บทที่ 5

ผลการทดลองและวิจารณ์

5.1 การรายงานผลการวิจัย

การรายงานผลการทดลองแบ่งออกเป็นสองหัวข้อใหญ่ ๆ คือ หัวข้อ 5.2 เป็นผลการทดลองชุดที่ 1 ซึ่งเป็นผลการทดลองกระบวนชนิดมีตัวกลางอยู่ภายในถังปฏิกริยาการไหลของน้ำเป็นแบบกวนสมบูรณ์ และหัวข้อที่ 5.3 เป็นผลการทดลอง ที่สองเป็นผลการทดลองของกระบวนการชนิดตะกอนลอยและน้ำเสียไหลขึ้น

ค่าตัวแปรที่วิเคราะห์ต่าง ๆ จะนำมาคำนวนหาค่าต่างที่จะวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้ พิจารณาจากรูปที่ 3.1

กำหนดให้ Q = อัตราการไหลของน้ำที่เข้าระบบ (ลิตร/วัน)

R = อัตราการสูบตะกอนกลับ

S = ความเข้มข้นของซีโอดี (มก./ลิตร)

X = ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย (มก./ลิตร)

G = ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (ลิตร/วัน)

P = เปอร์เซ็นต์มีเทนในก๊าซชีวภาพ (%)

E_c = ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์

E_s = ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังสเตบิไลเซชัน

E_{cs} = ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบ

อักษรแสดงตำแหน่งของค่าต่าง ๆ แสดงดังนี้

o = น้ำเสียที่เข้าระบบ

c1 = น้ำที่เข้าถังคอนแทกต์

c2 = น้ำที่ออกจากถังคอนแทกต์

s1 = น้ำที่เข้าถังสเตบิไลเซชัน

s2 = น้ำที่ออกจากสเตบิไลเซชัน

e = น้ำที่ออกจากระบบ

ค่าต่าง ๆ ที่ต้องคำนวนมีดังนี้

$$Sc1 = \frac{QSo + RQSs2}{(Q + RQ)} = \frac{So + RSs2}{(Q + R)}$$

$$Ec = \frac{Sc1 - Sc2 \times 100}{Sc1}$$

$$\text{ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของถังคอนแทกต์} = \frac{(Q + RQ)\ Sc1}{Vc \times 1,000}$$

$$Es = \frac{(Ss1 - Ss2)x100}{Ss1}$$

$$\text{ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของถังสเตบิไลเซชัน} = \frac{RQSs1}{Vs \times 1,000}$$

$$Ecs = \frac{(So - Se)x\ 100}{So}$$

$$\text{ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของระบบ} = \frac{QSo}{(Vc + Vs)\ 1,000}$$

ถ้าชมีเทนที่ผลิตได้จากถังคอนแทกต์ = GcPc

$$\text{ถ้าชมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎีของถังคอนแทกต์} = \frac{(Sc1 - Sc2)(Q + RQ)x0.351}{1,000}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก๊าซมีเทนที่ผลิตได้จากถังสเตบิไลเซชัน = GsPs

ก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎีของถังสเตบิไลเซชัน $= \frac{(Ss1 - Ss2)RQ + 0.351}{1,000}$

ก๊าซมีเทนที่ผลิตได้ของระบบ = GcPc + GsPs

ก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎีของระบบ $= \frac{(So - Se)Q \times 0.351}{1,000}$

ตะกอนแขวนลอยที่เข้าถังคอนแทกต์ $= \frac{RQXs2}{(Q + RQ)} = \frac{RXs2.}{(1+R)}$

5.2 ผลการวิจัยของกระบวนการชนิดมีตัวกลางอยู่กับที่และการไหลเป็นแบบกวนสมบูรณ์

การทดลองชุดนี้มีทั้งหมด 4 การทดลอง การทดลองที่ 1,2 และ 3 ได้ใช้อัตราการสูบตะกอนกลับ 200% มีค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 2.6, 5.2 และ 10.4 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ส่วนการทดลองที่ 4 ได้เพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับเป็น 400% ที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10.4 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เท่ากับการทดลองที่ 3 ผลการทดลองจะแสดงด้วยรูปและตาราง

ผลของการวิจัยของตัวแปรต่าง ๆ มีดังนี้คือ

5.2.1 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี

ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของกระบวนการสามารถแยกพิจารณาได้เป็น 3 ส่วน คือ ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์ ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังสเตบิไลเซชัน และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบ ซึ่งประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบเป็นผลเนื่องจากการมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์และสเตบิไลเซชันทำงานร่วมกัน

ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของถังคอนแทกต์ ถังสเตบิไลเซชันและของระบบได้สรุปไว้ในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าเฉลี่ยภาระบรรทุกสารอินทรีย์ และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์ ถังสเตบิไลเซชัน และระบบรวม

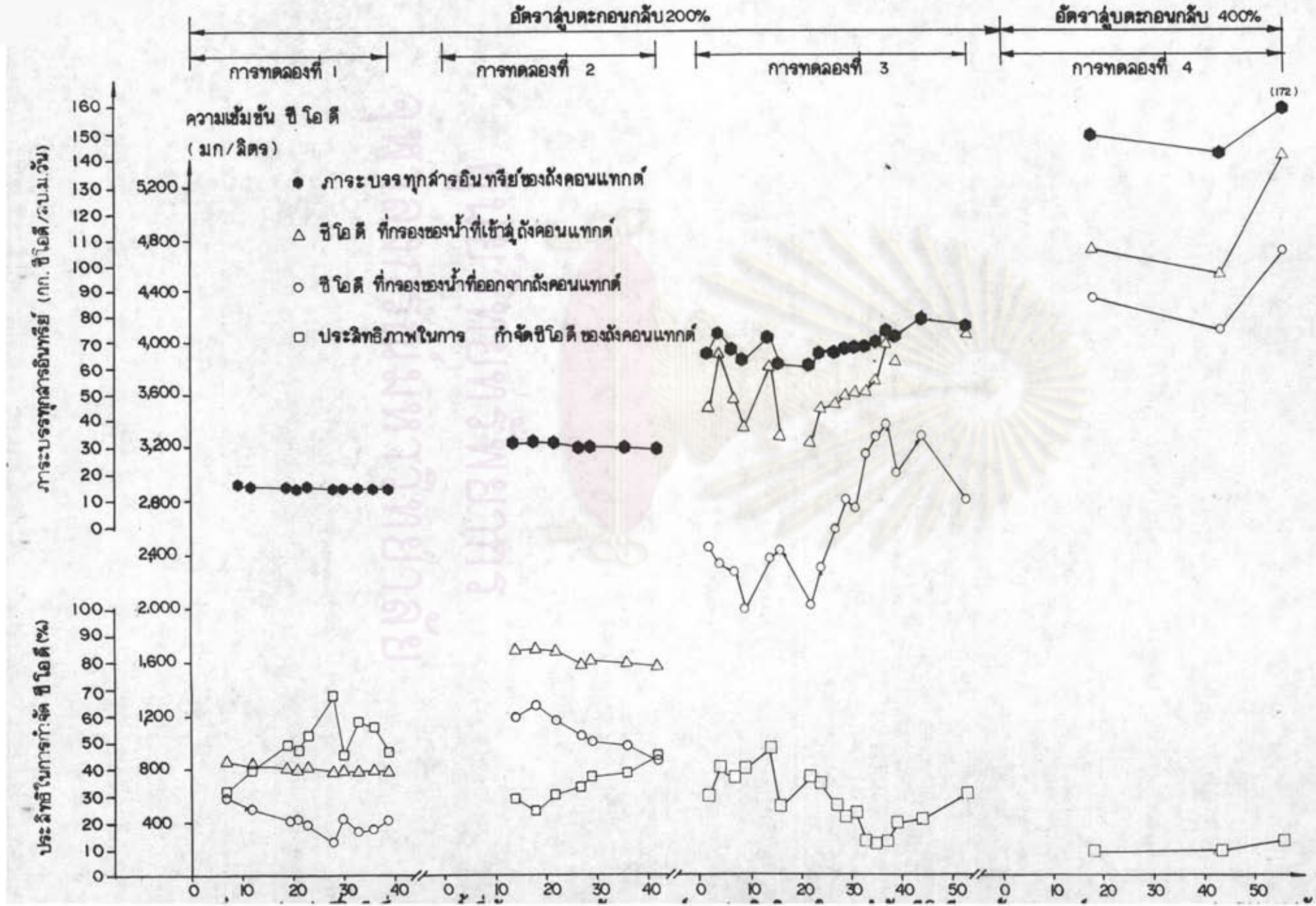
การทดลองที่	ถังคอนแทกต์		ถังสเตบิไลเซชัน		ระบบรวม	
	Organic loading (kg COD /m.d.)	COD removal (%)	Organic loading (kg COD /m.d.)	COD removal (%)	Organic loading (kg COD /m.d.)	COD removal (%)
1	14.93	52.9	1.00	75.60	2.6	83.2
2	31.04	34.1	2.75	72.60	5.2	78.3
3	69.43	27.3	7.77	60.00	10.4	71.5
4	155.00	10.3	24.07	16.03	10.4	54.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.1.1 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์

การหาประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์คำนวนจากค่าซีโอดีของน้ำที่เข้าถังคอนแทกต์ซึ่งได้จากค่าสมดุลย์ซีโอดีที่กรองของน้ำที่ออกจากถังสเตบิไลเซชันกับน้ำเสียสังเคราะห์ และค่าซีโอดีที่กรองของน้ำที่ออกจากถังคอนแทกต์

รูปที่ 5.1 แสดงค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของถังคอนแทกต์ ค่าซีโอดีที่กรองของน้ำที่เข้าถังคอนแทกต์ ค่าซีโอดีที่กรองของน้ำที่ออกจากถังคอนแทกต์ และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์


อัตราส่วนตะกอนกลับ 200%
อัตราส่วนตะกอนกลับ 400%
การทดลองที่ 1
การทดลองที่ 2
การทดลองที่ 3
การทดลองที่ 4
ความเข้มข้น ซี โอ ดี
(มก/ลิตร)
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของถังคอนแทกต์
ซี โอ ดี ที่กรองของน้ำที่เข้าสู่ถังคอนแทกต์
ซี โอ ดี ที่กรองของน้ำที่ออกจากถังคอนแทกต์
ประสิทธิภาพในการ กำจัดซี โอ ดี ของถังคอนแทกต์
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (กก. ซี โอ ดี/ลบ.ม.วัน)
ประสิทธิในการกำจัด ซี โอ ดี (%)
(172)

เมื่อพิจารณาถึงภาระบรรทุกสารอินทรีย์เฉพาะในถังคอนแทกต์ พบว่ามีค่าไม่คงที่ เนื่องจากค่าซีโอดีของน้ำที่ออกจากถังสเตบิไลเซชันมีค่าไม่คงที่ ในการทดลองที่ 1,2,3 และ 4 มีค่าภาระบรรทุกสารอินทรียเฉลี่ยเท่ากับ 14.9,31.0,69.4 และ 155.0 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ตามลำดับ โดยมีระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัดในถังคอนแทกต์ 1.17 ชม. สำหรับการทดลองที่ 1,2 และ 3 และเพียง 0.7 ชม. สำหรับการทดลองที่ 4

ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของการทดลองที่ 1,2,3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 52.9 , 34.1,27.3 และ 10.3 ตามลำดับ

ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์จะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มภาระบรรทุกสารอินทรีย์ และการเพิ่มอัตราสารสูบตะกอนกลับจาก 200% เป็น 400% มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์ลดลงด้วย สาเหตุที่ลดลงเนื่องจากการเพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับ จะทำให้ภาระบรรทุกสารอินทรีย์เพิ่มขึ้นและระยะเวลาในการบำบัดก็ลดลงโดยลดจาก 1.17 ชม.เหลือเพียง 0.7 ชม.

ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์นับว่าเป็นหัวใจสำคัญในการทำงานของกระบวนการนี้เพราะว่า น้ำที่ผ่านการบำบัดจากถังคอนแทกต์จะถูกส่งเข้าสู่ถังตกตะกอนเพื่อแยกส่วนน้ำใสทิ้งออกจากระบบทันที การที่ถังคอนแทกต์สามารถกำจัดซีโอดีได้มากก็จะทำให้น้ำทิ้งจากระบบมีปริมาณซีโอดีต่ำ ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบจะมีค่าสูง

ข้อสังเกตประการหนึ่งของถังคอนแทกต์คือการที่ถังคอนแทกต์สามารถทำงานได้ทั้งที่รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูง ๆ และระยะเวลาในการบำบัดก็สั้น หากเปรียบเทียบกับเครื่องกรองไร้อากาศโรมรัน (49) พบว่าเครื่องกรองไร้อากาศมีประสิทธิภาพร้อยละ 17.50 ที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 30 กก.ซีโอดี/ลบม.-วัน และไม่สามารถทำงานได้อีกต่อไปหากเพิ่มภาระบรรทุกสารอินทรีย์ ในขณะที่ถังคอนแทกต์สามารถรับภาระบรรทุกได้ถึง 155 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน โดยมีประสิทธิภาพร้อยละ 10.3 ที่เป็นเช่นนี้ เพราะว่าน้ำที่เข้าถังคอนแทกต์มีจุลชีพจากถังสเตบิไลเซชันผสมมาด้วยทำให้ถังคอนแทกต์มีจำนวนจุลชีพมากพอที่จะทำงานได้

5.2.1.2 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังสเตบิไลเซชัน

การหาประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังสเตบิไลเซชัน คำนวณจากค่าซีโอดีที่กรองของน้ำเข้าและค่าซีโอดีที่กรองของน้ำออกจากถังสเตบิไลเซชัน

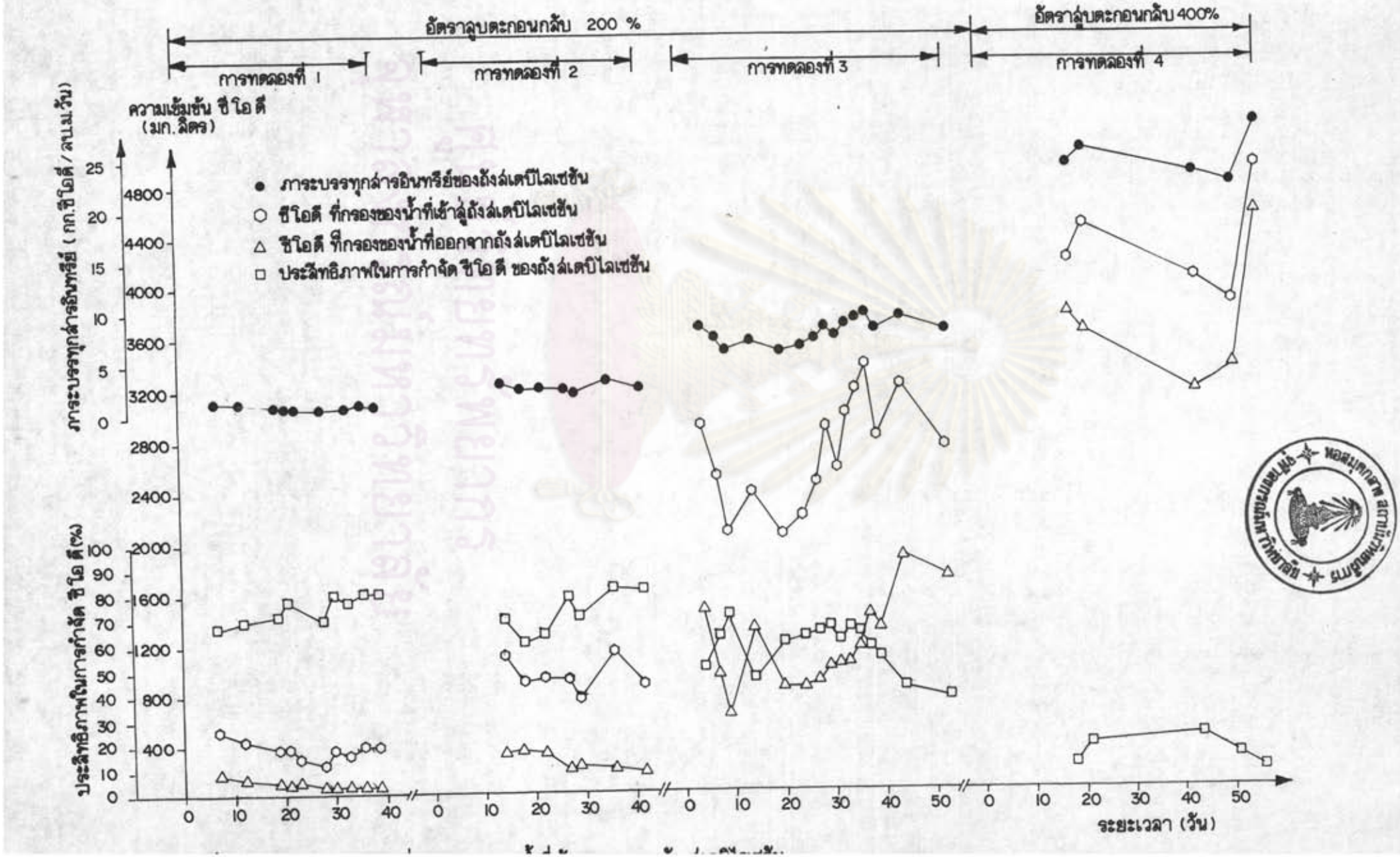
รูปที่ 5.2 แสดงค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของถังสเตบิไลเซชัน ค่าซีโอดีที่กรองของน้ำที่เข้าถังสเตบิไลเซชัน ค่าซีโอดีที่กรองของน้ำที่ออกจากถังสเตบิไลเซชัน และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังสเตบิไลเซชัน

สำหรับค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่คำนวณจากค่าซีโอดีของการทดลองที่ 1,2,3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.0,2.8,7.8 และ 24.1 กก.ซีโอดี/ลบ.ม-วัน ตามลำดับ ซึ่งจะมีค่าต่ำกว่าความเป็นจริงทั้งนี้เนื่องจากในน้ำที่เข้าถังสเตบิไลเซชันจะมีตะกอนจุลชีพผสมเข้ามาเป็นจำนวนมากซึ่งจะเกิดการสลายตัวเป็นของเหลวเป็นการเพิ่มสารอินทรีย์ภายในถังสเตบิไลเซชัน แต่ก็ไม่สามารถนำมาคำนวนร่วมกับค่าซีโอดีที่ละลายน้ำได้ จึงมีค่าค่อนข้างต่ำ

ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังสเตบิไลเซชันในการทดลองที่ 1,2,3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 75.6, 72.6, 60.0 และ 16.0 ตามลำดับ โดยมีระยะเวลาในการบำบัดในถังสเตบิไลเซชัน 7.63 ชั่วโมงสำหรับการทดลองที่ 1,2 และ 3.81 ชั่วโมงสำหรับการทดลองที่ 4

จากผลการทดลองจะเห็นว่าประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังสเตบิไลเซชันมีค่าลดลงเมื่อมีภาระสารอินทรีย์เพิ่มขึ้น และการเพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการจำกัดซีโอดีของถังลดลงจากร้อยละ 60.0 เหลือเพียง 16.0 การที่ลดลงมากขนาดนี้ อาจเป็นเพราะเกิดการอุดตันของตัวกลาง ซึ่งจากการสังเกตุโดยนำตัวกลางออกมาพบว่า ตะกอนจุลชีพจับกับช่องว่างของตัวกลางจนเต็มเป็นก้อน ทำให้น้ำไม่สามารถไหลผ่านส่วนภายในตัวกลางได้ น้ำจึงเกิดการไหลลัดวงจร จุลชีพที่มีอยู่ในถังจึงไม่สามารถทำการย่อยสลายได้เท่าที่ควรเป็น

ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังสเตบิไลเซชันมีความสำคัญต่อการทำงานของระบบคือ ถังสเตบิไลเซชันจะทำการกำจัดซีโอดีที่มีอยู่ในน้ำต่อจากถัง


อัตราลูบตะกอนกลับ 200 %
อัตราลูบตะกอนกลับ 400%
การทดลองที่ 1
การทดลองที่ 2
การทดลองที่ 3
การทดลองที่ 4
ความเข้มข้น ซีโอดี (มก.ลิตร)
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (กก.ซีโอดี / ลบ.ม.วัน)
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของถังล่เตบิไลเซชัน
ซีโอดี ที่กรองของน้ำที่เข้าสู่ถังล่เตบิไลเซชัน
ซีโอดี ที่กรองของน้ำที่ออกจากถังล่เตบิไลเซชัน
ประสิทธิภาพในการกำจัด ซีโอดี ของถังล่เตบิไลเซชัน
ประสิทธิภาพในการกำจัด ซีโอดี(%)
ระยะเวลา (วัน)

คอนแทกต์น้ำที่ผ่านการบำบัดจากถังจะถูกส่งไปผสมกับน้ำเสียก่อนเข้าสู่ถังคอนแทกต์ การที่ถังมีประสิทธิภาพดีก็จะทำให้สามารถเจือจางน้ำเสียได้มากด้วย เป็นการลดภาระสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ถังคอนแทกต์

5.2.1.3 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบ

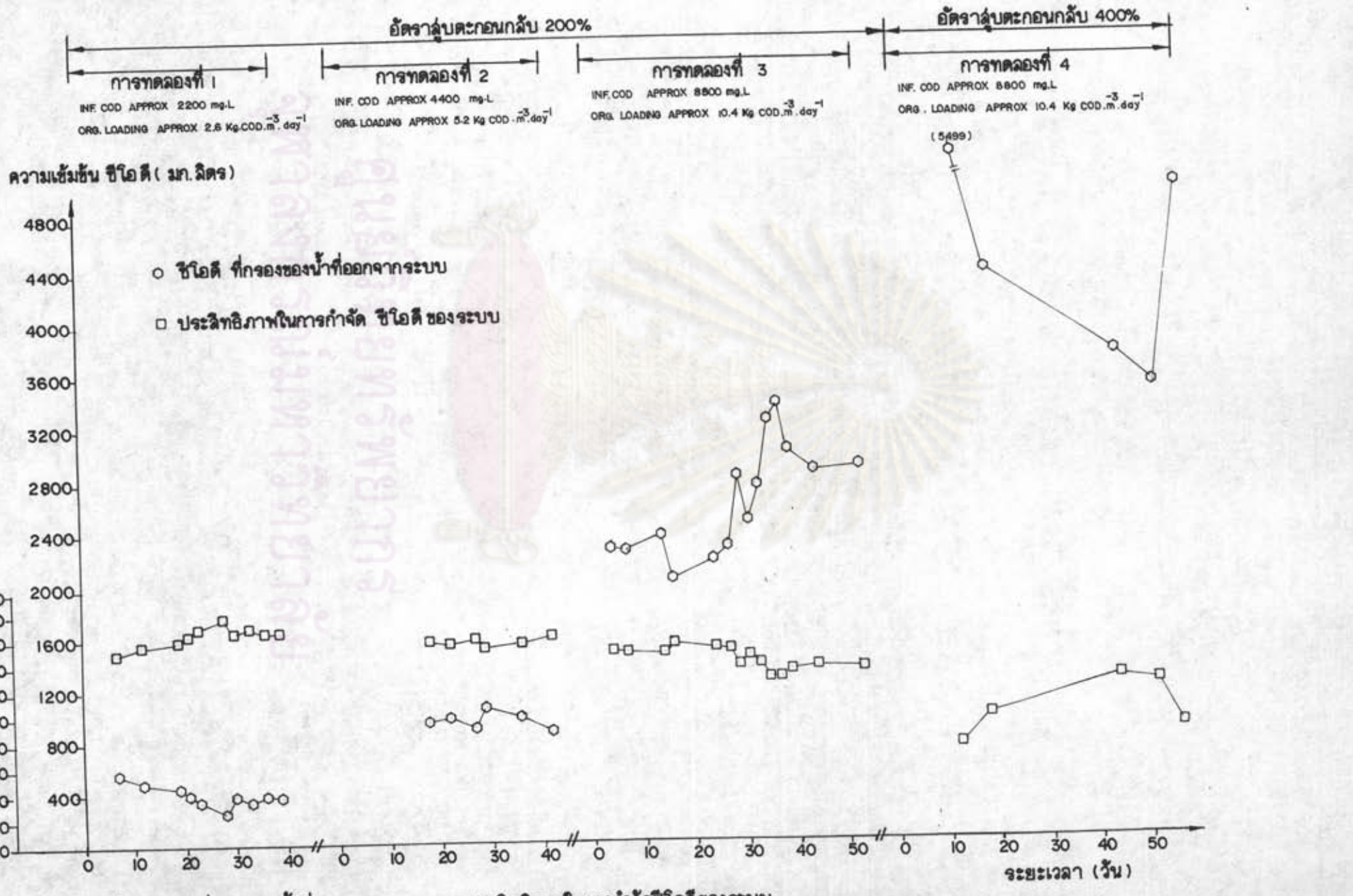
การหาประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบ คำนวณจากค่าซีโอดีของน้ำเสียเข้า และซีโอดีที่กรองของน้ำที่ออกจากถังตกตะกอน

รูปที่ 5.3 ได้แสดงค่าซีโอดีที่กรองของน้ำที่ออกมาจากน้ำออกจากถังตกตะกอนและประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบ

สำหรับการทดลองที่ 1,2, และ 3 ซึ่งใช้อัตราการการสูบตะกอนกลับ 200% พบว่าเมื่อเพิ่มภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของระบบจาก 2.6 เป็น 5.2 และ 10.4 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ในการทดลองที่ 1,2 และ 3 ตามลำดับมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบลดลงโดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 83.2, 78.3 และ 71.5 ตามลำดับ สำหรับการทดลองที่ 4 ได้เพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับเป็น 400% แต่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ยังเท่ากับการทดลองที่ 3 มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีลดเหลือเพียงร้อยละ 54.0 โดยมีสัดส่วนปริมาตรของถังคอนแทกต์ต่อถังสเตบิไลเซชัน ประมาณ 1 : 4

ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบเป็นผลเนื่องมาจากการทำงานร่วมกันการในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์และสเตบิไลเซชัน ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์และถังสเตบิไลเซชันแต่ละถังจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบ ซึ่งสามารถที่จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพทั้ง 3 เมื่อพิจารณาเฉพาะซีโอดีที่ละลายน้ำได้ดังนี้

$$E = 1 - \left[\frac{1}{1+R}\right]\left[\frac{1}{\frac{1}{(1-Ec)} - \frac{R\,(1-Es)}{1+R}}\right]$$


อัตราส่วนตะกอนกลับ 200%
อัตราส่วนตะกอนกลับ 400%
การทดลองที่ 1
INF. COD APPROX 2200 mg/L
ORG. LOADING APPROX 2.6 Kg COD.m⁻³.day⁻¹
การทดลองที่ 2
INF. COD APPROX 4400 mg/L
ORG. LOADING APPROX 5.2 Kg COD.m⁻³.day⁻¹
การทดลองที่ 3
INF. COD APPROX 8800 mg/L
ORG. LOADING APPROX 10.4 Kg COD.m⁻³.day⁻¹
การทดลองที่ 4
INF. COD APPROX 8800 mg/L
ORG. LOADING APPROX 10.4 Kg COD.m⁻³.day⁻¹
(5499)
ความเข้มข้น ซีโอดี (มก. มิลตร)
ซีโอดี ที่กรองของน้ำที่ออกจากระบบ
ประสิทธิภาพในการกำจัด ซีโอดี ของระบบ
ประสิทธิภาพในการกำจัด ซีโอดี (%)
ระยะเวลา (วัน)

โดย E_{cs} = ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบ

E_c = ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์

E_s = ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังสเตบิไลเซชัน

R = อัตราการสูบตะกอนกลับ

หมายเหตุ ที่มาดูในภาคผนวก

จากสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพทั้ง 3 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของถังคอนแทกต์เป็นตัวหลัก และขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของถังสเตบิไลเซชันเป็นตัวรองดังที่ได้กล่าวมาแล้วในเรื่องของถังคอนแทกต์และถังสเตบิไลเซชัน ดังนั้นการที่จะให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดดี จึงควรพยายามเพิ่มประสิทธิภาพของถังคอนแทกต์แต่ทั้งนี้จะไม่พิจารณาถึงประสิทธิภาพของถังสเตบิไลเซชันเลยก็ไม่ได้ เพราะถังปฏิกริยาทั้งสองจะต้องทำหน้าที่ร่วมกันโดยการสูบตะกอนกลับ จะทำให้ตะกอนจุลชีพหมุนเวียนระหว่างถังทั้งสอง เพื่อทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีในน้ำต่อเนื่องกันตลอดเวลา

จากผลการทดลองประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบลดลงเมื่อมีการเพิ่มภาระบรรทุกสารอินทรีย์เพิ่มขึ้น เป็นเพราะการเพิ่มภาระบรรทุกสารอินทรีย์มีผลทำให้ถังปฏิกริยาแต่ละถังต้องรับภาระบรรทุกเพิ่มขึ้นจากการทำงานร่วมกันทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีแต่ละถังลดลงจึงส่งผลทำให้ประสิทธิในการกำจัดซีโอดีลดลงด้วย

การเพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับนั้นเมื่อพิจารณาจากสมการแสดงความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีแล้วจะเห็นได้ว่าการเพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพของระบบเพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับนี้จะกระทบกระเทือนถึงการทำงานของถังคอนแทกต์และถังเตบิไลเซชัน เพราะเป็นการเพิ่มภาระบรรทุกสารอินทรีย์ และทำให้ระยะเวลาในการบำบัดแต่ละถังสั้นลงประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีแต่ละถังจึงเปลี่ยนไป จากผลการทดลองที่ 3 และ 4 ซึ่งมีการเพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับ 200% เป็น 400% มีผลทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงจากร้อยละ 71.5 เป็น 54.0 ตามลำดับ สาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพลดลงเป็นเพราะการเพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับทำให้

ประสิทธิภาพของถังคอนแทกต์ลดลงจากร้อยละ 27.3 เป็น 10.3 และทำให้ประสิทธิภาพของถังสเตบิไลเซชันลดลงจากร้อยละ 60.0 เป็น 16.0 ซึ่งลดลงค่อนข้างมากเนื่องจากเกิดการอุดตันของตัวกลางทำให้เกิดการไหลลัดวงจรภายในถังสเตบิไลเซชัน ดังที่ได้กล่าวแล้ว แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับจาก 200% เป็น 400% มีผลกระทบกระเทือนต่อประสิทธิภาพของแต่ละถัง เพราะทำให้การย่อยสลายไม่สมบูรณ์ พบว่ามีปริมาณกรดโวลาไทล์ในน้ำที่ออกจากระบบสูงมาก และตะกอนจุลชีพหลุดออกจากระบบมาก เกิดการ wash out ทำให้ระบบไม่เหมาะสมในด้านภาระบรรทุกการไหล

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของกระบวนการนี้กับเครื่องกรองไร้อากาศซึ่งทดลองที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูง ๆ โดยโรมรัน (49) และงานวิจัยอื่น ๆ ที่ได้ทำการทดลองที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ต่ำ ๆ จะพบว่ามีข้อแตกต่างที่น่าสังเกตุหลายประการกล่าวคือ ที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ประมาณ 3 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เครื่องกรองไร้อากาศส่วนใหญ่จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าร้อยละ 85 ซึ่งสูงกว่ากระบวนการที่ทดลองนี้เล็กน้อย แต่เมื่อเพิ่มภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของระบบขึ้นถึงประมาณ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน พบว่าเครื่องกรองไร้อากาศจะมีประสิทธิภาพลดลงเหลือเพียงประมาณร้อยละ 55 ในขณะที่กระบวนการนี้มีประสิทธิภาพร้อยละ 70 และใช้ระยะเวลาในการบำบัดสั้นกว่าทั้งนี้เป็นเพราะการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพของถังคอนแทกต์และถังสเตบิไลเซชันในกระบวนการนี้

5.2.2 <u>การผลิตก๊าซชีวภาพ</u>

ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นคือผลผลิตขั้นสุดท้ายของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ โดยทั่วไปก๊าซชีวภาพมีส่วนประกอบคือ ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซอื่น ๆ อีกเล็กน้อย ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากกระบวนการได้แยกวัดปริมาตร และเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากถังคอนแทกต์ และถังสเตบิไลเซชัน ส่วนในถังตกตะกอนมีก๊าซเกิดขึ้นเล็กน้อยจึงไม่ได้นำมารวมด้วย

ตารางที่ 5.2 จะแสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซมีเทนที่ผลิตได้ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี และเปอร์เซ็นการผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบทฤษฎีของถังคอนแทกต์ ถังสเตบิไลเซชัน และของระบบ

ตารางที่ 5.2 ค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซมีเทนที่ผลิตได้ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตตามทฤษฎีและเปอร์เซนต์การผลิตก๊าซเปรียบเทียบกับทฤษฎี ของถังคอนแทกต์ ถังสเตบิไลเซชัน และของระบบรวม

การทดลองที่	ถังคอนเทกต์			ถังสเตบิไลเซชัน			ของระบบรวม		
	ก๊าซมีเทนที่ผลิตจริง (l/d)	ก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี (l/d)	% การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบ (%)	ก๊าซมีเทนที่ผลิตจริง (l/d)	ก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี (l/d)	% การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบ (%)	ก๊าซมีเทนที่ผลิตจริง (l/d)	ก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี (l/d)	% การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบ (%)
1	18.1	26.3	70.0	16.6	13.6	125.0	32.9	37.9	86.9
2	22.3	40.6	55.2	45.7	30.6	156.8	69.7	76.3	91.4
3	36.7	54.9	66.9	76.0	68.9	110.5	111.6	130.5	85.8
4	19.5	57.9	35.7	57.7	42.3	141.1	71.3	94.7	76.8

5.2.2.1 ก๊าซชีวภาพของระบบ

ปริมาณก๊าซชีวภาพรวมของระบบและปริมาณก๊าซมีเทนรวมของระบบคำนวนจากปริมาณรวมของก๊าซที่เกิดขึ้นในถังคอนแทกต์และถังสเตบิไลเซชัน ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎีคำนวนจากปริมาณซีโอดีที่ถูกกำจัดออกจากระบบ โดยปริมาณซีโอดี 1 กรัม ผลิตก๊าซมีเทนได้ 0.351 ลิตร

รูปที่ 5.4 แสดงปริมาณก๊าซชีวภาพรวมของระบบ ปริมาณก๊าซชีวภาพจากถังคอนแทกต์ ปริมาณก๊าซชีวภาพจากถังสเตบิไลเซชัน ปริมาณก๊าซมีเทนรวมของระบบ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี และเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎี

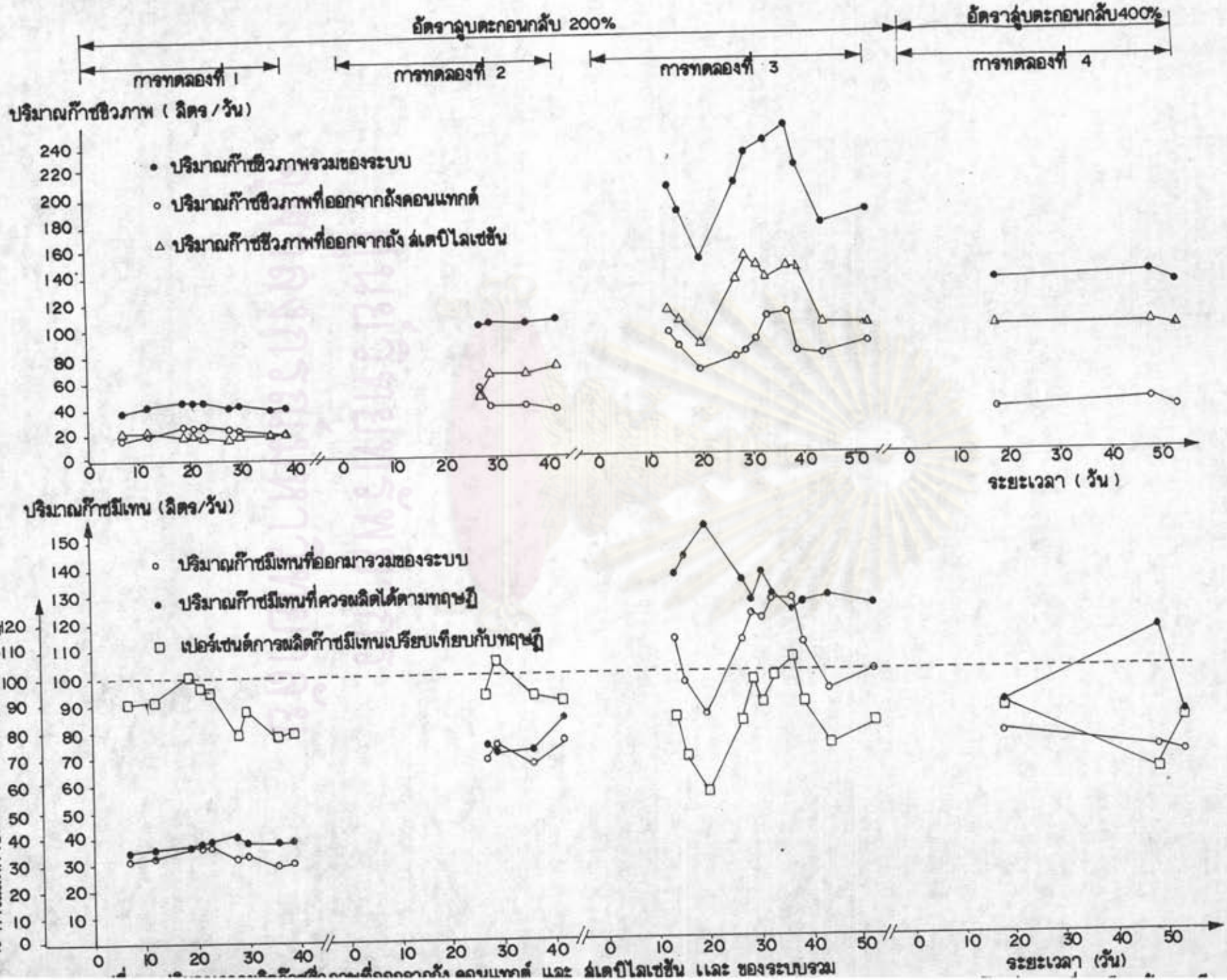
ผลจากการทดลองแสดงว่ามีก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นในการทดลองที่ 1,2,3 และ 4 มีค่าโดยเฉลี่ย 41.7,102.6,212.3 และ 133.1 ลิตร/วัน ตามลำดับ และมีก๊าซมีเทนเกิดขึ้นเฉลี่ย 32.9,69.7,111.3 และ 71.3 ลิตร/วัน ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจริงกับที่คำนวนตามทฤษฎีพบว่าจะมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 86.9, 91.4,85.8 และ 76.8 ตามลำดับ

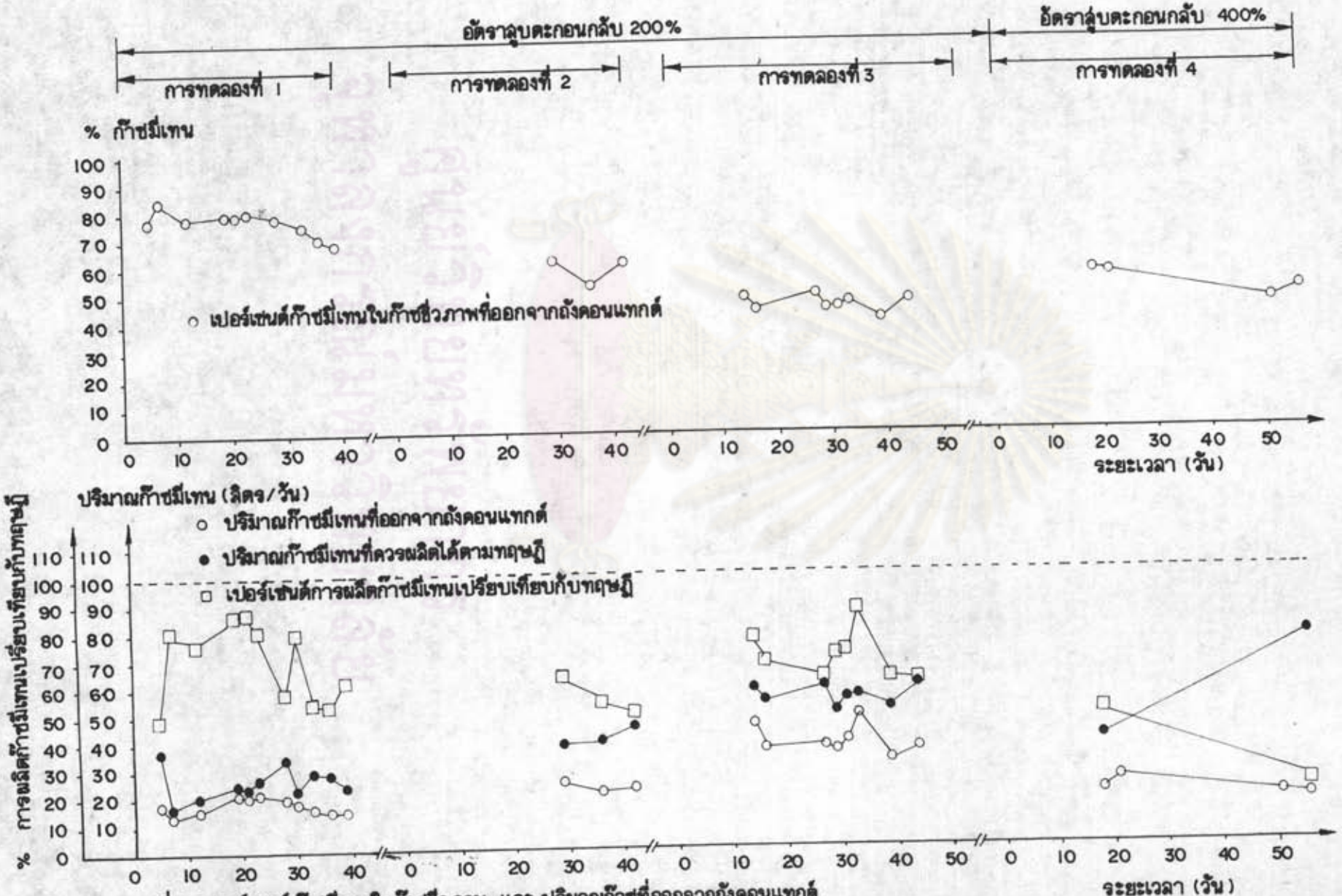
สำหรับปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นมีค่าต่ำกว่าการคำนวนทางทฤษฎีโดยตลอด คาดว่าเนื่องจากสารอินทรีย์ส่วนหนึ่งถูกจุลชีพใช้ไปในการดำรงชีพและสร้างเซลล์ใหม่ซึ่งจุลชีพส่วนหนึ่งอาจหลุดไปพร้อมกับน้ำออกจากระบบ บางส่วนเกิดขึ้นในส่วนที่ไม่ได้ทำการวัด เช่น ในท่อ สายยาง และถังตกตะกอน

5.2.2.2 ก๊าซชีวภาพจากถังคอนแทกต์

รูปที่ 5.5 แสดงเปอร์เซนต์ก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพจากถังคอนแทกต์ ปริมาณก๊าซมีเทนออกจากถังคอนแทกต์ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี และเปอร์เซนต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎี

ผลจากการทดลองในการทดลองที่ 1,2,3 และ 4 พบว่าเปอร์เซนต์ก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 75.4, 58.7, 45.1 และ 52.0


อัตราสูบตะกอนกลับ 200%
อัตราสูบตะกอนกลับ400%
การทดลองที่ 1
การทดลองที่ 2
การทดลองที่ 3
การทดลองที่ 4
ปริมาณก๊าซชีวภาพ (ลิตร / วัน)
ปริมาณก๊าซชีวภาพรวมของระบบ
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ออกจากถังคอนแทกต์
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ออกจากถัง อ่เดชั่นไลเซชั่น
ระยะเวลา (วัน)
ปริมาณก๊าซมีเทน (ลิตร/วัน)
ปริมาณก๊าซมีเทนที่ออกมารวมของระบบ
ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี
เปอร์เซนต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎี
% การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎี
ระยะเวลา (วัน)



รูปที่ 5.5 เปอร์เซนต์ก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ และ ปริมาณก๊าซที่ออกจากถังคอนแทกต์ และปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี และ เปอร์เซนต์การผลิตก๊าซเปรียบเทียบกับทฤษฎี

ตามลำดับ ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นมีค่าเฉลี่ย 18.1, 22.3, 36.7 และ 19.5 ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎีมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 70.0,55.2,66.9 และ 35.7 ตามลำดับ

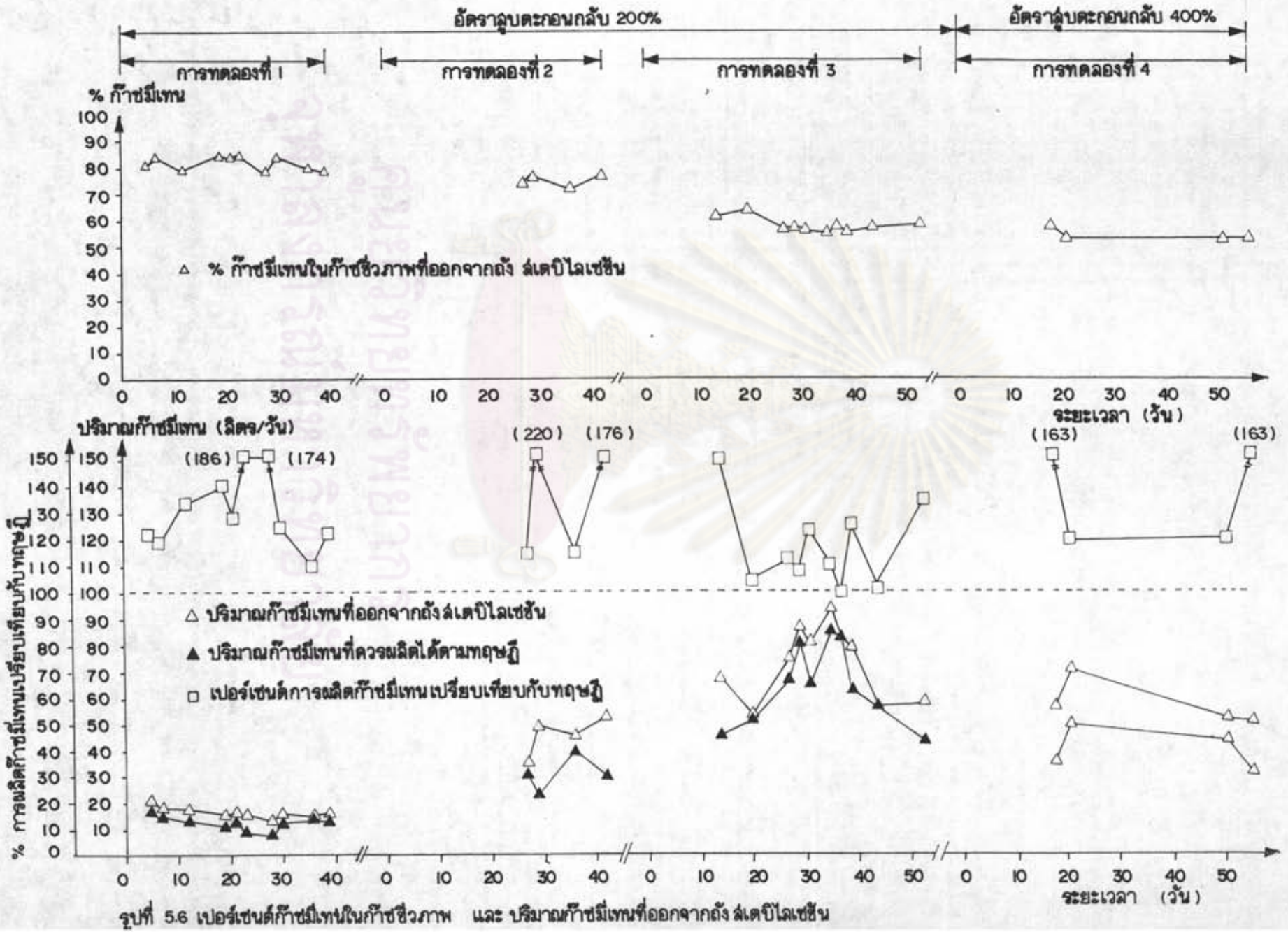
จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์เปอร์เซ็นต์มีเทนในก๊าซชีวภาพมีค่าลดลง และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎีของถังคอนแทกต์จะพบว่ามีค่าต่ำกว่าที่เกิดขึ้นเมื่อคำนวณจากทฤษฎีมาก แสดงว่าสารอินทรีย์ถูกกำจัดออกไปโดยที่จุลชีพ adsorp เข้าไว้ภายในเซลล์ แต่ยังไม่สามารถทำการย่อยสลายจนถึงที่สุดได้ดังนั้นปริมาณก๊าซมีเทนจึงเกิดขึ้นในถังคอนแทกต์น้อย จากนั้นเมื่อจุลชีพถูกสูบกลับไปเข้าถังสเตบิไลเซชันก็จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่อและเกิดก๊าซมีเทนมากกว่าที่คำนวณได้ทางทฤษฎีซึ่งยืนยันได้จากผลการทดลองในหัวข้อต่อไป

5.2.2.3 ก๊าซชีวภาพจากถังสเตบิไลเซชัน

รูปที่ 5.6 แสดงเปอร์เซนต์มีเทนในก๊าซชีวภาพจากถังสเตบิไลเซชัน ปริมาณก๊าซมีเทนจากถังสเตบิไลเซชัน ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี และเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎี

ผลจากการทดลองในการทดลองที่ 1,2,3 และ 4 พบว่าเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 82.0,75.0,57.6 และ 54.3 ตามลำดับ ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นมีค่าเฉลี่ย 16.6,45.7.76.0 และ 57.7 ลิตร/วัน ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎีมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 125.0,156.8, 110.5 และ 141.1 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎีนั้น พบว่ามีค่าสูงกว่า 100% ตลอดทุกการทดลองทั้งนี้เนื่องจากในการคำนวนทางทฤษฎีคิดเฉพาะค่าซีโอดีที่ละลายน้ำเพียงอย่างเดียว แต่ในสภาพความเป็นจริงจะมีตะกอนจุลชีพผสมเข้ามาในน้ำเข้าถังสเตบิไลเซชัน และเกิดการย่อยสลายตะกอนจุลชีพทำให้เกิดก๊าซมีเทนขึ้นภายในถัง สาเหตุอีกประการอาจเนื่องมาจากเกิดการ adsorption ของสารอินทรีย์โดย



รูปที่ 5.6 เปอร์เซนต์ก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ และ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ออกจากถังอ่เตบิไลเซชัน

จุลชีพในถังคอนแทกต์ตามสมมุติฐานของกระบวนการแบบคอนแทกต์สเตบิไลเซชัน ก็จะทำให้มีกำชมีเทนเกิดขึ้นมากกว่าที่คำนวนทางทฤษฎี สำหรับการเกิดกลไก adsorption สามารถยืนยันอย่างชัดเจนได้ในการทดลองชุดที่สอง

5.2.3 ตะกอนแขวนลอยที่เข้าและออกจากถังคอนแทกต์

ค่าความเข็มข้นของตะกอนแขวนลอยที่เข้าถังคอนแทกต์คำนวนจากการสมดุลย์ของน้ำเสียสังเคราะห์และจากน้ำออกจากถังสเตบิไลเซชัน ส่วนค่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่ออกจากถังคอนแทกต์ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างโดยตรง

ค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เข้าและออกจากถังคอนแทกต์ ถังสเตบิไลเซชัน และปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ออกจากระบบแสดงไว้ในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ค่าเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยที่เข้าและออกจากถังคอนแทกต์ ถังสเตบิไลเซชัน และที่ออกกับน้ำออกจากระบบ

การทดลองที่	ถังคอนแทกต์		ถังสเตบิไลเซชัน		SS ที่ออกกับน้ำออกจากระบบ (mg/l)
	SS เข้าถัง (mg/l)	SS ออก (mg/l)	SS เข้าถัง (mg/l)	SS ออก (mg/l)	
1	52	97	132	91	87.5
2	133	488	438	200	355
3	545	1,088	1,390	836	827.5
4	941	2,565	1,913	1,177	1,108

รูปที่ 5.7 แสดงปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่เข้าและออกจากถังคอนแทกต์

ในการทดลองที่ 1,2,3 และ 4 พบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เข้าถังคอนแทกต์มีค่าเฉลี่ย 52,133,545 และ 941 มก./ล. ตามลำดับและในน้ำออกจากถังคอนแทกต์มีค่าเฉลี่ย 97, 488, 1088 และ 1250 มก./ล. ตามลำดับ จากรูปที่ 5.7 จะเห็นได้ว่าตะกอนแขวนลอยมีค่าแปรปรวนสูงทั้งนี้เนื่องจากจุลชีพหลุดมาเป็นช่วง ๆ ประกอบกับช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างสั้นมากจึงไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนของค่าทั้งวันได้

