

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

#### 4.1 ระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเติมอากาศ

จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานและวิธีเดินระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเติมอากาศ เพื่อบำบัดน้ำเสียจากมหาวิทยาลัยฯ พบว่า มีลำดับช่วงเวลาที่จำเป็น 3 ช่วง คือ 1) ช่วงเติมน้ำเสียและปฏิบัติ 2) ช่วงตกตะกอน และ 3) ช่วงระบายน้ำทิ้ง โดยเริ่มต้นเดินระบบจาก 1) สร้างความคุ้นเคยระหว่างตะกอน จุลินทรีย์และน้ำเสีย 2) Pre-test ระบบที่ช่วงเวลาเติมน้ำเสียและทำปฏิบัติ 20 ชั่วโมง และ 3) ศึกษาประสิทธิภาพของระบบและช่วงเวลาเติมน้ำเสียและทำปฏิบัติที่เหมาะสม ซึ่งผลการทดลองมีรายละเอียด ดังนี้

##### 4.1.1 ลักษณะสมบัติน้ำเสียและน้ำทิ้ง ช่วง Pre-test ระบบที่ระยะเวลาเติมอากาศ 20 ชั่วโมง

1) ลักษณะทางกายภาพของน้ำเสียที่ใช้ทดลอง

น้ำตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เก็บจากจุดปล่อยน้ำเสียของมหาวิทยาลัยฯ บริเวณด้านหลังอาคาร โภชนาการ มีลักษณะสีเหลืองขุ่น มีกลิ่นเหม็น และมีตะกอนแขวนลอย (รูปที่ 4-1)



รูปที่ 4-1 ลักษณะทางกายภาพของน้ำเสียและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเติมอากาศ

## 2) พีเอช

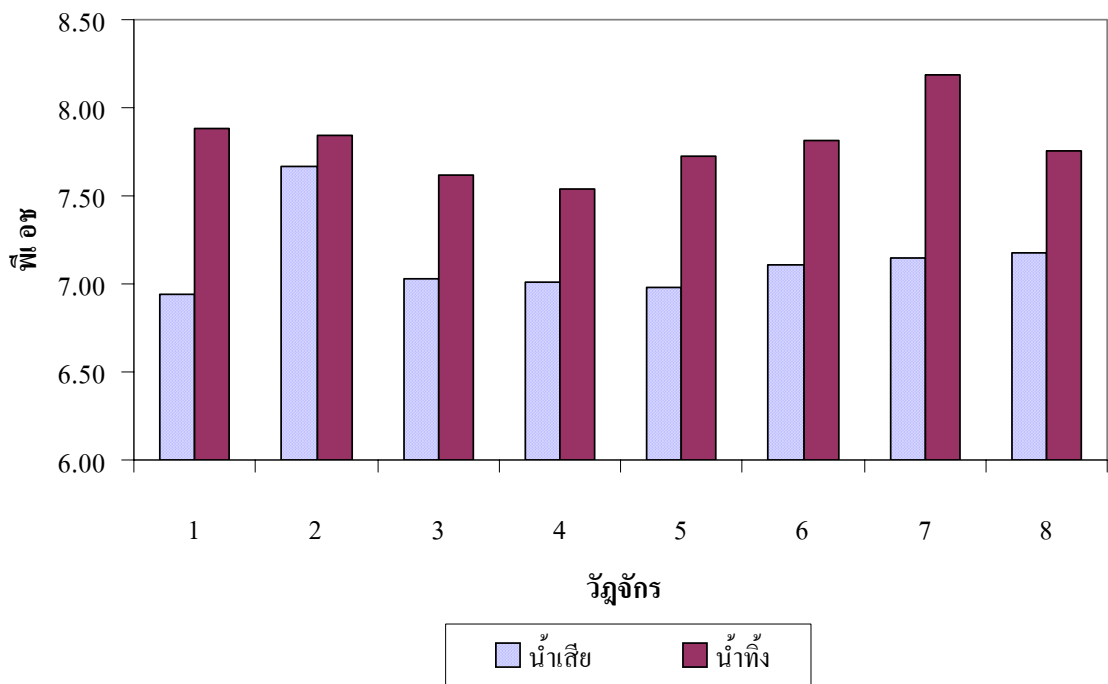
จากผลการทดลองพบว่า ค่าพีเอชของน้ำเสียมีค่าค่อนข้างคงที่ประมาณ 7.00 ส่วนน้ำทิ้งมีค่าสูงกว่า โดยมีค่าอยู่ในช่วง 7.54-8.18 (รูปที่ 4-2)

## 3) ออกซิเจนละลายน้ำ

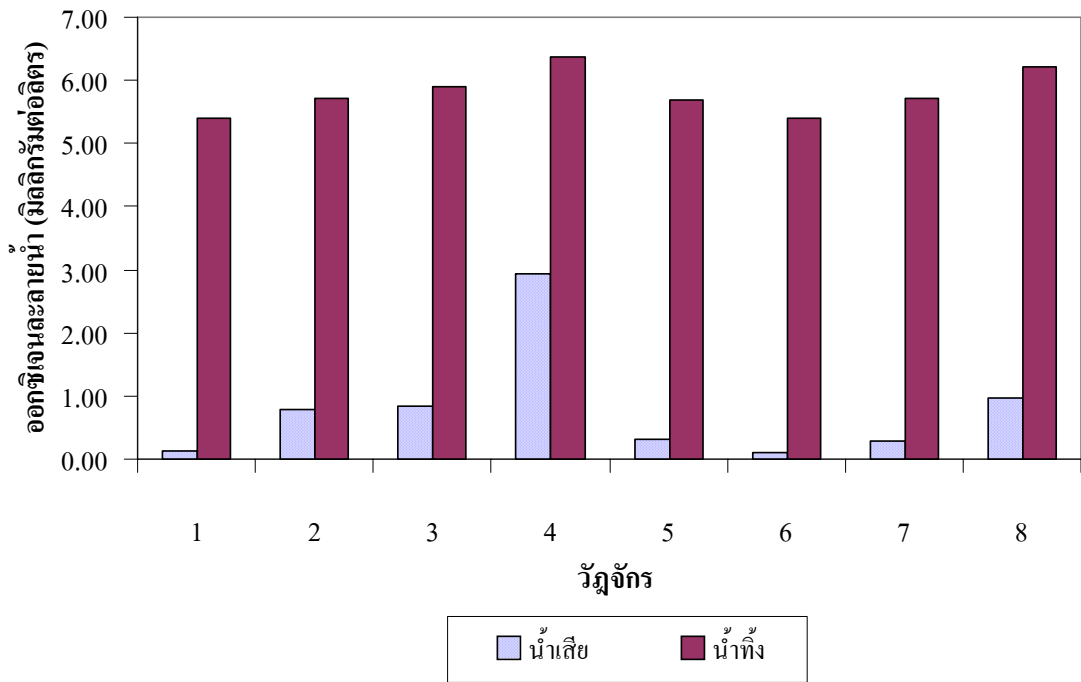
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในน้ำเสียน้อยมาก อยู่ในช่วง 0.13-2.77 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากทำการเติมอากาศ ทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.40-6.37 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 4-3)

## 4) ซีโอดี

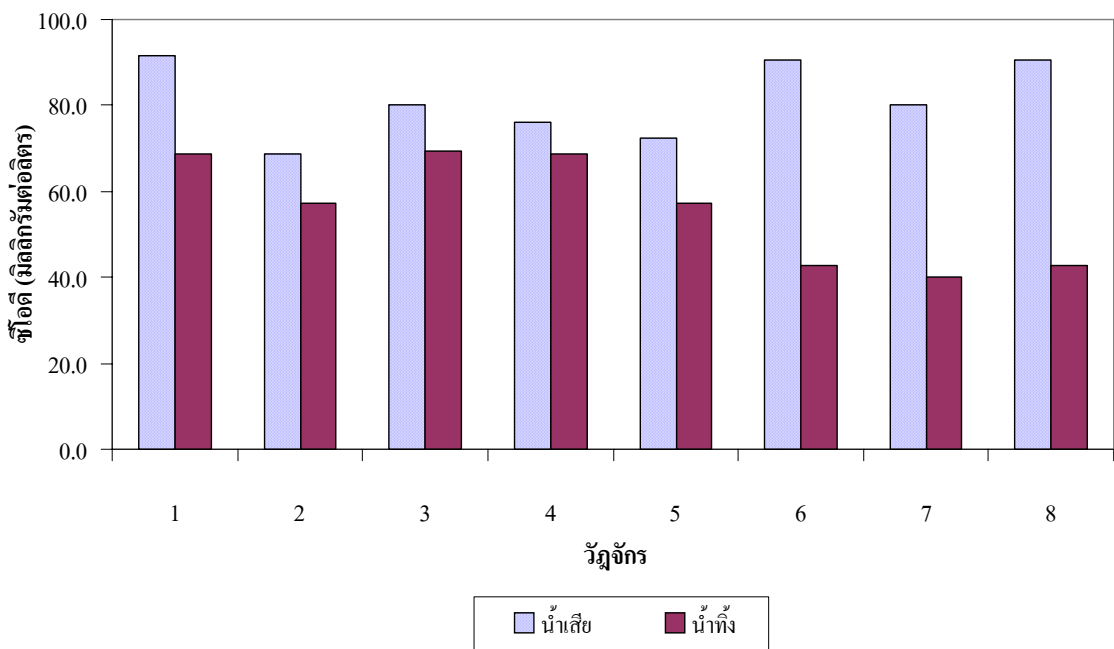
ปริมาณซีโอดีในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 68.57-91.43 และ 40.00-69.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (รูปที่ 4-4)



รูปที่ 4-2 ค่าพีเอชของน้ำเสียและน้ำทิ้งในช่วงเริ่มต้นเดินระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเติมอากาศ



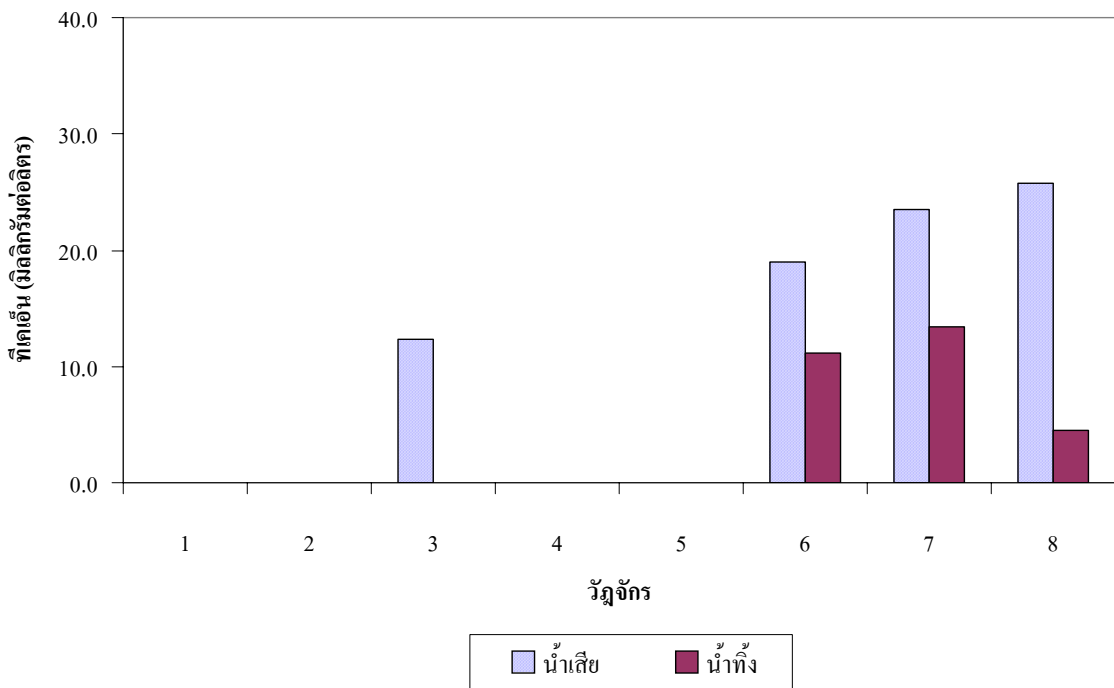
รูปที่ 4-3 ค่าออกซิเจนละลายน้ำของน้ำเสียและน้ำทิ้งในช่วงเริ่มต้นเดินระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเติมอากาศ



รูปที่ 4-4 ค่าซีไอดีของน้ำเสียและน้ำทิ้งในช่วงเริ่มต้นเดินระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเติมอากาศ

### 5) ทีเคเอ็น

จากความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในช่วงเริ่มต้นของการวิเคราะห์ ทำให้ข้อมูลทีเคเอ็นที่วิเคราะห์ได้ในช่วงเริ่มต้นเดินระบบ มีเพียงรอบวัฏจักรที่ 6-7 โดยค่าทีเคเอ็นในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 19.04 -25.76 และ 4.48-13.44 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (รูปที่ 4-5)



รูปที่ 4-5 ค่าทีเคเอ็นของน้ำเสียและน้ำทิ้งช่วงเริ่มต้นเดินระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเต็มอากาศ

#### 4.1.2 ลักษณะน้ำเสียและน้ำทิ้ง ที่ช่วงเวลาเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาต่างกัน

##### 1) พีเอช

จากผลการทดลองพบว่า ค่าพีเอชของน้ำเสียและน้ำทิ้งอยู่ในช่วง 6.59-7.66 และ 6.80-8.18 ตามลำดับ (รูปที่ 4-6)

##### 2) ออกซิเจนละลายน้ำ

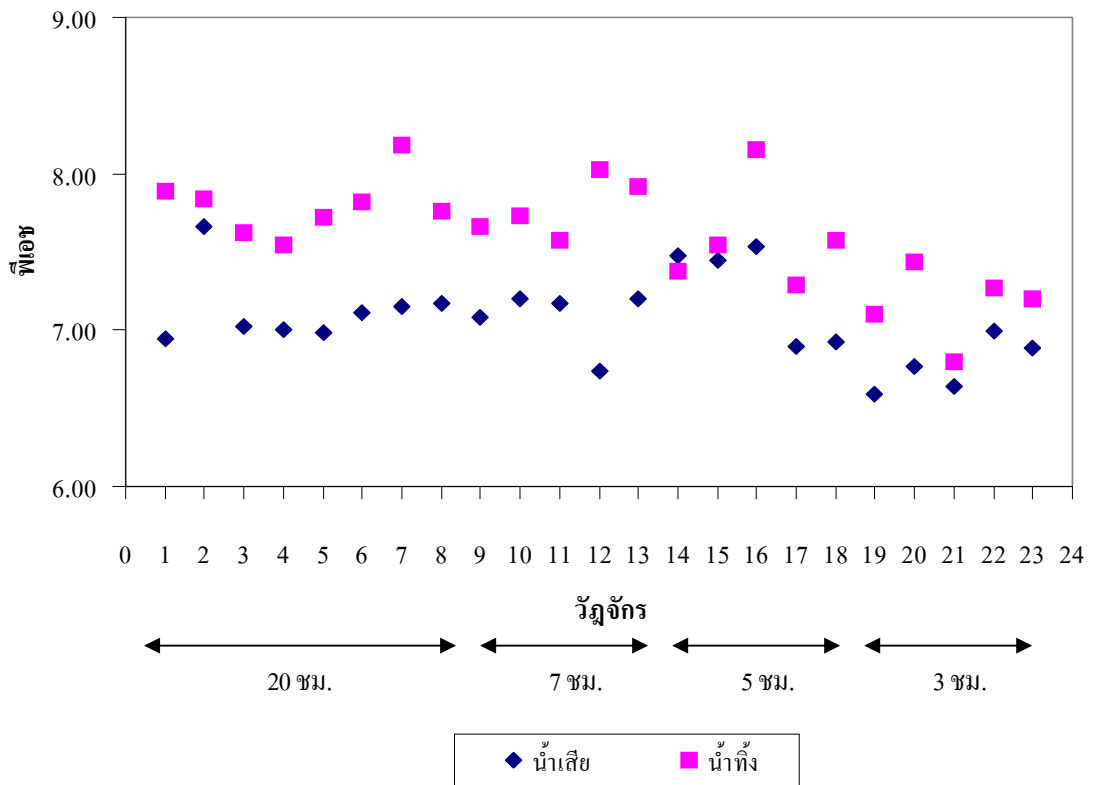
ปริมาณออกซิเจนในน้ำเสียมีน้อยมาก อยู่ในช่วง 0.13-2.88 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากทำการเติมอากาศ ทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงขึ้นโดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.04-6.37 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 4-7)

## 3) ซีโอดี

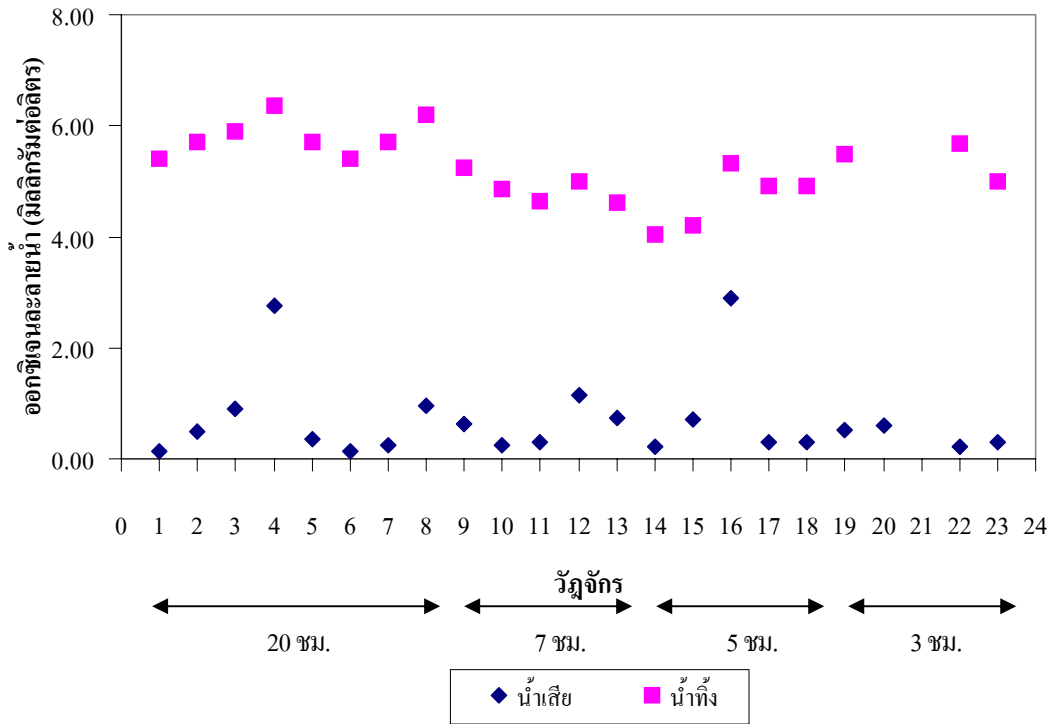
ปริมาณซีโอดีในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 56.32-128.00 และ 28.80-66.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (รูปที่ 4-8)

