้วย

สำหรับระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศไม่เท่ากัน แต่ไซเคิลเวลาเท่ากัน พบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัด NH_4-N มีความแตกต่างกันอย่างเป็นนัยสำคัญ เมื่อเวลาเก็บกักน้ำ

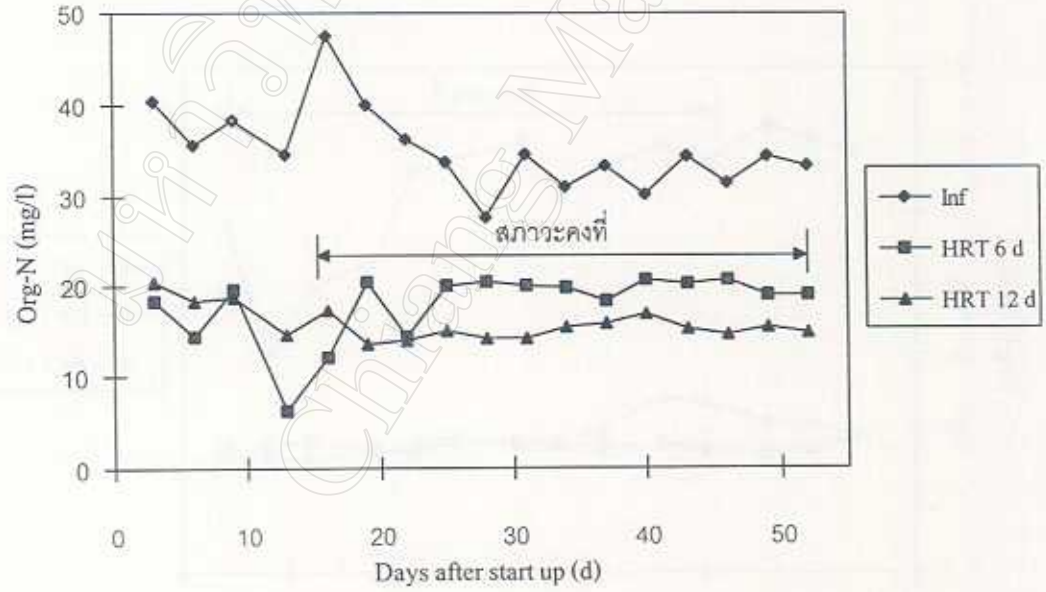
และระยะเวลาในการเปิดเครื่องเติมอากาศต่างกัน ประสิทธิภาพในการบำบัด NH_4-N เมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/18 และ 10/14 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 57.8 และ 61.3% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน และมีค่าเท่ากับ 71.8 และ 78.5% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.7 จากการทดลองพบว่า ที่ไซเคิลเวลาเดียวกัน เมื่อระยะเวลาในการเปิดเครื่องเติมอากาศมากขึ้น ประสิทธิภาพในการบำบัด NH_4-N ก็เพิ่มมากขึ้นด้วย เนื่องจากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันสามารถเกิดได้มากยิ่งขึ้น

ข) การศึกษาการบำบัดไนโตรเจนในรูป Org-N

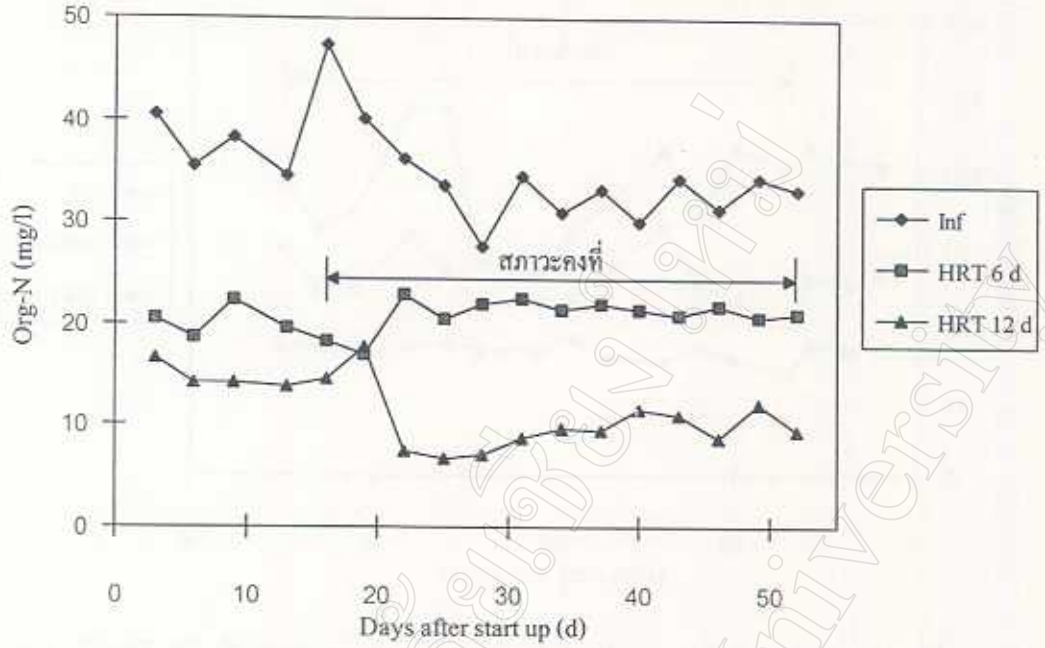
การบำบัด Org-N ในน้ำชะมูลฝอยที่ออกจากระบบบำบัด เมื่อทำการเก็บตัวอย่างน้ำแบบ Grab แสดงดังรูปที่ 4.42-4.46 จากการศึกษาการบำบัด Org-N ของระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/6 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.42 พบว่าน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า Org-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 112 มก./ล. และเมื่อน้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้ว ค่า Org-N มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 77.6 และ 49.3 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเป็น 30.9 และ 56.1% ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.43 น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า Org-N โดยเฉลี่ย 34.4 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดและประสิทธิภาพในการบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 18.0 มก./ล. และ 47.6%ตามลำดับ ส่วนที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วันจะมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 15.2 มก./ล. และ 55.6% ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง Org-N ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 34.4 มก./ล. หลังจากที่น้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้วพบว่ามีค่า Org-N ลดลง โดยที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 20.9 และ 10.6 มก./ล. ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเป็น 39.2 และ 69.2% ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.44 ส่วนระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบมีค่า Org-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 51.7 มก./ล. เมื่อน้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้วมีค่า Org-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 17.4 และ 18.7 มก./ล.ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วันตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 66.4 และ 63.8% ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.45 สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.46 Org-N ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 51.7 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดและประสิทธิภาพในการบำบัดมีค่า Org-N โดยเฉลี่ยเป็น 18.2 มก./ล. และ 64.7% และที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.40 มก./ล. และ 81.9% ตามลำดับ



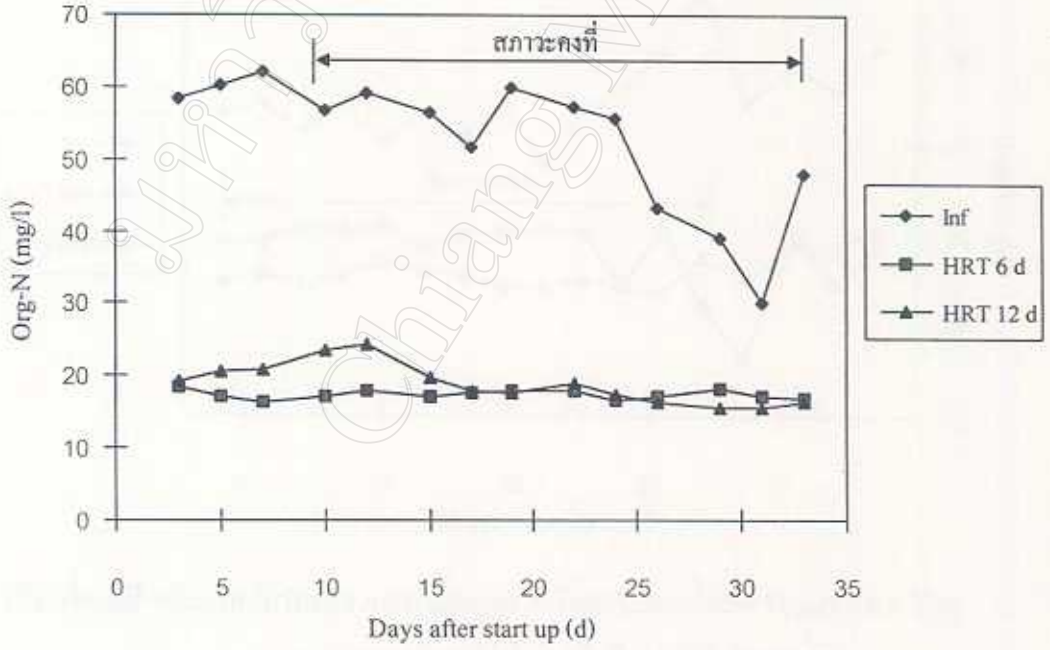
รูปที่ 4.42 Org-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab



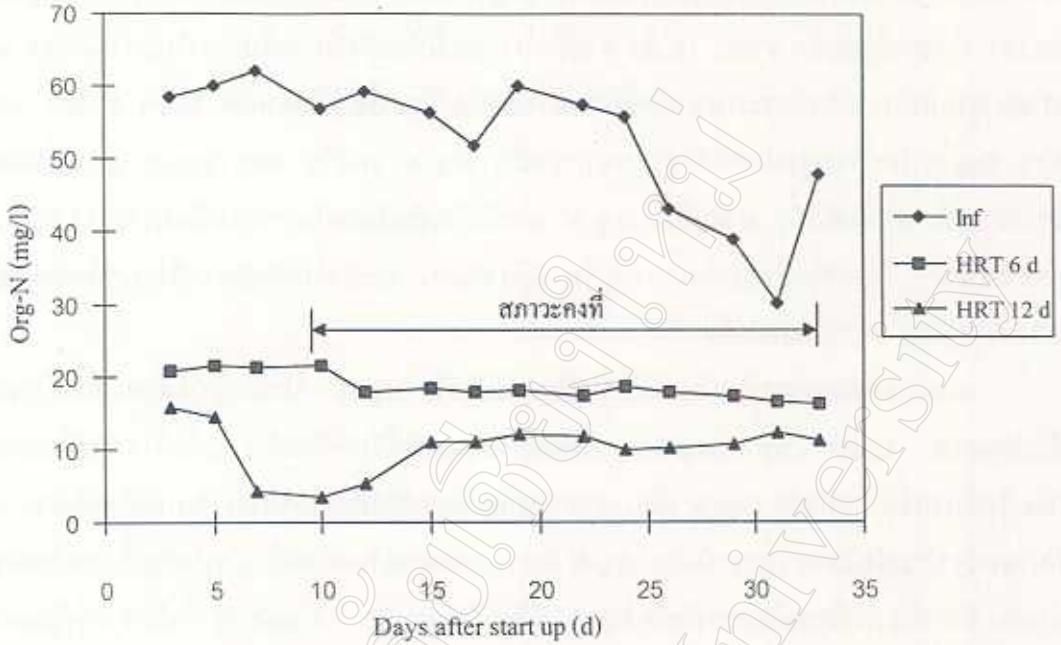
รูปที่ 4.43 Org-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab



รูปที่ 4.44 Org-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab



รูปที่ 4.45 Org-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab



รูปที่ 4.46 Org-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

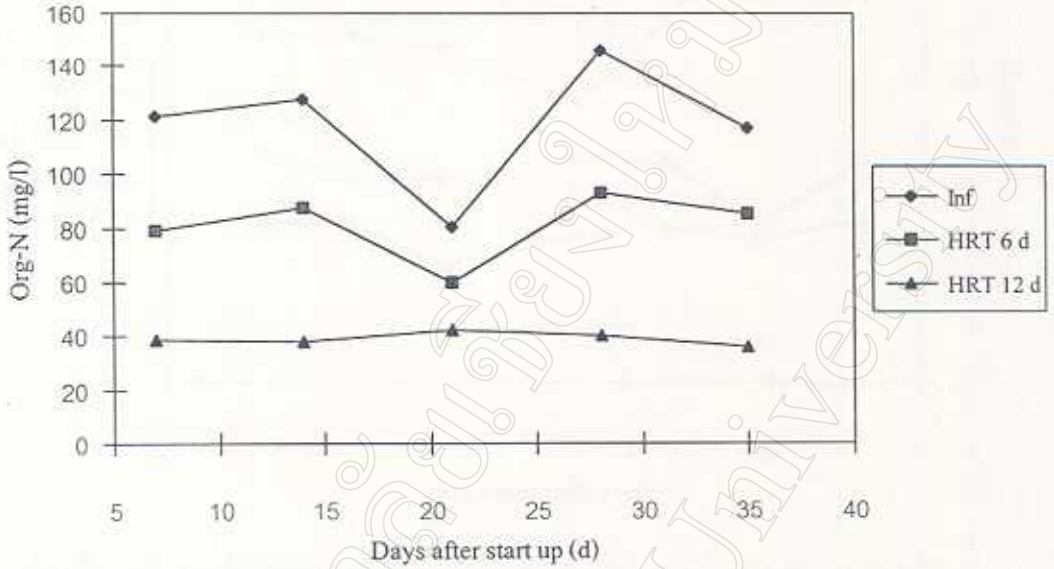
การบำบัด Org-Nในน้ำชะมูลฝอยที่ออกจากระบบบำบัด เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite ดังรูปที่ 4.47-4.51 จากการศึกษาพบว่า สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง Org-N ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 118 มก./ล. เมื่อน้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้ว ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน มีค่า Org-N และประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 81.1 มก./ล. และ 31.4%ตามลำดับ ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเป็น 39.1 มก./ล. และ 67% ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.47 สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.48 น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า Org-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 35.5 มก./ล. และน้ำชะมูลฝอยที่ออกจากระบบบำบัดมีค่า Org-N ลดลง โดยที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเป็น 15.2 และ 13.7 มก./ล. ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ย 55.8 และ 61.3% ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่ระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 12/12 ชั่วโมง ดังรูป 4.49 พบว่า ค่า Org-N ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 35.5 มก./ล. และเมื่อน้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้วมีค่า Org-N ลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.5 และ 14.5 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเท่ากับ 42.2 และ 59.1% ตามลำดับ ส่วนระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.50 น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า Org-N โดยเฉลี่ยเท่ากับ

48.0 มก./ล. น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่า Org-N ลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.3 และ 15.4 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเป็น 76.6 และ 71.6% ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง ดังรูป 4.51 Org-N ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า Org-N เท่ากับ 48.0 มก./ล. ส่วนน้ำที่ออกจากระบบที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน มีค่า Org-N และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเท่ากับ 18.7 มก./ล. และ 64.5% ส่วนที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน มีค่า Org-N และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเท่ากับ 6.7 มก./ล. และ 87.3% ตามลำดับ

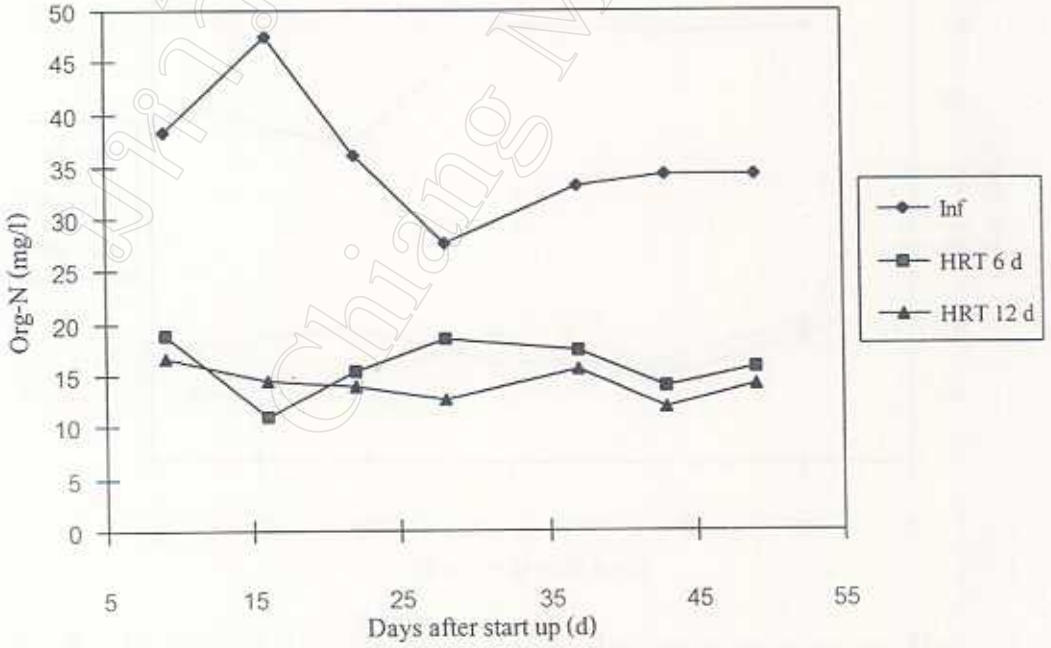
จากการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัด Org-N ในน้ำชะมูลฝอย เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab และ Composite ให้ผลการทดลองที่ใกล้เคียงกัน เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัด Org-N เมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเท่ากัน แต่ไซเคิลเวลาต่างกัน พบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัด Org-N มีความแตกต่างกันอย่างเป็นนัยสำคัญที่เวลาเก็บกักน้ำต่างกัน คือ ประสิทธิภาพในการบำบัด Org-N ที่ไซเคิลเวลา 12 , 18 และ 24 ชั่วโมง มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 30.9 , 47.6 และ 39.2% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน ตามลำดับ และมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 56.1 , 55.8 และ 69.2% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.7 และเมื่อทำการเปรียบเทียบที่เวลาเก็บกักน้ำเดียวกันแต่ไซเคิลเวลาต่างกัน พบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัด Org-N มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน แต่ยกเว้นระบบบำบัดที่ไซเคิลเวลา 12 ชั่วโมง และเวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน มีประสิทธิภาพในการบำบัด Org-N ต่ำกว่าทุกๆไซเคิลเวลา ที่เวลาเก็บกักน้ำเดียวกัน ซึ่งเนื่องมาจากระบบบำบัดที่ไซเคิลเวลา 12 ชั่วโมง และเวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน มีระยะเวลาในการเติมอากาศและเวลาเก็บกักน้ำน้อย จึงทำให้เกิดกระบวนการไฮโดรไลซิสได้น้อย ดังนั้นประสิทธิภาพในการบำบัดจึงมีค่าลดลง

สำหรับประสิทธิภาพในการบำบัด Org-N ของน้ำทิ้งรวมภายใน 1 วัน ของระบบบำบัด พบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัด Org-N นั้นเหมือนกันกับน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัด โดยประสิทธิภาพในการบำบัด Org-N ขึ้นอยู่กับเวลาเก็บกักน้ำ เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัด Org-N ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดและน้ำทิ้งรวมภายใน 1 วัน ของระบบบำบัด เมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศไม่เท่ากัน แต่ไซเคิลเวลาเดียวกัน พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด Org-N มีความแตกต่างกันอย่างเป็นนัยสำคัญ ที่เวลาเก็บกักน้ำต่างกัน คือ ประสิทธิภาพในการบำบัด Org-N มีค่ามากขึ้นเมื่อเวลาเก็บกักน้ำเพิ่มมากขึ้น ดังตารางที่ 4.7 และ ตารางที่ 4.8 และจากการทดลองพบว่า ที่เวลาเก็บกักน้ำเดียวกัน เมื่อระยะเวลาเติมอากาศมากขึ้น ประสิทธิภาพในการบำบัด Org-N ก็เพิ่มมากขึ้นด้วย เนื่องจากเกิดกระบวนการไฮโดรไลซิสมากขึ้น คือการเปลี่ยนรูปของสารไนโตรเจนอินทรีย์ไปเป็นแอมโมเนียไนโตรเจนมากขึ้น (Tchobanoglous, G. and Burton,

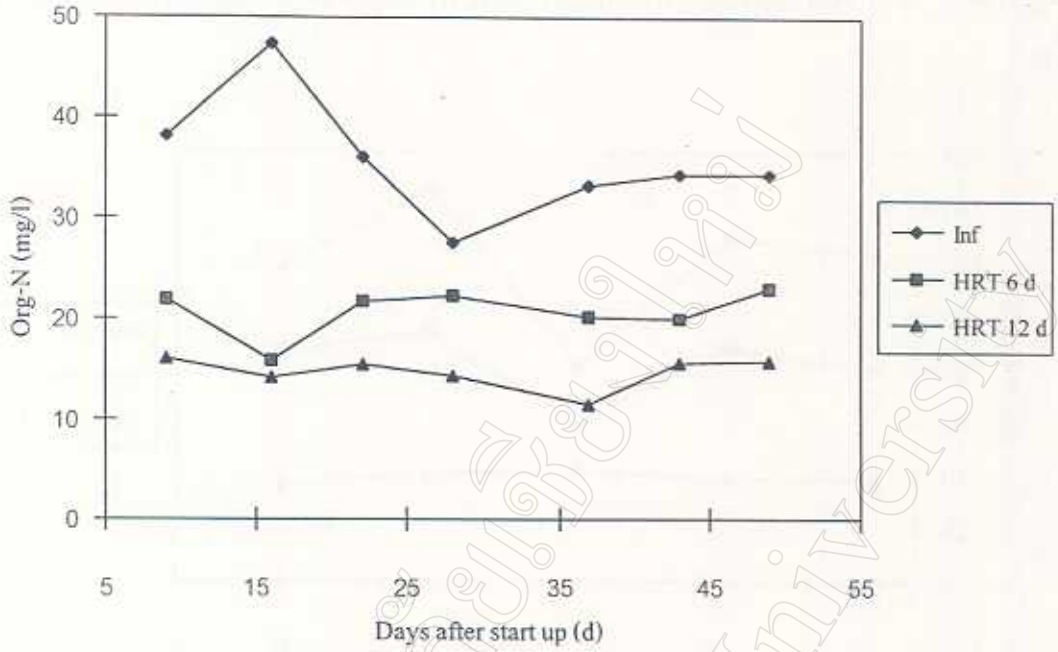
F.L., 1991) ดังนั้นในน้ำเสียจึงมีปริมาณ Org-N ลดลง ประสิทธิภาพในการบำบัด Org-N จึงมีค่าสูงขึ้น



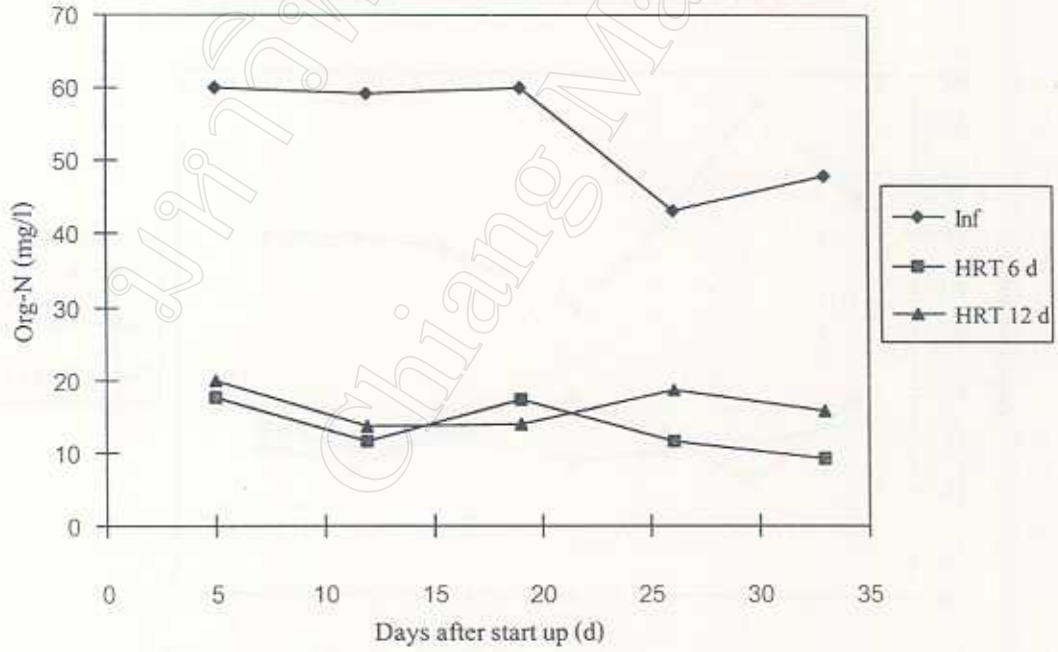
รูปที่ 4.47 Org-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite



รูปที่ 4.48 Org-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

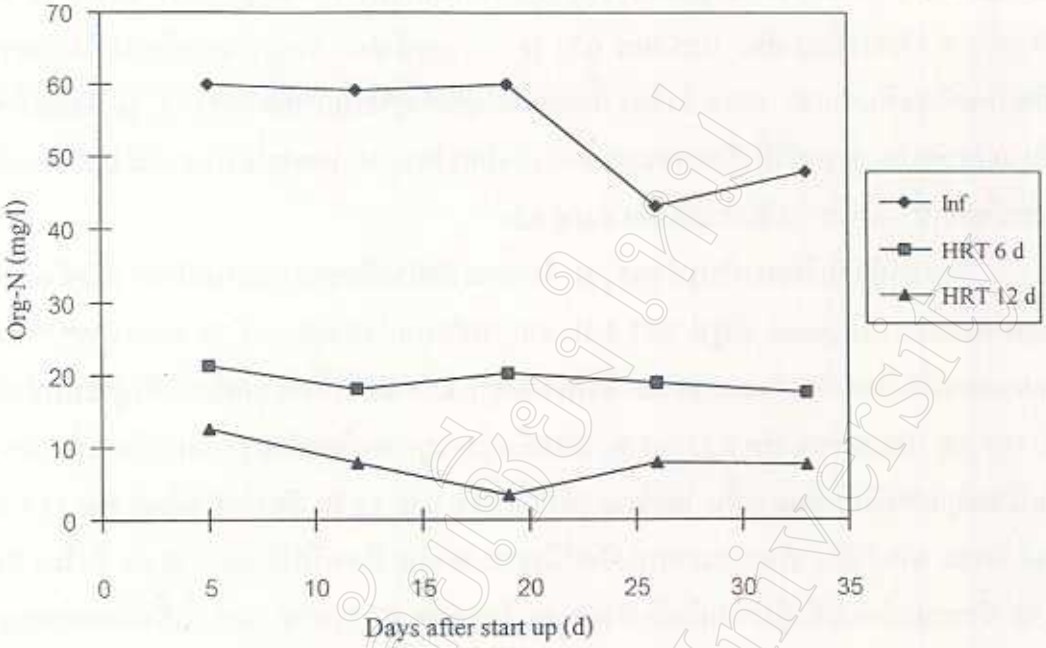


รูปที่ 4.49 Org-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite



รูปที่ 4.50 Org-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 4.51 Org-N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

ค) การศึกษาการบำบัดไนโตรเจนในรูป NO_x^--N

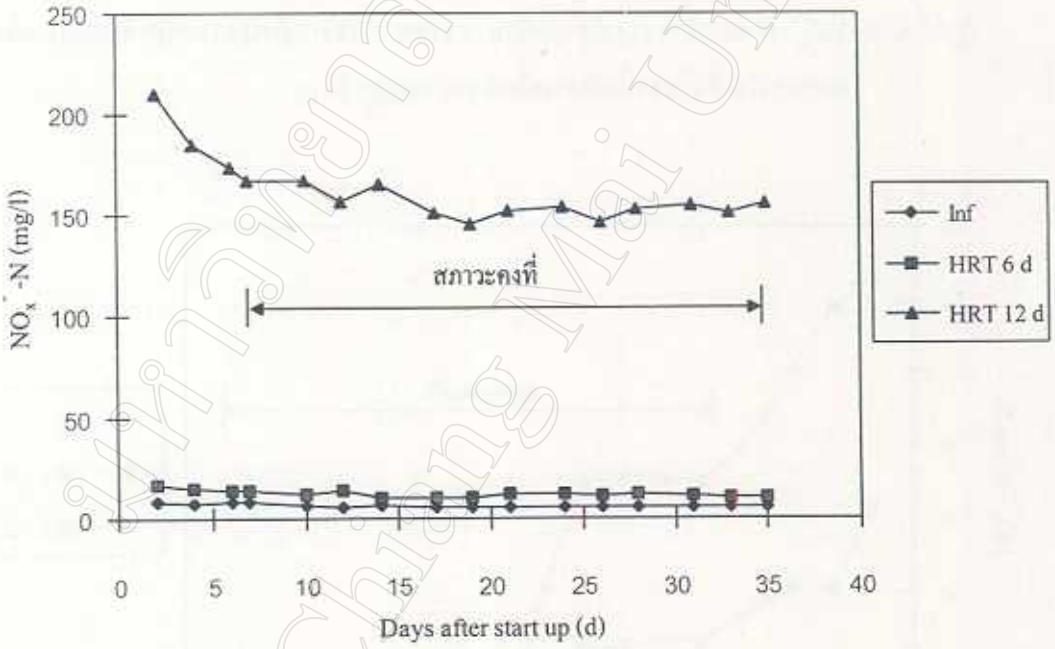
การบำบัดไนโตรเจนในรูป NO_x^--N ในน้ำชะมูลฝอยที่ออกจากระบบบำบัด เมื่อทำการเก็บตัวอย่างแบบ Grab แสดงดังรูปที่4.52-4.56 จากการศึกษาการบำบัด NO_x^--N ของระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง ดังรูป 4.52 พบว่าน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NO_x^--N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.84 มก./ล. และเมื่อน้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัด พบว่า NO_x^--N ในน้ำชะมูลฝอยมีค่าเพิ่มมากขึ้น โดยที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 11.7 และ 155 มก./ล. ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมงดังรูป 4.53 น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัด มี NO_x^--N โดยเฉลี่ย 0.38 มก./ล. และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมี NO_x^--N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.29 และ 5.08 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง NO_x^--N ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NO_x^--N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.38 มก./ล. หลังจากที่น้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้ว พบว่ามีค่า NO_x^--N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 และ 3.05 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.54 สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง ดังรูป 4.55 พบว่า น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NO_x^--N โดยเฉลี่ยเท่า

กับ 0.23 มก./ล. และเมื่อน้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดพบว่า ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน มีค่า NO_x^--N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.05 และ 0.11 มก./ล. ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NO_x^--N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.23 มก./ล. ส่วนน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่า NO_x^--N โดยเฉลี่ย 0.05 และ 0.22 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ ดังรูป 4.56

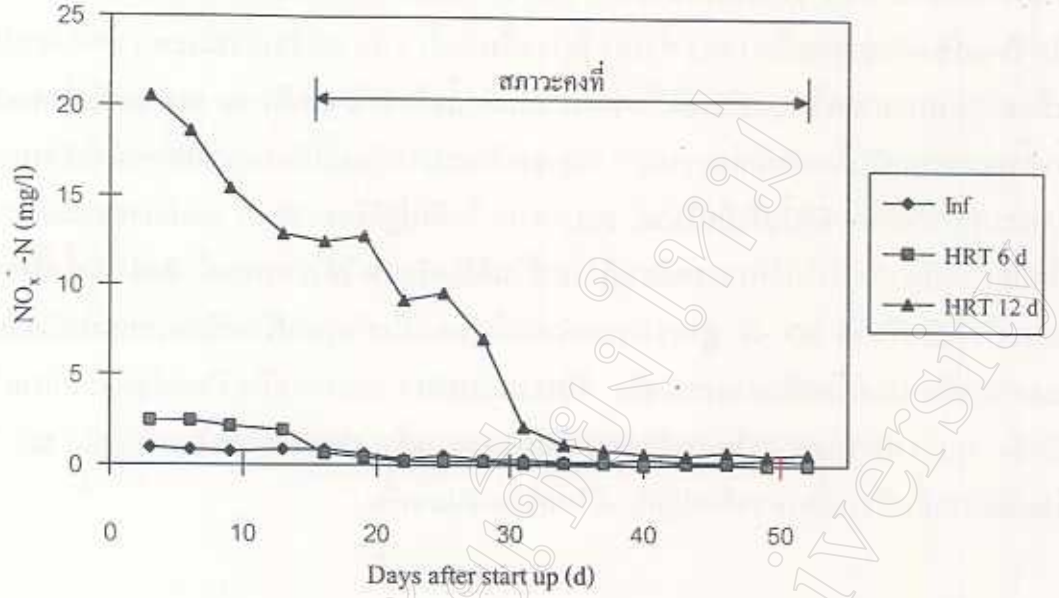
การบำบัดไนโตรเจนในรูป NO_x^--N ในน้ำชะมูลฝอยที่ออกจากระบบบำบัด เมื่อทำการเก็บตัวอย่างแบบ Composite ดังรูป 4.57-4.61 จากการศึกษาการบำบัด NO_x^--N ของระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง ดังรูป 4.57 พบว่าน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NO_x^--N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.27 มก./ล. และเมื่อน้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดพบว่า NO_x^--N ในน้ำชะมูลฝอยมีค่าเพิ่มมากขึ้น โดยที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 11.5 และ 164 มก./ล. ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง ดังรูป 4.58 น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัด มี NO_x^--N โดยเฉลี่ย 0.37 มก./ล. และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมี NO_x^--N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.18 และ 3.89 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง NO_x^--N ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NO_x^--N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.37 มก./ล. หลังจากที่น้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้ว พบว่ามีค่า NO_x^--N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.81 และ 3.52 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.59 สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง ดังรูป 4.60 พบว่า น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NO_x^--N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.22 มก./ล. และเมื่อน้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดพบว่า ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน มีค่า NO_x^--N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.04 และ 0.11 มก./ล. ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า NO_x^--N โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.22 มก./ล. ส่วนน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่า NO_x^--N โดยเฉลี่ย 0.06 และ 0.26 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ ดังรูป 4.61

จากการทดลองพบว่า การบำบัดไนโตรเจนในรูป NO_x^--N ในน้ำชะมูลฝอยเมื่อมีการเก็บตัวอย่างน้ำที่ออกจากระบบบำบัดแบบ Grab และ Composite มีผลการทดลองที่เหมือนกันและเมื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศที่แตกต่างกัน หรือที่ไซเคิลเวลาต่างกัน แต่เวลาเก็บกักน้ำเดียวกัน พบว่า เมื่อระยะเวลาการปิดเครื่องเติมอากาศมากขึ้น ปริมาณ NO_x^--N มีค่าลดลงทั้งที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ยกเว้นระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 12/12 ชั่วโมงที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน การที่ระยะเวลาในการปิดเครื่องเติมอากาศมากขึ้นแล้วปริมาณ NO_x^--N มีค่าลดลง เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันที่มากขึ้น คือไนเตรทกลายเป็น

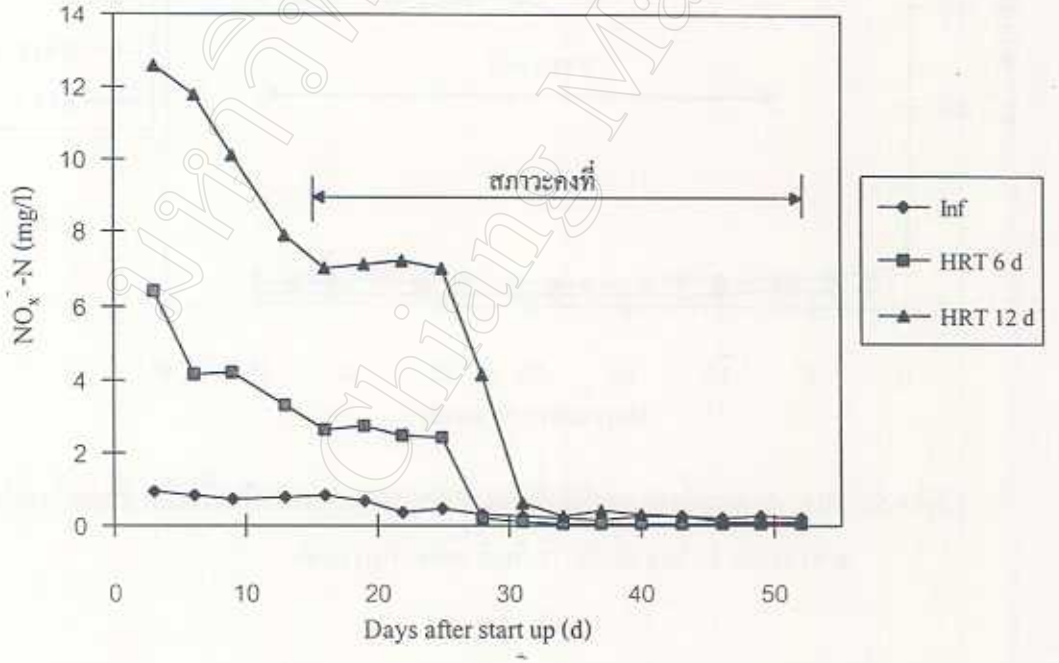
ก๊าซไนโตรเจนมากขึ้น จึงทำให้ปริมาณของ NO_x^--N มีค่าลดลง แต่ระบบบำบัดที่มีระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 12/12 ชั่วโมง ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน พบว่าแม้ว่ามีระยะเวลาในการปิดเครื่องเติมอากาศมากกว่าระบบบำบัดอื่นๆที่เวลาเก็บกักน้ำเดียวกัน แต่ปริมาณ NO_x^--N ที่ออกมากับน้ำทิ้งของระบบบำบัดกลับมีค่ามากกว่า เนื่องจากที่ระบบบำบัดนี้มีอัตราการเกิดไนตริฟิเคชันมากกว่าระบบบำบัดอื่นๆ ดังนั้นจึงมีปริมาณ NO_x^--N ภายในถังปฏิกิริยามากกว่า แต่เนื่องจากระยะเวลาเก็บกักน้ำที่สั้น จึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันเกิดได้ไม่สมบูรณ์ จึงทำให้น้ำทิ้งของระบบบำบัดมีปริมาณ NO_x^--N สูงกว่าระบบบำบัดอื่น และเมื่อทำการเปรียบเทียบระบบบำบัดเมื่อมีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเท่ากัน กับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศไม่เท่ากัน พบว่า เมื่อระยะเวลาในการปิดเครื่องเติมอากาศมากขึ้น ประสิทธิภาพในการบำบัด NO_x^--N ก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันมากขึ้น



รูปที่ 4.52 NO_x^--N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

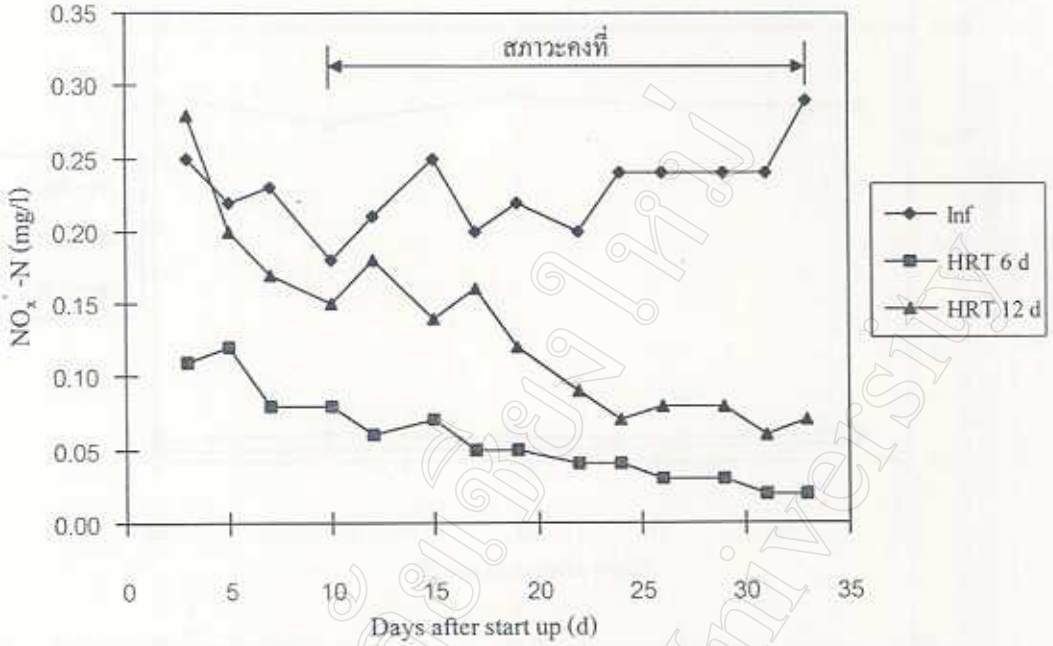


รูปที่ 4.53 NO_x^--N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

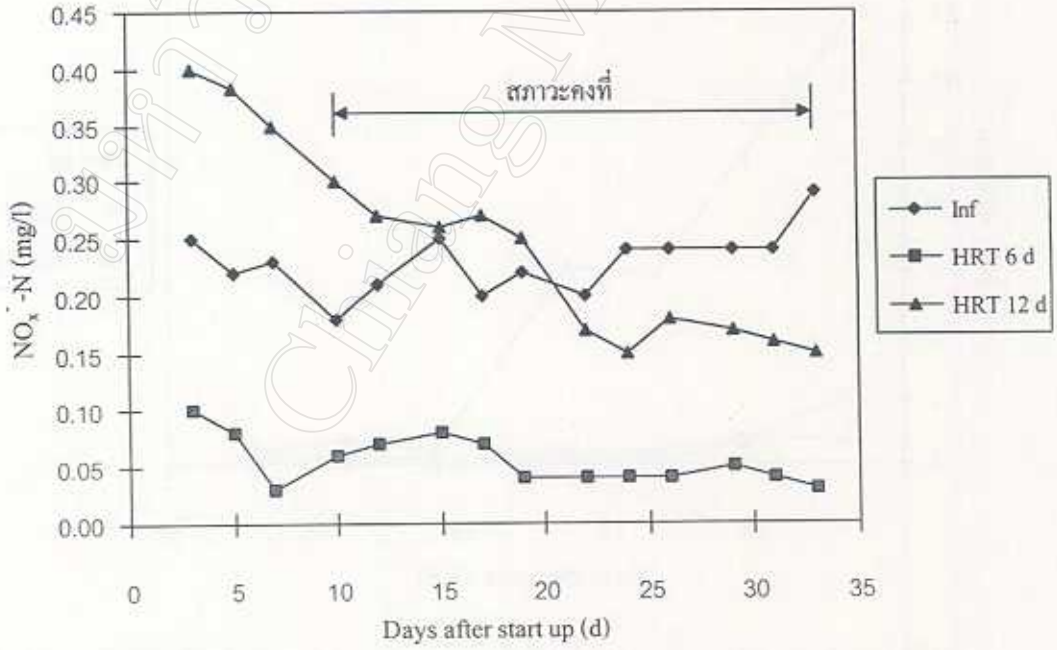


รูปที่ 4.54 NO_x^--N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

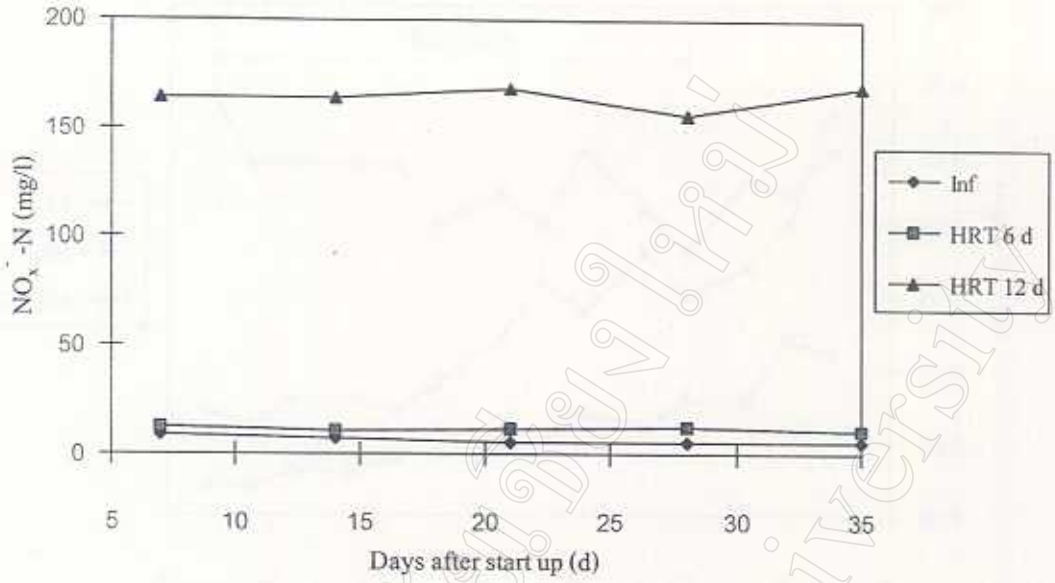
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



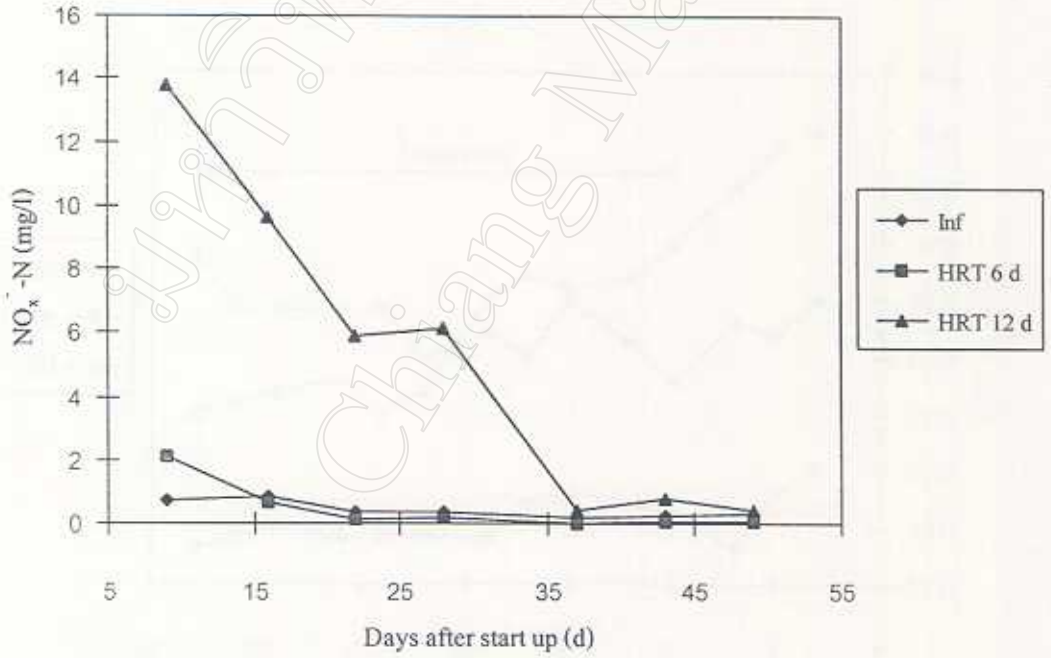
รูปที่ 4.55 NO_x^--N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab



รูปที่ 4.56 NO_x^--N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

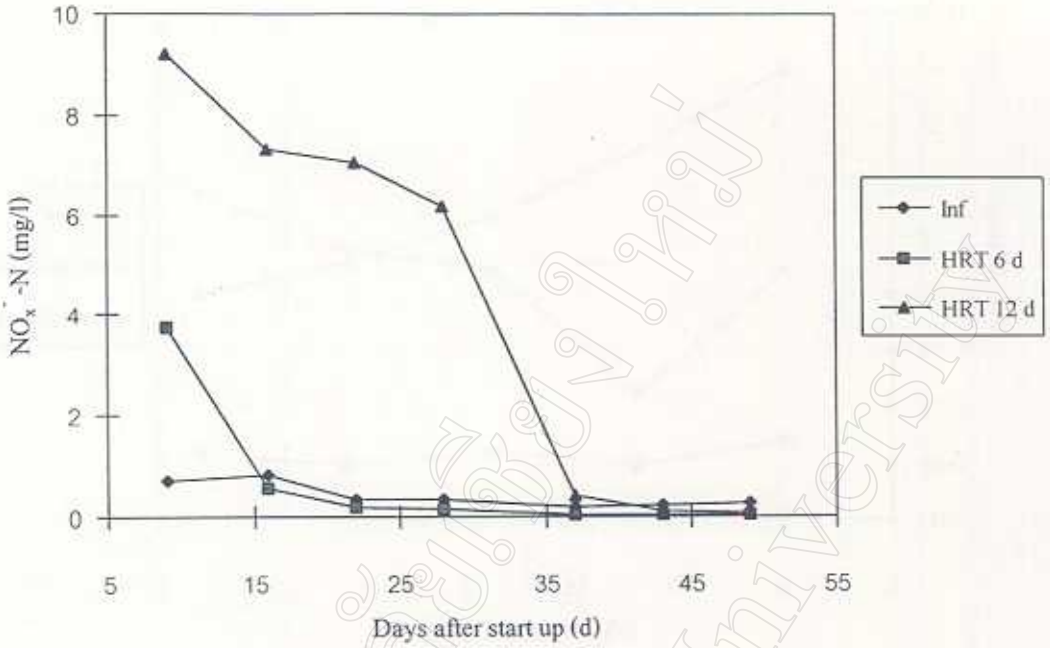


รูปที่ 4.57 NO_x^--N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

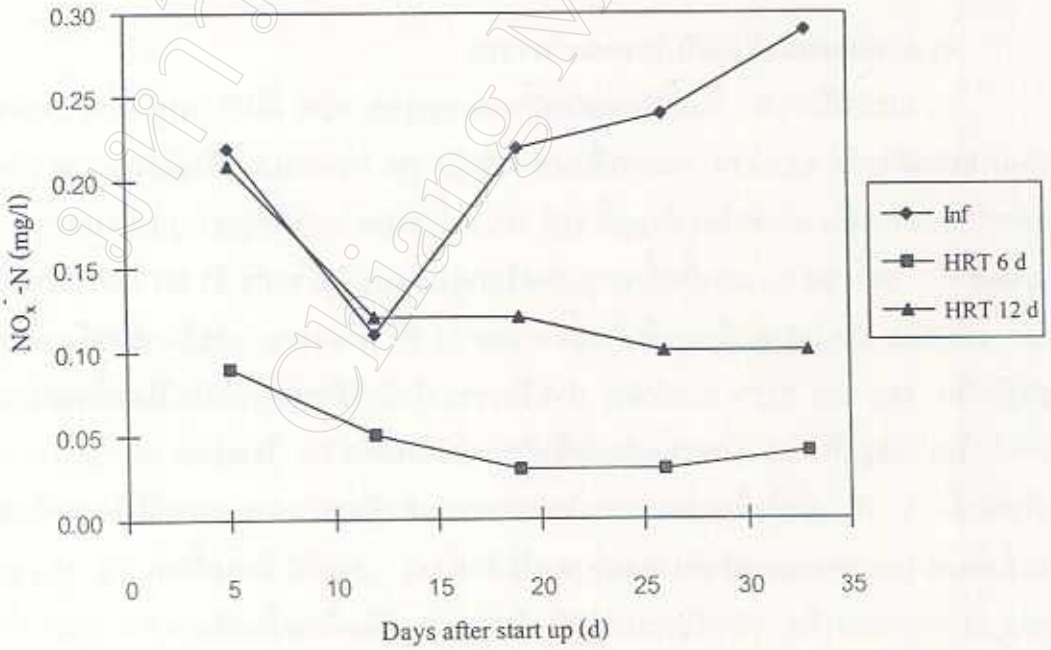


รูปที่ 4.58 NO_x^--N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

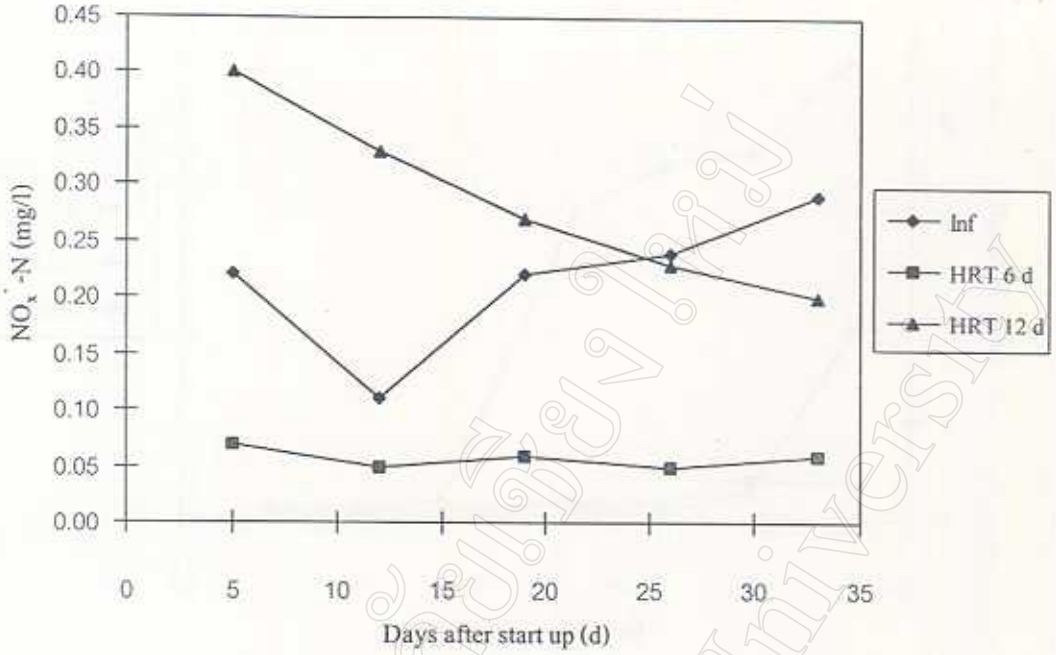


รูปที่ 4.59 NO_x^--N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite



รูปที่ 4.60 NO_x^--N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

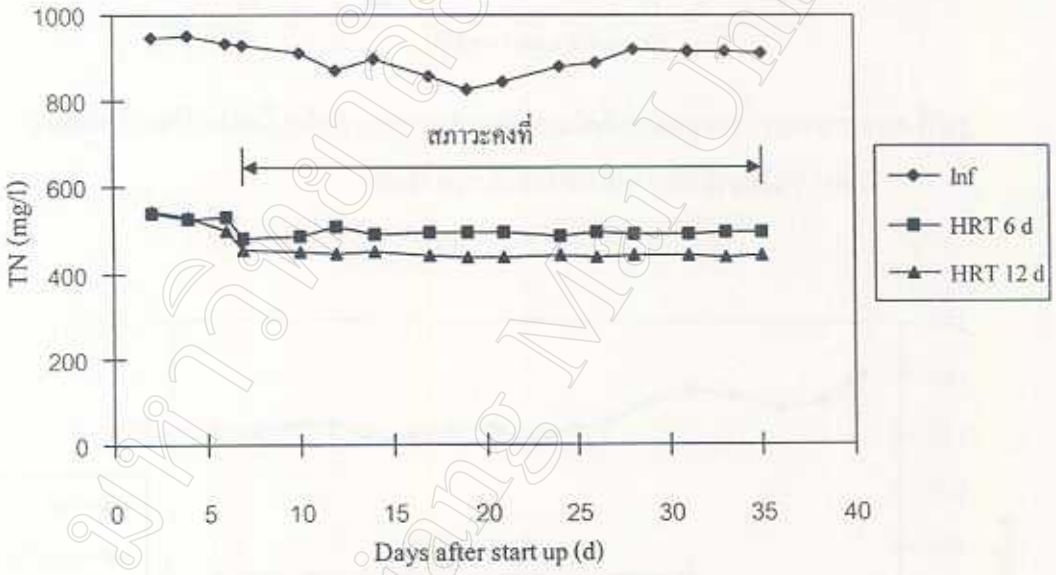


รูปที่ 4.61 NO_x^--N ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

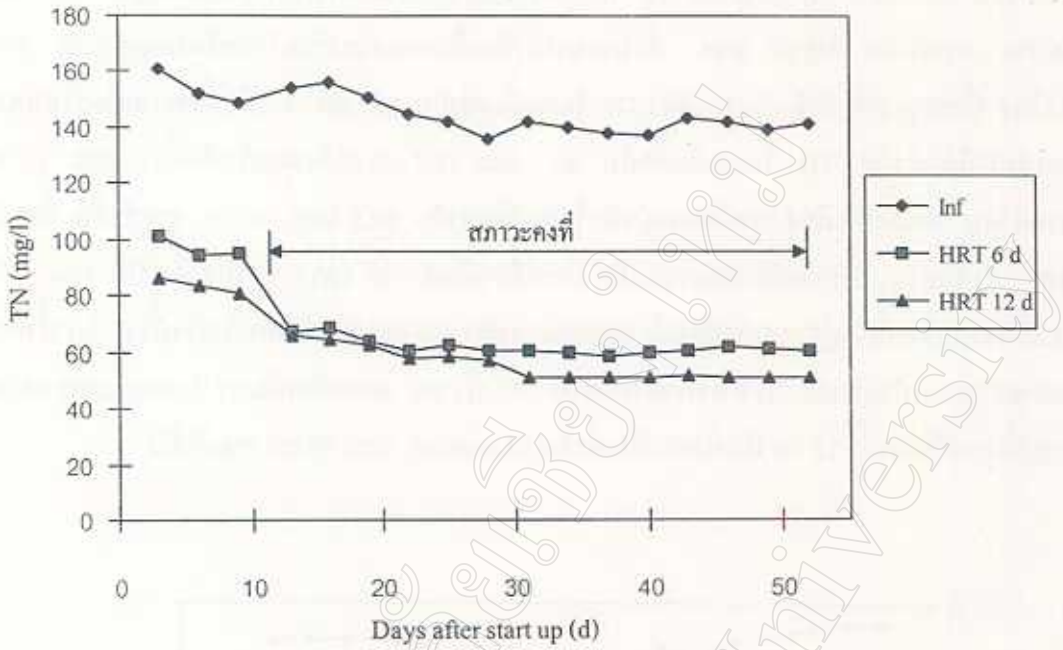
ง) การศึกษาการบำบัดไนโตรเจนรวม (TN)

การบำบัด TN ในน้ำชะมูลฝอยที่ออกจากระบบบำบัด เมื่อทำการเก็บตัวอย่างน้ำแบบ Grab แสดงดังรูปที่ 4.62-4.64 จากการศึกษาการบำบัด TN ของระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/6 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.62 พบว่าน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า TN โดยเฉลี่ยเท่ากับ 890 มก./ล. และเมื่อน้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้ว ค่า TN มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 490 และ 440 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเป็น 44.6 และ 50.2% ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.63 น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า TN โดยเฉลี่ย 143 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน น้ำทิ้งที่ออกจาระบบบำบัดและประสิทธิภาพในการบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 61.8 มก./ล. และ 56.9%ตามลำดับ ส่วนที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วันจะมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 55.4 มก./ล. และ 61.4% ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง TN ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 143 มก./ล. หลังจากที่น้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้วพบว่ามีค่า TN ลดลง โดยที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเท่า

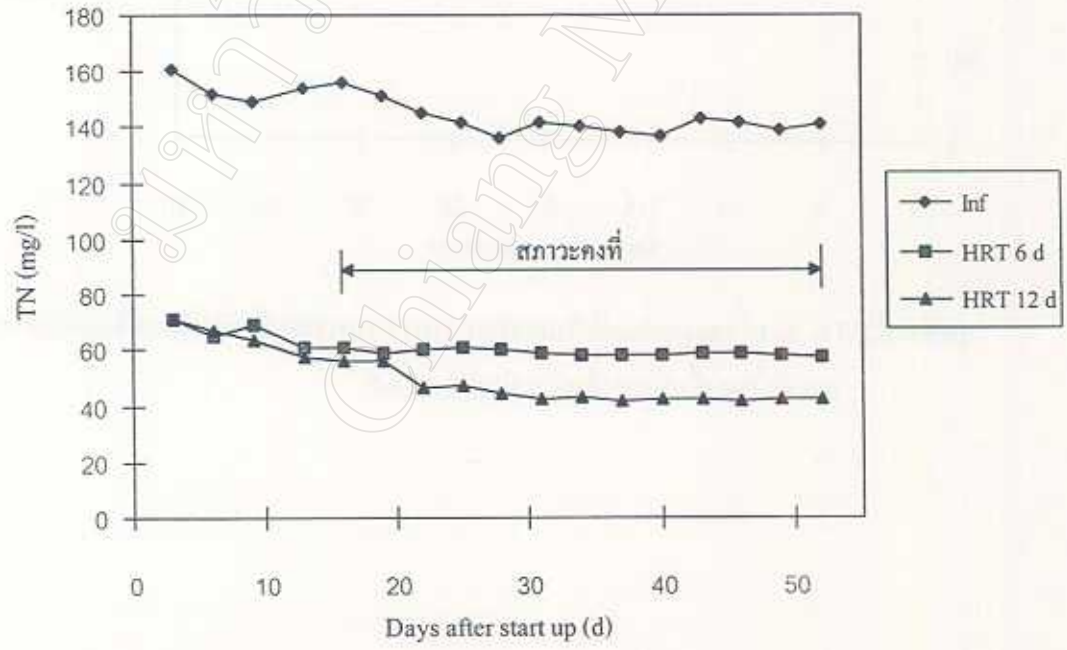
กับ 59.2 และ 46.2 มก./ล. ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเป็น 58.7 และ 66.0% ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.64 ส่วนระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบมีค่า TN โดยเฉลี่ยเท่ากับ 167 มก./ล. เมื่อน้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้วมีค่า TN โดยเฉลี่ยเท่ากับ 66.1 และ 51.7 มก./ล.ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 60.5 และ 69.1% ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.65 สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.66 TN ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 167 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดและประสิทธิภาพในการบำบัดมีค่า TN โดยเฉลี่ยเป็น 57.7 มก./ล. และ 65.5% และที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 34.5 มก./ล. และ 79.4% ตามลำดับ



รูปที่ 4.62 TN ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

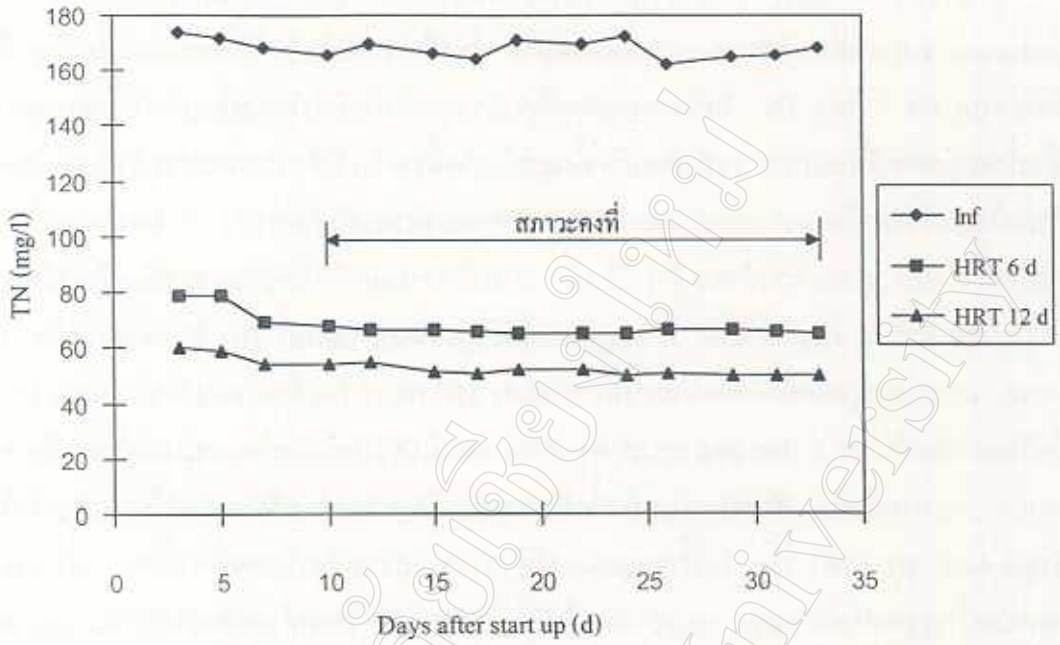


รูปที่ 4.63 TN ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

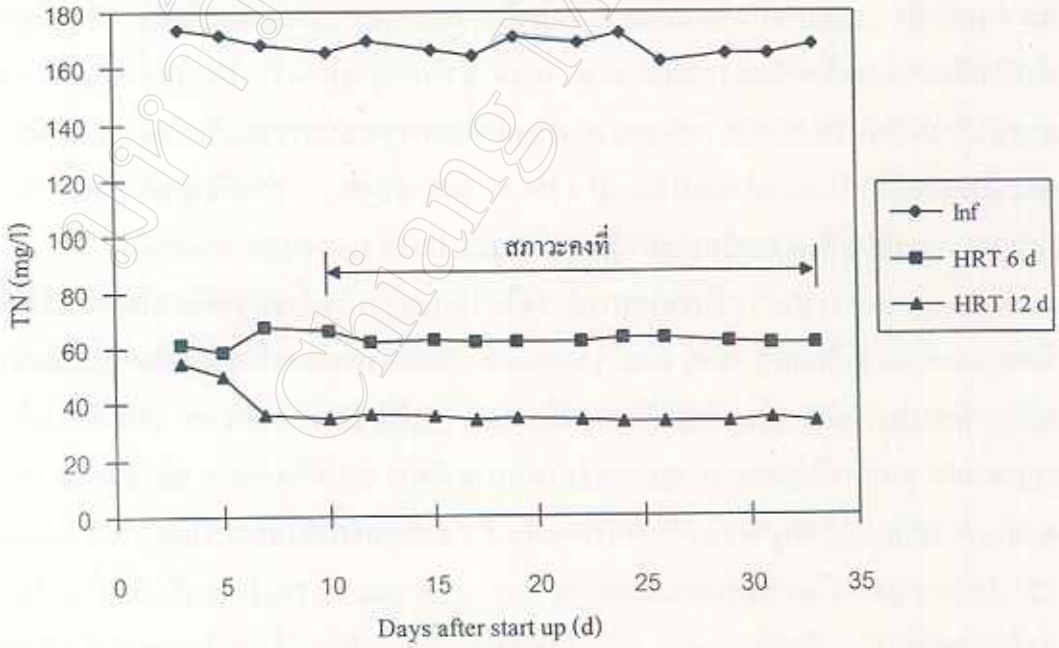


รูปที่ 4.64 TN ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 4.65 TN ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab



รูปที่ 4.66 TN ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Grab

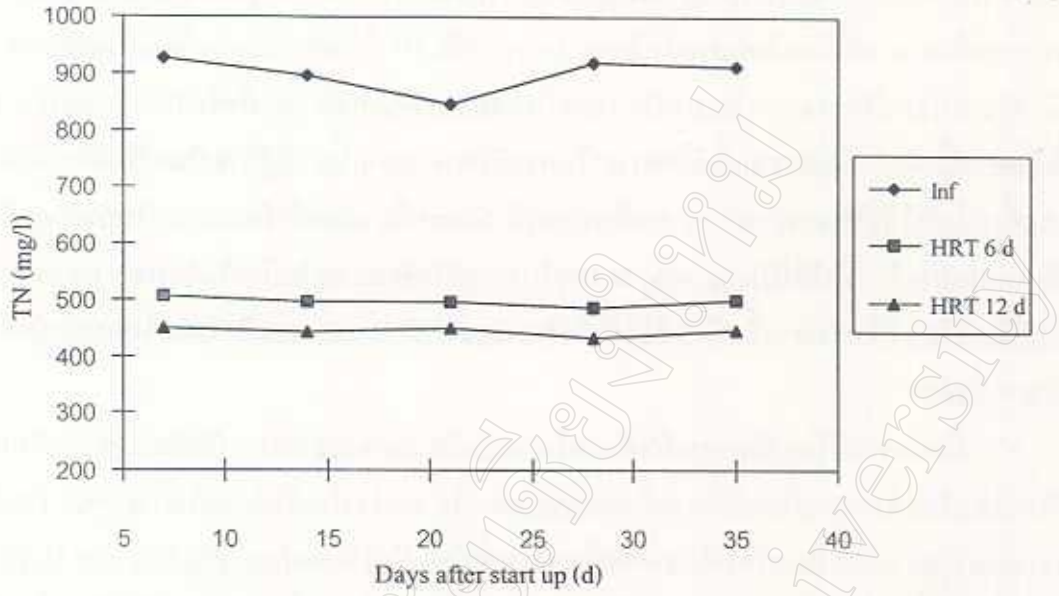
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การบำบัด TN ในน้ำชะมูลฝอยที่ออกจากระบบบำบัด เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite ดังรูปที่4.67-4.71 จากการศึกษาพบว่า สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง TN ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 900 มก./ล. เมื่อน้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้ว ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน มีค่า TN และประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 496 มก./ล. และ 44.9%ตามลำดับ ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเป็น 443 มก./ล. และ 50.8% ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.67 สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.68 น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า TN โดยเฉลี่ยเท่ากับ 143 มก./ล. และน้ำชะมูลฝอยที่ออกจากระบบบำบัดมีค่า TN ลดลง โดยที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเป็น 57.5 และ 49.8 มก./ล. ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดโดยเฉลี่ย 59.9 และ 65.3% ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่ระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 12/12 ชั่วโมง ดังรูป 4.69 พบว่า ค่า TN ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 143 มก./ล. และเมื่อน้ำชะมูลฝอยไหลผ่านระบบบำบัดแล้วมีค่า TN ลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 56.5 และ 48.7 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเท่ากับ 60.6 และ 66.0% ตามลำดับ ส่วนระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.70 น้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า TN โดยเฉลี่ยเท่ากับ 168 มก./ล. น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่า TN ลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60.6 และ 47.6 มก./ล. ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเป็น 63.8 และ 71.6% ตามลำดับ สำหรับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง ดังรูป 4.71 TN ในน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่า TN เท่ากับ 168 มก./ล. ส่วนน้ำที่ออกจากระบบที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน มีค่า TN และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเท่ากับ 62.4 มก./ล. และ 62.7% ส่วนที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน มีค่า TN และมีประสิทธิภาพในการบำบัดเท่ากับ 32.0 มก./ล. และ 80.9% ตามลำดับ

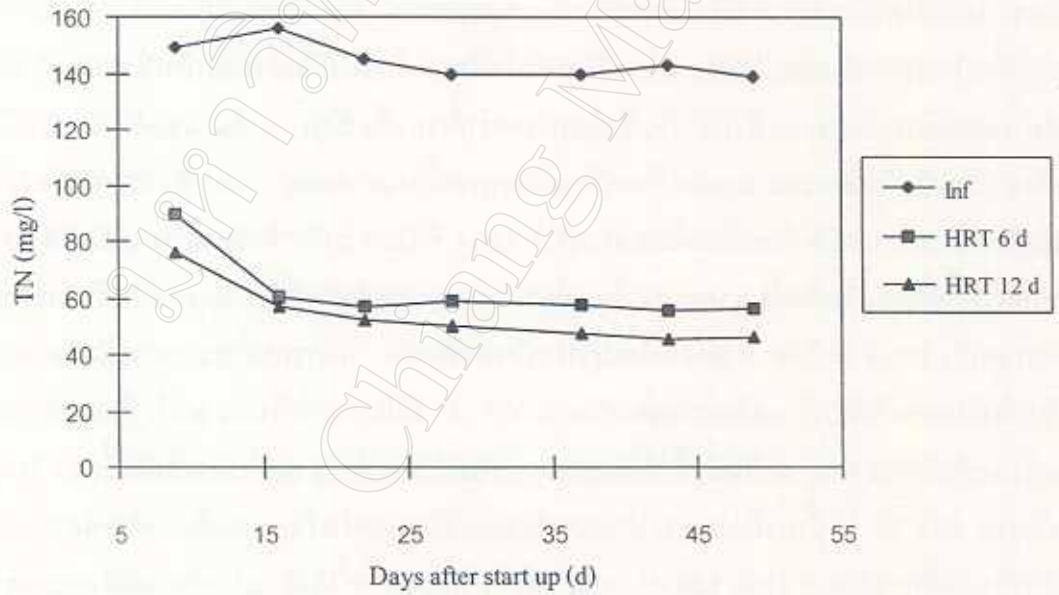
จากการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัดไนโตรเจนรวมในน้ำชะมูลฝอย เมื่อมีการเก็บน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดแบบ Grab และ Composite มีผลการทดลองที่เหมือนกัน และเมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัด TN เมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเท่ากัน แต่ไซเคิลเวลาต่างกัน จากการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัด TN ที่ไซเคิลเวลาเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างเป็นนัยสำคัญ ที่เวลาเก็บกักน้ำต่างกัน คือ ประสิทธิภาพในการบำบัด TN ที่ไซเคิลเวลา 12 , 18 และ 24 ชั่วโมง มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 44.6 , 56.9 และ 58.7% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน ตามลำดับ และมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 50.2 , 61.4 และ 66.0% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.7 เนื่องจากกระบวนการในการกำจัดไนโตรเจน คือ กระบวนการไนตริฟิเคชันและกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน ซึ่งการกำจัดไนโตรเจนเกิดได้อย่างสมบูรณ์นั้นต้องมีเวลาเก็บกักน้ำที่พอเพียง

ด้วย ดังนั้นที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน จึงมีประสิทธิภาพในการบำบัด TN ได้ดีกว่าที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน และเมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัด TN ที่ไซเคิลเวลาต่างกันแต่เวลาเก็บกักน้ำเดียวกัน พบว่า เมื่อระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศมากขึ้น ประสิทธิภาพในการบำบัด TN ก็เพิ่มมากขึ้นด้วย เนื่องจากเมื่อระยะเวลาในการเติมอากาศมากขึ้น ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันก็เกิดได้มากขึ้น จึงทำให้มีปริมาณ NO_x^--N ภายในระบบบำบัดมากขึ้น และเมื่อมีระยะเวลาในการปิดเครื่องเติมอากาศมากขึ้น ทำให้ปริมาณ NO_x^--N ภายในระบบบำบัดกลายเป็นก๊าซไนโตรเจน แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันมากขึ้นด้วย จึงทำให้ปริมาณของ TN ลดลง ประสิทธิภาพในการบำบัดจึงมีค่ามากขึ้นด้วย

เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัด TN ของระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศไม่เท่ากัน แต่ไซเคิลเวลาเดียวกัน พบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัด TN เมื่อระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/18 ชั่วโมง มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 60.5 และ 69.1% ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน ตามลำดับ และสำหรับระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 10/14 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการบำบัด TN ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 65.5 และ 79.4% ตามลำดับ จากการทดลองพบว่า ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน ประสิทธิภาพในการบำบัด TN มีค่ามากกว่า ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน ซึ่งสามารถอธิบายได้เหมือนกันกับระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเท่ากัน คือ ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันและปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันได้ดีกว่า จึงทำให้ในน้ำทิ้งมีปริมาณ TN น้อยกว่า ดังนั้นประสิทธิภาพในการบำบัด TN จึงมีค่ามากกว่าที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วัน และเมื่อทำการเปรียบเทียบระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 6/18 และ 10/14 ชั่วโมง พบว่า ระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 10/14 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการบำบัด TN ที่มากกว่าทั้งที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 และ 12 วัน เนื่องมาจาก ระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 10/14 ชั่วโมง สามารถเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน คือการเปลี่ยนแอมโมเนียไนโตรเจนไปเป็นไนเตรทได้ดีกว่า แต่ในส่วนของปริมาณ NO_x^--N ที่มีอยู่ในน้ำทิ้งนั้น พบว่า ที่เวลาเก็บกักน้ำ 6 วันจะมีปริมาณ NO_x^--N ในน้ำทิ้งที่ออกมาจากระบบบำบัดเท่ากัน แต่ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วันจะมีปริมาณ NO_x^--N ในน้ำทิ้งที่ออกมาจากระบบบำบัดจะมีค่าแตกต่างกัน แต่เมื่อทำการพิจารณาร่วมกับประสิทธิภาพในการบำบัด NH_4-N และ Org-N แล้วจะเห็นได้ว่า ระบบบำบัดที่มีระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 10/14 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการบำบัดดีที่สุด

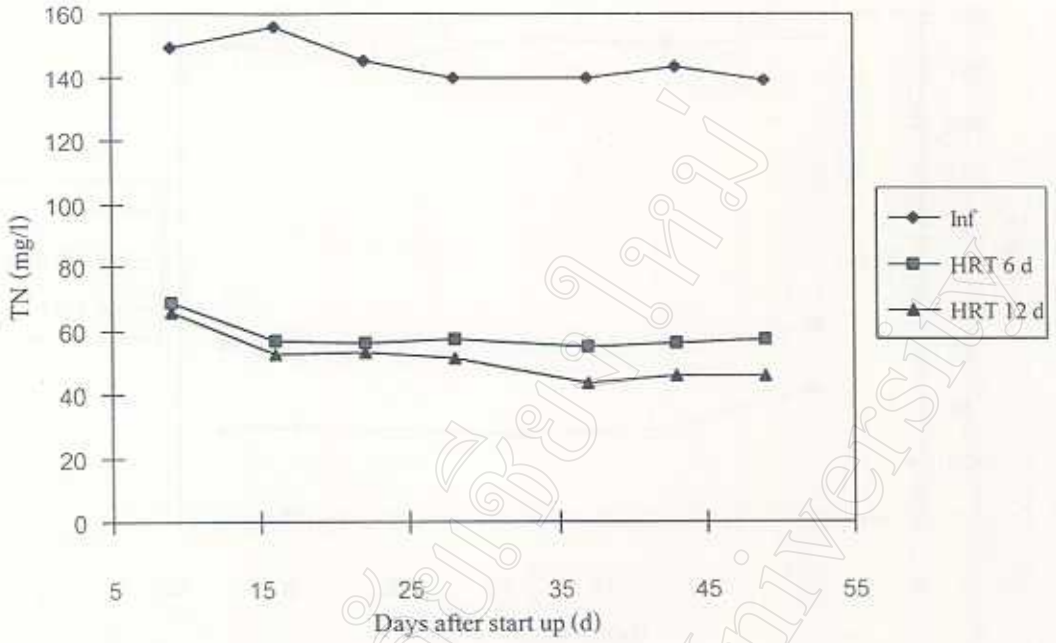


รูปที่ 4.67 TN ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/6 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

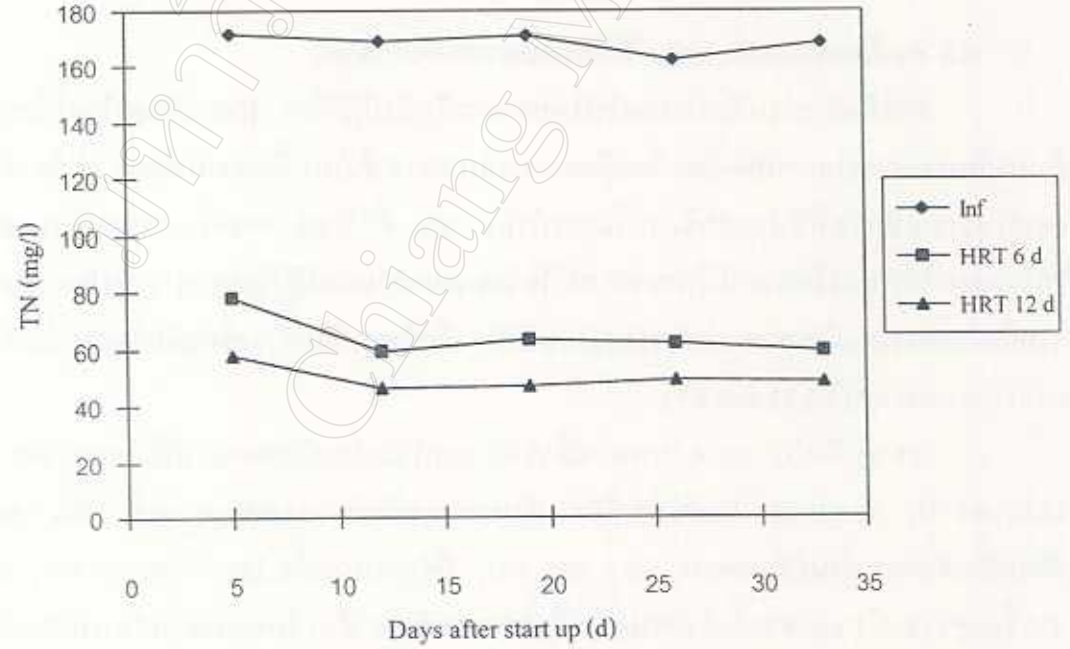


รูปที่ 4.68 TN ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 9/9 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

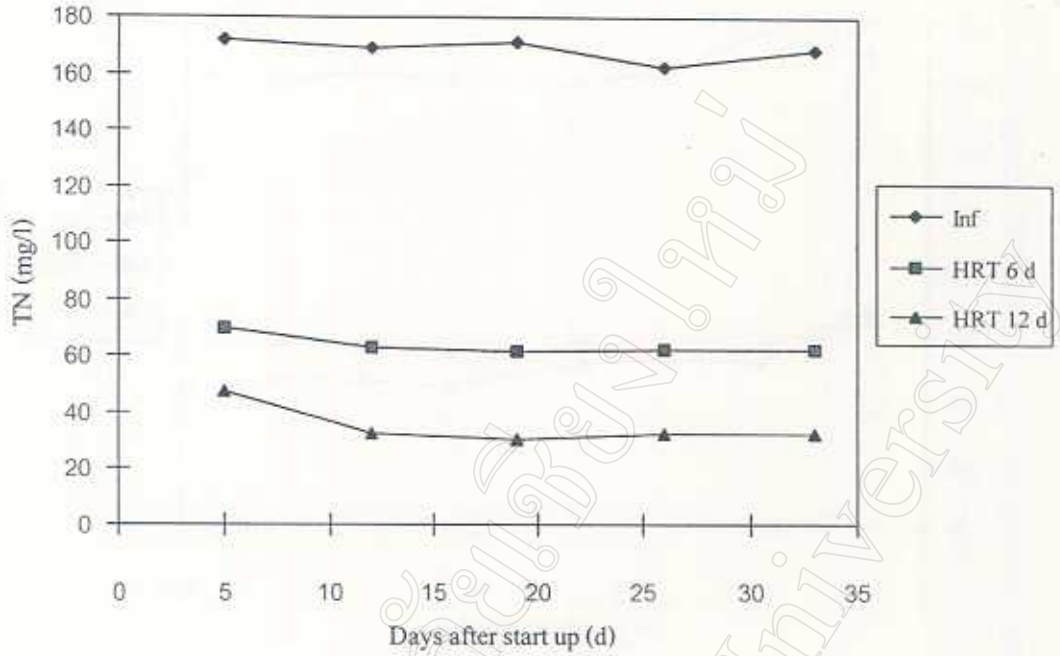


รูปที่ 4.69 TN ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 12/12 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite



รูปที่ 4.70 TN ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 6/18 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



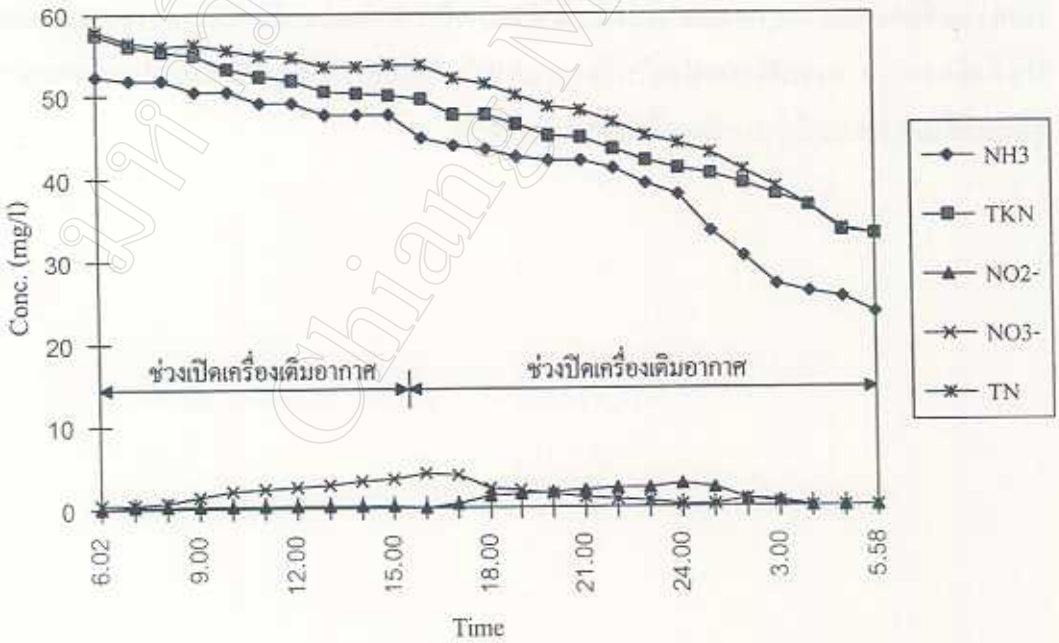
รูปที่ 4.71 TN ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าและออกจากระบบบำบัดเมื่อเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 10/14 ชั่วโมง เมื่อมีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite

4.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนภายในถังปฏิกิริยา

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนภายในถังปฏิกิริยา ทำการศึกษาโดยใช้ระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 10/14 ชั่วโมง ที่เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน เนื่องจากเป็นระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพในการบำบัด TN ที่ดีที่สุด การศึกษาการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจน ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณของสารไนโตรเจนภายในถังปฏิกิริยาทุกๆ 1 ชั่วโมง โดยทำการเก็บตัวอย่างที่จุดกึ่งกลางความยาวของระบบบำบัด เมื่อทำการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ ซึ่งแสดงผลการทดลองดังรูปที่ 4.72 และ 4.73

จากรูปที่ 4.72 และ 4.73 พบว่าเมื่อเริ่มทำการเปิดเครื่องเติมอากาศ ปริมาณของ NH_4-N TKN และ TN ค่อยๆลดลง โดยในช่วงที่มีการเติมอากาศ ปริมาณของ NH_4-N และ TKN ลดลงเกือบเป็นเส้นตรง ส่วนปริมาณของ NO_2^- และ NO_3^- มีค่าเพิ่มมากขึ้น โดยปริมาณของ NO_2^- เพิ่มมากขึ้นอยู่ช่วงหนึ่ง หลังจากนั้นจึงมีค่าลดลง ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ในขณะที่เริ่มทำการเปิดเครื่องเติมอากาศนั้น แอมโมเนียไนโตรเจนเปลี่ยนไปเป็น NO_2^- และ NO_3^- ตามลำดับ ซึ่งเรียกว่าปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน ดังสมการ 2-4 จึงทำให้ปริมาณของ NH_4-N มีค่าลดลง และเนื่องด้วย NO_2^- เป็น

รูปที่ 4.72 การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนภายในระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 10/14 ชั่วโมง และ เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน ณ วันที่ 25 ตุลาคม 2541



รูปที่ 4.73 การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนภายในระบบบำบัดเมื่อระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็น 10/14 ชั่วโมง และ เวลาเก็บกักน้ำ 12 วัน ณ วันที่ 28 ตุลาคม 2541

ไนโตรเจนในรูปที่ไม่เสถียร ดังนั้น NO_2^- จึงเปลี่ยนไปเป็น NO_3^- จึงทำให้ปริมาณของ NO_2^- มีค่าลดลงส่วนปริมาณของ NO_3^- มีค่าเพิ่มมากขึ้น และเมื่อทำการปิดเครื่องเติมอากาศ ปริมาณของ NH_4-N , TKN และ TN ก็ยังคงค่อยๆลดลงตลอดเวลา และสำหรับปริมาณของ NO_2^- และ NO_3^- พบว่าเมื่อเริ่มทำการปิดเครื่องเติมอากาศ ปริมาณของ NO_3^- ค่อยๆลดลง เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็น NO_2^- ดังนั้นปริมาณของ NO_2^- จึงเพิ่มมากขึ้น จนถึงในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ปริมาณของ NO_2^- ก็มีค่าลดลง ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อทำการปิดเครื่องเติมอากาศ ภายในระบบบำบัดจะเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันขึ้น คือ ไนเตรทเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ และหลังจากนั้น ไนไตรท์กลายเป็นก๊าซไนโตรเจนจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนภายในระบบบำบัด พบว่า การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนที่เกิดขึ้นเป็นไปตามทฤษฎีของการบำบัดไนโตรเจนในช่วงที่มีการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ ยกเว้นการเปลี่ยนแปลงของ NH_4-N และ TKN ในช่วงที่ปิดเครื่องเติมอากาศ จากการทดลองพบว่า ในช่วงที่ปิดเครื่องเติมอากาศ NH_4-N และ TKN มีค่าลดลง ซึ่งจากทฤษฎีของการบำบัดไนโตรเจนแบบมีการใช้ออกซิเจนและไร้ออกซิเจนนั้น ในสภาวะที่ไร้ออกซิเจน เกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน NO_2^- และ NO_3^- กลายเป็นก๊าซไนโตรเจน จึงทำให้ความเข้มข้นของ NO_2^- และ NO_3^- ลดลง แต่ความเข้มข้นของ NH_4-N และ TKN มีค่าเพิ่มมากขึ้น (Araki, H., et al., 1990) เนื่องมาจากว่า ในขณะที่ทำการปิดเครื่องเติมอากาศ ตะกอนจุลินทรีย์ได้ตกลงสู่ด้านล่างของระบบบำบัดปฏิกิริยาต่างๆ จึงเกิดที่ด้านล่าง แต่น้ำตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ไม่ได้มาจากส่วนที่เกิดปฏิกิริยา ดังนั้นความเข้มข้นของ NH_4-N และ TKN ในน้ำตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์จึงมีค่าลดลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นถ้าต้องการหาการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนภายในถังปฏิกิริยาที่ถูกต้องควรทำการกวนตะกอนจุลินทรีย์ในช่วงขณะที่ทำการปิดเครื่องเติมอากาศด้วย