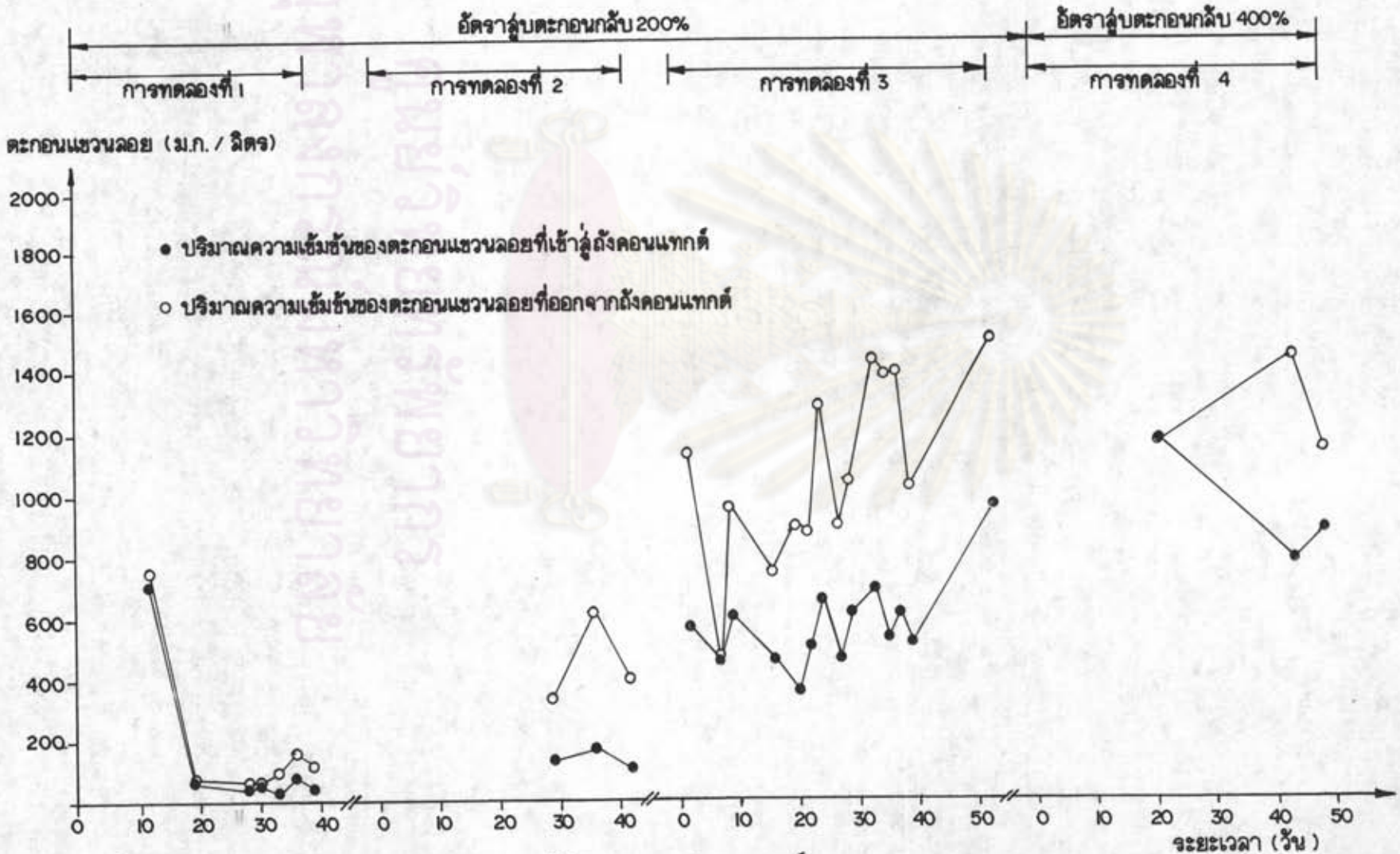
จากผลการทดลองจะเห็นว่าตะกอนแขวนลอยที่ออกมากับน้ำออกจากถังคอนแทกต์มีค่ามากขึ้นจากน้ำที่เข้าถังคอนแทกต์ทุกการทดลองแสดงว่าเกิดการเจริญเติบโตของจุลชีพในถังคอนแทกต์ แม้ระยะเวลาในการบำบัดจะสั้นเพียง 0.7-1.17 ชั่วโมงเท่านั้น นอกจากนั้นยังพบว่าเมื่อมีค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงขึ้น จะมีตะกอนจุลชีพออกมากับน้ำออกจากถังคอนแทกต์เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีปริมาณการเกิดจุลชีพภายในระบบมากขึ้น ทำให้มีจุลชีพหลุดออกมากับน้ำที่ไหลหมุนเวียนให้ถังคอนแทกต์และถังสเตบิไลเซชันเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

5.2.4 ตะกอนแขวนลอยที่เข้าและออกจากถังสเตบิไลเซชัน

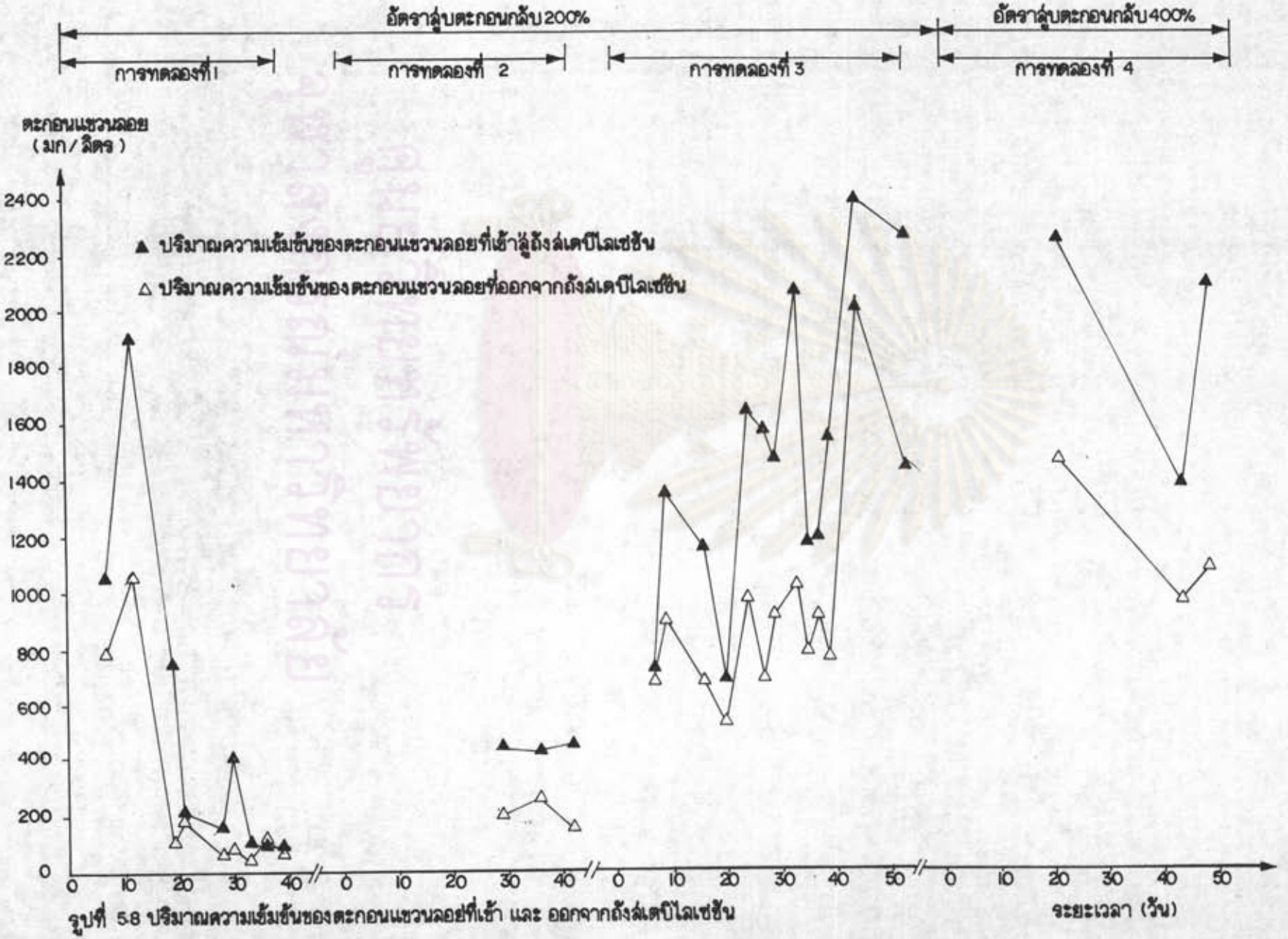
ค่าตะกอนแขวนลอยที่เข้าและออกจากถังสเตบิไลเซชันได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างโดยตรง ในรูปที่ 5.8 แสดงปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่เข้าและออกจากถังสเตบิไลเซชัน

ในการทดลองที่ 1,2,3 และ 4 พบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำที่เข้าถังสเตบิไลเซชันมีค่าเฉลี่ย 132,438,1390 และ 1913 มก./ล. ตามลำดับ และในน้ำที่ออกจากถังสเตบิไลเซชันมีค่าเฉลี่ย 91, 200, 836 และ 1177 มก./ล. ตามลำดับ

จากผลการทดลองแสดงว่าตะกอนจุลชีพส่วนหนึ่งถูกย่อยสลายภายในถังสเตบิไลเซชันปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ออกจากถังจึงมีค่าลดลงจากน้ำที่เข้าถัง ซึ่งเป็นการสนับสนุนเหตุผลของการเกิดก๊าซมีเทนในถังสเตบิไลเซชันมีค่ามากกว่าที่คำนวนได้จากทฤษฎีซึ่งคำนวนเฉพาะค่าซีโอดีที่ละลายน้ำเท่านั้น และปริมาณตะกอนแขววนลอยของถังมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มภาระบรรทุกสารอินทรีย์ซึ่งเป็นไปตามเหตุผลที่ได้กล่าวแล้วในหัวข้อ 5.2.3



รูปที่ 5.7 ปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่เข้าและออกจากถังคอนแทกต์



รูปที่ 5.8 ปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่เข้า และ ออกจากถังล่เตบิไลเซชัน

5.2.5 ตะกอนแขวนลอยที่ออกมากับน้ำออก

รูปที่ 5.9 แสดงปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่ออกมากับน้ำออกจากระบบซึ่งผ่านการตกตะกอนในถังตกตะกอนแล้ว

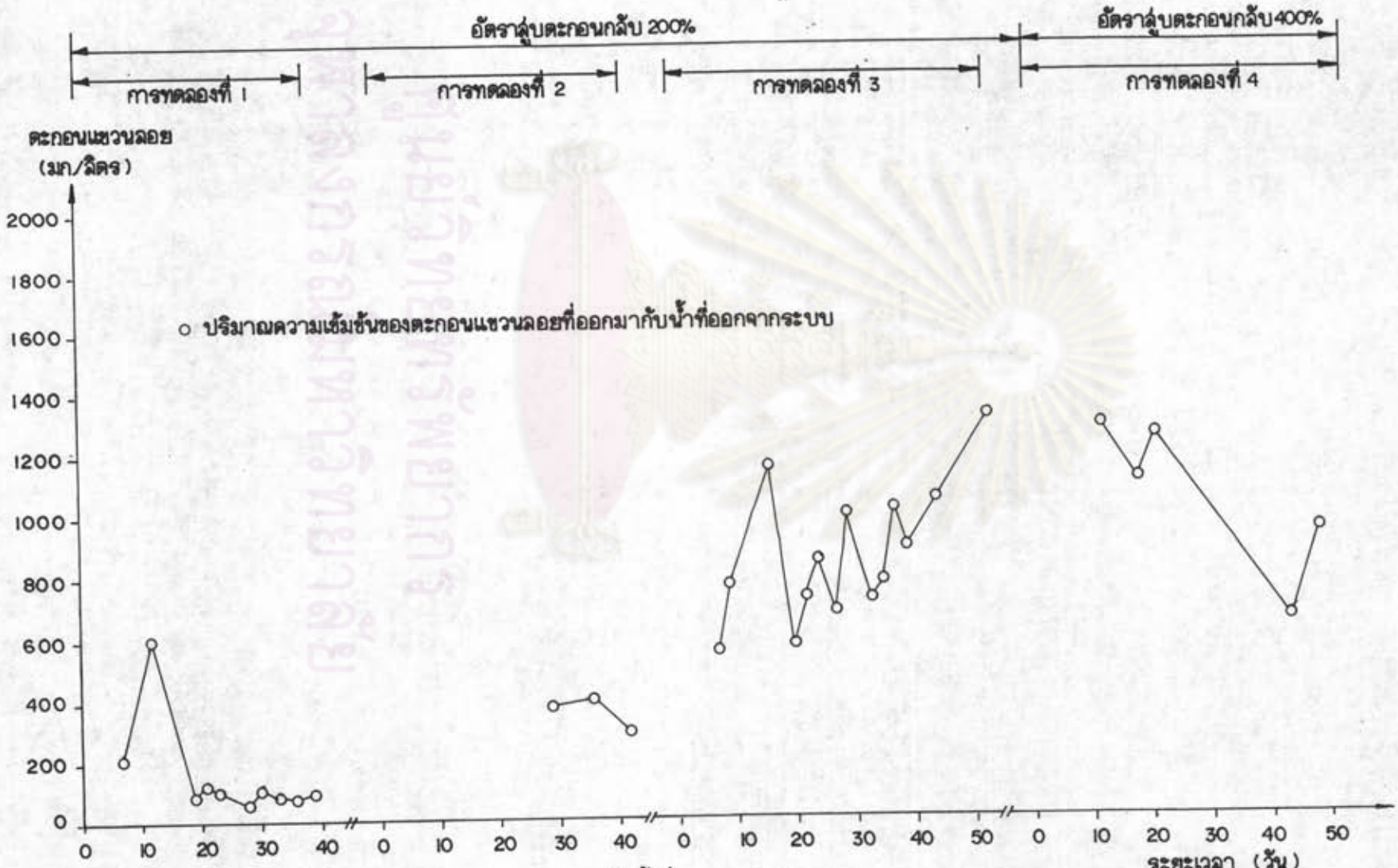
ในการทดลองที่ 1,2,3 และ 4 พบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำที่ออกจากระบบมีค่าเฉลี่ย 88,355,828 และ 1108 มก./ล. ตามลำดับจะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มภาระบรรทุกสารอินทรีย์ให้แก่ระบบจะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยหลุดออกมากับน้ำที่ออกจากระบบเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากจุลชีพมีการเจริญเติบโตสูง และไม่จับตัวเป็นกลุ่มก้อนหรือเป็นแผ่นทำให้ไม่สามารถแยกออกได้ด้วยวิธีตกตะกอนธรรมดา แต่ปริมาณจุลชีพที่ออกมากับน้ำออกจากระบบเป็นเฉพาะจุลชีพที่ลอยอยู่ในน้ำ ส่วนจุลชีพที่ยึดเกาะติดกับตัวกลางยังคงสามารถเจริญเติบโตได้ต่อไปในถังปฏิกริยาทั้งสองทำให้ระบบยังคงสามารถทำงานได้ต่อไป

5.2.6 กรดโวลาไทล์

ค่าเฉลี่ยของกรดโวลาไทล์ที่ออกจากถังคอนแทกต์ และถังสเตบิไลเซชัน แสดงไว้ในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าเฉลี่ย กรดโวลาไทล์ที่ออกจากถังคอนแทกต์ และถังสเตบิไลเซชัน

การทดลองที่	VFA ที่ออกจากถังคอนแทกต์ (mg. CH COOH/1)	VFA ที่ออกจากถังสเตบิไลเซชัน (mg. CH COOH/1)
1	399	148
2	424	152
3	853	486
4	2,565	2,093



รูปที่ 5.9 ปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่ออกมากับน้ำที่ออกจากระบบ

รูปที่ 5.10 แสดงปริมาณความเข้มข้นของกรดโวลาไทล์ที่ออกมาจากถังคอนแทกต์และถังสเตบิไลเซชัน

ในการทดลองที่ 1,2,3 และ 4 พบว่าปริมาณความเข้มข้นกรดโวลาไทล์ในน้ำออกจากถังคอนแทกต์มีค่าเฉลี่ย 339,424,853 และ 2565 มก. as acetic acid/ล. ตามลำดับ และปริมาณความเข้มข้นกรดโวลาไทล์ในน้ำออกจากถังสเตบิไลเซชันมีค่าเฉลี่ย 148, 152, 486 และ 2,093 มก. as acetic acid/ล. ตามลำดับ

ผลจากการทดลองจะเห็นได้ว่าน้ำออกจากถังสเตบิไลเซชันมีปริมาณกรดโวลาไทล์น้อยกว่าน้ำที่ออกจากถังคอนแทกต์ทุกการทดลองแสดงว่าในถังสเตบิไลเซชันมีเสถียรภาพและมีปริมาณจุลชีพที่สร้างมีเทนมากกว่าในถังคอนแทกต์

เนื่องจากในน้ำเสียที่ใช้เป็นสารอาหารเพื่อทำการทดลองได้ผสม $NaHCO$ ในปริมาณที่มากพอที่จะสามารถรักษาค่าพีเอชไม่ให้ต่ำลง แม้จะมีกรดโวลาไทล์สูงมากก็ตาม โดยพบว่าในถังคอนแทกต์มีค่าพีเอชระหว่าง 6.5-6.8 และในถังสเตบิไลเซชันมีค่าพีเอชระหว่าง 6.7-7.1 ตลอดทุกการทดลอง