## 4) ทีเคเอ็น

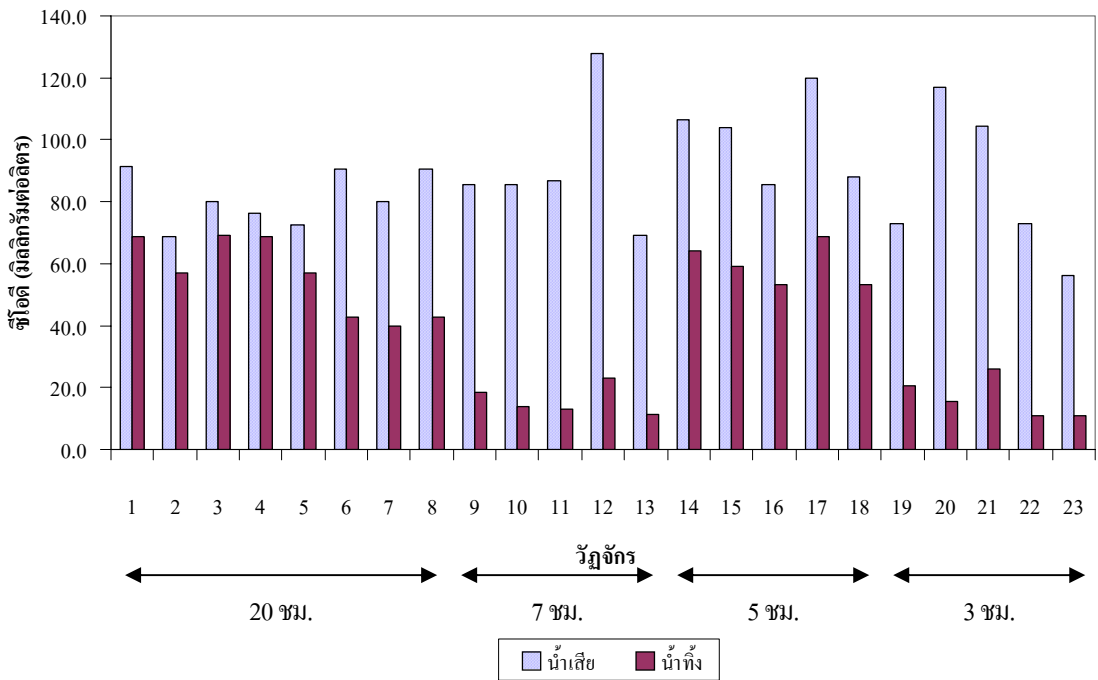
ปริมาณทีเคเอ็นในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 2.24-28.00 และ 1.12-13.44 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (รูปที่ 4-9) และในวัฏจักรที่ 17-23 พบว่ามีปริมาณทีเคเอ็นในน้ำทิ้ง มีค่าเท่ากับ 0 เนื่องจากระบบสามารถบำบัดทีเคเอ็นได้อย่างสมบูรณ์



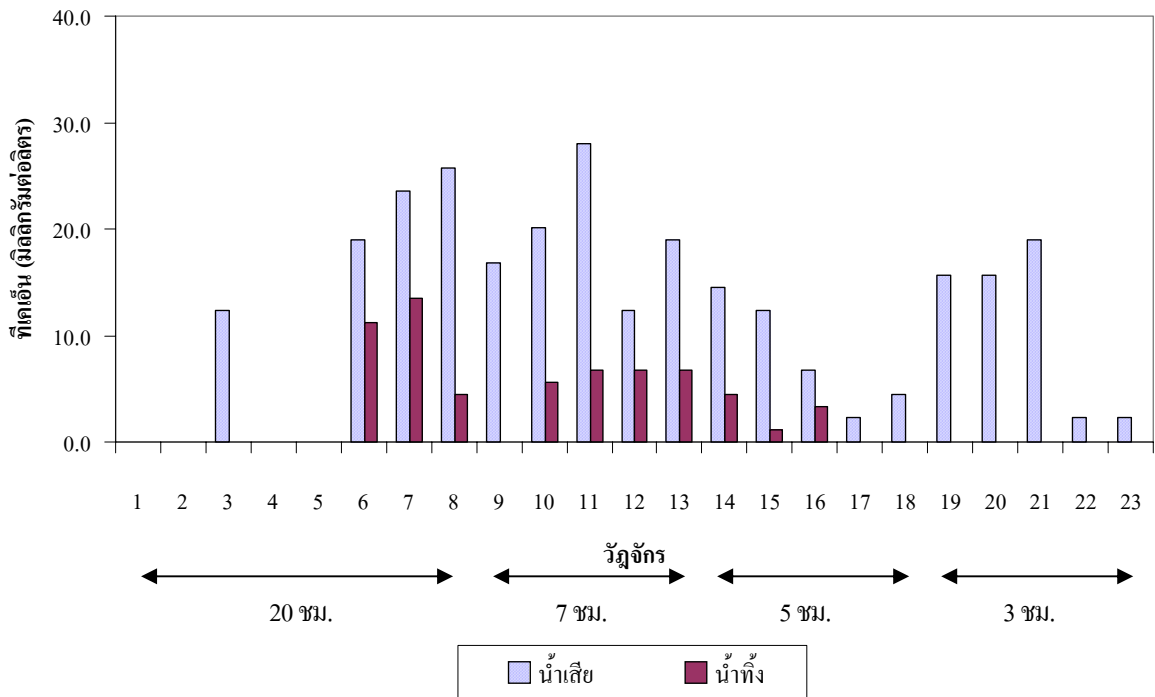
รูปที่ 4-6 ค่าพีเอชของน้ำเสียและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเติมอากาศที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาต่างกัน



รูปที่ 4-7 ค่าออกซิเจนละลายน้ำของน้ำเสียและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเดิม อากาศที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาต่างกัน



รูปที่ 4-8 ค่าซีไอดีของน้ำเสียและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเดิมอากาศที่ช่วง เติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาต่างกัน

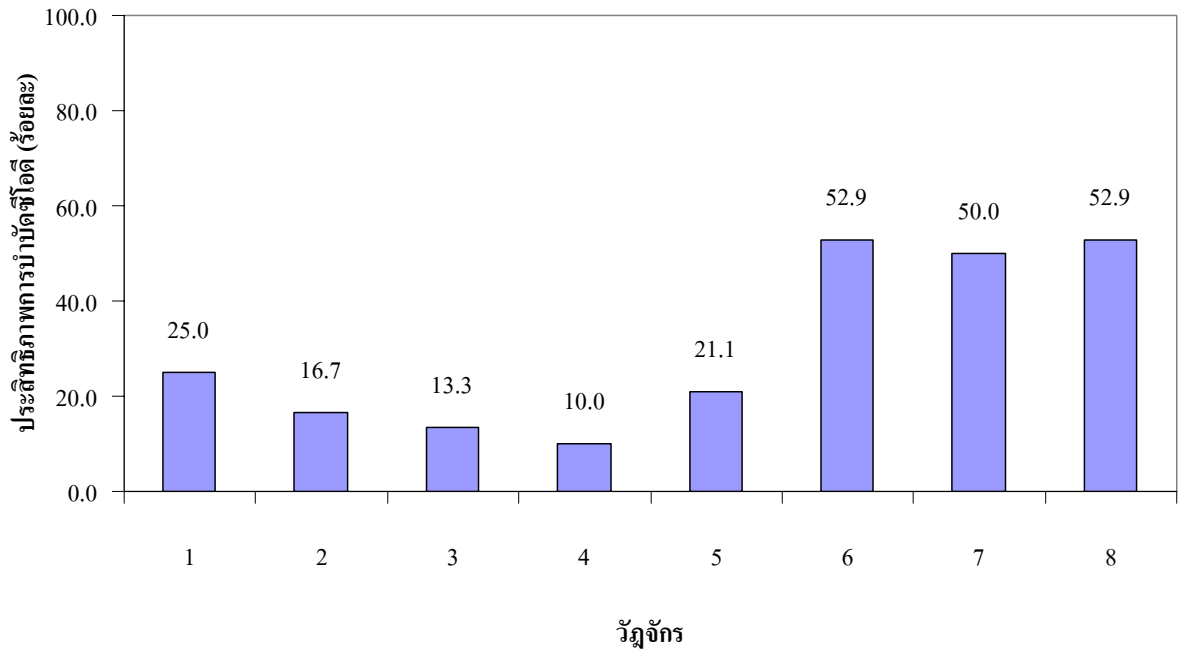


รูปที่ 4-9 ค่าทีเคเอ็นของน้ำเสียและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเติมอากาศในช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาต่างกัน

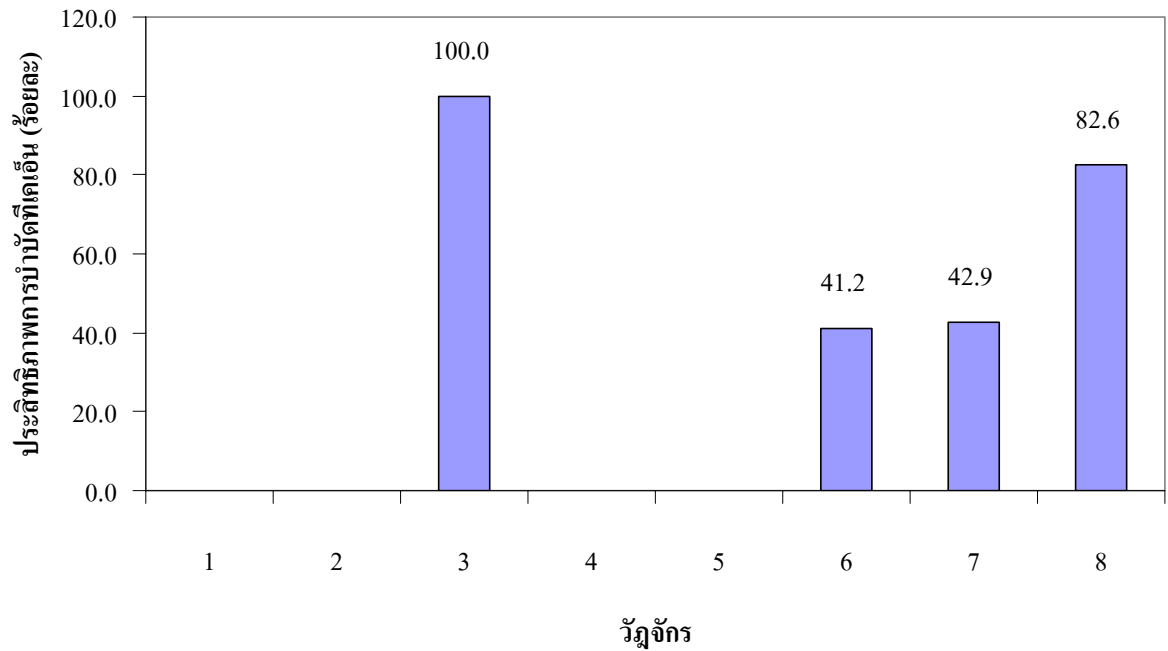
#### 4.1.3 ประสิทธิภาพของระบบ

จากผลการทดลองในช่วงเริ่มต้นเดินระบบ พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีและทีเคเอ็นต่ำ (รูปที่ 4-10 และรูปที่ 4-11) โดยในวัฏจักรการบำบัดน้ำเสียที่ 1-5 ระบบมีประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเพียงร้อยละ 10.0-25.0 และมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีและทีเคเอ็นเมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ (วัฏจักรที่ 6-8) เท่ากับ ร้อยละ 51.9 และ 55.6 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-1)