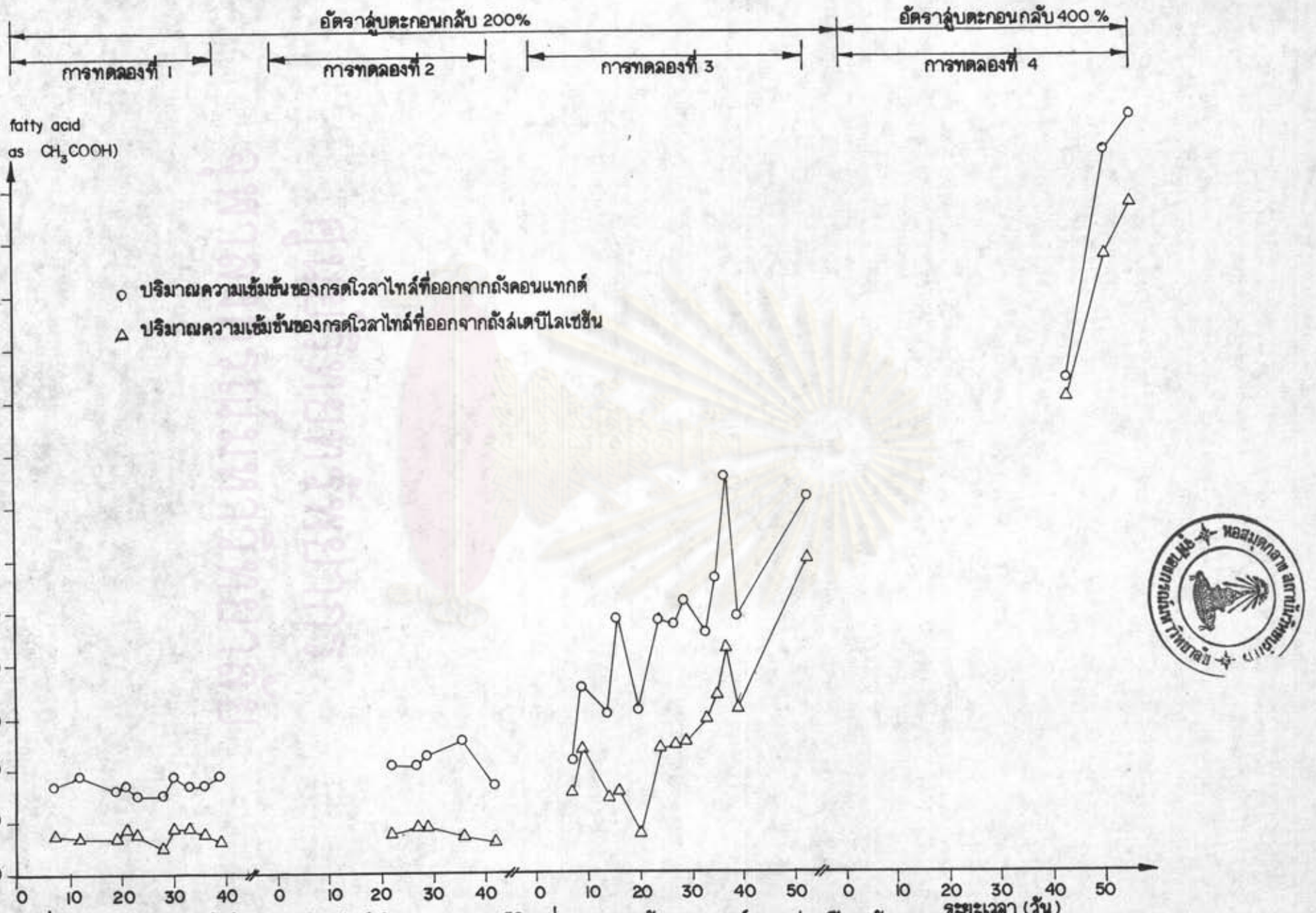
5.3 ผลการวิจัยกระบวนการชนิดตะกอนลอย และการไหลเป็นแบบไหลขึ้น

การทดลองชุดนี้เป็นการทดลองกระบวนการชนิดที่ไม่มีตัวกลางภายในถังปฏิกริยา จุลชีพภายในถังจะอยู่ในลักษณะตะกอนลอย การไหลของน้ำเป็นแบบไหลขึ้น เพื่อแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดการอุดตัน ซึ่งเป็นข้อด้อยของการใช้ตัวกลางของการทดลองชุดแรก การทดลองชุดนี้มีเพียง 1 การทดลอง โดยใช้อัตราการสูบตะกอนกลับ 200% มีค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของระบบ 2.6 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เท่ากับ การทดลองที่ 1 ผลการทดลองจะแสดงด้วยรูปและตาราง การคำนวณค่าตัวแปรต่าง ๆ เหมือนดังที่ได้กล่าวแล้วในการทดลองชุดที่ 1

ผลการวิจัยของตัวแปรต่าง ๆ มีดังนี้

5.3.1 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี

ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี และภาระบรรทุกสารอินทรีย์



รูปที่ 5.10 ปริมาณความเข้มข้นของกรดโวลาไทล์ ในรูปของกรดอะซิติก ที่ออกมาจากถัง คอนแทกต์ และ ล์เตบีไลเซชัน

ของถังคอนแทกต์ ถังสเตบิไลเซชัน และของระบบรวม ในการทดลองชุดที่ 2 แสดงไว้ในตารางที่ 5.5

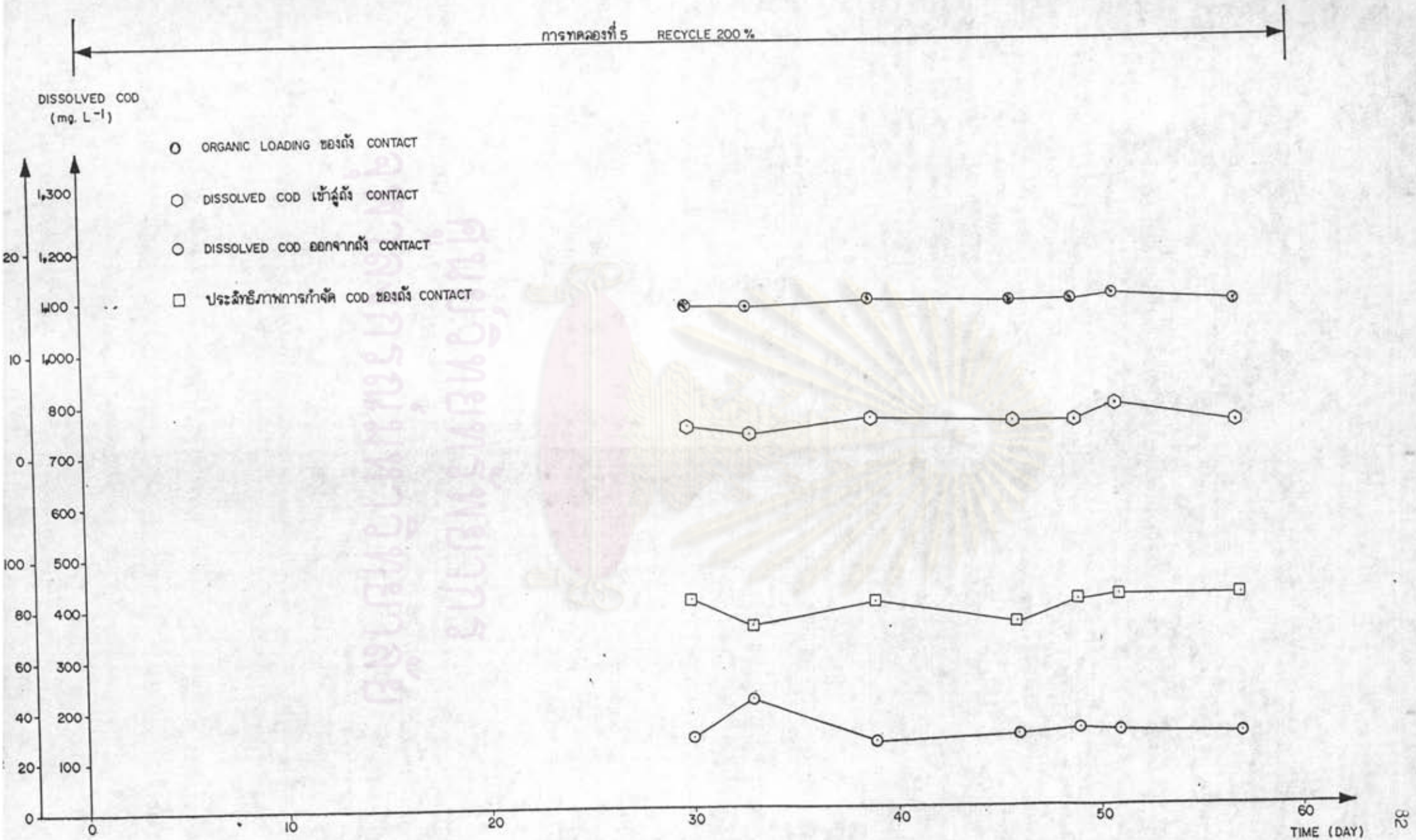
ตารางที่ 5.5 แสดงค่าเฉลี่ยภาระบรรทุกสารอินทรีย์ และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์ ถังสเตบิไลเซชัน และระบบรวมในการทดลองชุดที่สอง

การทดลองที่	ถังคอนแทกต์		ถังสเตบิไลเซชัน		ระบบรวม	
	Organic loading (kg COD /m.d.)	COD removal (%)	Organic loading (kg COD /m.d.)	COD removal (%)	Organic loading (kg COD /m.d.)	COD removal (%)
5	14.93	78.3	0.39	80.7	2.6	93.7

5.3.1.1 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์

รูปที่ 5.11 แสดงค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของถังคอนแทกต์ ค่าซีโอดีที่กรองของน้ำที่เข้าถังคอนแทกต์ ค่าซีโอดีที่กรองของน้ำที่ออกจากถังคอนแทกต์ และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์ ในการทดลองชุดที่สอง

ผลการทดลองพบว่า ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ เฉพาะในถังคอนแทกต์ มีค่าเฉลี่ย 14.3 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถัง มีค่าเฉลี่ย ร้อยละ 78.3 นับว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นกระบวนการชนิดมีตัวกลาง โดยมีค่าเพียง ร้อยละ 53 ทั้ง ๆ ที่มีค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ และระยะเวลาในการบำบัดใกล้เคียงกัน สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ อาจเป็นเพราะว่า จุลชีพที่มีลักษณะตะกอนลอย



รูปที่ 5.11 DISSOLVED COD ที่เข้าและออกจากถัง CONTACT และประสิทธิภาพการกำจัด COD ของถัง CONTACT ในการทดลองชุดที่สอง

สามารถสัมผัสกับสารอินทรีย์ได้ดีกว่าจุลชีพในลักษณะเกาะติดกับตัวกลาง เพราะเกิดการอุดตัน จึงทำให้จุลชีพไม่สามารถสัมผัสกับสารอินทรีย์ ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 5.2.1.2 เมื่อพิจารณาประกอบกับตะกอนแขวนลอยที่เข้าถังคอนแทกต์ จะเห็นว่ามีปริมาณมากกว่าการทดลองที่ 1 ทำให้ถังคอนแทกต์มีจุลชีพที่จะทำงานได้มากขึ้น

5.3.1.2 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังสเตบิไลเซชัน

รูปที่ 5.12 แสดงค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของถังสเตบิไลเซชัน ค่าซีโอดีที่กรองของน้ำที่เข้าถังสเตบิไลเซชัน ค่าซีโอดีที่กรองของน้ำที่ออกจากถังสเตบิไลเซชัน และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังสเตบิไลเซชัน ในการทดลองชุดที่สอง

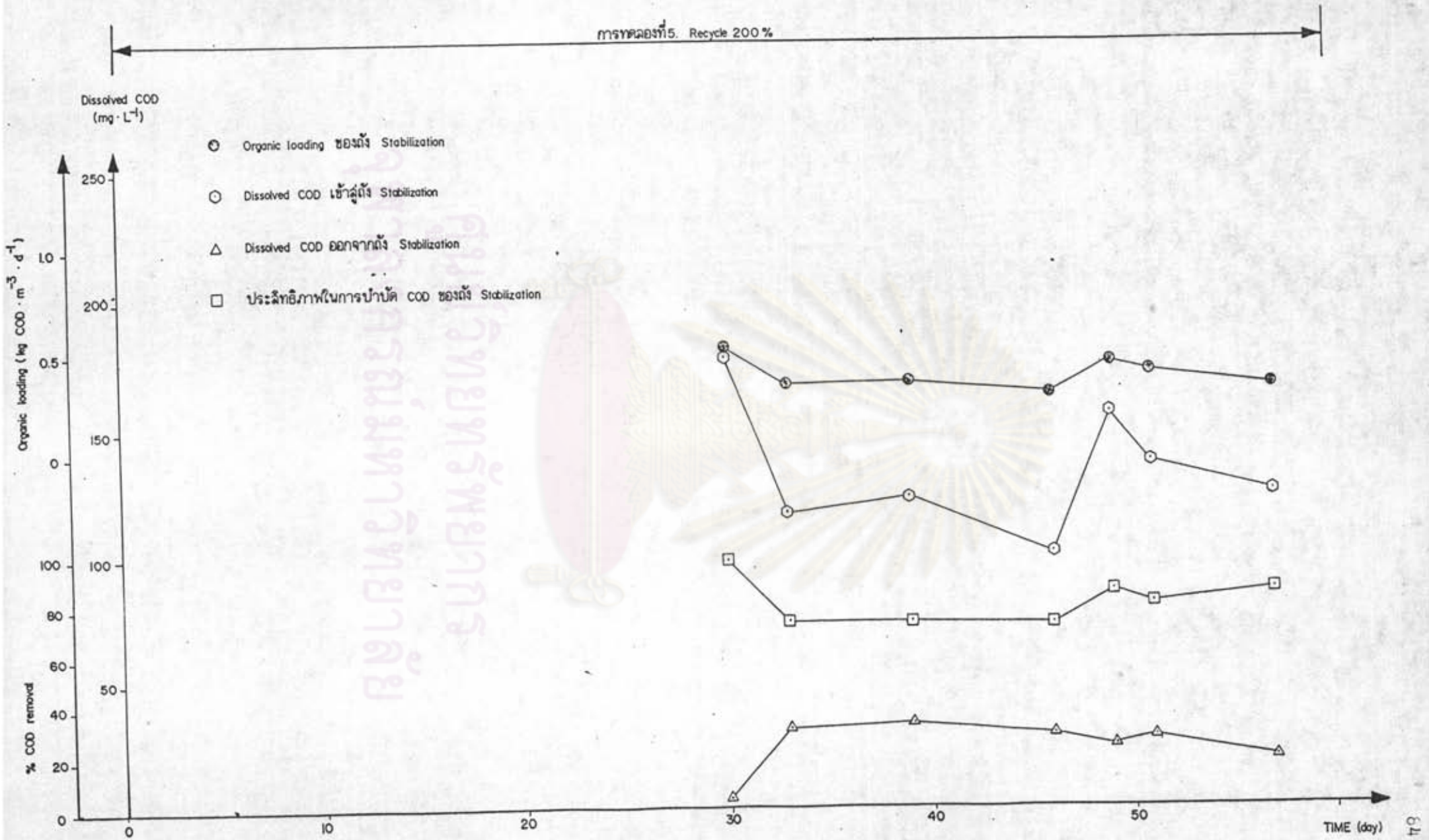
ผลจากการทดลองพบว่า ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เข้าถังสเตบิไลเซชันมีค่าเฉลี่ย 0.39 กก.ซีโอดี/ล.ม.-วัน ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 80.7

เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองที่ 1 จะเห็นว่าการทดลองนี้มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีสูงกว่า ที่เป็นเช่นนี้ อาจมาจากการที่ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของถังมีค่าต่ำกว่าในการทดลองที่ 1 และจากการที่จุลชีพสามารถสัมผัสกับสารอินทรีย์ได้ดีกว่า