ในช่วงเริ่มต้นของการเดินระบบ (Pre-test) ระบบมีประสิทธิภาพการบำบัดค่าซีโอดีเฉลี่ยร้อยละ 30.2 และในช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา 7, 5, และ 3 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพการบำบัดค่าซีโอดีเฉลี่ยร้อยละ 79.8, 82.7 และ ร้อยละ 40.7 ตามลำดับ ซึ่งช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา 7 ชั่วโมง และ 5 ชั่วโมง ระบบมีประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีไม่แตกต่างกันมากนัก (รูปที่ 4-12)



รูปที่ 4-10 ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอไซด์ช่วงเริ่มต้นเดินระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเต็มอากาศ



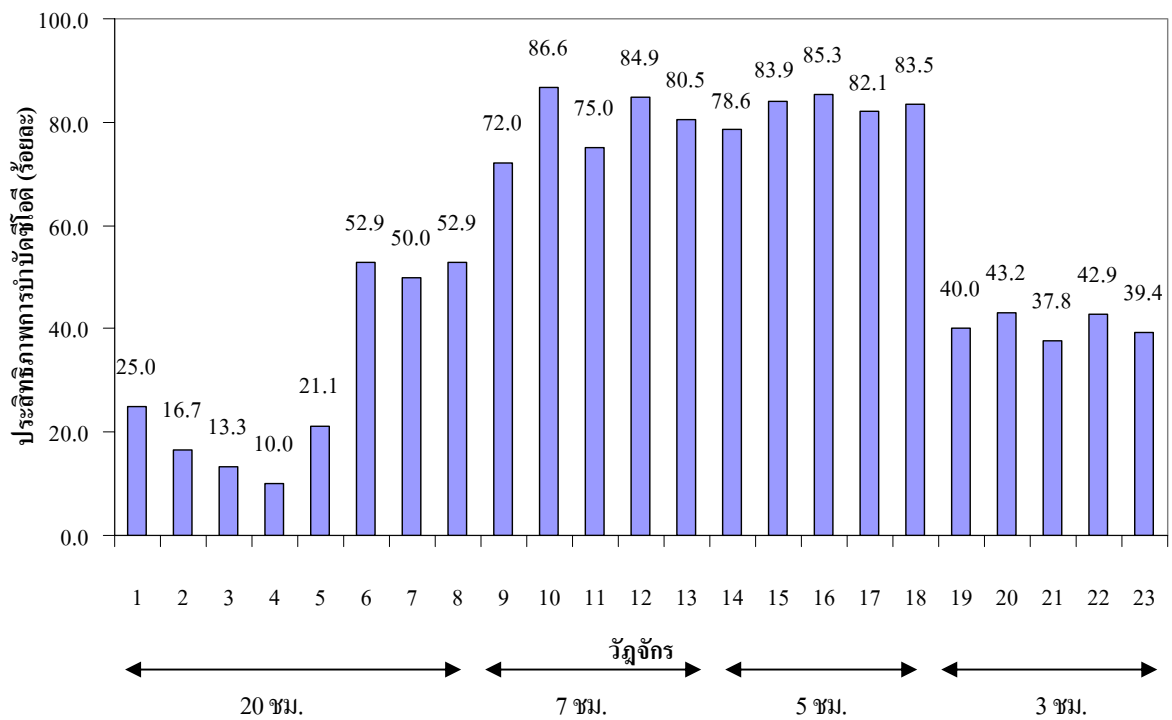
รูปที่ 4-11 ประสิทธิภาพการบำบัดทีเคเอ็นช่วงเริ่มต้นเดินระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเต็มอากาศ



ตารางที่ 4-1 ประสิทธิภาพการบำบัดซีไอดีและทีเคเอ็นในช่วงเริ่มต้นเดินระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเดิมอากาศ

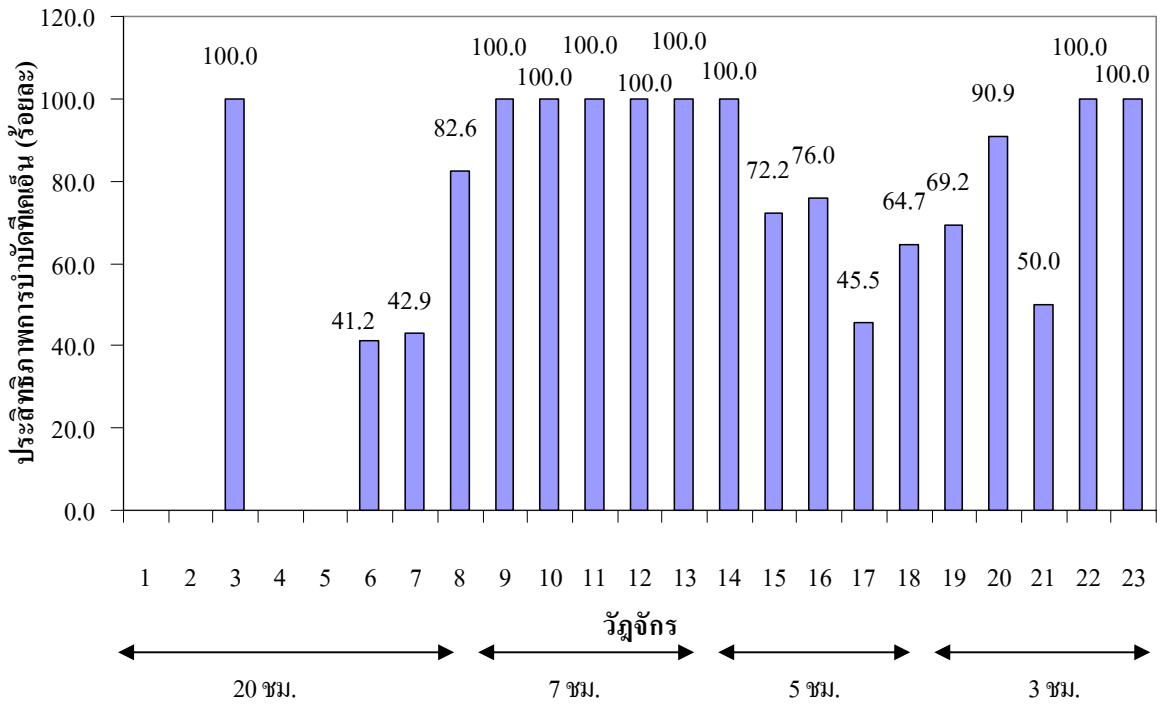
วัฏจักร	ประสิทธิภาพการบำบัด (ร้อยละ)	
	ซีไอดี	ทีเคเอ็น
1	25.0	-
2	16.7	-
3	13.3	100
4	10.0	-
5	21.1	-
6	52.9	41.2
7	50.0	42.9
8	52.9	82.6
เฉลี่ย*	51.9	55.6

\* เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่



รูปที่ 4-12 ประสิทธิภาพการบำบัดซีไอดีของระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเดิมอากาศในช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาต่างกัน

ประสิทธิภาพการบำบัดค่าที่เคเอ็นของระบบในช่วงเริ่มต้นเดินระบบ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 55.6 และในช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา 7, 5, และ 3 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพการบำบัดค่าที่เคเอ็นเฉลี่ยร้อยละ 100, 71.7 และ ร้อยละ 82.0 ตามลำดับ (รูปที่ 4-13)



รูปที่ 4-13 ประสิทธิภาพการบำบัดที่เคเอ็นของระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเติมอากาศที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาต่างกัน

4.1.4 ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพระบบ

1) ประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาต่างกัน

จากการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ One Way Anova พบว่า ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาที่ต่างกัน ทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดีต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการทดสอบโดยใช้ฟังก์ชัน LSD พบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดีที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา 7 และ 5 ชั่วโมง แตกต่างกับประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา 3 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ก-4

2) ประสิทธิภาพการบำบัดที่เคเอ็นที่ช่วงเดิมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาต่างกัน

จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า ช่วงเดิมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาที่ต่างกัน ไม่ทำให้ ประสิทธิภาพในการบำบัดที่เคเอ็นต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ก-5

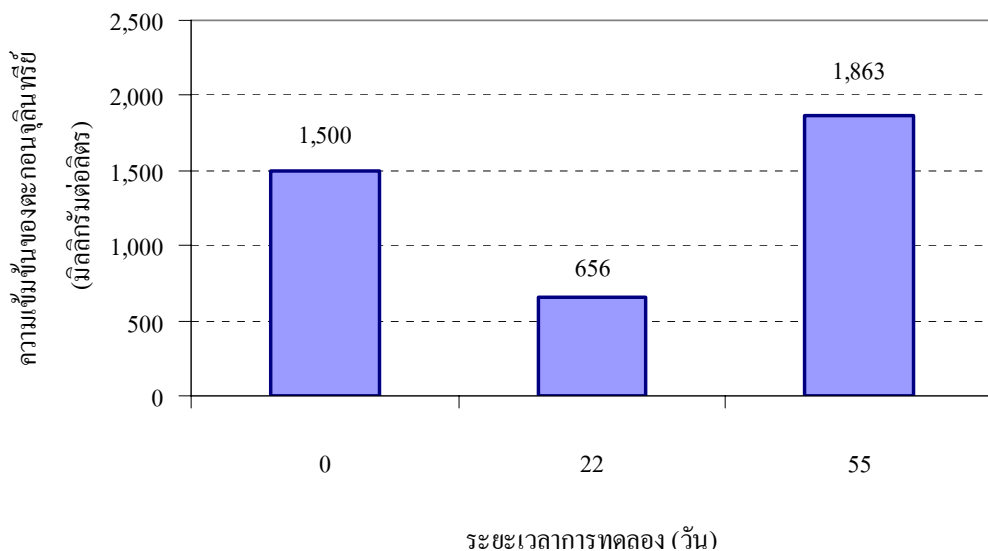
#### 4.1.5 ความเข้มข้นและลักษณะรูปร่างของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบ

1) ปริมาณของแข็งรวมและความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบ

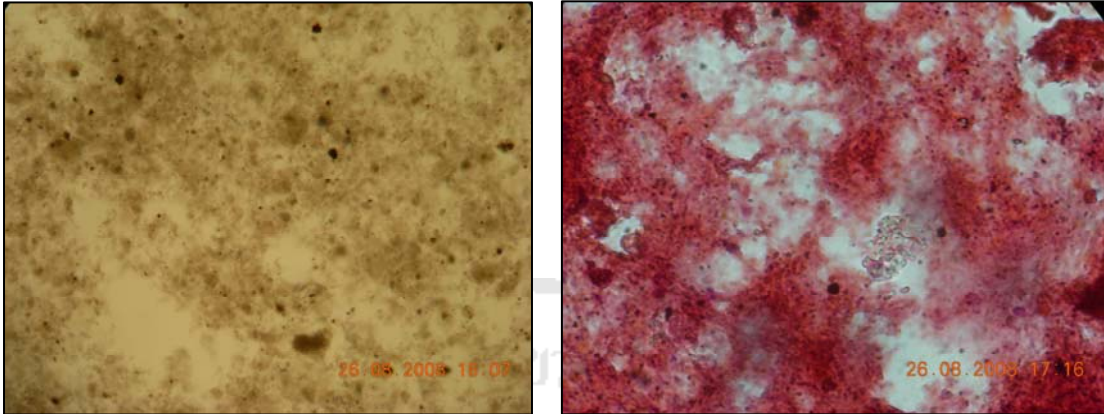
ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในช่วงเริ่มต้นเดินระบบมีค่า เท่ากับ 1,500 มิลลิกรัมต่อ ลิตร โดยในช่วง Pre-test พบว่า ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบมีค่าลดลงมาก จาก 1,540 มิลลิกรัมต่อลิตร เหลือเพียง 656 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงได้ทำการเติมตะกอนเข้าไปในระบบใน วันที่ 34 ของการเดินระบบ หลังจากนั้นความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 1,863 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (รูปที่ 4-14)

2) ลักษณะรูปร่างของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบ

จากการศึกษาลักษณะรูปร่างของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบโดยกล้องจุลทรรศน์ พบว่า ลักษณะของตะกอน จุลินทรีย์ส่วนใหญ่มีลักษณะกลมและแท่ง (รูปที่ 4-15 ก) และจากการย้อมสี แกรม พบว่า ตะกอนจุลินทรีย์ในระบบเป็นตะกอนแบคทีเรียชนิดแกรมลบ (รูปที่ 4-15 ข)



รูปที่ 4-14 ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเดิมอากาศ



(ก)

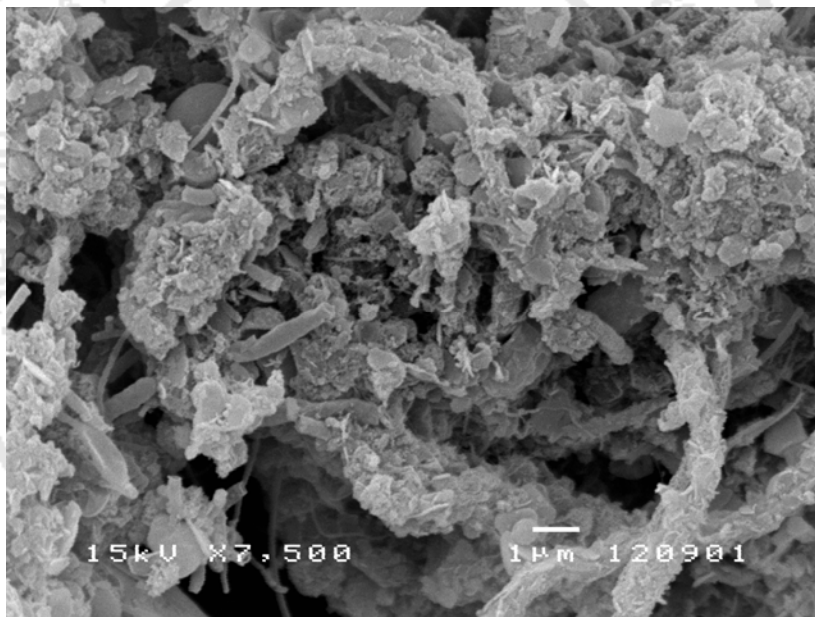
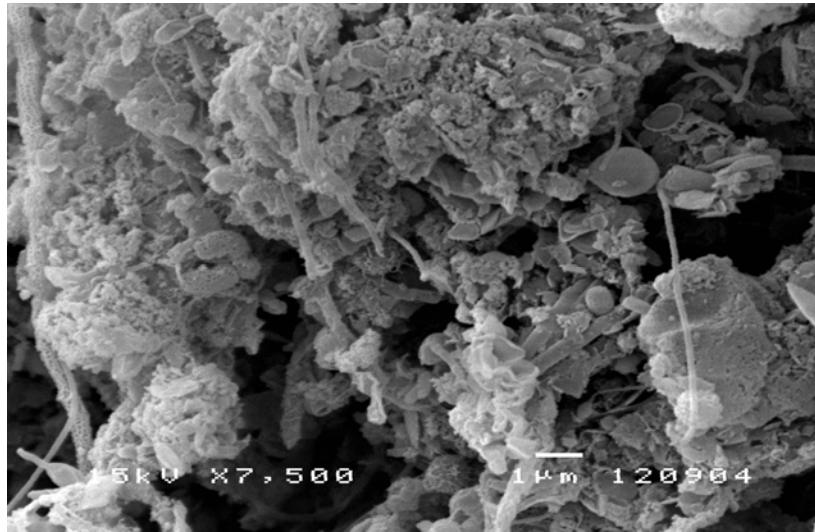
(ข)

รูปที่ 4-15 ลักษณะรูปร่างของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเติมอากาศ

(ก) ไม่เชื่อมสีแกรม (ข) ย้อมสีแกรม

3) ผลการตรวจตะกอนโดย Scanning Electron Microscopy (SEM)

ผลการตรวจตัวอย่างตะกอนโดยวิธี Scanning Electron Microscopy (SEM) พบว่า ตะกอนจุลินทรีย์ในระบบจับกันเป็นกลุ่ม ส่วนใหญ่มีลักษณะรูปร่างแบบกลมและแบบแท่ง (รูปที่ 4-16)



รูปที่ 4-16 ผลการตรวจตัวอย่างตะกอนในระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเติมอากาศโดยวิธี SEM

## 4.2 ระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดไร้อากาศ

### 4.2.1 ลักษณะน้ำเสียและน้ำทิ้ง

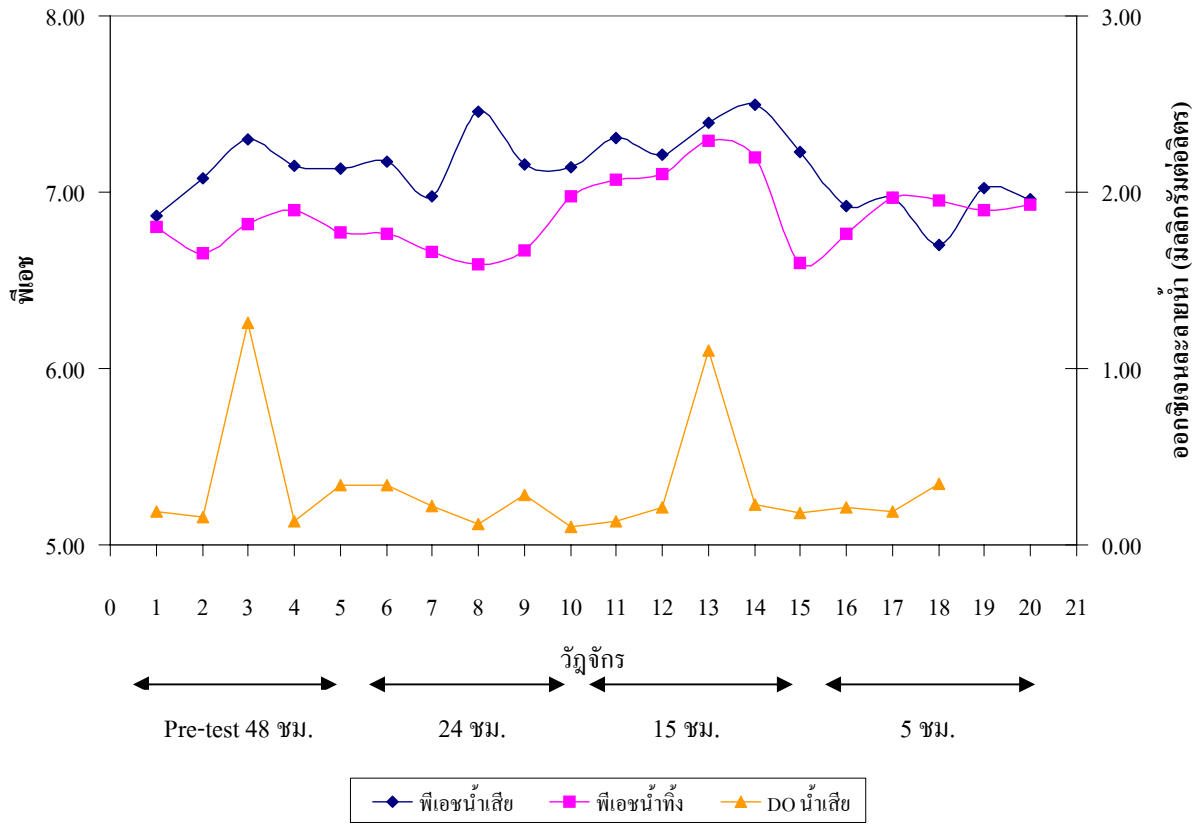
จากการศึกษาพบว่าลักษณะน้ำเสียมหาวิทยาลัยฯ มีความสกปรกในรูปซีโอดีอยู่ในช่วง 26.7-138.4 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยผลการศึกษาลักษณะน้ำเสียของมหาวิทยาลัยฯ และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดโดยระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดไร้อากาศ แยกตามพารามิเตอร์ได้แก่ ค่าพีเอช ออกซิเจนละลายน้ำ ฟอสเฟต ทีเคเอ็น และซีโอดี มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

#### 1) พีเอช (pH)

จากผลการทดลอง พบว่า ค่าพีเอชของน้ำเสียเข้าระบบ อยู่ในช่วง 6.70 – 7.50 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.14 และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา 24 ชั่วโมง มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.59 – 6.98 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.73 น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา 15 ชั่วโมง มีค่าพีเอช อยู่ในช่วง 6.60 – 7.29 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.05 ส่วนน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา 5 ชั่วโมง มีค่าพีเอช อยู่ในช่วง 6.76 – 6.97 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.90 (รูปที่ 4-17)