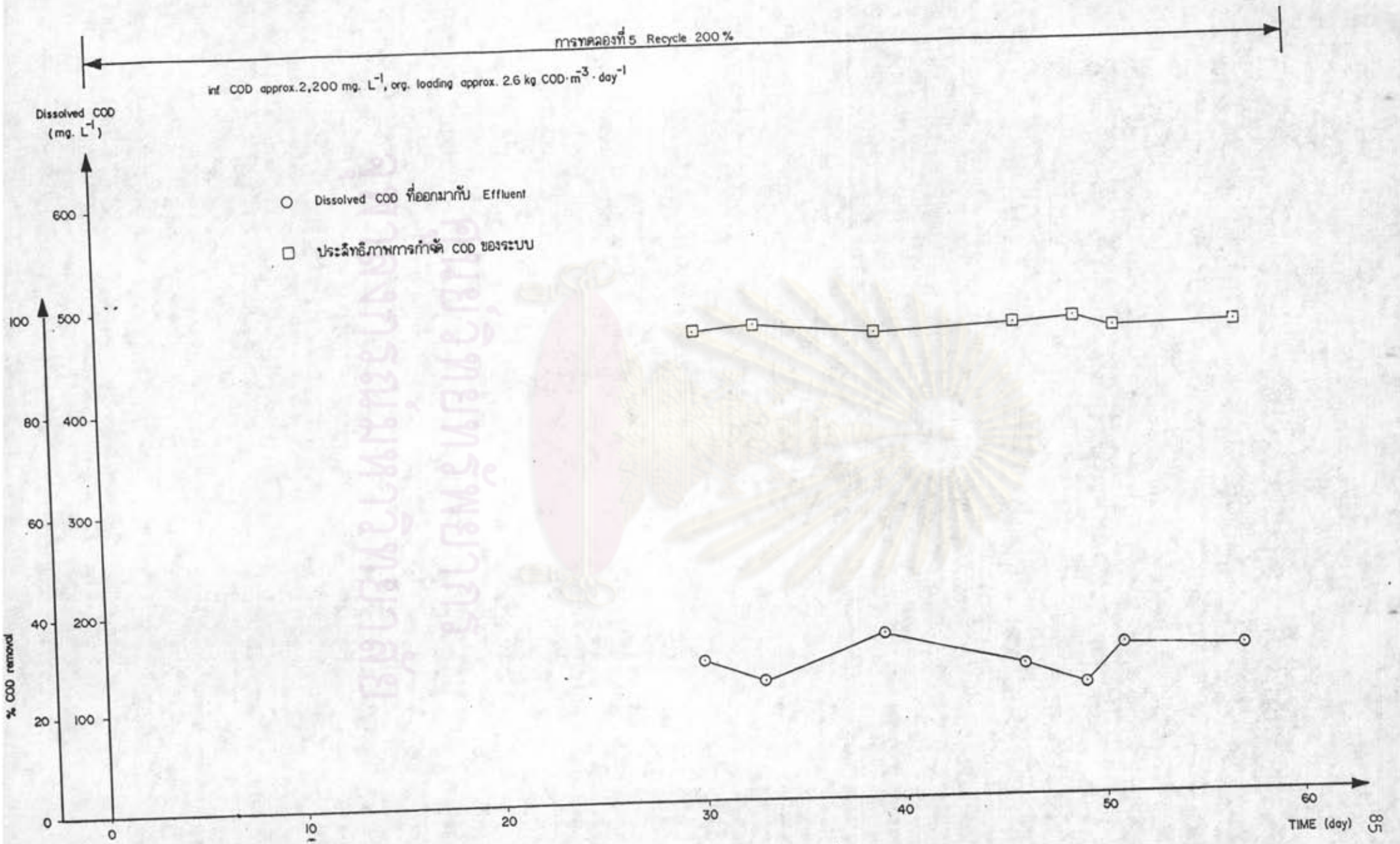
5.3.1.3 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบ

รูปที่ 5.13 แสดงค่าซีโอดีที่กรองของน้ำที่ออกมากับน้ำออกจากถังตกตะกอน และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบของการทดลองในชุดที่สอง

ผลจากการทดลองพบว่า ที่ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 2.6 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 93.7 นับว่ามีประสิทธิภาพที่ดีมาก ไม่แพ้กระบวนการอื่น ๆ เมื่อเทียบกับผลการทดลองที่ 1 ซึ่งมีภาระบรรทุกเท่ากัน จะเห็นว่า กระบวนการชนิดตะกอนลอยมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีสูงกว่า ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี เป็นผลเนื่องมาจากการทำงานร่วมกันของถังคอนแทกต์และถังสเตบิไลเซชัน ดังที่กล่าวแล้วในเบื้องต้น จะเห็นว่าประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของ



รูปที่ 5.12 Dissolved COD ที่เข้า และ ออกจากถัง Stabilization และประสิทธิภาพการกำจัด COD ของถัง Stabilization ในการทดลองชุดที่สอง



รูปที่ 5.13 Dissolved COD ที่ออกมาจาก Effluent และ ประสิทธิภาพการกำจัด COD ของระบบ ในการทดลองชุดที่สอง

ถังคอนแทกต์ และถังสเตบิไลเซชันมีค่าสูงกว่า การทดลองที่ 1 จึงส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของระบบสูงขึ้น

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.2 การผลิตก๊าซชีวภาพ

ค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซมีเทนที่ผลิตได้ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี และเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎีของถังคอนแทกต์ ถังสเตบิไลเซชัน และของระบบ ในการทดลองชุดที่สอง แสดงไว้ในตารางที่ 5.6

5.3.2.1 ก๊าซชีวภาพรวมของระบบ

รูปที่ 5.14 แสดงปริมาณก๊าซชีวภาพรวมของระบบ ปริมาณก๊าซชีวภาพจากถังคอนแทกต์ ปริมาณก๊าซชีวภาพจากถังสเตบิไลเซชัน ปริมาณก๊าซมีเทนรวมของระบบ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี และ เปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเมื่อเทียบกับทฤษฎีของการทดลองชุดที่สอง

ผลจากการทดลองพบว่า ก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นในการทดลองนี้มีค่าเฉลี่ย 40.9 ลิตร/วัน เปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทน เมื่อเทียบกับทฤษฎี มีค่าเฉลี่ย 66.0 ซึ่งเมื่อเทียบกับการทดลองที่ 1 จะเห็นว่าปริมาณก๊าซชีวภาพมีค่าใกล้เคียงกัน และ ของการทดลองชุดนี้มีค่าน้อยกว่าเล็กน้อย แต่เปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎีมีค่าต่ำกว่า แสดงว่าจุลชีพใช้สารอินทรีย์ ส่วนหนึ่งไปในการดำรงชีพมากกว่าในการทดลองที่ 1

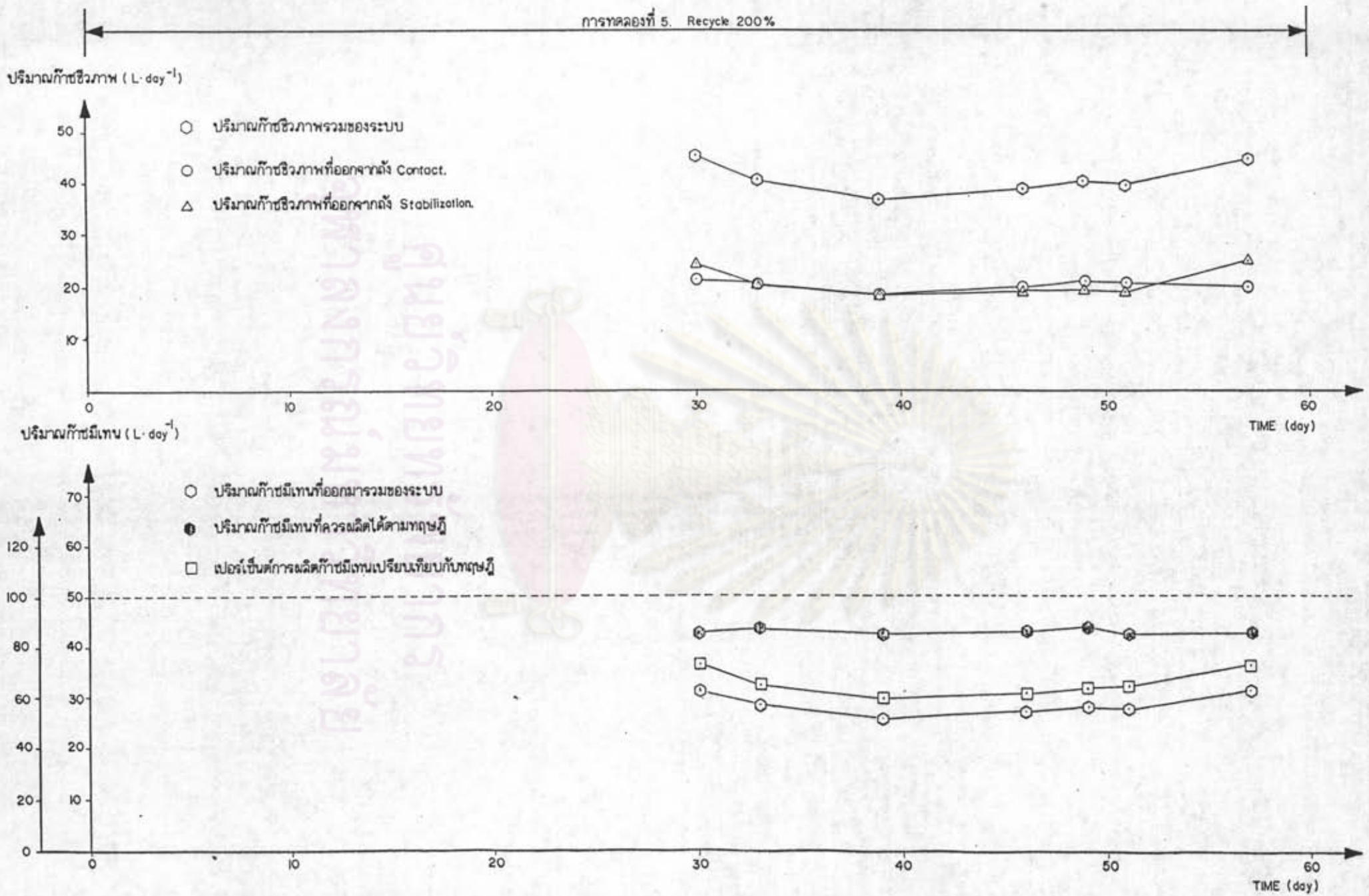
5.3.2.2 ก๊าซชีวภาพจากถังคอนแทกต์

รูปที่ 5.15 แสดงปริมาณก๊าซมีเทนจากถังคอนแทกต์ เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพจากถังคอนแทกต์ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี และเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎีในการทดลองชุดที่สอง

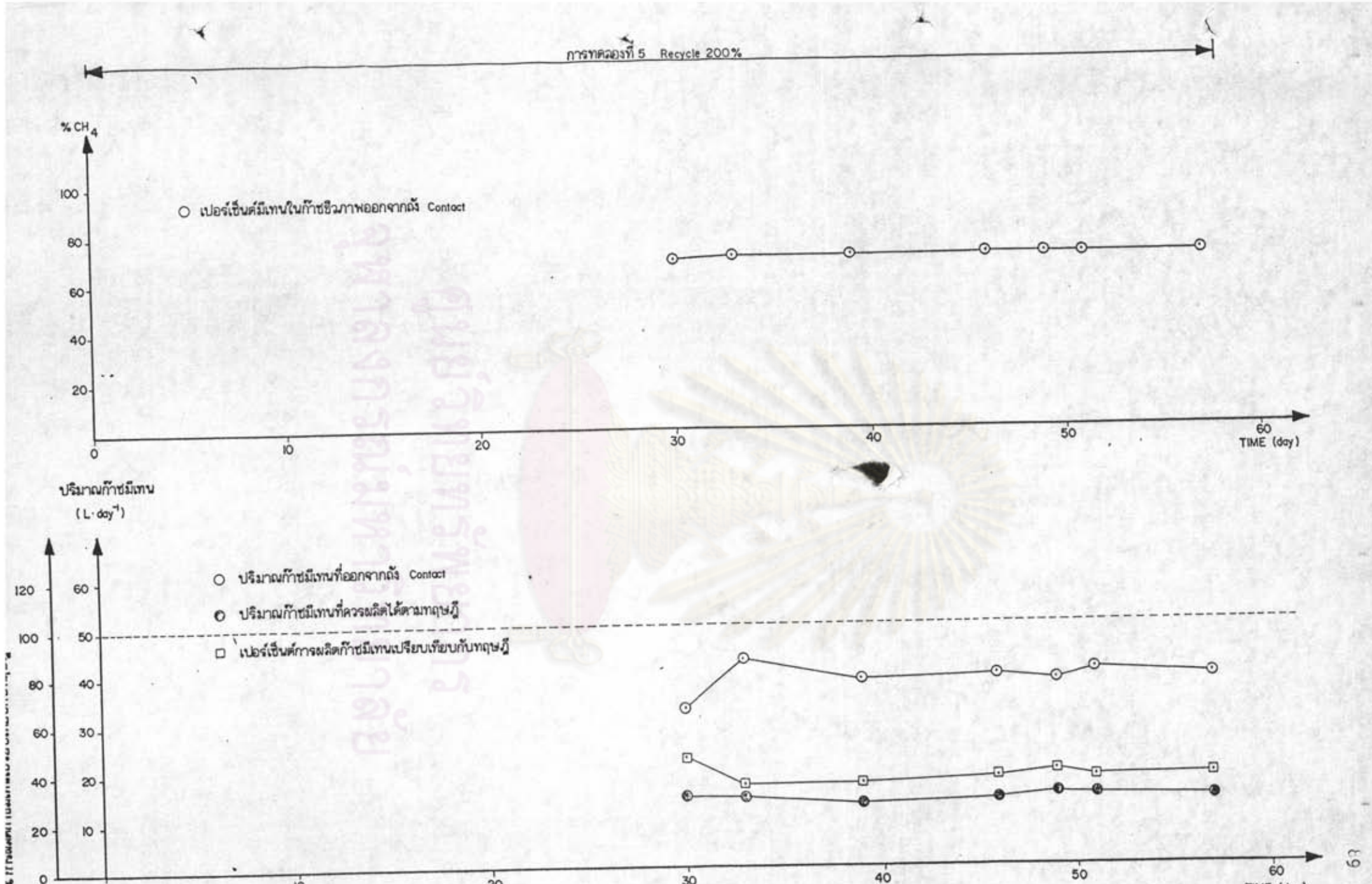
ผลจากการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนในการชีวภาพมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 70.1 ปริมาณก๊าซมีเทนที่ผลิตได้ มีค่าเฉลี่ย 14.2 ลิตร/วัน และเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎี มีค่าเฉลี่ย ร้อยละ 38.5

ตารางที่ 5.6 ค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซมีเทนที่ผลิตได้ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตตามทฤษฎีและเปอร์เซนต์การผลิตก๊าซเปรียบเทียบกับทฤษฎี ของถังคอนแทกต์ ถังสเตบิไลเซชัน และของระบบรวม

การทดลองที่	ถังคอนเทกต์			ถังสเตบิไลเซชัน			ของระบบรวม		
	ก๊าซมีเทนที่ผลิตจริง (l/d)	ก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี (l/d)	% การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบ (%)	ก๊าซมีเทนที่ผลิตจริง (l/d)	ก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี (l/d)	% การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบ (%)	ก๊าซมีเทนที่ผลิตจริง (l/d)	ก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี (l/d)	% การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบ (%)
5	14.2	38.2	37.1	14.6	4.6	334.6	28.7	43.4	66.0



รูปที่ 5.14 ปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพออกจากถัง Contact และ Stabilization และ ของระบบรวม
ปริมาณก๊าซมีเทนที่ออกมารวมของระบบ และ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี และ เปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎี ในการทดลองชุดที่สอง



รูปที่ 5.5 เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ และ ปริมาณก๊าซที่ออกจากถัง Contact และปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี และ เปอร์เซ็นการผลิตก๊าซเปรียบเทียบกับทฤษฎี ในการทดลองชุดที่สอง

เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองที่ 1 ในชุดแรกจะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์มีเทนในก๊าซชีวภาพมีค่าน้อยกว่า คาดว่าเป็นเพราะจุลชีพที่ทำงานในระบบแต่ละชนิดมีความแตกต่างไปจากการทดลองที่ 1 และเมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎี จะเห็นว่ามีค่าต่ำกว่า ร้อยละ 40 ซึ่งค่าที่ต่ำนี้แสดงให้เห็นถึงการเกิด adsorption ของสารอินทรีย์ โดยจุลชีพในถังคอนแทกต์ตามสมมุติฐานของกระบวนการ โดยสามารถยืนยันได้จากผลการทดลองการเกิดก๊าซชีวภาพของถังสเตบิไลเซชัน

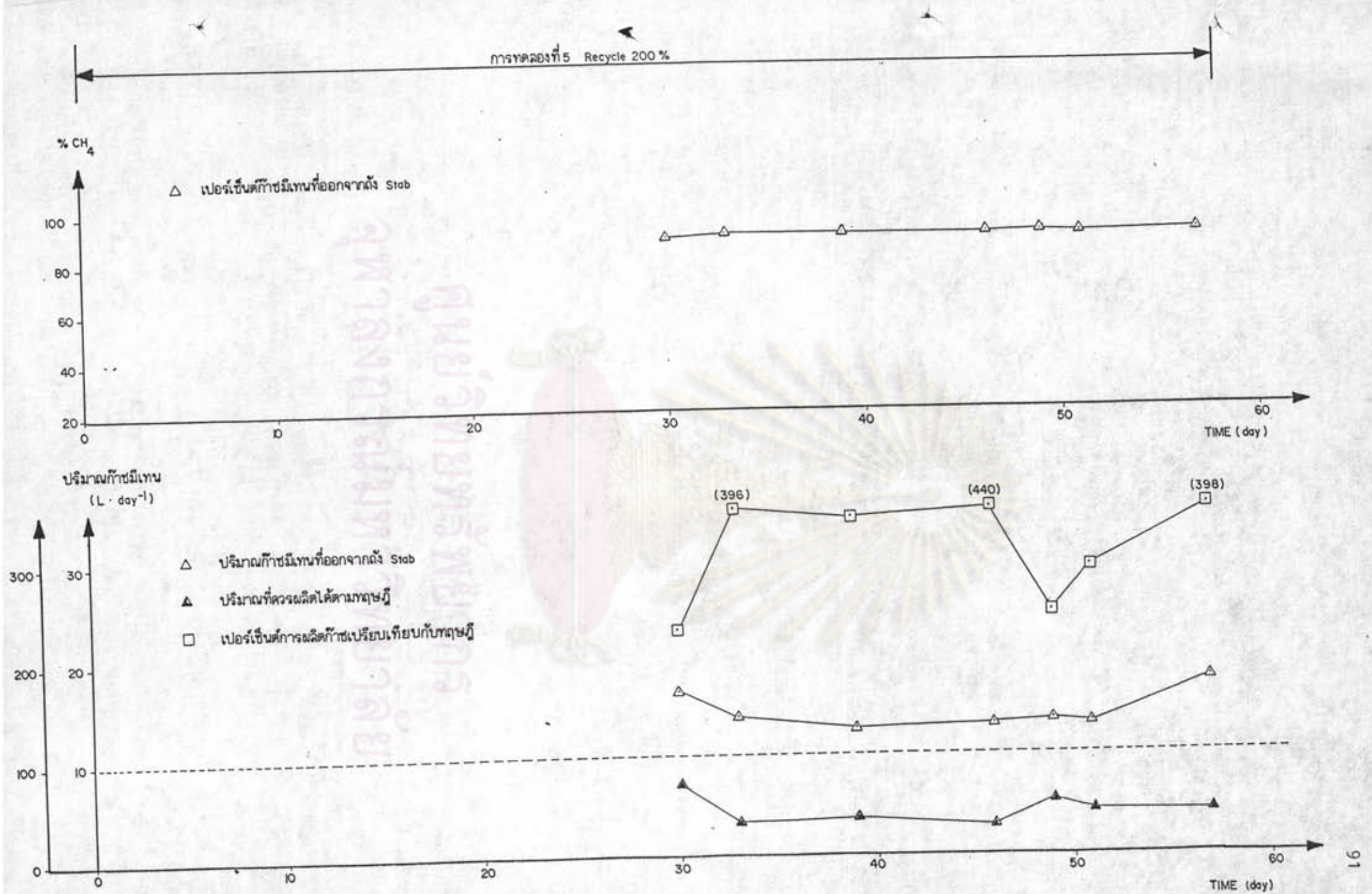
ค่าเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎีของการทดลองชุดนี้ มีค่าที่ต่ำกว่าผลการทดลองในชุดที่ 1 แสดงให้เห็นว่า กระบวนการชนิดตะกอนลอยมีการเกิด adsorption ได้ดีกว่ากระบวนการชนิดมีตัวกลาง เนื่องจากตะกอนจุลชีพสามารถสัมผัสกับสารอินทรีย์ได้ดีกว่า และสามารถหมุนเวียนระหว่างถังคอนแทกต์และถังสเตบิไลเซชันได้อย่างทั่วถึง ซึ่งแตกต่างจากกระบวนการชนิดมีตัวกลางที่มีตะกอนจุลชีพส่วนใหญ่เกาะติดกับตัวกลางภายในถังปฏิกริยา

5.3.2.3 ก๊าซชีวภาพจากถังสเตบิไลเซชัน

รูปที่ 5.16 แสดงเปอร์เซ็นต์ในก๊าซชีวภาพจากถังสเตบิไลเซชัน ปริมาณก๊าซมีเทนจากถังสเตบิไลเซชัน ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี และเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎี

ผลการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 70.4 และปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นมีค่าเฉลี่ย 14.6 ลิตร/วัน และเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับการทดลอง มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 334.6

เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองที่ 1 จะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพมีค่าต่ำกว่า ด้วยเหตุผลเดียวกับถังคอนแทกต์ สำหรับเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎีในการทดลองนี้มีค่าสูงมากถึง ร้อยละ 334.6 ซึ่งเป็นการยืนยันถึงการเกิดการ adsorption ของสารอินทรีย์ โดยจุลชีพในถังคอนแทกต์ และนำมา stabilization ต่อในถังสเตบิไลเซชัน ถึงแม้ว่าก๊าซมีเทนส่วนหนึ่งอาจมาจากการย่อยสลายตะกอนแขวนลอย ภายในถังสเตบิไลเซชัน ซึ่งเห็นได้จากปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เข้าและออก



รูปที่ 5.16 เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ และ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ออกจากถังสเตบิไลเซชันและปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้และเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎี ในการทดลองชุด 2.

จากถังมีค่าลดลงก็ตาม แต่เปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเทียบกับทฤษฎี ของถังสเตบิไลเซชันมีค่าสูงมาก ประกอบกับเปอร์เซ็นต์การผลิตก๊าซมีเทนเทียบกับทฤษฎีของถังคอนแทกต์ก็มีค่าต่ำมาก และเมื่อพิจารณารวมทั้งระบบ ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นก็มีค่าต่ำกว่าทฤษฎี แสดงให้เห็นว่าการทำงานของกระบวนการเป็นไปตามสมมุติฐานของกระบวนการจริง

5.3.3 ตะกอนจุลชีพภายในระบบ

เนื่องจากตะกอนจุลชีพภายในระบบของกระบวนการชนิดไม่มีตัวกลาง มีลักษณะที่แตกต่างไปจากกระบวนการชนิดมีตัวกลาง เพราะว่า จุลชีพของกระบวนการที่ไม่มีตัวกลางจะเป็นจุลชีพชนิดตะกอนลอย แต่จุลชีพของกระบวนการที่มีตัวกลางส่วนใหญ่จะเป็นจุลชีพที่จับเกาะติดกับตัวกลาง และ จุลชีพที่เป็นตะกอนลอยผสมกัน ดังนั้นในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงจุลชีพภายในถังคอนแทกต์ และถังสเตบิไลเซชันไปพร้อมกัน

ค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เข้าและออกจากถังคอนแทกต์ ถังสเตบิไลเซชัน และปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ออกจากระบบในการทดลองชุดที่สอง แสดงไว้ในตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 ค่าเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยที่เข้าและออกจากถังคอนแทกต์ ถังสเตบิไลเซชัน และที่ออกกับน้ำออกจากระบบในการทดลองชุดที่สอง

การทดลองที่	ถังคอนแทกต์		ถังสเตบิไลเซชัน		SS ที่ออกกับน้ำออกจากระบบ (mg/l)
	SS เข้าถัง (mg/l)	SS ออก (mg/l)	SS เข้าถัง (mg/l)	SS ออก (mg/l)	
5	13,073	16,232	29,008	19,610	47.5

รูปที่ 5.17 แสดงปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่เข้าและออกจากถังคอนแทกต์ ในการทดลองชุดที่ 2

รูปที่ 5.18 แสดงปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่เข้าและออกจากถังสเตบิไลเซชัน ในการทดลอง ชุดที่ 2

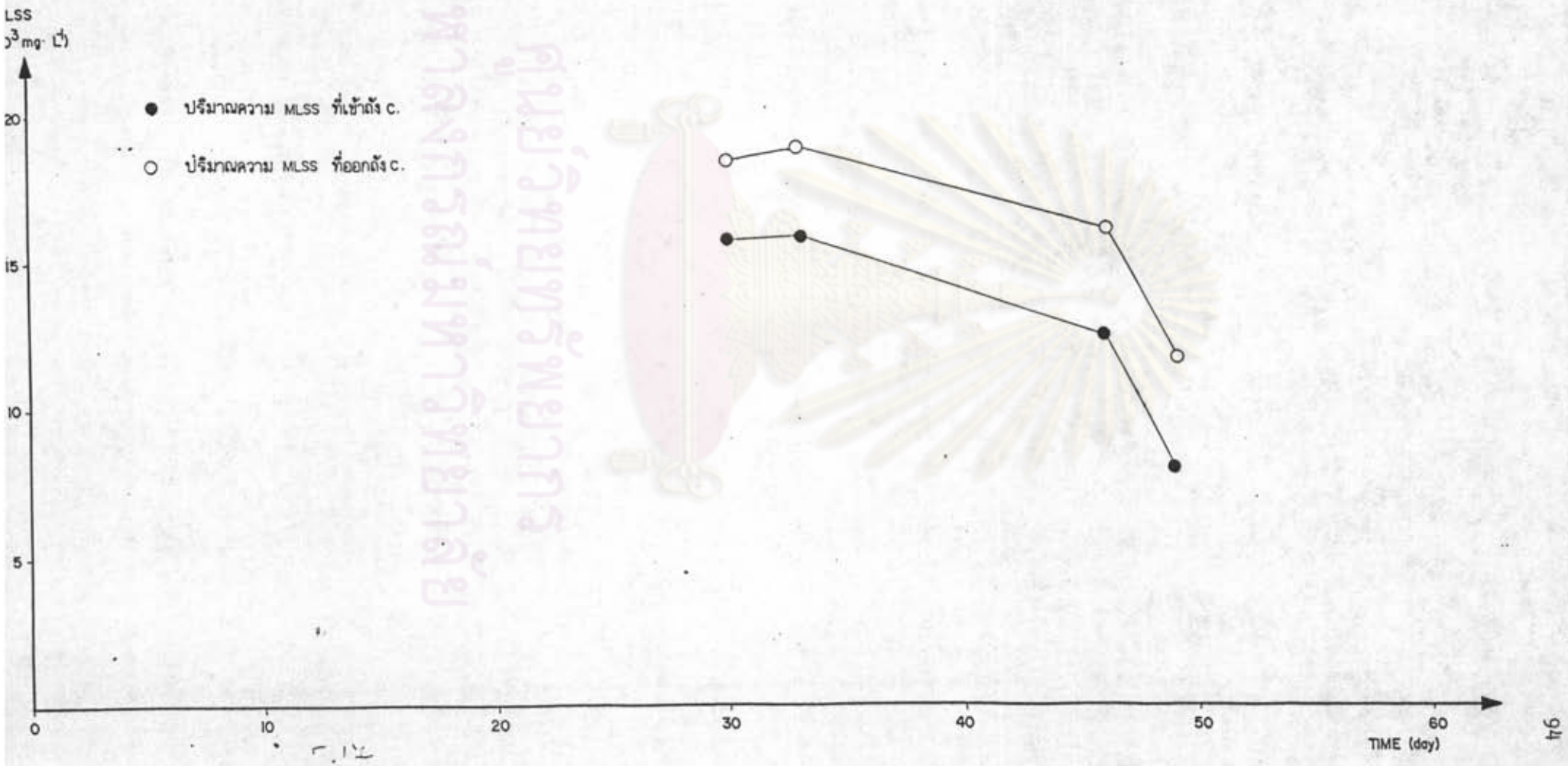
รูปที่ 5.19 แสดงปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่ออกมากับน้ำออกจากระบบ

ผลจากการทดลองพบว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เข้าถังคอนแทกต์มีค่าเฉลี่ย 13,073 มก./ล. ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ออกจากถังคอนแทกต์มีค่าเฉลี่ย 16,232 มก./ล. ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เข้าถังสเตบิไลเซชันมีค่าเฉลี่ย 29,008 มก./ล. ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ออกจากถังสเตบิไลเซชันมีค่าเฉลี่ย 19,610 มก./ล. และปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ออกมากับน้ำทิ้งของระบบ มีค่าเฉลี่ย 47.5 มก./ล.

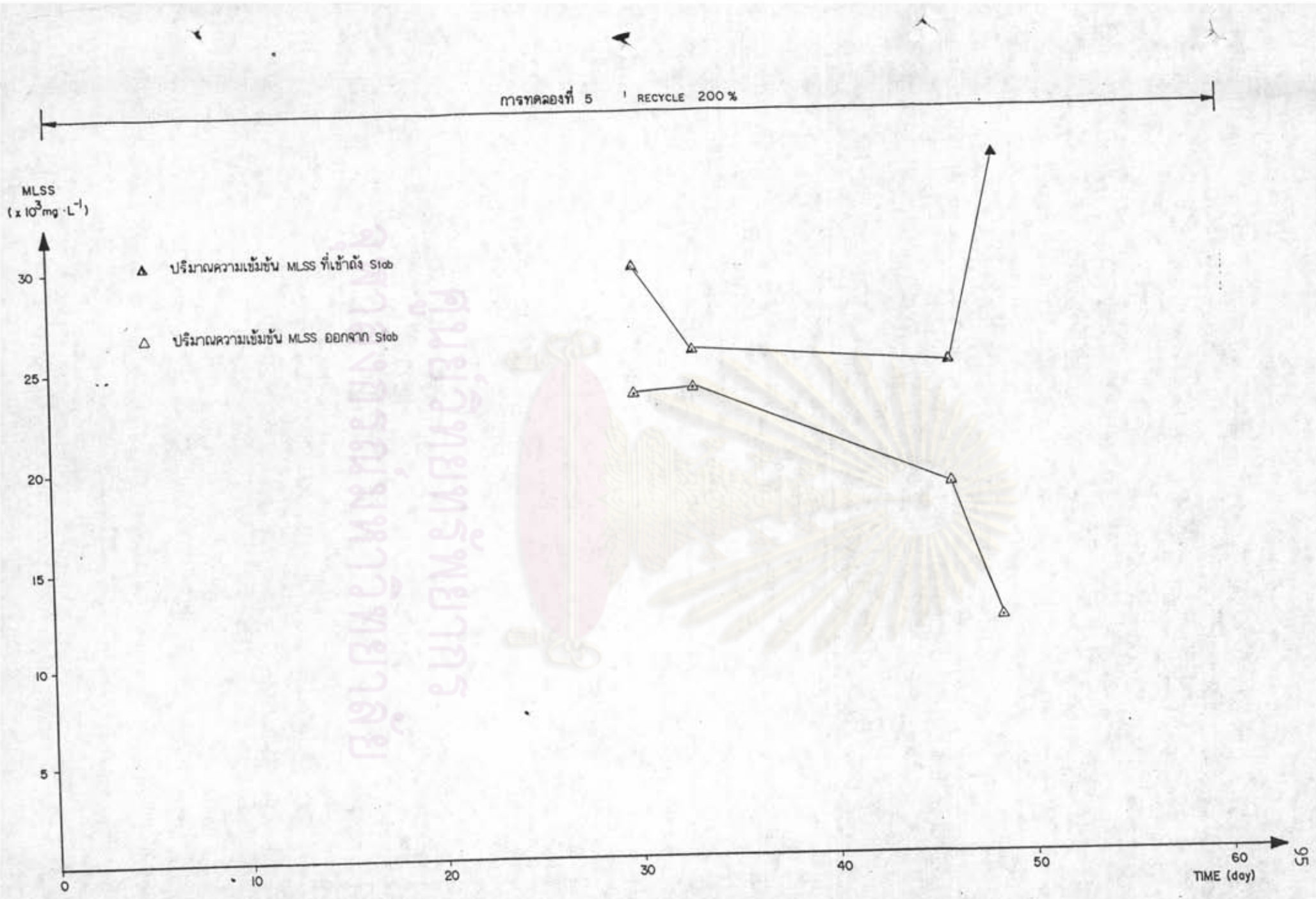
จากการที่กระบวนการมีการสูบตะกอนกลับ จึงทำให้ตะกอนแขวนลอย หรือตะกอนจุลชีพมีการหมุนเวียนกันระหว่างถังคอนแทกต์ และ ถังสเตบิไลเซชันตลอดเวลา โดยมีระยะเวลาการเก็บกักน้ำของถังคอนแทกต์ 1.27 ชั่วโมง และระยะเวลาการเก็บกักน้ำของถังสเตบิไลเซชัน 8.26 ชั่วโมง แสดงว่าตะกอนจุลชีพของถังปฏิกริยาทั้งสองเป็นจุลชีพกลุ่มเดียวกัน ถ้าพิจารณาจากปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เข้าและออกจากถังคอนแทกต์ จะเห็นว่ามีค่าเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ามีการเจริญเติบโตของจุลชีพขึ้นภายในถังคอนแทกต์ จากค่าปริมาณตะกอนจุลชีพที่ออกจากถังคอนแทกต์มีค่าสูงถึง 19,144 มก./ล. แสดงว่า ถังคอนแทกต์มีจุลชีพในปริมาณที่สูงมาก ทำให้สามารถใช้สารอินทรีย์ได้เต็มที่ จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของถังคอนแทกต์มีค่าสูงกว่าการทดลองที่ 1

เมื่อพิจารณาปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เข้าและออกจากถังสเตบิไลเซชัน จะเห็นว่ามีค่าลดลง แสดงให้เห็นว่า เกิดการย่อยสลายตะกอนจุลชีพภายในถังสเตบิไลเซชัน และจากค่าปริมาณตะกอนจุลชีพที่ออกจากถังสเตบิไลเซชันมีค่าสูงถึง 16,232 มก./ล. แสดงให้เห็นว่าถังสเตบิไลเซชันสามารถส่งตะกอนจุลชีพให้แก่ถังคอนแทกต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