#### 2) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)

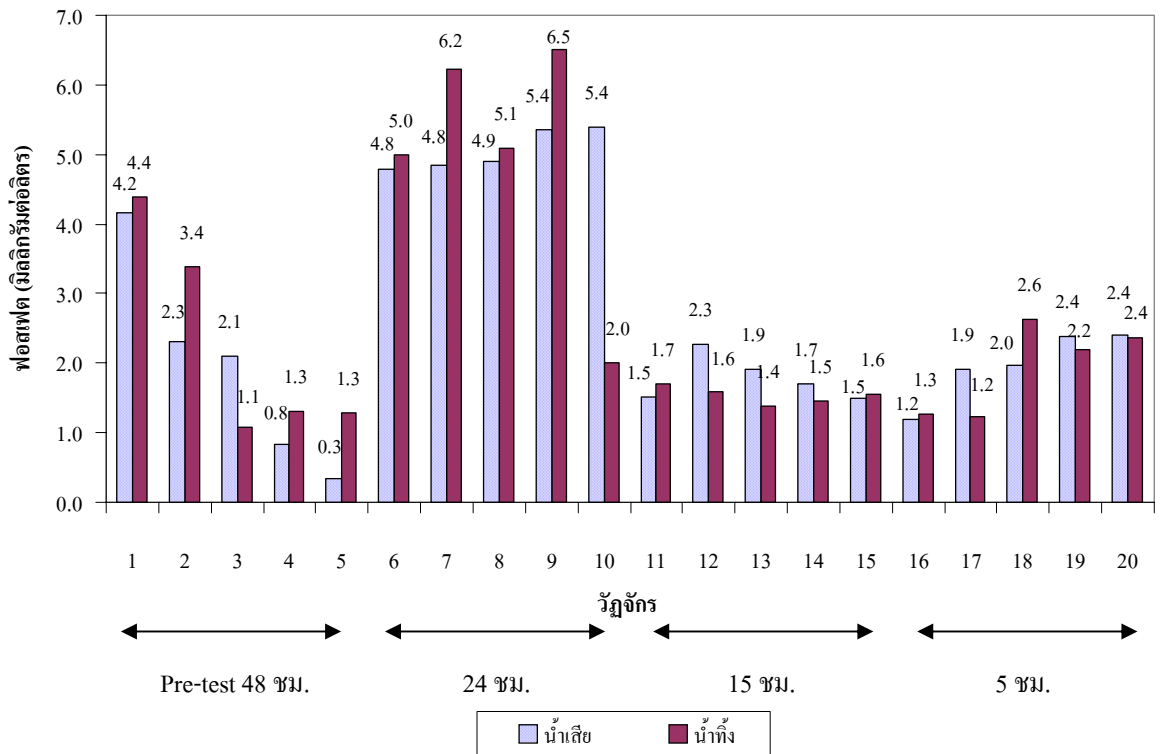
จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายของน้ำเสียเข้าระบบอยู่ในช่วง 0.10 – 1.26 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.28 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 4-17) และเนื่องจากระบบบำบัดเป็นแบบไม่ใช้อากาศ ซึ่งภายในถังปฏิกิริยาที่มีความใกล้เคียงกับสภาพไร้อากาศโดยสมบูรณ์ จึงไม่ทำการวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ



รูปที่ 4-17 ค่าพีเอชและออกซิเจนละลายน้ำของน้ำเสียและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะ ชนิดไร้อากาศที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาต่างกัน

3) ฟอสเฟต ( $PO_4^{3-}$ )

จากผลการทดลอง พบว่า ปริมาณฟอสเฟตในน้ำเสียที่เข้าระบบอยู่ในช่วง 0.34 – 5.39 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.95 พบว่าน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาที่ 24 ชั่วโมง มีค่าฟอสเฟต อยู่ในช่วง 2.00 – 6.50 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.96 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาที่ 15 ชั่วโมง มีค่าฟอสเฟต อยู่ในช่วง 1.37 – 1.70 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.53 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาที่ 5 ชั่วโมง มีค่าฟอสเฟต อยู่ในช่วง 1.23 – 2.62 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.94 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 4-18)

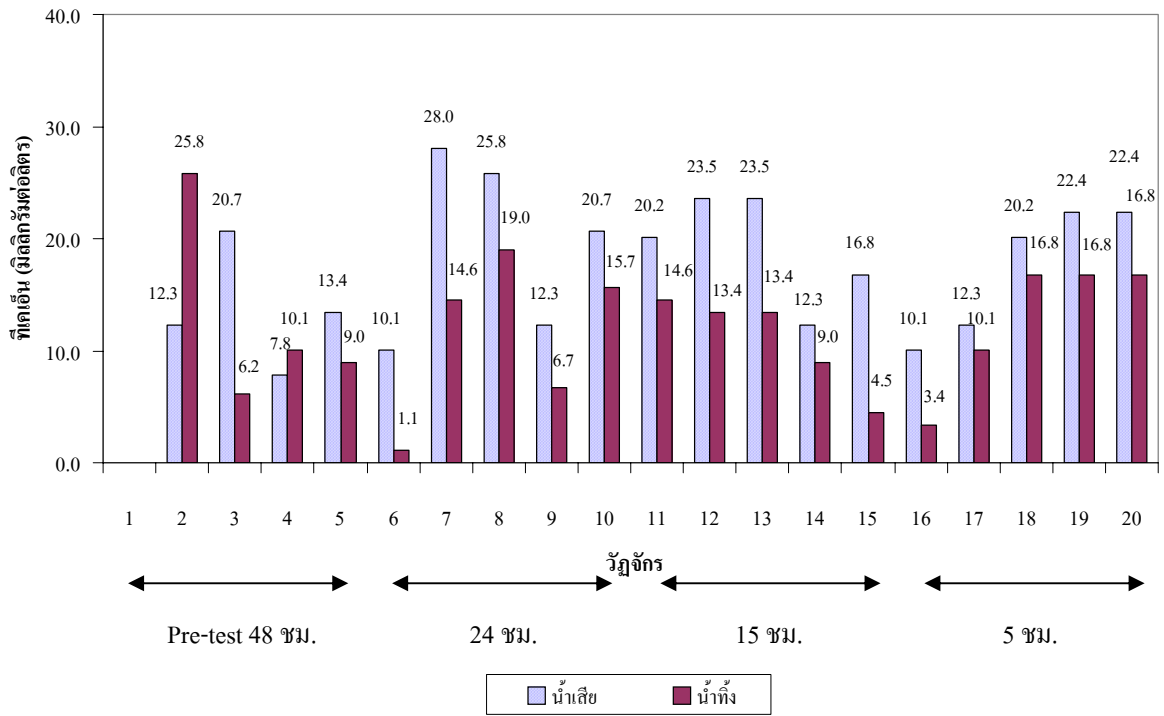


รูปที่ 4-18 ค่าฟอสเฟตของน้ำเสียวและน้ำท้งจากระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิด ไร่อากาศที่ช่วงเติมน้ำเสียวและทำปฏิกิริยาต่างกัน

4) ทีเคเอ็น (TKN)

จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณทีเคเอ็นในน้ำเสียวที่เข้าระบบอยู่ในช่วง 7.84 – 28.00 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.70 ส่วนน้ำท้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากช่วงเติมน้ำเสียวและทำปฏิกิริยาที่ 24 ชั่วโมง มีค่าทีเคเอ็น อยู่ในช่วง 1.12 – 19.04 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.42 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำท้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากช่วงเติมน้ำเสียวและทำปฏิกิริยาที่ 15 ชั่วโมง มีค่าทีเคเอ็น อยู่ในช่วง 4.48 – 14.56 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.98 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำท้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากช่วงเติมน้ำเสียวและทำปฏิกิริยาที่ 5 ชั่วโมง มีค่าทีเคเอ็น อยู่ในช่วง 3.36 – 16.80 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.77 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 4-19)

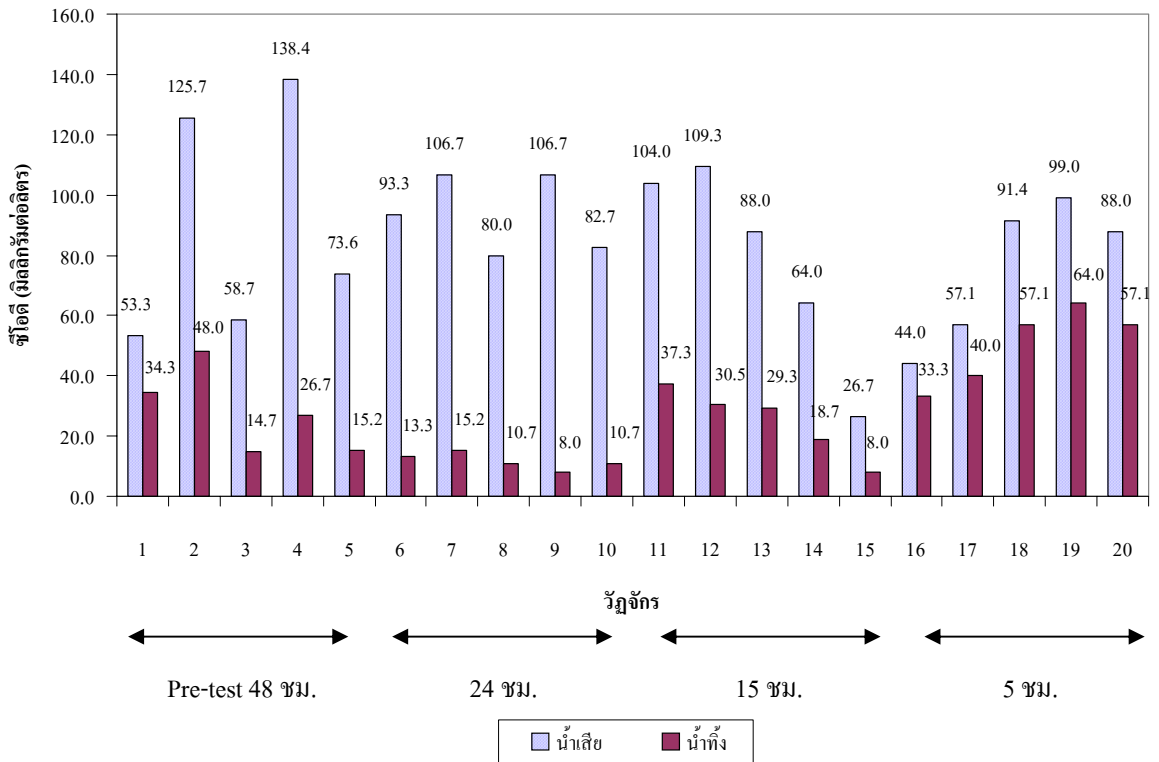




รูปที่ 4-19 ค่าที่เคเอ็นของน้ำเสียและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดไร้อากาศในช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาต่างกัน

5) ซีโอดี (COD)

จากผลการทดลองพบว่า น้ำเสียมีค่าซีโอดีอยู่ในช่วง 26.7 – 138.4 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 82.73 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากช่วงเติมน้ำเสียทำปฏิกิริยาที่ 24 ชั่วโมง มีค่าซีโอดี อยู่ในช่วง 8.00 – 15.24 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.58 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาที่ 15 ชั่วโมง มีค่าซีโอดี อยู่ในช่วง 8.00 – 37.33 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาที่ 5 ชั่วโมง มีค่าซีโอดี อยู่ในช่วง 33.33 – 64.00 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.32 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 4-20)

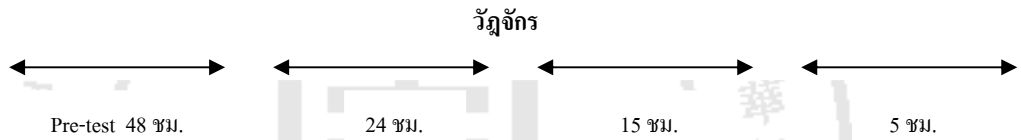
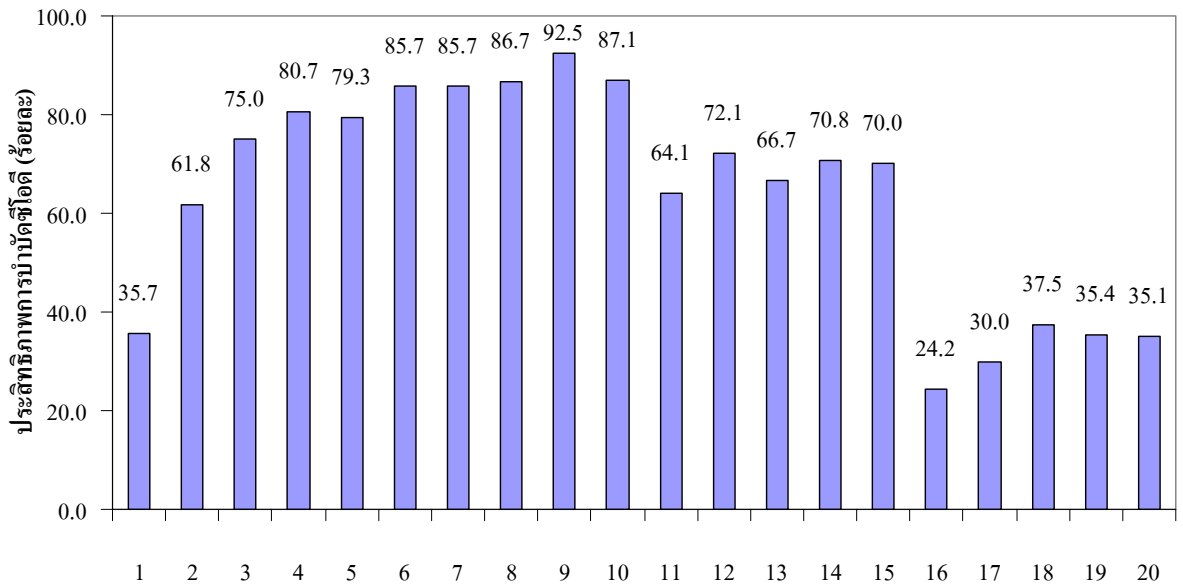


รูปที่ 4-20 ค่าซีโอดีของน้ำเสียและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดไร้อากาศที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาต่างกัน

#### 4.2.2 ประสิทธิภาพของระบบ

เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่จากการเริ่มเดินระบบ (Pre-test) ที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา 48 ชั่วโมง ระบบมีประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยร้อยละ 78 และพบว่าประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีสูงสุด (ร้อยละ 92.5) และต่ำสุด (ร้อยละ 24.2) มาจากการเดินระบบที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาที่ 24 ชั่วโมง และ 5 ชั่วโมง ส่วนการเดินระบบที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา 15 ชั่วโมง ระบบมีประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 69 (รูปที่ 4-21 และตารางที่ 4-2)

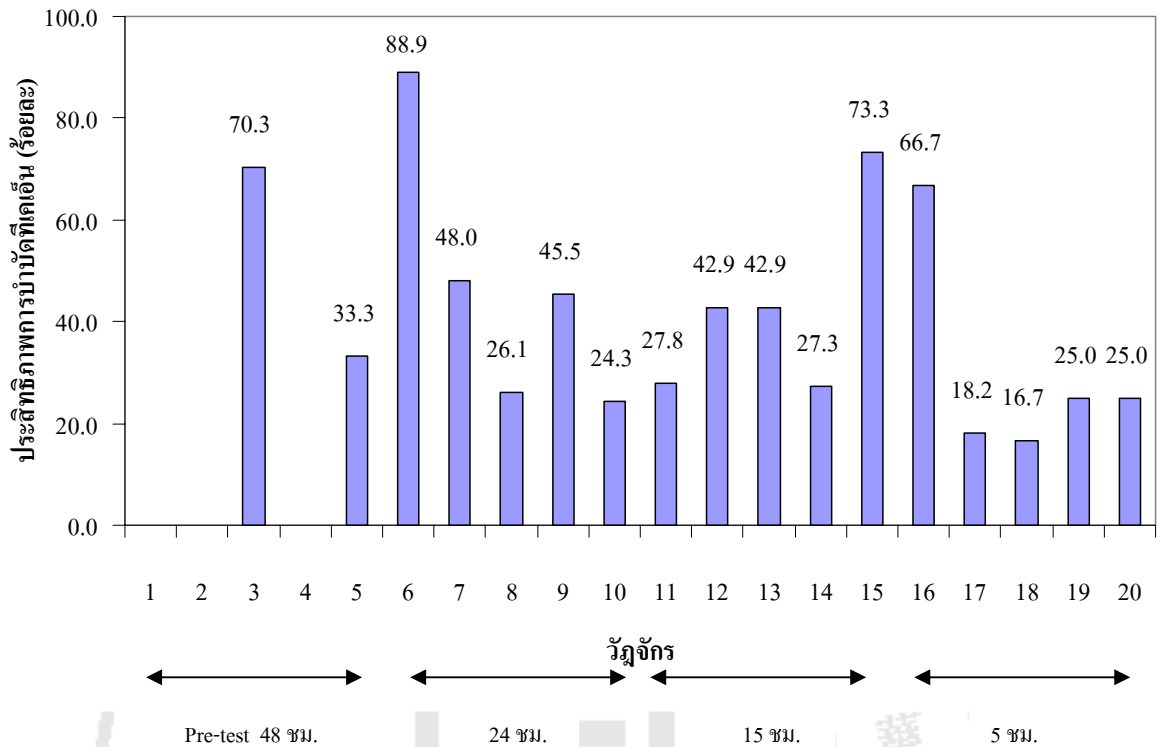
สำหรับประสิทธิภาพการบำบัดที่เคเอ็น อยู่ในช่วง ร้อยละ 17-89 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 46.6, 42.8 และ 30.3 จากการเดินระบบที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา 24, 15 และ 5 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพสูงสุด (ร้อยละ 88.9) และต่ำสุด (ร้อยละ 16.7) มาจากการเดินระบบที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาที่ 24 ชั่วโมง และ 5 ชั่วโมง (รูปที่ 4-22)



รูปที่ 4-21 ประสิทธิภาพการบำบัดซีไอดีของระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดไร้อากาศที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาต่างกัน

ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำเสียและน้ำทิ้ง และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบ  
บำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดไร้อากาศ

พารามิเตอร์	ช่วงทำปฏิกิริยาที่ 24 ชั่วโมง		ช่วงทำปฏิกิริยาที่ 15 ชั่วโมง		ช่วงทำปฏิกิริยาที่ 5 ชั่วโมง	
	ค่าเฉลี่ย( $\bar{X}$ )	SD	ค่าเฉลี่ย( $\bar{X}$ )	SD	ค่าเฉลี่ย( $\bar{X}$ )	SD
<b>1. ซีโอดี (COD)</b>						
น้ำเสีย (mg/l)	93.86	12.78	78.40	13.28	75.92	9.15
น้ำทิ้ง (mg/l)	11.58	15.76	24.76	13.78	50.32	2.75
ประสิทธิภาพการบำบัด (%)	87.50	2.80	68.70	3.30	32.50	5.30
<b>2. ไนโตรเจน (TKN)</b>						
น้ำเสีย (mg/l)	19.38	0.47	19.26	15.21	17.47	14.10
น้ำทิ้ง (mg/l)	11.42	-	10.98	13.46	12.77	12.83
ประสิทธิภาพการบำบัด (%)	46.60	26.00	42.80	18.70	30.30	20.60
<b>3. ฟอสเฟต (<math>PO_4^{3-}</math>)</b>						
น้ำเสีย (mg/l)	5.10	3.60	1.77	1.28	1.97	1.42
น้ำทิ้ง (mg/l)	4.96	3.46	1.53	1.11	1.94	1.40
<b>4. พีเอช (pH)</b>						
น้ำเสีย	7.18	0.17	7.33	0.12	6.91	0.12
น้ำทิ้ง	6.73	0.15	7.05	0.27	6.90	0.08
<b>5. ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)</b>						
น้ำเสีย (mg/l)	0.21	0.10	0.37	0.41	0.25	0.09



รูปที่ 4-22 ประสิทธิภาพการบำบัดที่เคเอ็นของระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดไร้อากาศที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาต่างกัน

#### 4.2.3 ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพระบบ

จากการทำการทดสอบความแตกต่างของประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบ โดยใช้ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัดชีโอดีและทีเคเอ็น โดยโปรแกรม SPSS ฟังก์ชัน One way ANOVA และ Least Significant Different (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ ( $\alpha$ ) = 0.05 พบว่า ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยาที่แตกต่างกัน ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดชีโอดีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกช่วงเวลา แต่ไม่ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดทีเคเอ็นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รายละเอียดผลการวิเคราะห์ทางสถิติ แสดงดังตารางภาคผนวกที่ ข-4 และ ข-5

#### 4.2.4 ความเข้มข้นและลักษณะของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบ

##### 1) ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์

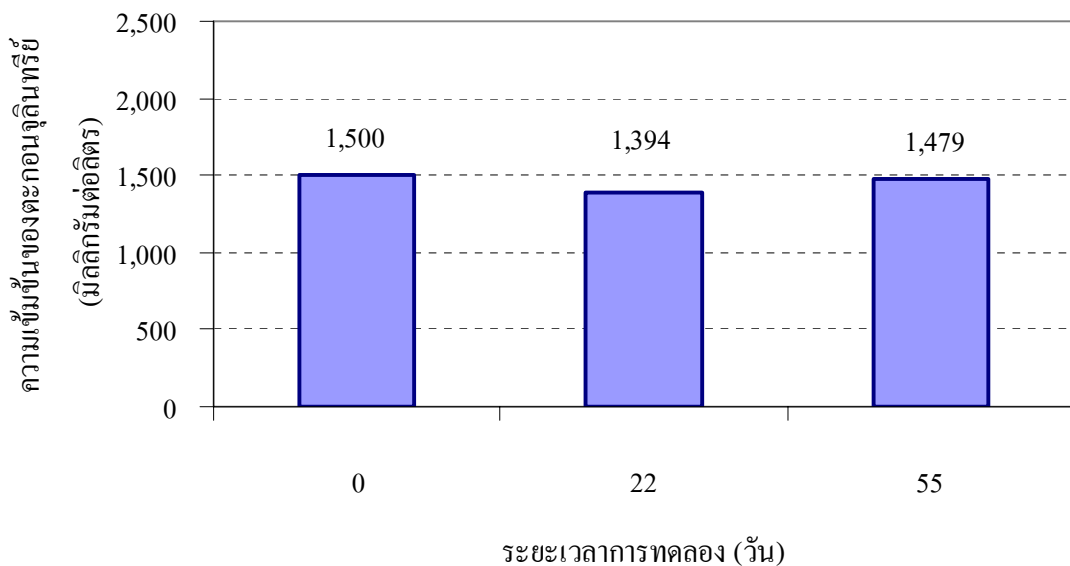
ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ (MLVSS) ในระบบตลอดระยะเวลาการทดลอง มีค่าค่อนข้างคงที่ โดยมีความเข้มข้นของตะกอนตลอดการทดลอง ดังนี้ 1,500 1,394 และ 1,479 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 4-23)

##### 2) ลักษณะตะกอนจุลินทรีย์

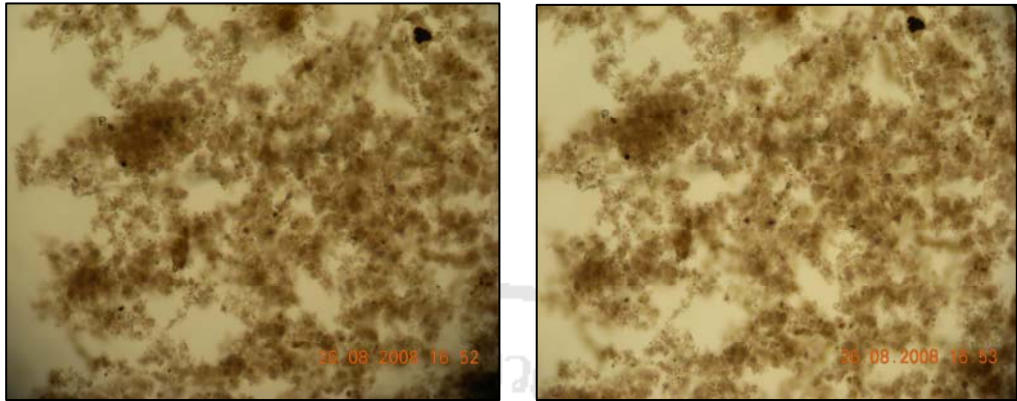
การศึกษาลักษณะของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ 1) แบบไม่ย้อมสีแกรม และ 2) แบบย้อมสีแกรม พบว่า ตะกอนจุลินทรีย์ในระบบเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ผสมระหว่างชนิดกลมและเส้นใย และจากการที่แบคทีเรียย้อมติดสีแดง ทำให้สามารถระบุได้ว่าเป็นแบคทีเรียแกรมลบ (Gram Negative Bacteria) (รูปที่ 4-24 และรูปที่ 4-25)

##### 3) ผลการตรวจตะกอนโดย Scanning Electron Microscopy (SEM)

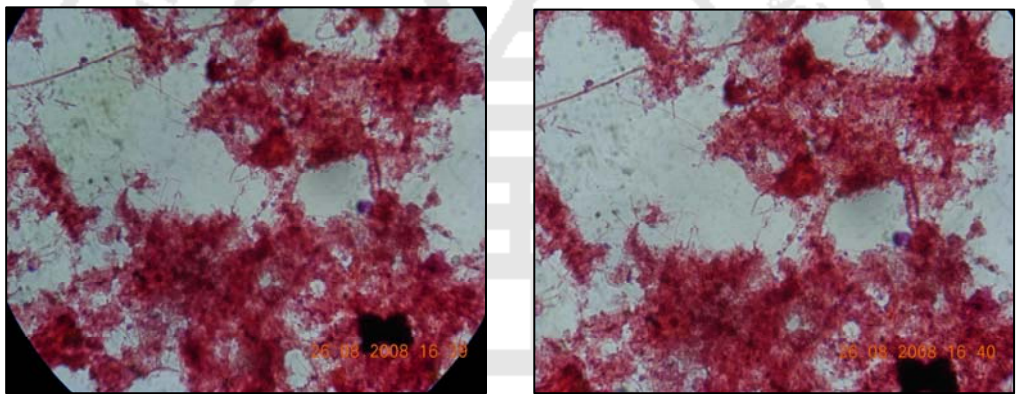
ผลการตรวจตัวอย่างตะกอนโดยวิธี Scanning Electron Microscopy (SEM) พบว่า ตะกอนจุลินทรีย์จับกันเป็นกลุ่มเช่นเดียวกับในระบบบำบัดฯ ชนิดเดิมอากาศ ได้แก่ จุลินทรีย์รูปร่างแบบกลม แบบแท่ง และมีจุลินทรีย์แบบเส้นใยรวมอยู่ด้วย (รูปที่ 4-25)



รูปที่ 4-23 ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดไร้อากาศ



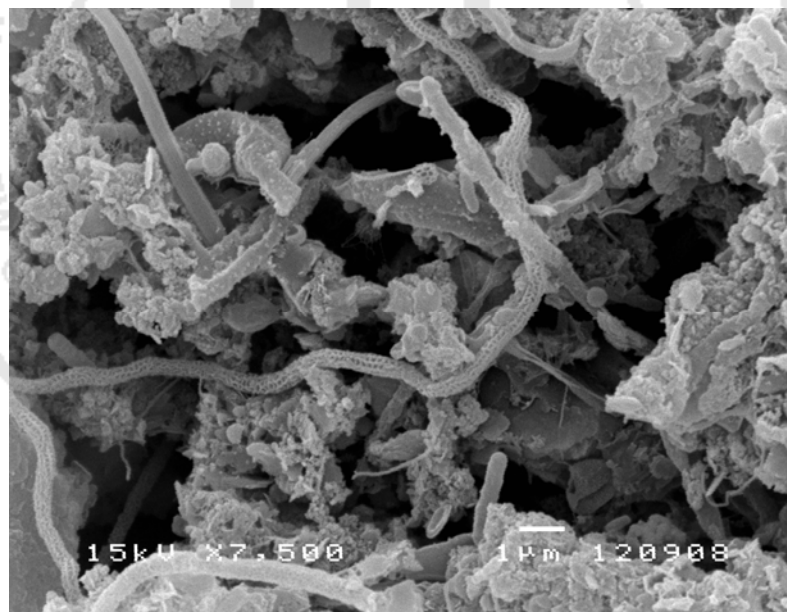
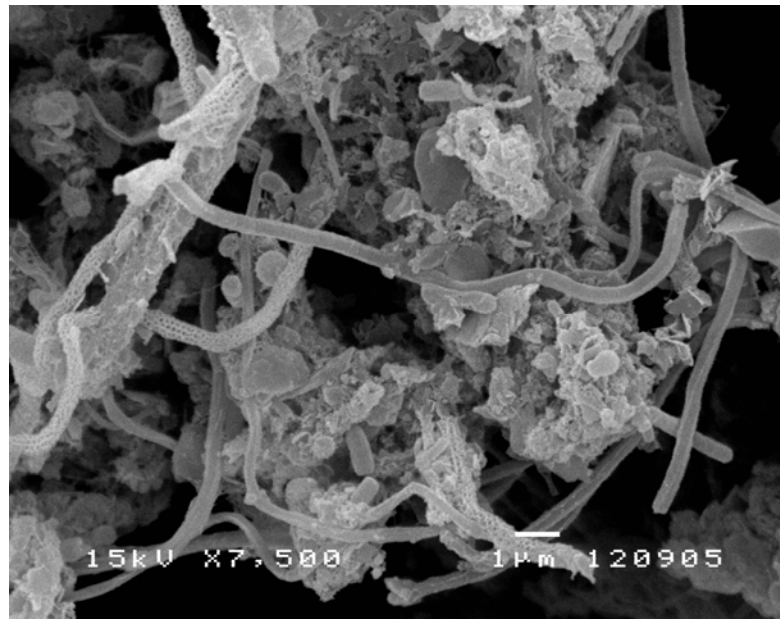
(ก)



(ข)

รูปที่ 4-24 ลักษณะรูปร่างของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดไร้อากาศ

(ก) ไม่ย้อมสีแกรม (ข) ย้อมสีแกรม



รูปที่ 4-25 ผลการตรวจตัวอย่างตะกอนในระบบบำบัดแบบสลัปเป็นกะชนิดไร้อากาศโดยวิธี SEM