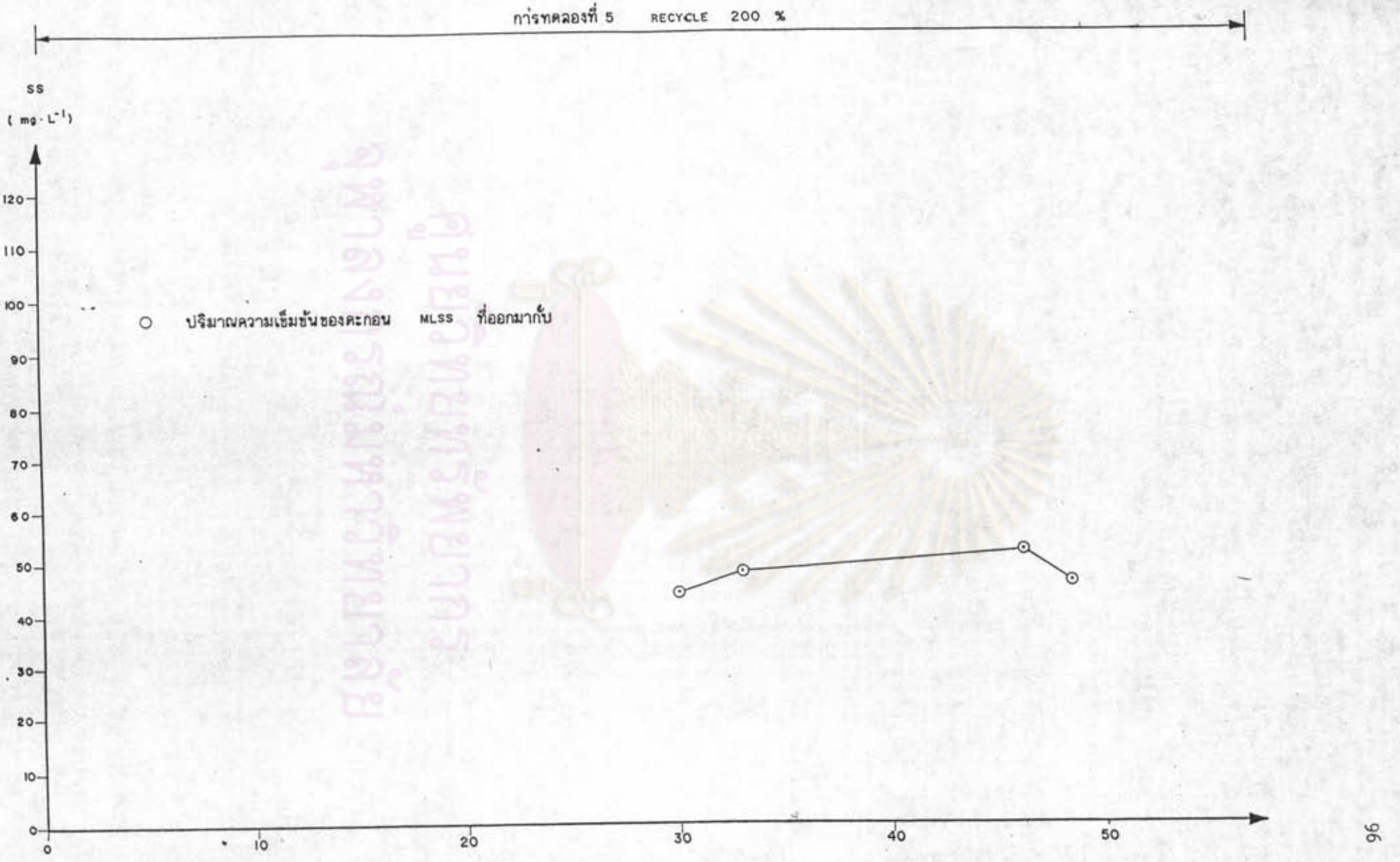
การทดลองที่ 5. Recycle 200 %



รูปที่5-17 ปริมาณ MLSS ที่เข้าและออกจากถัง Contact ในการทดลองชุดที่สอง



ภาพที่ 5.18 ปริมาณ MLSS เข้า + ออกถัง Stab. ในการทดลองชุดที่สอง



รูปที่ 5.19 ปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่ออกมากับน้ำออกจากระบบ

จากค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ออกจากระบบมีค่าที่ค่อนข้างต่ำ แสดงให้เห็นว่าตะกอนจุลชีพมีสภาพที่ตกตะกอนได้ดี และถังตกตะกอนสามารถทำการแยกตะกอนออกจากส่วนน้ำใสได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถรักษาตะกอนจุลชีพส่วนใหญ่ไว้ในระบบได้ดี

5.3.4 กรดโวลาไทล์

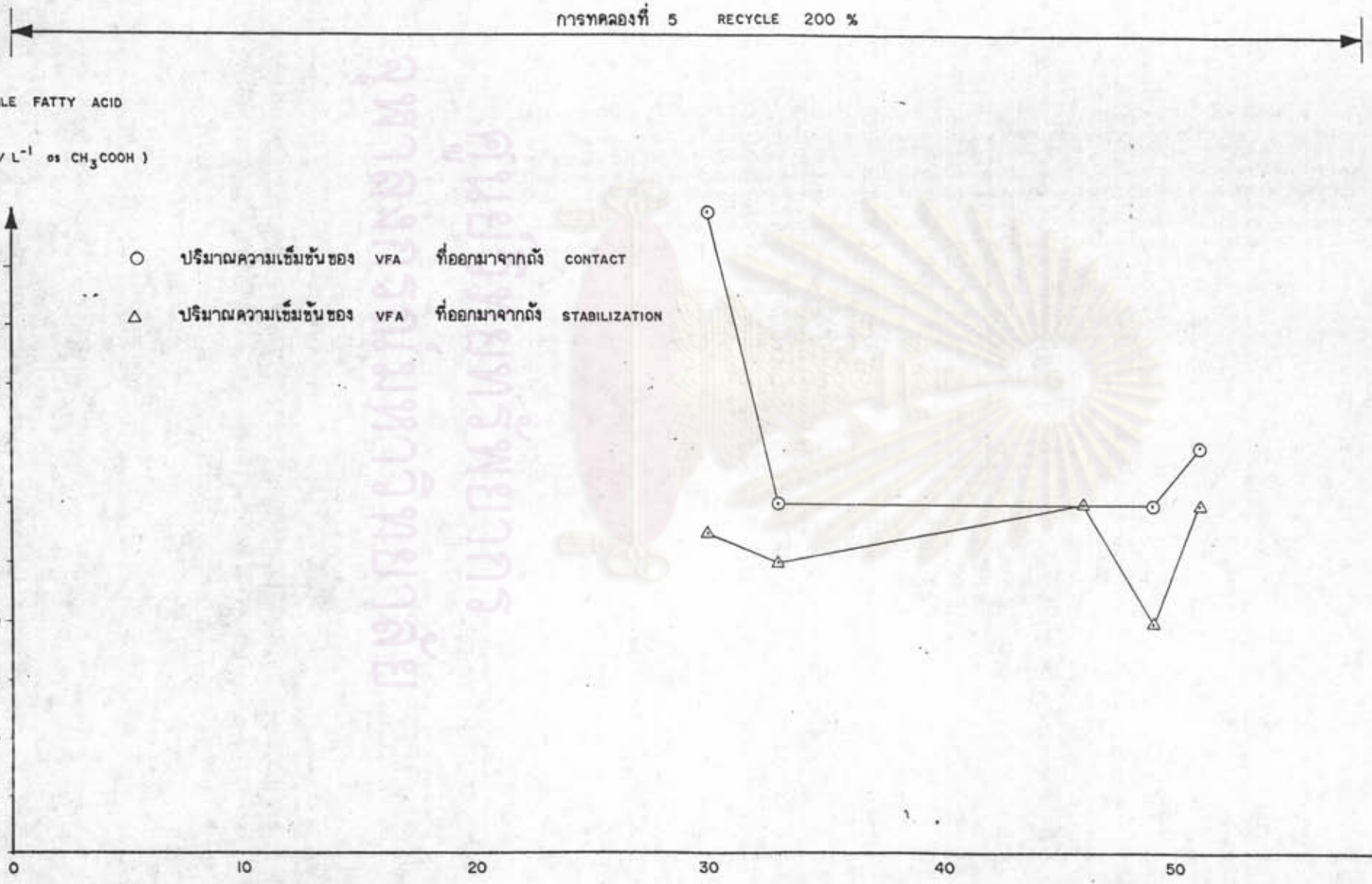
ค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดโวลาไทล์ที่ออกจากถังคอนแทกต์และถังสเตบิไลเซชัน ในการทดลองที่สอง แสดงไว้ในตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 แสดงค่าเฉลี่ย กรดโวลาไทล์ที่ออกจากถังคอนแทกต์ และถังสเตบิไลเซชัน ในการทดลองชุดที่สอง

การทดลองที่	VFA ที่ออกจาก ถังคอนแทกต์ (mg. CH COOH/1)	VFA ที่ออกจาก ถังสเตบิไลเซชัน (mg. CH COOH/1)
5	72	53

รูปที่ 5.20 แสดงปริมาณความเข้มข้นของกรดโวลาไทล์ ที่ออกมาจากถังคอนแทกต์ และถังสเตบิไลเซชัน

ผลจากการทดลองพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของกรดโวลาไทล์ ที่ออกจากถังคอนแทกต์มีค่าเฉลี่ย 72 มก. as acetic acid/ล. และปริมาณความเข้มข้นของกรดโวลาไทล์ที่ออกจากถังสเตบิไลเซชัน มีค่าเฉลี่ย 53 มก. as acetic acid/ล. ซึ่งมีค่าที่ต่ำมากทั้งถังคอนแทกต์ และถังสเตบิไลเซชัน แสดงให้เห็นว่าถังปฏิกริยาทั้งสองมีเสถียรภาพที่ดีมาก อัตราการใช้กรดโวลาไทล์สมดุลย์กับอัตราการสร้างกรดโวลาไทล์ จึงทำให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 5.20 ปริมาณความเข้มข้นของ VOLATILE FATTY ACID ในรูปของ CH_3COOH ที่ออกมาจากถัง CONTACT และ STABILIZATION ในการทดลองชุดที่ 2

5.4 สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลอง กระบวนการทั้งสองชนิดทำให้ทราบถึงการทำงานร่วมกันของถังคอนแทกต์และถังสเตบิไลเซชัน ในการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีน้ำตาลเป็นสารอินทรีย์ละลายอยู่ในน้ำ ในการทดลองชุดที่สองได้ดัดแปลงกระบวนการเป็นชนิดตะกอนลอย เพื่อแก้ปัญหาการอุดตันของตัวกลางทำให้กระบวนการมีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีขึ้น สามารถกำจัดสารอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งสูงถึง ร้อยละ 93.7 ที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของระบบรวม 2.6 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน จึงเป็นกระบวนการที่น่าสนใจมาก ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีเพียงแค่ 1 การทดลอง จึงสมควรที่จะมีการศึกษากระบวนการชนิดตะกอนลอยนี้เพิ่มเติมอีก

ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั้งหมดในการทดลองทั้ง 2 ชุด ได้สรุปไว้ในตารางที่ 5.9 - 5.14 โดย

ตารางที่ 5.9 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลของถังคอนแทกต์ในการทดลองชุดที่ 1

ตารางที่ 5.10 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลของถังสเตบิไลเซชั่น ในการทดลองชุดที่ 1

ตารางที่ 5.11 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลของระบบในการทดลองชุดที่ 1

ตารางที่ 5.12 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลของถังคอนแทกต์ในการทดลองชุดที่ 2

ตารางที่ 5.13 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลของถังสเตบิไลเซชัน ในการทดลองชุดที่ 2

ตารางที่ 5.14 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลของระบบในการทดลองชุดที่ 2

ตารางที่ 5.9 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลของถังคอนแทกต์

ข้อมูล	หน่วย	การทดลองที่ 1			การทดลองที่ 2			การทดลองที่ 3			การทดลองที่ 4		
		n	x		n	x		n	x		n	x	
Filter COD ที่เข้าสู่ถัง	มก./ล.	8	788	9.7	7	1,638	53.8	17	3,665	280	3	4,910	479
Filter COD ที่ออกจากถัง	มก./ล.	8	371.5	61.9	7	1,064	166	17	2,719	461	3	4,397	311
SS ที่เข้าสู่ถัง	มก./ล.	6	52	19	3	133	35	12	545	96	3	941	209
SS ที่ออกจากถัง	มก./ล.	6	97	38	3	488	147	12	1,088	239	3	1,250	173
VFA ที่ออกจากถัง	มก./as acetic acid/ล.	10	339	29	5	424	65	10	853	202	2	2,565	286
ปริมาณก๊าซชีวภาพ	ล./วัน	8	24	3	3	38.1	1.9	7	81.4	6.8	4	37.4	4.4
CH ในก๊าซชีวภาพ	%	8	75.4	4.5	3	58.7	4.9	7	45.1	3.0	4	52.0	5.2
ปริมาณก๊าซมีเทน	ล./วัน	8	18.1	3.0	3	22.3	1.6	7	36.7	4.1	4	19.5	3.2
ปริมาณก๊าซมีเทนตามทฤษฎี	ล./วัน	8	26.3	3.7	3	40.6	3.5	7	54.9	3.9	2	57.9	26.3
การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎี	%	8	70.0	14.6	3	55.2	7.2	7	66.9	6.0	2	35.7	19.4
ภาระบรรทุสารอินทรีย์	กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	8	14.93	0.18	7	31.04	1.02	17	69.43	5.31	3	155	15
COD removal	%	8	52.9	7.7	7	34.1	6.8	17	27.3	9.6	3	10.3	2.8

ตารางที่ 5.11 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลของถังสเตบิไลเซชัน

ข้อมูล	หน่วย	การทดลองที่ 1			การทดลองที่ 2			การทดลองที่ 3			การทดลองที่ 4		
		n	x		n	x		n	x		n	x	
Filter COD ที่เข้าสู่ถัง	มก./ล.	8	346	53	7	947	137	11	2,675	412	4	4,143	258
Fliter COD ที่ออกจากถัง	มก./ล.	8	82	15	7	257	81	11	1,066	205	4	3,477	278
SS ที่เข้าสู่ถัง	มก./ล.	5	132	53	3	438	13	8	1,390	193	3	1,913	469
SS ที่ออกจากถัง	มก./ล.	6	91	52	3	200	52	10	836	130	3	1,177	261
VFA ที่ออกจากถัง	มก.as acetic acid/ล.	10	148	24	5	152	24	10	486	146	2	2,093	382
ปริมาณก๊าซชีวภาพ	ล./วัน	8	20.4	2.4	4	60.8	9.4	8	132.9	28.0	4	101.2	7.5
CH ในก๊าซชีวภาพ	%	8	82.0	2.5	4	75.0	2.4	8	57.6	2.8	4	54.3	2.5
ปริมาณก๊าซมีเทน	ล./วัน	8	16.6	2.1	4	45.7	7.8	8	76.0	13.8	4	57.7	9.2
ปริมาณก๊าซมีเทนตามทฤษฎี	ล./วัน	8	13.6	1.8	4	30.6	7.0	8	68.9	12.4	4	42.3	12.6
การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎี	%	8	125.0	9.3	4	156.8	51.5	8	110.5	9.6	4	141.1	25.2
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์	กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	8	1.0	0.2	7	2.75	0.40	11	7.77	1.20	4	24.07	1.50
COD removal	%	8	75.6	6.1	7	72.6	8.6	11	60.0	6.2	4	16.03	5.4

ตารางที่ 5.10 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลของระบบรวม

ข้อมูล	หน่วย	การทดลองที่ 1			การทดลองที่ 2			การทดลองที่ 3			การทดลองที่ 4		
		n	x		n	x		n	x		n	x	
Filter COD ที่ออกมากับ Effluent	มก./ล.	8	370	57.7	6	956	68	12	2512	328	4	4,176	699
SS ที่ออกมากับ Effuent	มก./ล.	8	87.5	20.3	3	355	57.7	10	827.5	163.3	4	1,108	238
ปริมาณก๊าซชีวภาพรวม	ล./วัน	8	41.7	2.7	3	102.6	2.0	10	212.3	25.3	3	133.1	3.8
ปริมาณก๊าซมีเทนรวม	ล./วัน	8	32.9	2.6	3	69.7	4.5	10	111.6	12.1	3	71.3	4.4
ปริมาณก๊าซที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี	ล./วัน	8	37.9	1.9	3	76.3	6.0	10	130.5	6.8	3	94.7	17.0
การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎี	%	8	86.9	7.3	3	91.4	1.3	10	85.8	11.5	3	76.8	13.8
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์	กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	-	2.6	-	-	5.2	-	-	10.4	-	-	10.4	-
COD removal	%	8	83.2	2.6	6	78.3	1.6	12	71.5	3.6	4	54.0	9.3

ตารางที่ 5.12 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลของถังคอนแทกต์ในการทดลองชุดที่สอง

ข้อมูล	หน่วย	การทดลองที่ 5		
		n	x	
Filter COD ที่เข้าสู่ถัง	มก./ล	7	753	16
Filter COD ที่ออกจากถัง	มก./ล	7	148	29
SS ที่เข้าสู่ถัง	มก./ล	4	13,073	3,692
SS ที่ออกจากถัง	มก./ล	4	16,232	3,288
VFA ที่ออกจากถัง	มก. as Acetic acid/ล	5	72	22
		-	-	-
ปริมาณก๊าซชีวภาพ	ล./วัน	7	20.2	1.0
CH ในก๊าซชีวภาพ	%	7	70.1	0.7
ปริมาณก๊าซมีเทน	ล./วัน	7	14.1	0.9
ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี	ล./วัน	7	38.5	3.0
การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎี	%	7	37.1	3.9
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์	กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	7	14.3	0.3
COD removal	%	7	78.3	4.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.13 ค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลของถังสเตบิไลเซชั่น ในการทดลอง ชุดที่สอง

ข้อมูล	หน่วย	การทดลองที่ 5		
		n	x	
Filter COD ที่เข้าสู่ถัง	มก./ล	7	133	26
Filter COD ที่ออกจากถัง	มก./ล	7	24	10
SS ที่เข้าสู่ถัง	มก./ล	4	29,008	7,741
SS ที่ออกจากถัง	มก./ล	4	19,610	5,539
VFA ที่ออกจากถัง	มก. as Acetic acid	5	53.0	4.5
ปริมาณก๊าซชีวภาพ	ล./วัน	7	20.7	2.7
CH ในก๊าซชีวภาพ	%	7	70.4	0.7
ปริมาณก๊าซมีเทน	ล./วัน	7	14.6	1.82
ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี	ล./วัน	7	4.6	1.5
ก๊าซผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบกับทฤษฎี	%	7	334.6	81.7
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์	กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	7	0.39	0.08
COD removal	%	7	80.7	9.5

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.14 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลของระบบรวม ในการทดลองชุดที่สอง

ข้อมูล	หน่วย	การทดลองที่ 5		
		n	x	
Filter COD ที่ออกมากับ Effluent	มก./ล	7	137	18
SS ที่ออกมากับ Effluent	มก./ล	7	47.5	3.4
ปริมาณก๊าซชีวภาพรวม	ล./วัน	7	40.9	3.1
ปริมาณก๊าซมีเทนรวม	ล./วัน	7	28.7	2.1
ปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรผลิตได้ตามทฤษฎี	%	7	43.4	0.45
การผลิตก๊าซมีเทนเปรียบเทียบทฤษฎี	%	7	66.0	5.1
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์	กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	-	2.6	-
COD removal	%	7	93.7	0.89

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย