บทที่ 5

ผลการทดลองและวิจารณ์

5.1 บทนำ

การทดลองนี้เริ่มทำการทดลอง เมื่อเดือนตุลาคม 2524 ถึงเดือนมกราคม 2526 รวมระยะเวลาประมาณ 15 เดือน ในครั้งแรกทำการทดลองใช้กรรมวิธีป้อนน้ำเสียสลับกันลงในถังเติมอากาศ 2 ถัง อันเป็นแนวความความคิดว่าอาจจะสามารถแก้ปัญหาตะกอนจมไม่ลง เริ่มการทดลองใช้กรรมวิธีป้อนน้ำเสียอย่างทั่วถึง (completely mixed) ทำการทดลองจนเกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง (filamentous bulking) หลังจากนั้นใช้กรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 2 ถัง เพื่อดูว่าระบบดังกล่าวสามารถแก้ปัญหาตะกอนจมไม่ลงได้หรือไม่ ซึ่งผลการทดลองปรากฏว่ากรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 2 ถัง ไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ (ดังรายละเอียดที่ดูได้จากภาคผนวกที่ 1)

ต่อมาได้แก้ไขปรับปรุงเครื่องมือทดลอง เปลี่ยนจากถังเติมอากาศ 2 ถัง เป็นถังเติมอากาศ 6 ถัง ซึ่งแต่ละถังมีความจุ 2 ลิตร ตามรูปเครื่องมือทดลองที่ได้แสดงไว้ในรูป 3.1 ดำเนินการทดลองตามแผนการทดลองที่แสดงไว้ในหัวข้อ 4.2 ผลปรากฏว่าการทดลองใช้กรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง สามารถป้องกันและแก้ไขปัญหาตะกอนจมไม่ลงได้ โดยจะได้กล่าวรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

5.2 ศึกษาการแก้ปัญหาตะกอนจมไม่ลง

จากแนวความคิดว่ากรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง น่าจะใช้ได้ผลในการแก้ปัญหาตะกอนจมไม่ลง จึงได้ดำเนินการทดลองโดยนำตะกอนจุลินทรีย์ซึ่งได้จากระบบป้อนน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง ตะกอนดังกล่าวเป็นตะกอนที่มีแบคทีเรียที่เป็นเส้นใยปะปนอยู่มากมาย มีค่าดรรชนีปริมาตรตะกอนสูงประมาณ 306 มล/ก. นำตะกอนจุลินทรีย์ดังกล่าวใส่ถังทั้ง 6 ถัง และดำเนินการสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง โดยมีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที ควบคุมอัตราการป้อนน้ำเสีย อัตราการหมุนเวียนตะกอน อายุของตะกอนตลอดจนน้ำหนักภาระบรรทุกสารอินทรีย์

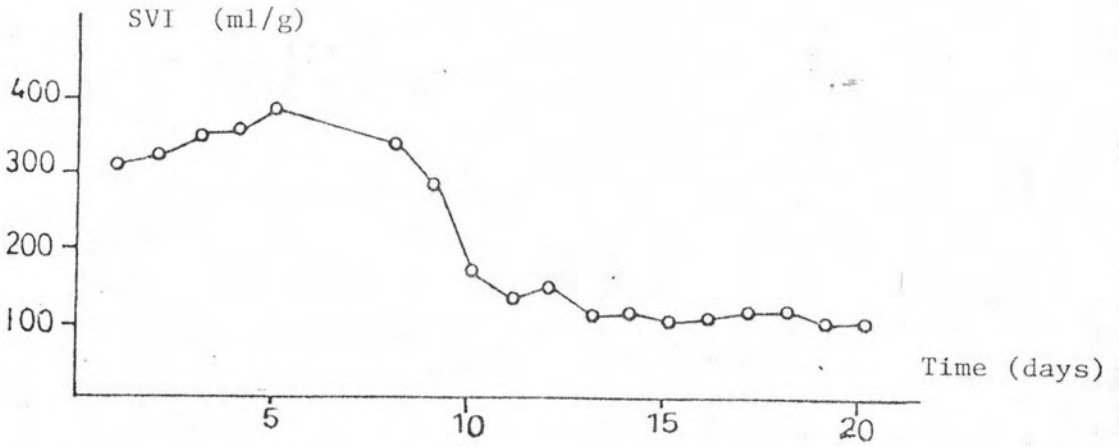
ตามการทดลองที่ 1 แผนการทดลองตามหัวข้อ 4.2

5.2.1 ค่าดรรชนีปริมาตรตะกอน

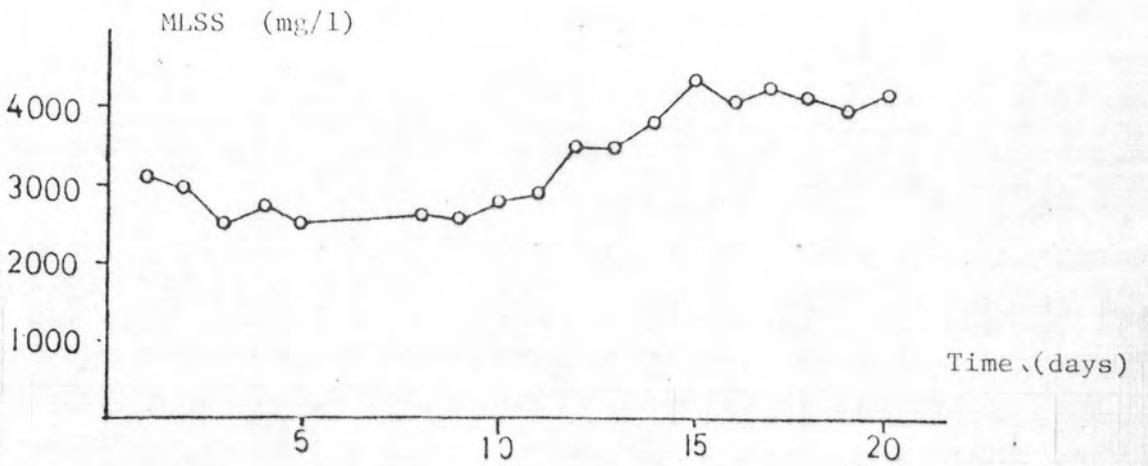
เมื่อเริ่มการทดลองนำตะกอนจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใย ซึ่งมีค่าดรรชนีปริมาตรตะกอน 306 มิลลิลิตร/กรัม นำไปเลี้ยงด้วยกรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ในระยะ 3-4 วันแรก ค่าดรรชนีปริมาตรตะกอนสูงขึ้นเป็น 416 มิลลิลิตร/กรัม ดังแสดงในรูป 5.1 ที่เป็นเช่นนี้เพราะในระยะเริ่มแรกตะกอนจุลินทรีย์ที่นำไปเลี้ยงมีแบคทีเรียที่เป็นเส้นใยปะปนอยู่มากมาย จนกระทั่งก่อปัญหาไม่สามารถจมลงก้นถังตกตะกอนได้ทันกับการสูบตะกอนหมุนเวียนกลับไปถังเติมอากาศ ทำให้ระดับตะกอนในถังตกตะกอนเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของตะกอน MLSS ในถังเติมอากาศทั้ง 6 ถังลดลง ค่าดรรชนีปริมาตรตะกอนจึงสูงขึ้น แต่หลังจากการทดลองไปได้ถึงวันที่ 8 ค่าดรรชนีปริมาตรตะกอนเริ่มลดลงเป็น 332 มิลลิลิตร/กรัม และลดลงไปอีกเรื่อย ๆ จนกระทั่งค่าดรรชนีปริมาตรตะกอนเป็น 101 มิลลิลิตร/กรัม เมื่อทำการทดลองไปได้ถึงวันที่ 13 และเสถียรภาพตลอดการทดลองถึงวันที่ 20 ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการทดลอง จากผลการทดลองแสดงว่า ในระบบสลับป้อนน้ำเสียสามารถแก้ปัญหาตะกอนจมไม่ลง ซึ่งเมื่อครั้งก่อนตะกอนจุลินทรีย์ดังกล่าวเคยเกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง

Houtmeyer 1980[15] ได้วิจารณ์ไว้ว่าในการป้อนน้ำเสียแบบเป็นช่วง ๆ ซึ่งมีการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือช่วงป้อนน้ำเสีย กับช่วงหยุดป้อนน้ำเสียก่อให้เกิดการใช้สับสเตรทสูงในช่วงป้อนน้ำเสียที่เรียกว่า เอ็กโซจีนัสเฟส ซึ่งช่วงนี้สับสเตรทหรืออาหารจะถูกย่อยและสะสมเข้าไปในเซล และจะนำอาหารที่สะสมมาใช้สร้างเซลในช่วงหลังที่เรียกว่า เอนโดจีนัสเฟส แบคทีเรียพวกฟล็อคซึ่งมีอัตราการใช้สับสเตรทสูงกว่าแบคทีเรียที่เป็นเส้นใย จึงสะสมอาหารหรือสับสเตรทที่นำมาใช้สร้างเซลได้มากกว่าแบคทีเรียพวกฟล็อคจึงเจริญเติบโตได้เร็วกว่าพวกแบคทีเรียที่เป็นเส้นใย และสร้างปริมาณเซลแทนที่พวกแบคทีเรียที่เป็นเส้นใย

จากเหตุดังกล่าว การสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ซึ่งมีการทำงานแบ่งออกเป็น 2 เฟส คือเอ็กโซจีนัสเฟส และเอนโดจีนัสเฟส จึงสามารถลดปริมาณแบคทีเรียที่เป็นเส้นใยได้ ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ซึ่งแต่เดิมมีค่าดรรชนีปริมาตรตะกอนสูง สามารถลดต่ำลงจนอยู่



รูปที่ 5.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าดรรชนีปริมาตรตะกอน ในระหว่างการแก้ไขปัญหาตะกอนจมไม่ลง โดยการสลับบ่อนน้ำเสียถังละ 30 นาที



รูปที่ 5.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของตะกอน ในระหว่างการแก้ไขปัญหาตะกอนจมไม่ลง โดยการสลับบ่อนน้ำเสียถังละ 30 นาที

ในเกณฑ์ปรกติที่ไม่เกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง

5.2.2 ความเข้มข้นของตะกอน MLSS

เมื่อเริ่มการทดลองนำตะกอนจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใย ซึ่งมีความเข้มข้นของตะกอน MLSS 3142 มิลลิกรัม/ลิตร มาเลี้ยงด้วยกรรมวิธีป้อนน้ำเสียสลับเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ในระยะ 3-4 วันแรกที่เกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง ตะกอนไม่สามารถจมลงก้นถังตะกอนได้ทันกับการสูบตะกอนหมุนเวียนกลับถังเติมอากาศ ระดับตะกอนในถังตกตะกอนจึงเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของตะกอน MLSS ในถังเติมอากาศลดต่ำลงจนเหลือ 2558 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อทำการทดลองไปได้ถึงวันที่ 8 ดังแสดงผลการทดลองในรูปที่ 5.2

แต่ภายหลังเมื่อแบคทีเรียที่เป็นเส้นใยเริ่มหายไป ตะกอนในถังตกตะกอนเริ่มตกตะกอนได้เร็วขึ้น ทำให้ปริมาณตะกอนที่หมุนเวียนกลับคืนเข้าถังเติมอากาศเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย เมื่อการทดลองดำเนินมาถึงวันที่ 15 ความเข้มข้นของตะกอนจะเพิ่มสูงขึ้นเป็น 4200 มิลลิกรัม/ลิตร และสามารถเสถียรภาพอยู่ในระดับ 4200-4500 มิลลิกรัม/ลิตร ในช่วงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง

5.3 ศึกษาหาช่วงเวลาป้อนน้ำเสียที่เหมาะสมในการป้องกันปัญหาตะกอนจมไม่ลง

จุดมุ่งหมายในการทดลองเพื่อดูว่ากรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง สามารถควบคุมหรือป้องกันปัญหาตะกอนจมไม่ลง ที่ช่วงเวลาป้อนน้ำเสียต่าง ๆ กันได้หรือไม่ และช่วงเวลาใดเหมาะสมที่จะไม่เกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง หรือช่วงเวลาใดที่เกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง จึงแบ่งการทดลองกรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสีย ที่ช่วงระยะเวลาการป้อนน้ำเสียต่าง ๆ คือ 30 นาที 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง ตามแผนงานการทดลองที่ 2, 3, 4 และ 5 เรียงตามลำดับ กำหนดอัตราการป้อนน้ำเสีย อัตราการหมุนเวียนตะกอน อายุของตะกอน ตลอดจนภาระบรรทุกสารอินทรีย์ คงที่ตลอดการทดลองทุก ๆ ครั้ง ตามแผนงานที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 4.2

5.3.1 ค่าดรรชนีปริมาตรตะกอน

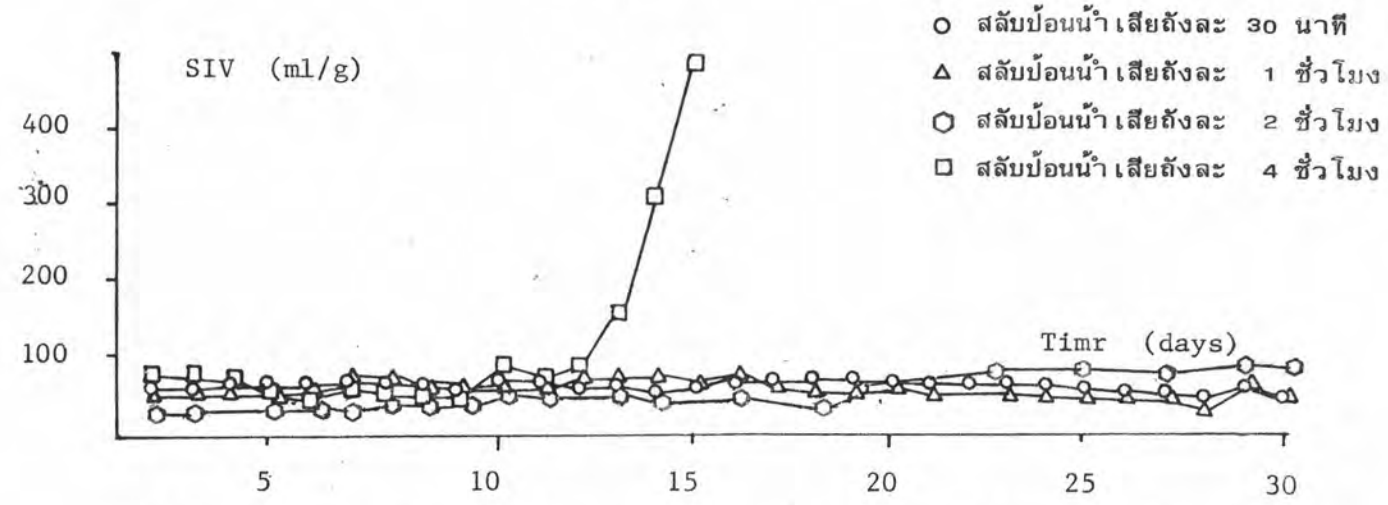
ค่าดรรชนีปริมาตรตะกอน จากผลการทดลองดังแสดงไว้ในรูปที่ 5.3 เมื่อ

พิจารณาการป้อนน้ำเสียซึ่งมีช่วงระยะเวลาการป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที จะเห็นว่าในวันแรกที่ทำการทดลองมีค่าดรรชนีปริมาตรตะกอน 58 มิลลิลิตร/กรัม และเมื่อทำการทดลองไปถึงวันที่ 10 ตะกอนจุลินทรีย์ก็ยังมีค่าดรรชนีปริมาตรตะกอนไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก กล่าวคือ มีค่าดรรชนีปริมาตรตะกอน 63 มิลลิลิตร/กรัม และมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงระยะเวลาการทดลอง 30 วัน โดยมีค่าดรรชนีปริมาตรตะกอนอยู่ในช่วง 50-70 มิลลิลิตร/กรัม ตลอดเวลาการทดลองค่าดรรชนีปริมาตรตะกอนอยู่ในเกณฑ์ปรกติ ไม่เกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง

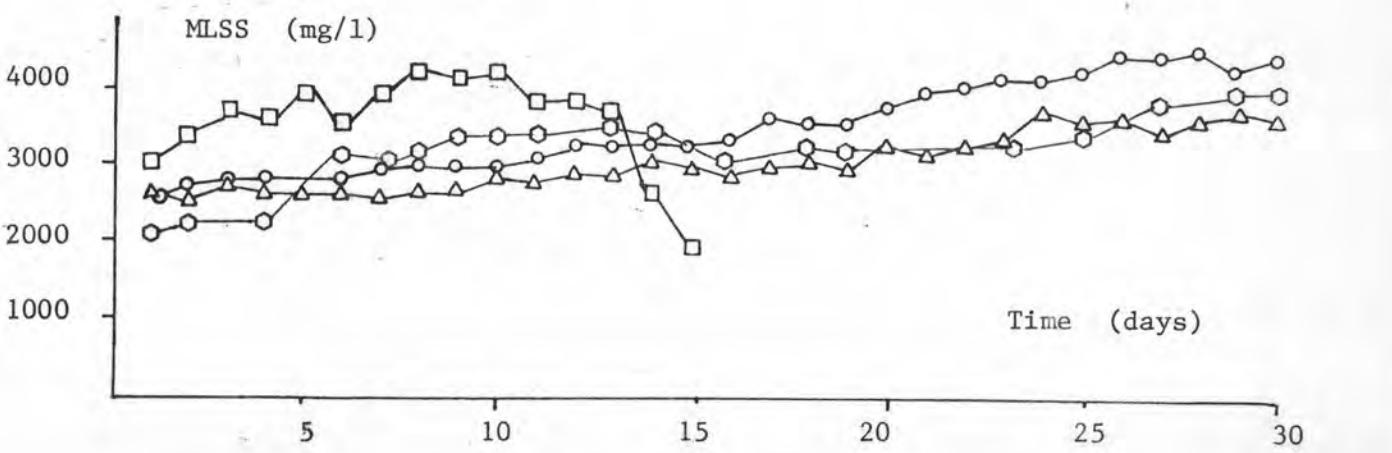
ส่วนการทดลองสลับป้อนน้ำเสียซึ่งมีช่วงระยะเวลาการป้อนน้ำเสียถังละ 1 และ 2 ชั่วโมง ให้ผลการทดลองคล้ายคลึงและใกล้เคียงกับการทดลองสลับป้อนน้ำเสียซึ่งมีช่วงระยะเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที กล่าวคือเมื่อทำการทดลองไปถึงวันที่ 10 มีค่าดรรชนีปริมาตรตะกอน 56 มิลลิลิตร/กรัม และ 58 มิลลิลิตร/กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงไปจากวันแรกที่ทำการทดลองมากนัก และตลอดเวลาการทดลองจนถึงวันสุดท้าย ตะกอนจุลินทรีย์ที่ได้จากการทดลองทั้ง 2 ครั้ง มีค่าดรรชนีปริมาตรตะกอนต่ำ อยู่ในเกณฑ์ปรกติ ในช่วง 40-80 มิลลิลิตร/กรัม ไม่เกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง

ส่วนการทดลองสลับป้อนน้ำเสียที่ช่วงเวลาละ 4 ชั่วโมง ในระยะเริ่มแรกไม่เกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง วัดค่าดรรชนีปริมาตรตะกอนอยู่ในช่วง 50-90 มิลลิลิตร/กรัม แต่ต่อมาเมื่อดำเนินการทดลองมาได้ 12 วัน เกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง เพราะมีแบคทีเรียที่เป็นเส้นใย แทรกซ้อนเข้าไปในตะกอนจุลินทรีย์พวกฟล้อค ค่าดรรชนีปริมาตรตะกอนสูงมากขึ้นถึง 490 มิลลิลิตร/กรัม เมื่อใช้เวลาการทดลองเพียง 15 วัน ในขณะเดียวกันความเข้มข้นของตะกอน MLSS ในถังเติมอากาศลดต่ำลงจนเหลือเพียง 2020 มิลลิกรัม/ลิตร เนื่องมาจากแบคทีเรียที่เป็นเส้นใยแผ่กอุ่มและพยุงตะกอนให้จมช้าลง อัตราการตกตะกอนในถังตกตะกอนต่ำไม่ทันกับอัตราการหมุนเวียนตะกอนคืนกลับลงในถังเติมอากาศ ความเข้มข้นของตะกอนในถังเติมอากาศจึงน้อยลง ในขณะที่ระดับตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศเพิ่มสูงขึ้น จนตะกอนบางส่วนล้นออกนอกถังตกตะกอน ปะปนไปกับน้ำทิ้ง

ผลการทดลองแสดงว่าการสลับป้อนน้ำเสียที่ช่วงเวลาละ 30 นาที, 1 ชั่วโมง และ 2 ชั่วโมง เหมาะนำไปใช้งานควบคุมป้องกันปัญหาตะกอนจมไม่ลง แต่สำหรับการสลับป้อนน้ำเสีย



รูปที่ 5.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าดรรชนีปริมาตรตะกอน ในระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ที่มีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง



รูปที่ 5.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของตะกอน MLSS ในระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ที่มีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง

ที่เวลาช่วงเวลาละ 4 ชั่วโมง ไม่อาจป้องกันการเกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง เพราะว่าระยะเวลาการป้อนน้ำเสีย 4 ชั่วโมงยาวนานเกินไป จนเปรียบเสมือนกับการทำงานของกรรมวิธีป้อนน้ำเสียอย่างผสมกันทั่วถึง (completely mixed)

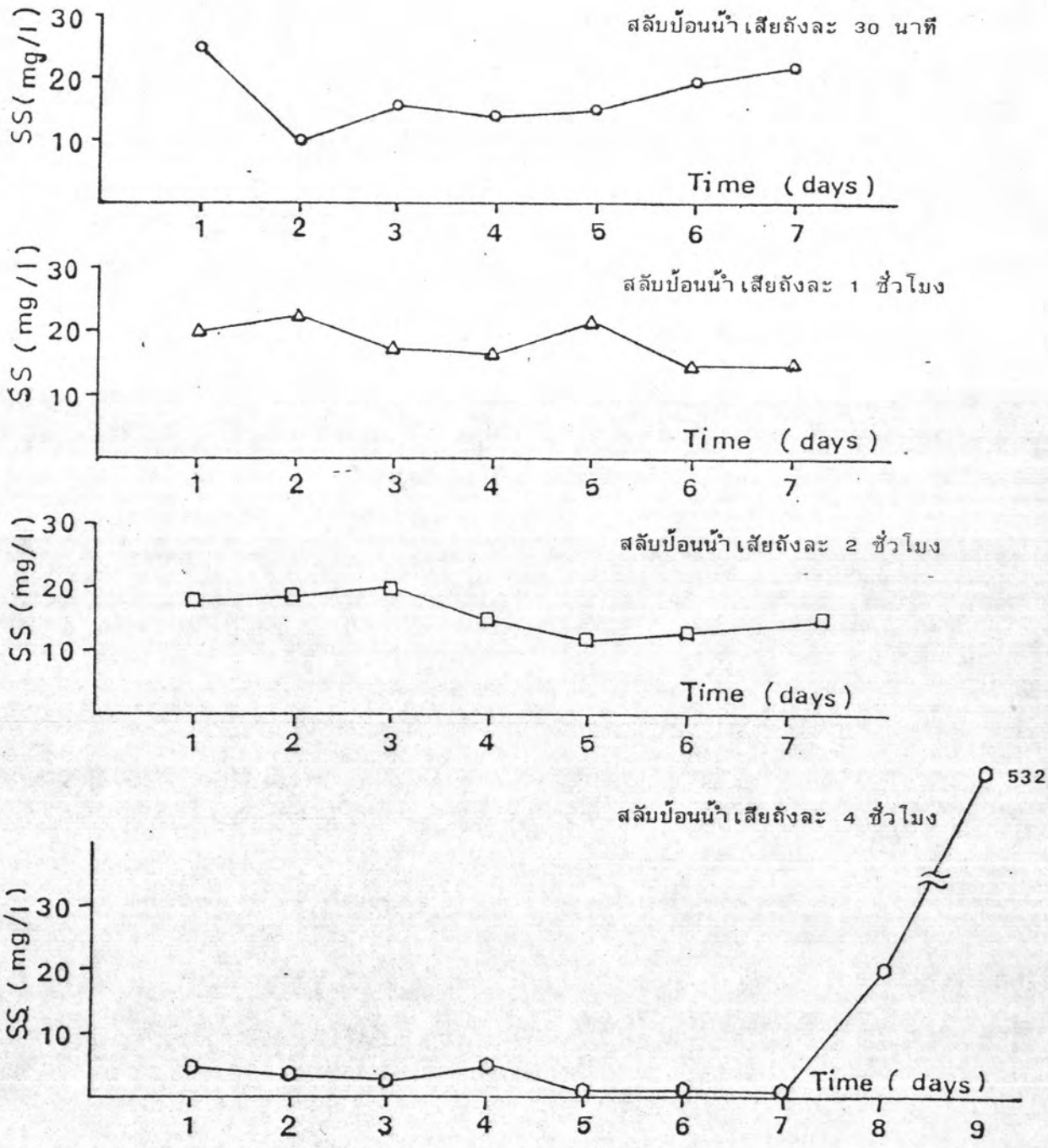
Pasveer[18] ได้เคยทำการทดลองใช้เทคนิคกรรมวิธีป้อนน้ำเสียแบบเท (fill-and-draw) มาใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองเวียน พบว่าถ้าระยะเวลาการป้อนน้ำเสีย (fill period) ยาวนานเกินไปการทำงานจะคล้ายกับระบบป้อนน้ำเสียอย่างผสมกันทั่วถึง (completely-mixed) จะเกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง

5.3.2 ความเข้มข้นของตะกอน

ความเข้มข้นของตะกอน MLSS จากผลการทดลองดังแสดงไว้ในรูปที่ 5.4 เมื่อพิจารณาการป้อนน้ำเสียซึ่งมีช่วงระยะเวลาการป้อนน้ำเสียละ 30 นาที จะเห็นว่าในวันแรกที่ทำการทดลอง MLSS มีความเข้มข้น 2685 มิลลิกรัม/ลิตร และค่อยเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 25 ความเข้มข้นของตะกอน MLSS เพิ่มเป็น 4500 มิลลิกรัม/ลิตร และเสถียรภาพอยู่ในช่วง 4300-4600 มิลลิกรัม/ลิตร ในระยะสัปดาห์สุดท้ายของการทดลองความเข้มข้นของตะกอนเสถียรภาพอยู่ในช่วงนี้ได้ เนื่องจากอัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สมดุลย์กับอัตราการตาย และอัตราการนำตะกอนทิ้งออกนอกระบบ

สำหรับการป้อนน้ำเสียที่มีช่วงระยะเวลาป้อนน้ำเสีย 1 ชั่วโมง ตะกอนจะมีความเข้มข้นเสถียรภาพอยู่ในช่วง 4000-4200 มิลลิกรัม/ลิตร โดยใช้ระยะเวลาในการทดลอง 30 วัน ส่วนการป้อนน้ำเสียที่มีช่วงระยะเวลาป้อนน้ำเสียละ 2 ชั่วโมง ตะกอนจะมีความเข้มข้นเสถียรภาพอยู่ในช่วง 4100-4400 มิลลิกรัม/ลิตร โดยใช้ระยะเวลาการทดลอง 46 วัน

สำหรับการป้อนน้ำเสียซึ่งมีช่วงระยะเวลาการป้อนน้ำเสียละ 4 ชั่วโมง ในวันแรกที่ทำการทดลอง ตะกอน MLSS มีความเข้มข้น 3140 มิลลิกรัม/ลิตร และค่อยเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 7 จะมีความเข้มข้นของตะกอนเพิ่มเป็น 4382 มิลลิกรัม/ลิตร และค่อยลดลงเนื่องจากเกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลงในช่วงนี้ ตะกอนในถังตกตะกอนไม่สามารถตกตะกอนได้ทันกับอัตราการหมุนเวียนตะกอนกลับ ทำให้ระดับตะกอนในถังตกตะกอนเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 10 ความเข้มข้นของ



รูปที่ 5.5 แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้ง ในระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ที่มีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง

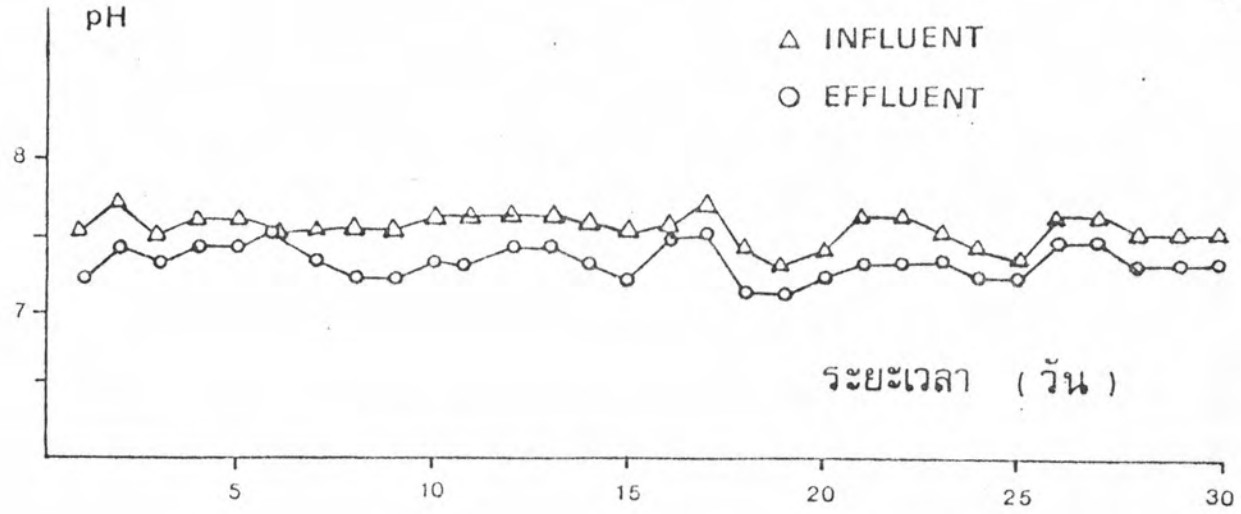
ตะกอนในถังตกตะกอนลดลง เหลือ 3845 มิลลิกรัม/ลิตร หลังจากนั้น เมื่อถังตกตะกอนไม่สามารถรับระดับตะกอนที่เพิ่มขึ้น เรื่อย ๆ จนวันรุ่งขึ้นตะกอนบางส่วน เริ่มล้นออกนอกถังตกตะกอนปะปนไปกับน้ำทิ้ง ความเข้มข้นของตะกอนจึงลดพรวดลง เหลือ 2020 มิลลิกรัม/ลิตร

5.3.3 ปริมาณตะกอนแขวนลอย

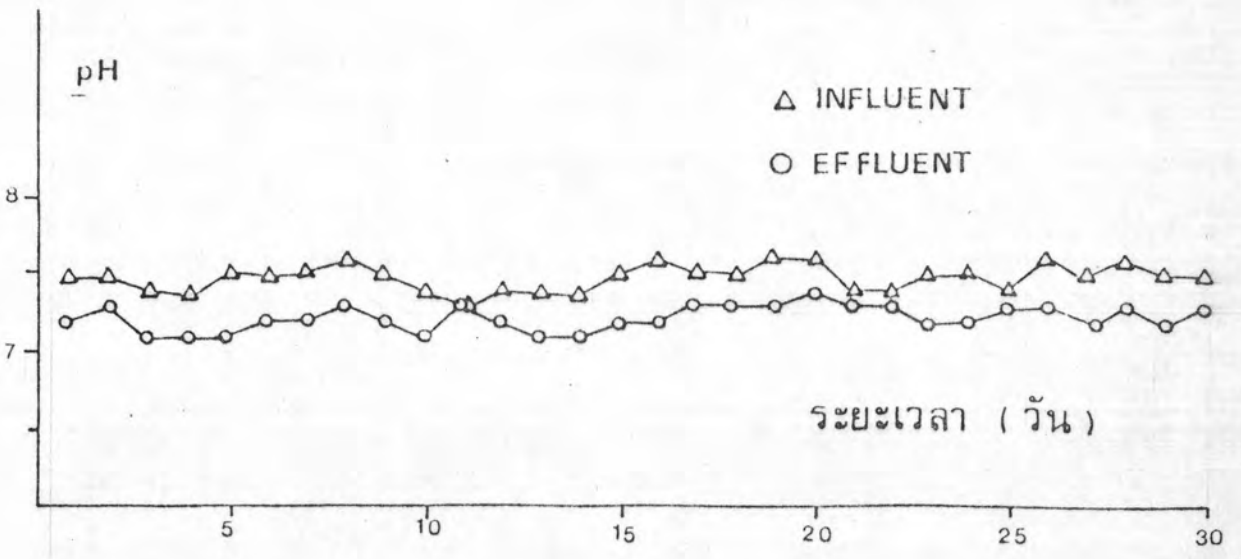
จากผลการทดลอง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5. 5 แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ปะปนไปกับน้ำทิ้งที่ออกจากระบบสลับป้อนน้ำ เสีย เข้าถัง เติมอากาศ 6 ถัง จากการทดลองทั้ง 4 ครั้ง คือ ครั้งที่ 2, 3, 4 และ 5 ตามแผนการทดลองตามหัวข้อ 4.2 ซึ่งมีช่วง เวลาป้อนน้ำ เสีย ถังละ 30 นาที, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง เรียงตามลำดับ ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบขึ้นอยู่กับลักษณะของตะกอนที่เกิดขึ้นในถัง เติมอากาศ หากตะกอนตกดี ก็จะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งน้อย แต่ถ้าตะกอนตกได้ช้า เนื่องจากแบคทีเรียที่เป็นเส้นใยแผ่ปกคลุมตะกอนพยุงให้ตะกอนจมได้ช้า ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งจะยิ่งน้อยลงไปอีก

ในระบบสลับป้อนน้ำ เสีย ซึ่งมีช่วง เวลาการป้อนน้ำ เสียละ 30 นาที, 1 ชั่วโมง และ 2 ชั่วโมง จะทำให้น้ำทิ้งที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยน้อยอยู่ในช่วง 5-25 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งอยู่ใน เกณฑ์ดี เนื่องจากลักษณะของตะกอนตลอดช่วง เวลาการทดลองทั้ง 3 ครั้ง เป็นแบบกรณีปรกติ (non bulking) ตะกอนจับ เป็นกลุ่มก้อนดี ไม่กระจัดกระจาย (disperse) ทำให้น้ำทิ้งมีปริมาณแขวนลอยปะปนออกมาน้อย และตะกอนดังกล่าวมีค่าดรรชนีปริมาตรตะกอนต่ำ ตะกอนตกได้ดี ไม่มีปัญหาตะกอนจมไม่ลง อัน เป็นลักษณะที่ต้องการในการควบคุมการทำงาน

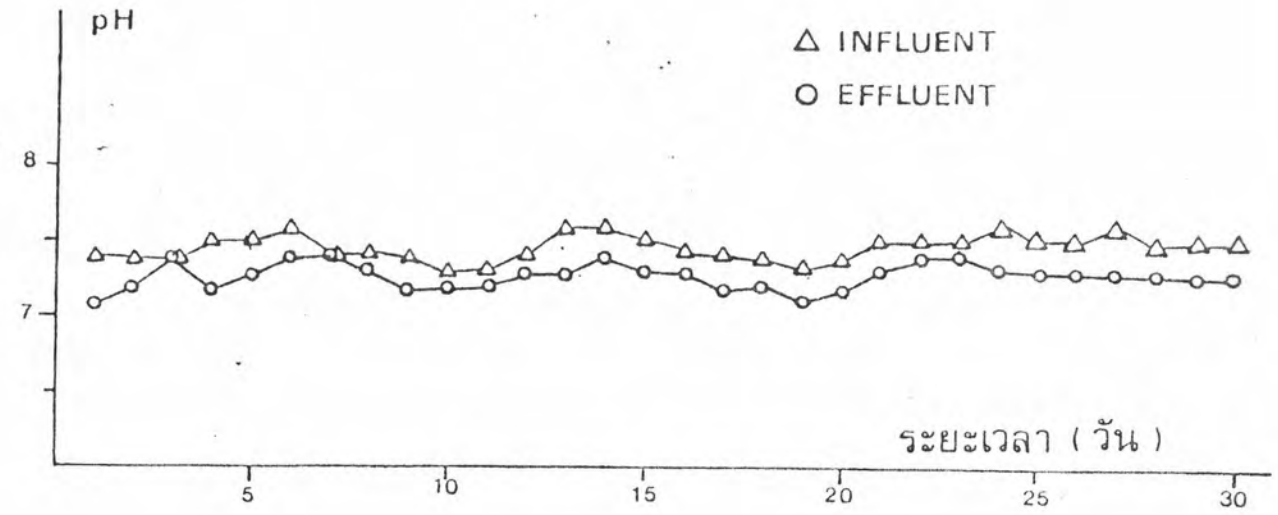
สำหรับในระบบสลับป้อนน้ำ เสียซึ่งมีช่วง เวลาป้อนน้ำ เสียละ 4 ชั่วโมง ในระยะเริ่มแรกการทดลอง ไม่มีปัญหาตะกอนจมไม่ลงโดย เป็นแบบกรณีปรกติ (non bulking) ตะกอนตกได้ดี มีค่าดรรชนีปริมาตรตะกอนต่ำ ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งมีน้อย มีค่าอยู่ในระหว่าง 5-20 มิลลิกรัม/ลิตร ในระยะแรกนี้ใช้ เวลาการทดลองประมาณ 12 วัน แต่ เมื่อทำการทดลองมาถึงวันที่ 13 เริ่มมีปัญหาตะกอนจมไม่ลง เมื่อนำตะกอนจุลินทรีย์ดังกล่าวไปส่งดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบแบคทีเรียที่เป็น เส้นใยปะปนอยู่ในกลุ่มฟล็อค ลักษณะ เช่นนี้ เป็นตะกอนชนิดเส้นใย (filamentous bulking) เส้นใย เหล่านี้ เป็นร่างแหพยุงให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกตะกอนได้ช้า และไม่อัดตัวกันแน่น



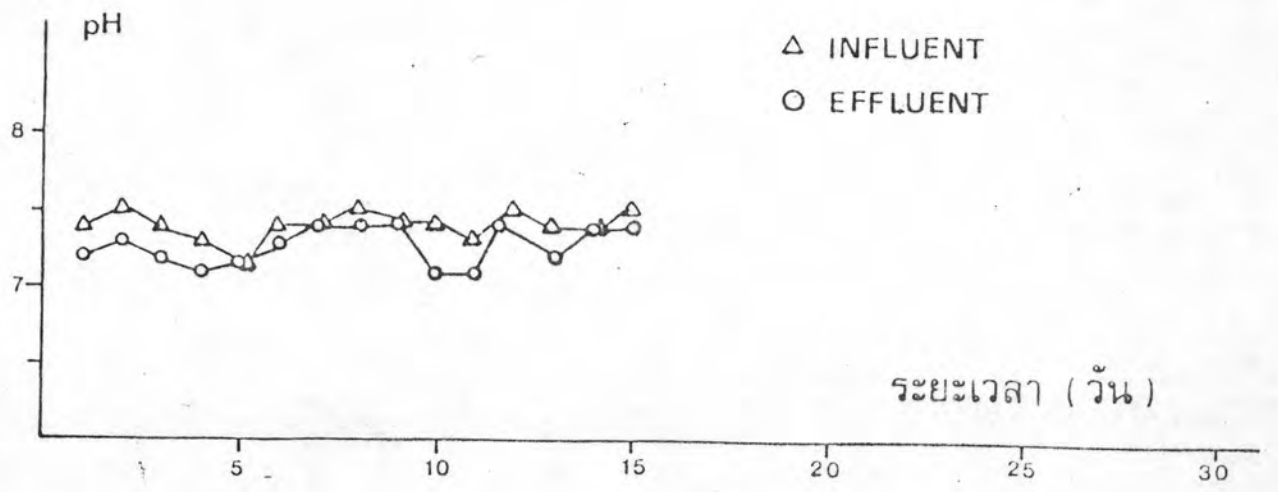
รูปที่ 5.6 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ในระบบสลับบ่อน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ที่มีช่วงเวลาบ่อน้ำเสียถังละ 30 นาที



รูปที่ 5.7 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ในระบบสลับบ่อน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ที่มีช่วงเวลาบ่อน้ำเสียถังละ 1 ชั่วโมง



รูปที่ 5.8 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ในระบบสลับบ่อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ที่มีช่วงเวลาบ่อนน้ำเสียถังละ 2 ชั่วโมง



รูปที่ 5.9 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ในระบบบ่อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ที่มีช่วงเวลาบ่อนน้ำเสียถังละ 4 ชั่วโมง

แต่สามารถยึดเกาะตักจับหรือกรอง (filtration) ตะกอนแขวนลอยไปให้ปะปนไปกับน้ำทิ้ง ทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งมีน้อยหรือไม่มีเลย ซึ่งอยู่ในช่วง 0- 5 มิลลิลิตร/กรัม ถ้าตะกอนจุลินทรีย์มีปัญหาตะกอนจมไม่ลงไม่รุนแรงมากนักยังพอที่จะหมุนเวียนตะกอนคืนกลับลงในถังเติมอากาศได้ทัน จะให้ผลดีได้น้ำทิ้งใสมาก

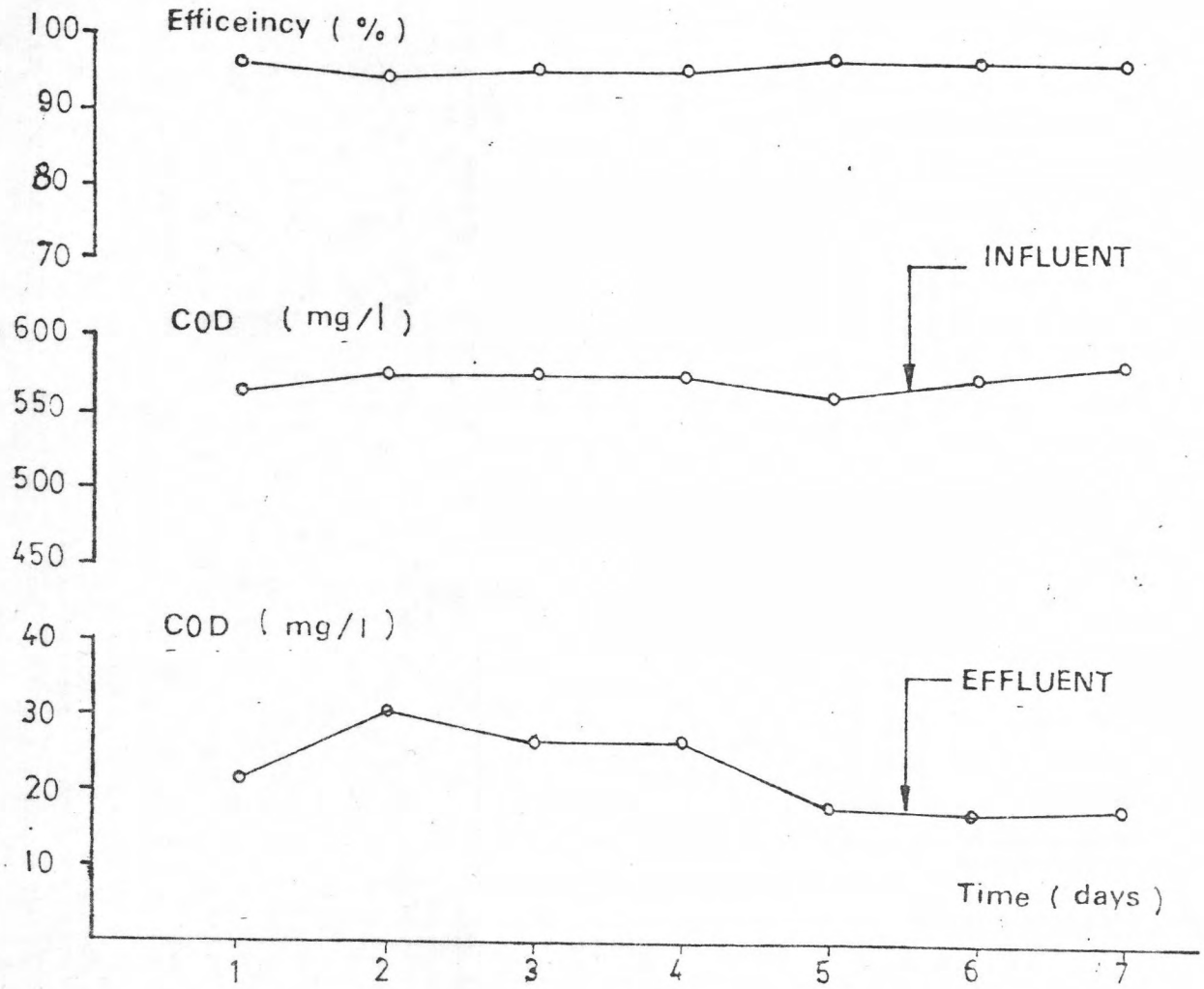
แต่หลังจากดำเนินการทดลองสลับป้อนน้ำเสียซึ่งมีช่วงเวลาป้อนน้ำเสีย 4 ชั่วโมง ไปได้ถึงวันที่ 14 เกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลงรุนแรงมากขึ้น ถึงขั้นไม่สามารถหมุนเวียนตะกอนคืนกลับได้ทัน ระดับตะกอนจุลินทรีย์ในถังตกตะกอนสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งตะกอนบางส่วนล้นออกนอกถังตกตะกอน ปะปนกับน้ำทิ้ง เป็นการเพิ่มปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งสูงขึ้นอย่างรวดเร็วผิดปรกติ เพียงแค่ 2 วันที่เริ่มปรากฏว่ามีตะกอนแขวนลอยล้นออกนอกถังตกตะกอน ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งเพิ่มขึ้นถึง 532 มิลลิกรัม/ลิตร

5.3.4 <u>การเปลี่ยนแปลงค่า pH</u>

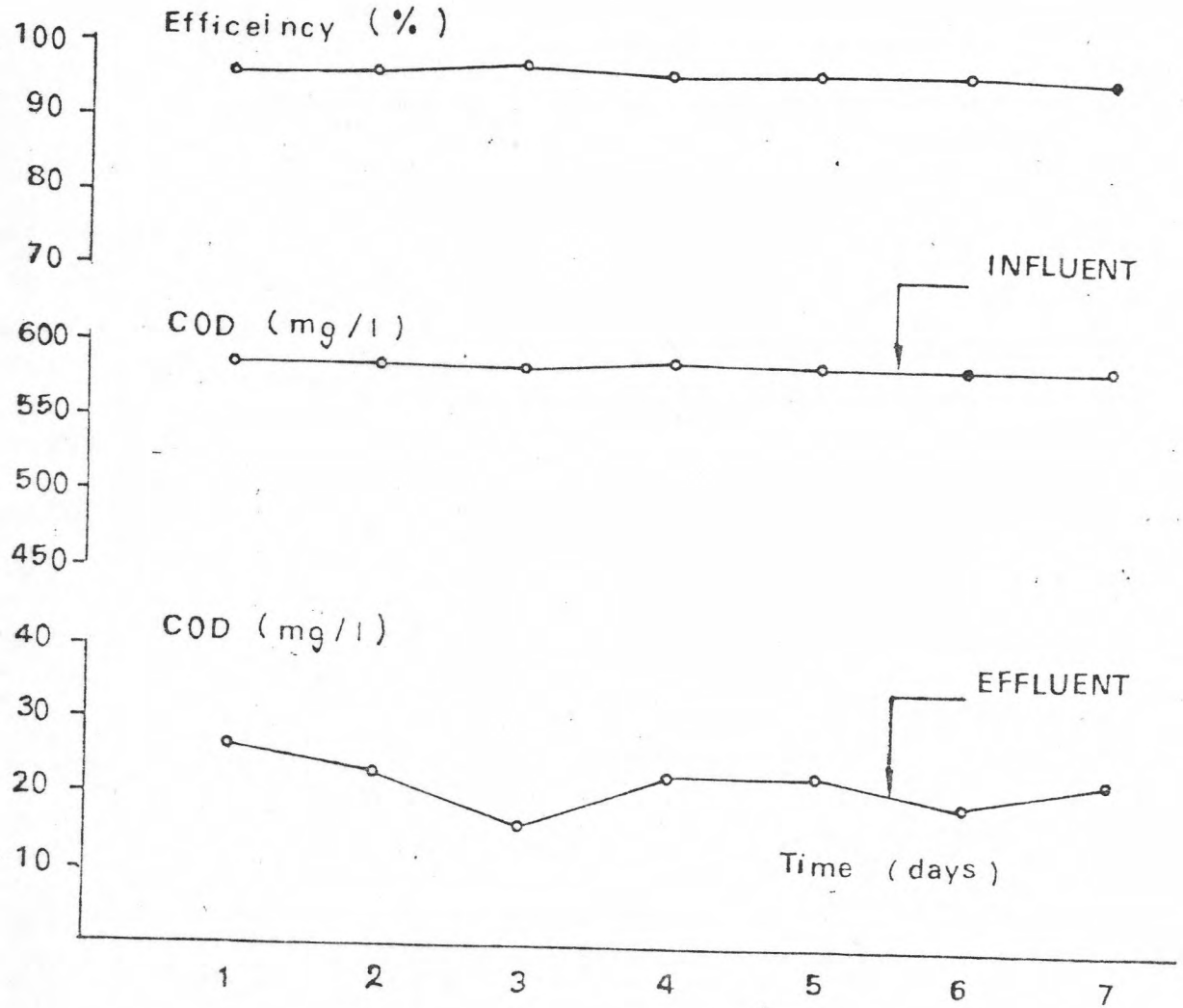
จากการทดลองจะเห็นได้ค่า pH ของน้ำเสียที่เข้าระบบกรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียและน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 5.6-5.9 เป็นค่า pH ที่แปรเปลี่ยนอยู่ในช่วง 7.1-7.8 ซึ่งเป็นค่า pH ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ จากการทดลองพบว่าน้ำทิ้งที่ระบายออกมามีค่าอยู่ระหว่าง 7.4-7.8 สูงกว่าค่า pH ของน้ำเสียซึ่งอยู่ในช่วง 7.1-7.5 เล็กน้อย คาดว่าเนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการหายใจของจุลินทรีย์จะไปผลิตสารพวกไบคาร์บอเนต (HCO_3) ซึ่งเป็นสารบัฟเฟอร์ (buffer) ที่ทำให้ค่า pH น้ำทิ้งที่ได้ใกล้เคียงกับ pH 8.0 (21)

5.3.5 <u>ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี</u>

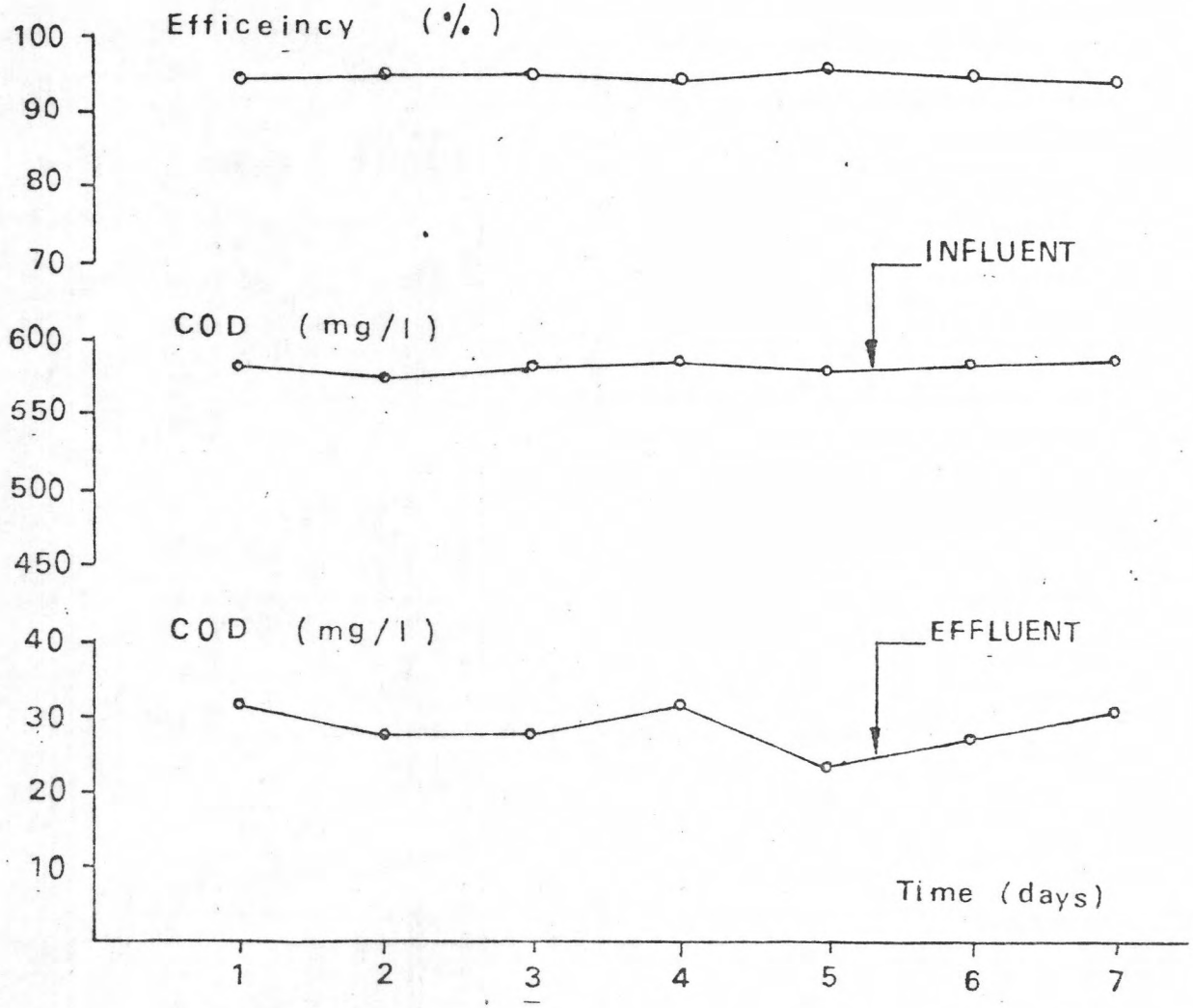
ดำเนินการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี ในกรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ซึ่งมีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียละ 30 นาที, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง กระทำที่ความสามารถรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์เดียวกัน ตามแผนการทดลองตามหัวข้อ 4.2 สำหรับตัวอย่างน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว ก่อนไปวิเคราะห์หาค่าซีโอดี ต้องนำไปกรองด้วยกระดาษ GF/C กรองตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งออก ค่าซีโอดีที่วิเคราะห์ได้จึงเป็นใน



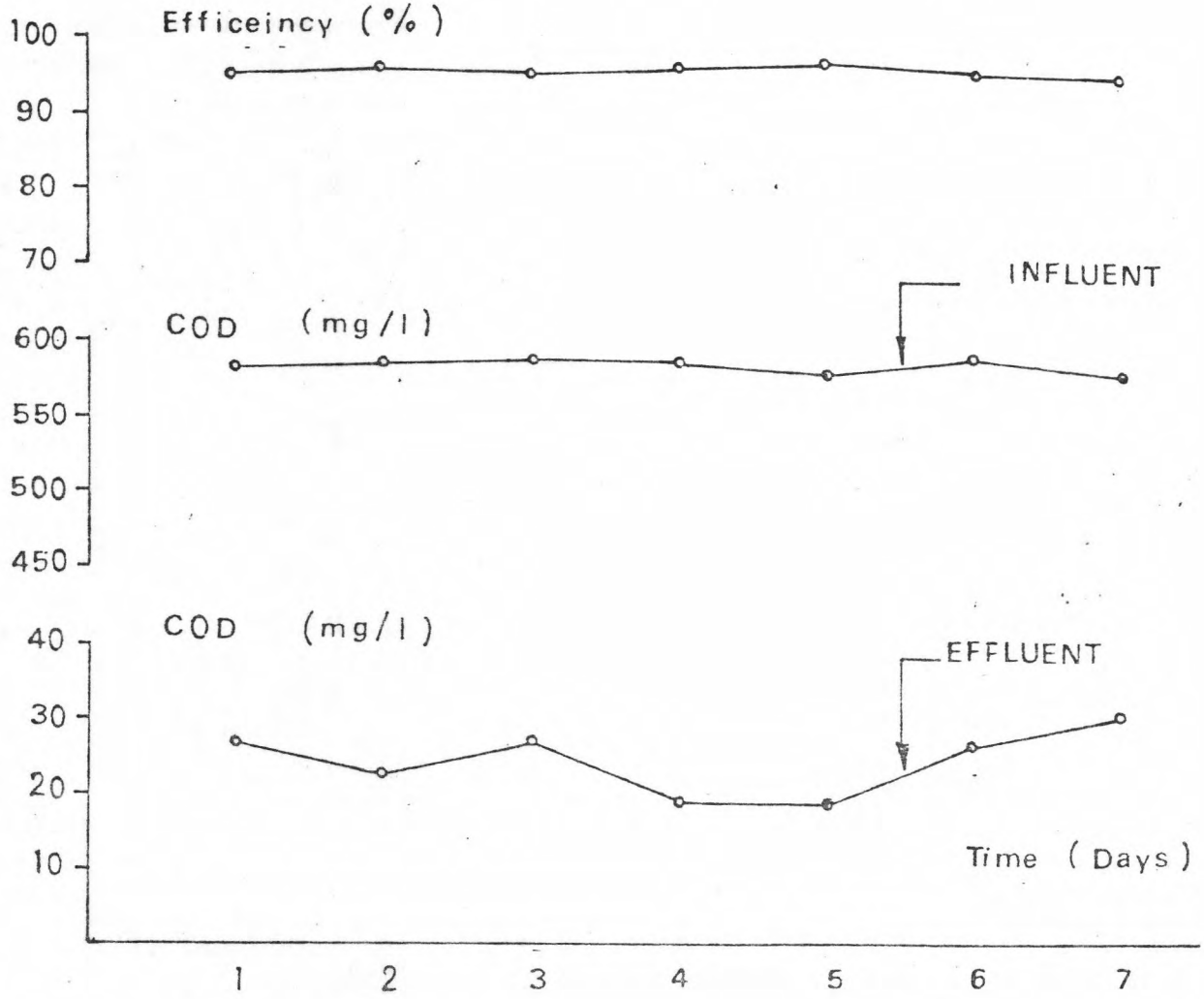
รูปที่ 5.10 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี ในระบบสลับป้อนน้ำเสีย เข้าถัง เติมอากาศ 6 ถัง ที่มีช่วง เวลาป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที



รูปที่ 5.11 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี ในระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ที่มีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชั่วโมง



รูปที่ 5.12 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี ในระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ที่มีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 4 ชั่วโมง



หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.13 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี ในระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ที่มีช่วงเวลาป้อนน้ำเสีย 2 ชั่วโมง

รูปซีโอดีสารละลาย (soluble COD concentration) ในการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย และน้ำทิ้งที่ระบาย นำไปวิเคราะห์หาค่าซีโอดี เฉพาะในช่วงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง

จากผลการทดลองที่ได้แสดงไว้ในรูป 5.10-5.13 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีในกรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 94-96, ร้อยละ 95-97, ร้อยละ 94-96 และร้อยละ 94-95 ที่ช่วงเวลาป้อนน้ำเสียละ 30 นาที, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง เรียงตามลำดับ

กรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง จึงเป็นวิธีหนึ่งซึ่งให้ประสิทธิภาพสูงในการกำจัดซีโอดี น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วในกรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียดังกล่าวมีค่าซีโอดีประมาณ 15-30 มิลลิกรัม/ลิตร นับว่ามีคุณภาพดีมากอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรม

5.3.6 อัตราการใช้ออกซิเจนต่อหน่วยมวลจุลินทรีย์ (Consumption rate)

ได้ทำการเก็บตัวอย่างตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศถังใดถังหนึ่งไปหาอัตราการใช้ออกซิเจนของตะกอนจุลินทรีย์ โดยเก็บตัวอย่างตั้งแต่เริ่มป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ ไปหาค่าอัตราการใช้ออกซิเจนทุก ๆ 10 นาที จากผลการทดลองแสดงไว้ในรูป 5.14-5.17 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้ออกซิเจนกับระยะเวลา

เมื่อพิจารณาการใช้ออกซิเจนของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบสลับป้อนน้ำเสียที่มีช่วงเวลาการป้อนน้ำเสีย 30 นาที และหยุดป้อนน้ำเสีย 2.5 ชั่วโมง จะเห็นว่าก่อนที่น้ำเสียจะป้อนเข้าถังเติมอากาศ อัตราใช้ออกซิเจนต่ำประมาณ 6.88 มิลลิกรัมO_2/กรัมMLVSS- ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงนี้ไม่ต้องใช้ออกซิเจนในการย่อยอาหารหรือสารอินทรีย์ เพียงแต่ใช้ออกซิเจนเล็กน้อยเพื่อใช้ในการหายใจดำรงชีพอยู่ได้ เมื่อเริ่มป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ ตะกอนจุลินทรีย์จะคายเอ็นไซม์ออกมาย่อยอาหารและอาหารบางส่วนที่ถูกย่อยแล้วจะถูกดูดซึมสะสมเข้าไปในเซล ในช่วงนี้จึงเป็นต้องใช้ออกซิเจนเป็นจำนวนมากในการย่อยอาหาร ซึ่งเรียกว่า เอ็กโซจีนัสเฟส อัตราการใช้ออกซิเจนจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว สูงขึ้นถึง 19.1 มิลลิกรัมO_2/กรัมMLVSS-ชั่วโมง ในช่วงระยะเวลาเพียง 30 นาที ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้ออกซิเจนกับระยะเวลา จะเป็นในรูปสมการ power curve หลังจากสิ้นสุดเวลาการป้อนน้ำเสีย ก็ถึงช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย

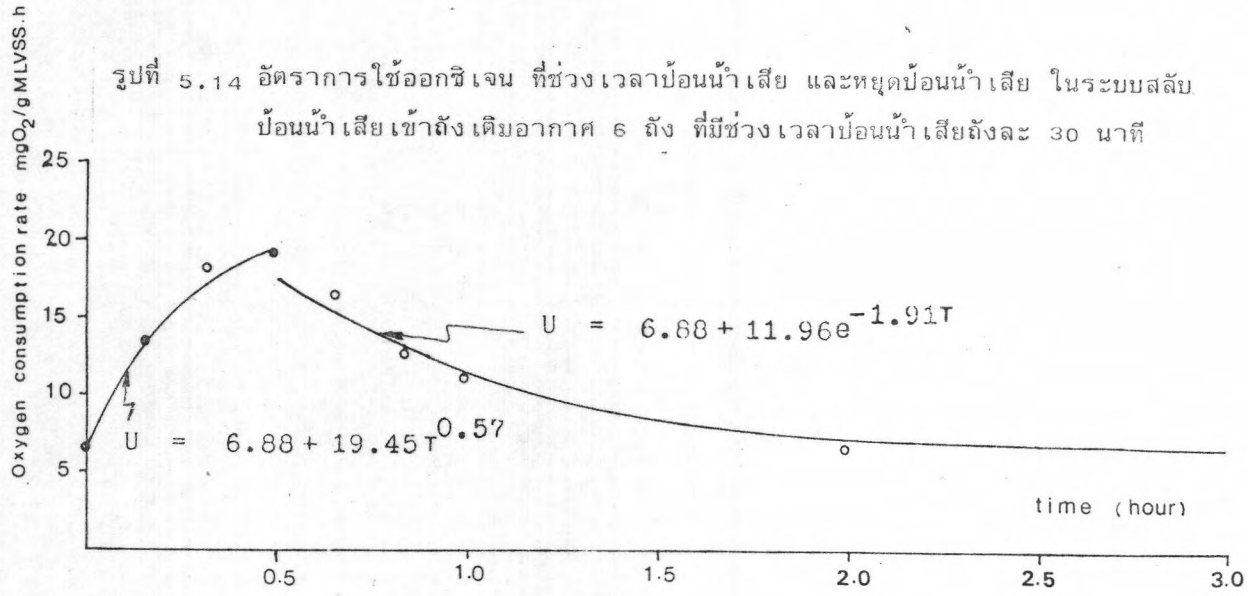
อัตราใช้ออกซิเจนจะเริ่มลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากในช่วงนี้อาหารหรือสารอินทรีย์เหลือน้อยเรื่อย ๆ อัตราใช้ออกซิเจนจึงลดต่ำลงอยู่ในระดับคงที่ประมาณ 6.88 มิลลิกรัม O_2/กรัมMLVSS-ชั่วโมง เท่ากับก่อนเริ่มป้อนน้ำเสียเข้าไปถังเติมอากาศ ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ออกซิเจนกับระยะเวลาในช่วงหยุดป้อนน้ำเสียจะเป็นในรูปสมการ exponential curve

ในกรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสีย ซึ่งมีช่วงเวลาการป้อนน้ำเสีย 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง จะเห็นว่าก่อนป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศอัตราใช้ออกซิเจนต่ำประมาณ 5-7 มิลลิกรัมO_2/กรัมMLVSS-ชั่วโมง แต่เมื่อเริ่มป้อนน้ำเสียเข้าไปในถังเติมอากาศ อัตราใช้ออกซิเจนจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ เป็นไปตาม power curve ลักษณะเดียวกับการทดลองครั้งก่อน และอัตราการใช้ออกซิเจนจะสูงขึ้นจนอยู่ในระดับคงที่ประมาณ 15 - 19 มิลลิกรัมO_2/กรัมMLVSS-ชั่วโมง เมื่อดำเนินการทดลองผ่านไปได้ 30 นาที อัตราการใช้ออกซิเจนจะอยู่ในระดับนี้จนสิ้นสุดช่วงเวลาการป้อนน้ำเสีย หลังจากสิ้นสุดเวลาการป้อนน้ำเสียก็ถึงช่วงหยุดป้อนน้ำเสีย อัตราการใช้ออกซิเจนจะลดลงไปเรื่อย ๆ จนอยู่ในช่วง5-7มิลลิกรัมO_2/กรัมMLVSS-ชั่วโมง เท่ากับก่อนเริ่มป้อนน้ำเสีย ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ออกซิเจนกับระยะเวลาในช่วงหยุดป้อนน้ำเสีย จะเป็นในรูปสมการ exponential curve ลักษณะเดียวกับการทดลองครั้งก่อน

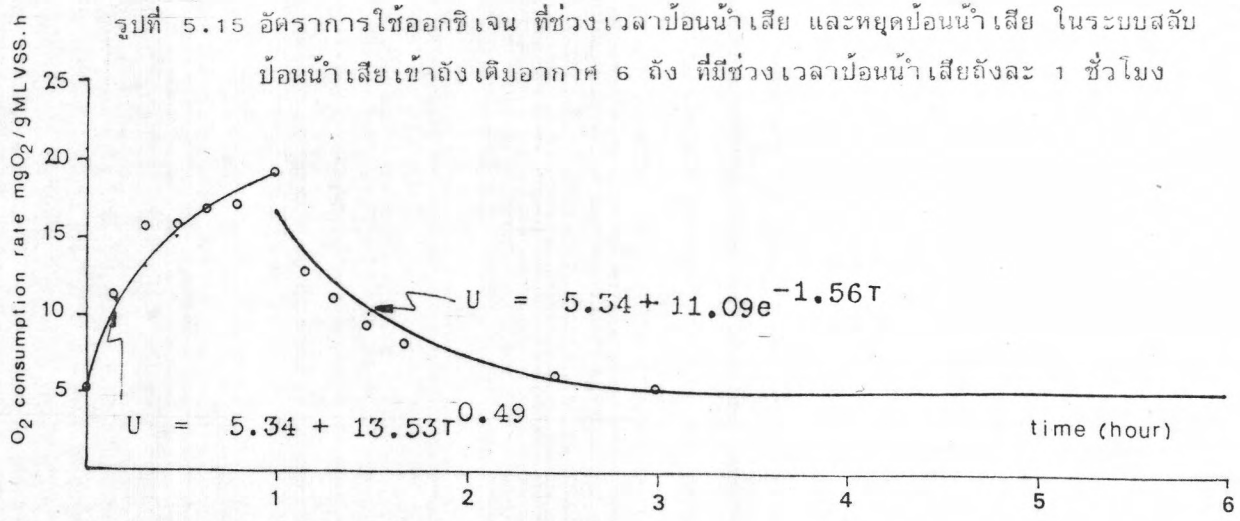
ผลการทดลองทั้ง 4 ครั้ง แสดงว่าอัตราการใช้ออกซิเจนอยู่ในลักษณะคล้ายกัน ไม่ว่าจะมีช่วงเวลาการป้อนน้ำเสียสั้นหรือยาว กล่าวคือในช่วงเวลาป้อนน้ำเสียอัตราการใช้ออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนอยู่ในระดับคงที่ เป็นไปตามสมการของรูป power curve และเมื่อถึงช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย อัตราใช้ออกซิเจนจะลดลงเรื่อย ๆ จนอยู่ในระดับคงที่ เป็นไปตามสมการของรูป exponential curve

ผลการทดลอง 4 ครั้ง แสดงไว้ในรูป 5.14 - 5.17 จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราใช้ออกซิเจนกับระยะเวลาเป็นไปในรูปสมการดังตารางที่ 5.1 และ 5.2

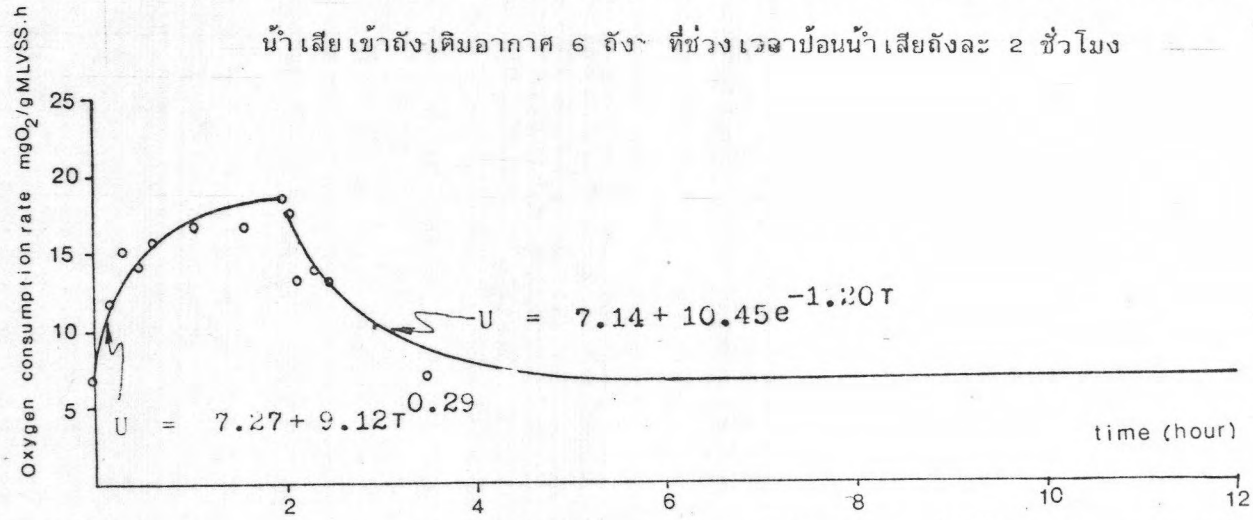
รูปที่ 5.14 อัตราการใช้ออกซิเจน ที่ช่วงเวลาป้อนน้ำเสีย และหยุดป้อนน้ำเสีย ในระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ที่มีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที



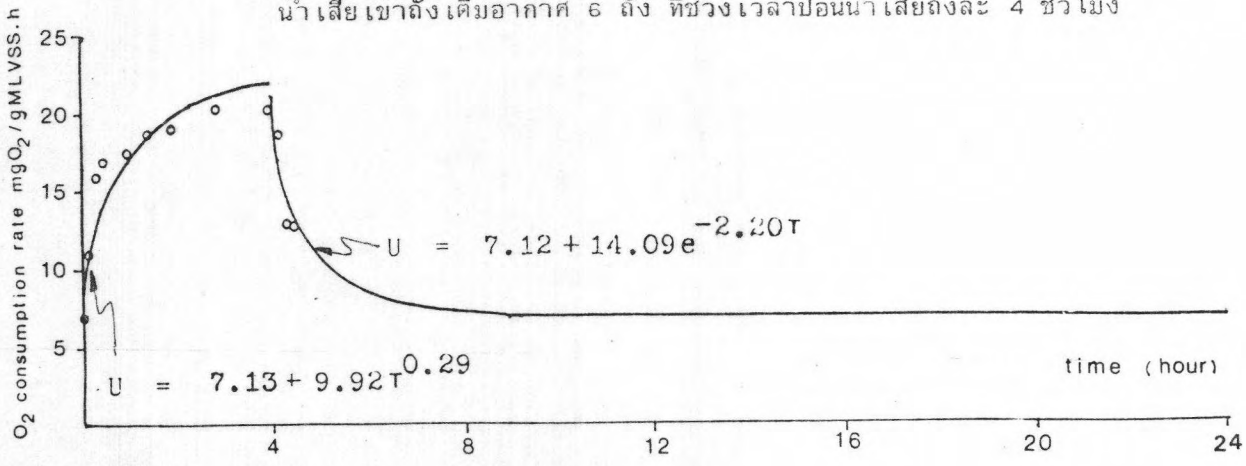
รูปที่ 5.15 อัตราการใช้ออกซิเจน ที่ช่วงเวลาป้อนน้ำเสีย และหยุดป้อนน้ำเสีย ในระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ที่มีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชั่วโมง



รูปที่ 5.16 อัตราการใช้ออกซิเจนที่ช่วงเวลาป้อนน้ำเสีย และหยุดป้อนน้ำเสีย ในระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ที่ช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชั่วโมง



รูปที่ 5.17 อัตราการใช้ออกซิเจนที่ช่วงเวลาป้อนน้ำเสีย และหยุดป้อนน้ำเสีย ในระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ที่ช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 4 ชั่วโมง



ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้ออกซิเจนกับระยะเวลาบ่อนน้ำเสีย

ช่วงเวลาการบ่อนน้ำเสีย (ชั่วโมง)	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้ออกซิเจนกับระยะเวลาบ่อนน้ำเสีย	ส.ป.ส.การตัดสินใจ R^2
0.5	$U = 6.88 + 19.45T^{0.57}$	0.965
1.0	$U = 5.34 + 13.53T^{0.49}$	0.934
2.0	$U = 7.27 + 9.12T^{0.29}$	0.932
4.0	$U = 7.13 + 9.92T^{0.29}$	0.857

เมื่อ U = อัตราการใช้ออกซิเจน (oxygen consumption rate)
มิลลิกรัม O_2/กรัมMLVSS-ชั่วโมง

T = ระยะเวลานับจากเริ่มบ่อนน้ำเสีย , ชั่วโมง

R^2 = สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ

ตารางที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้ออกซิเจนกับระยะเวลาหยุดบ่อนน้ำเสีย

ช่วงเวลาหยุดบ่อนน้ำเสีย (ชั่วโมง)	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้ออกซิเจนกับระยะเวลาที่หยุดบ่อนน้ำเสีย	ส.ป.ส.การตัดสินใจ R^2
2.5	$U = 6.88 + 11.96e^{-1.91T}$	0.988
5.0	$U = 5.34 + 11.09e^{-1.56T}$	0.975
10.0	$U = 7.14 + 10.45e^{-1.20T}$	0.857
20.0	$U = 7.12 + 14.09e^{-2.20T}$	0.948

เมื่อ U = อัตราการใช้ออกซิเจน (oxygen consumption rate)
มิลลิกรัม O_2/กรัมMLVSS-ชั่วโมง

T = ระยะเวลานับจากหยุดป้อนน้ำเสีย , ชั่วโมง

R^2 = สัมประสิทธิการตัดสินใจ

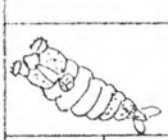
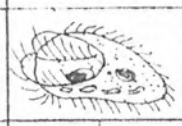
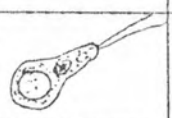
5.3.6 <u>ลักษณะของจุลินทรีย์</u>

จากการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ ตลอดการทดลองพบว่า จุลินทรีย์ที่พบอยู่เสมอได้แก่ พวก rotifers, stalk ciliates, free-swimming ciliates และแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ตามตารางที่ 5.3 แสดงปริมาณมากหรือน้อยของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ โดยการประมาณจากสายตา เมื่อเริ่มทำการทดลอง และช่วงสุดท้ายของการทดลอง

ในระบบป้อนน้ำเสียอย่างผสมกันทั่วถึง เริ่มแรกเอามาจากระบบที่ไม่มีปัญหาตะกอนจมไม่ลง ตะกอนจุลินทรีย์ที่สังเกตุจากกล้องจุลทรรศน์พบแบคทีเรียพวกฟล้อคเกาะเป็นกลุ่มก้อน ไม่พบแบคทีเรียที่เป็นเส้นใย นอกจากแบคทีเรียพวกฟล้อคแล้ว ยังมีพวก rotifers, free swimming ciliates , stalked ciliates สำหรับช่วงสุดท้ายของการทดลอง ซึ่งประสบปัญหาตะกอนจมไม่ลง เราพบแบคทีเรียที่เป็นเส้นใยเกิดขึ้นปะปนเป็นจำนวนมาก โดยมีรูปร่างคล้ายเส้นผม ไม่มีกิ่งก้านแตกแขนง นอกจากแบคทีเรียที่เป็นเส้นใยแล้วยังพบ rotifers, free-swimming ciliates และ stalk ciliates อีกด้วย

ในระบบสลับป้อนน้ำเสีย ตะกอนจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองในระยะเริ่มแรกเป็นตะกอนจุลินทรีย์ที่นำมาจากแหล่งเดียวกัน จึงพบจุลินทรีย์ชนิดเดียวกับที่พบในระบบป้อนน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง เมื่อดำเนินการทดลองถึงช่วงสุดท้าย ตะกอนจุลินทรีย์ก็ยังไม่เกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง ไม่พบแบคทีเรียที่เป็นเส้นใย นอกจากแบคทีเรียพวกฟล้อค แล้วยังพบจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ เช่น rotifers, stalked ciliates, free-swimming ciliates แต่ไม่พบพวก flagellates แสดงว่าในระบบกำจัดน้ำเสียดังกล่าวให้คุณภาพน้ำทิ้งที่สะอาด

ตารางที่ 5.3 แสดงปริมาณมากน้อยของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ โดยการสังเกต

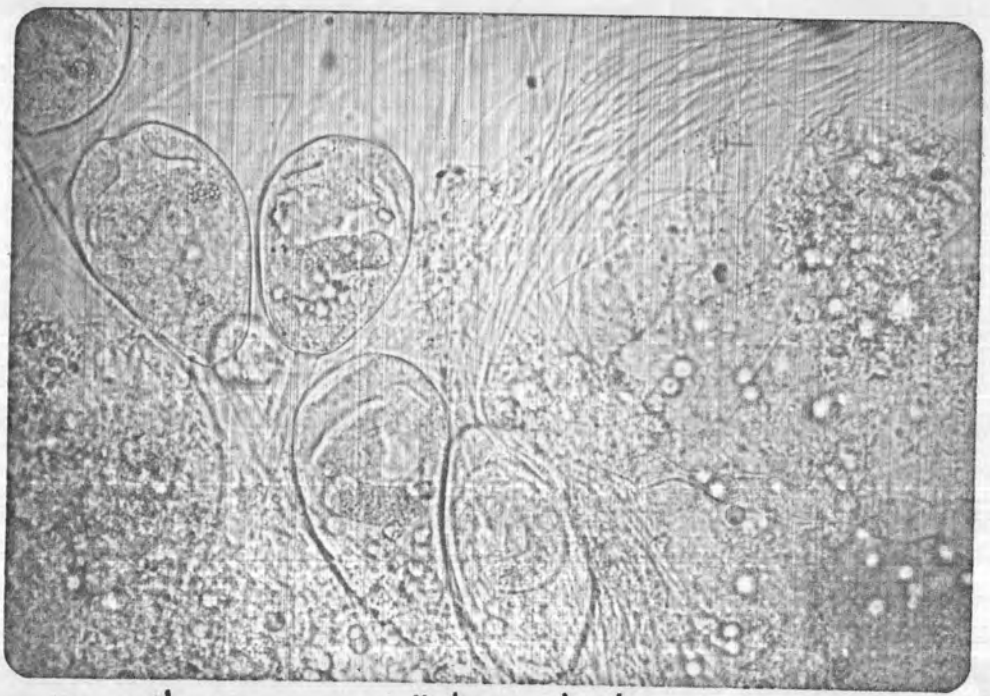
สลับป้อนน้ำเสียที่มีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ	Rotifers		Swimming ciliates		Stalk ciliates		flagellates		filamentous bacteria	
										
	เริ่ม	สุดท้าย	เริ่ม	สุดท้าย	เริ่ม	สุดท้าย	เริ่ม	สุดท้าย	เริ่ม	สุดท้าย
30 นาที	X	XX	X	X	X	XX	–	–	X	–
1 ชั่วโมง	XX	XX	X	X	XX	XXX	–	–	X	X
2 ชั่วโมง	XX	XX	X	X	XX	XXX	–	–	X	X
4 ชั่วโมง	X	XX	X	X	XX	XX	–	–	X	XXX
ผสมกันทั่วถึง	X	XX	X	X	X	XX	–	–	X	XXX

– ไม่พบ

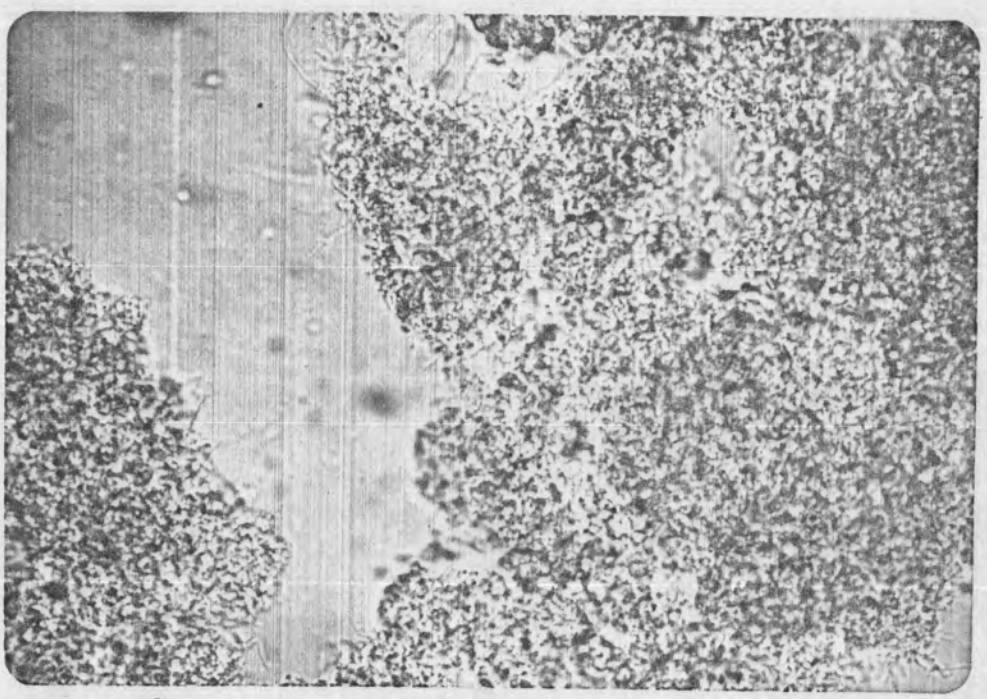
X น้อย

XX ปานกลาง

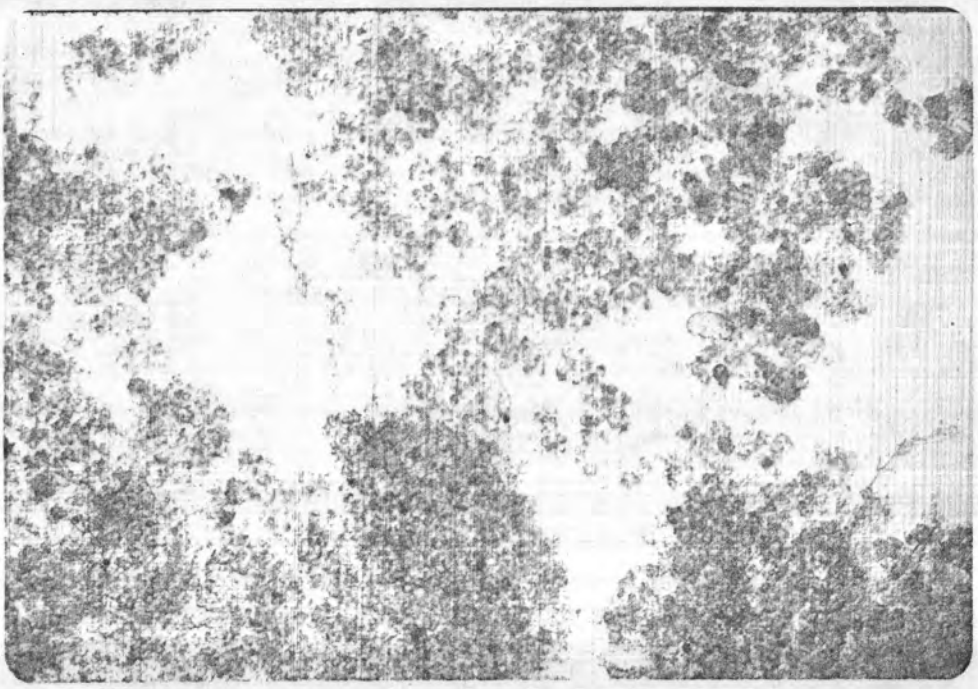
XXX มาก



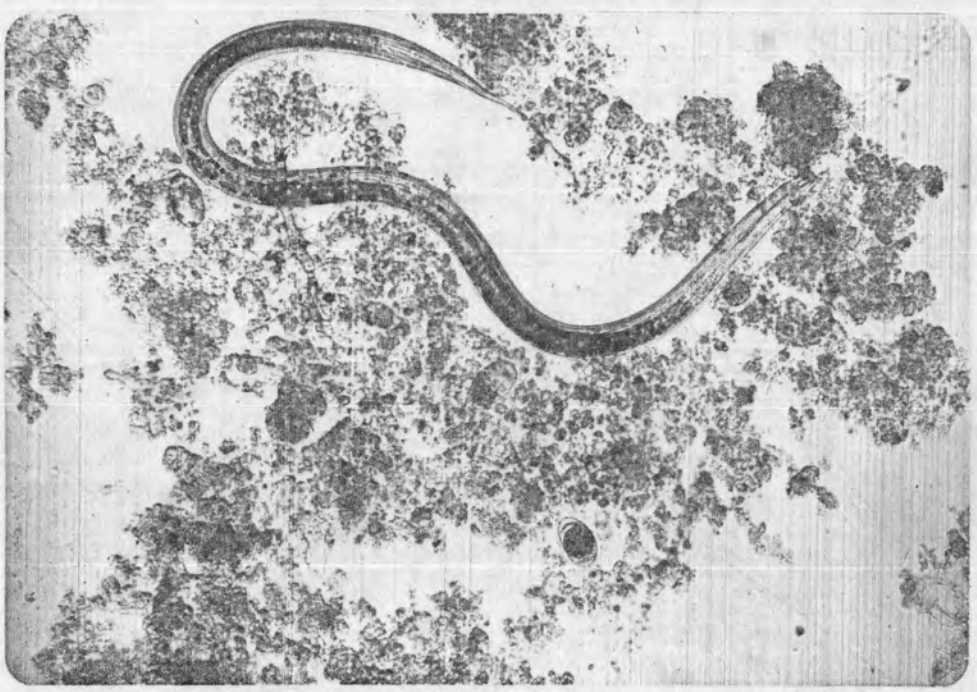
รูปถ่ายแสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองครั้งที่ 1 เมื่อเริ่มการทดลอง
(สลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศถังละ 30 นาที)



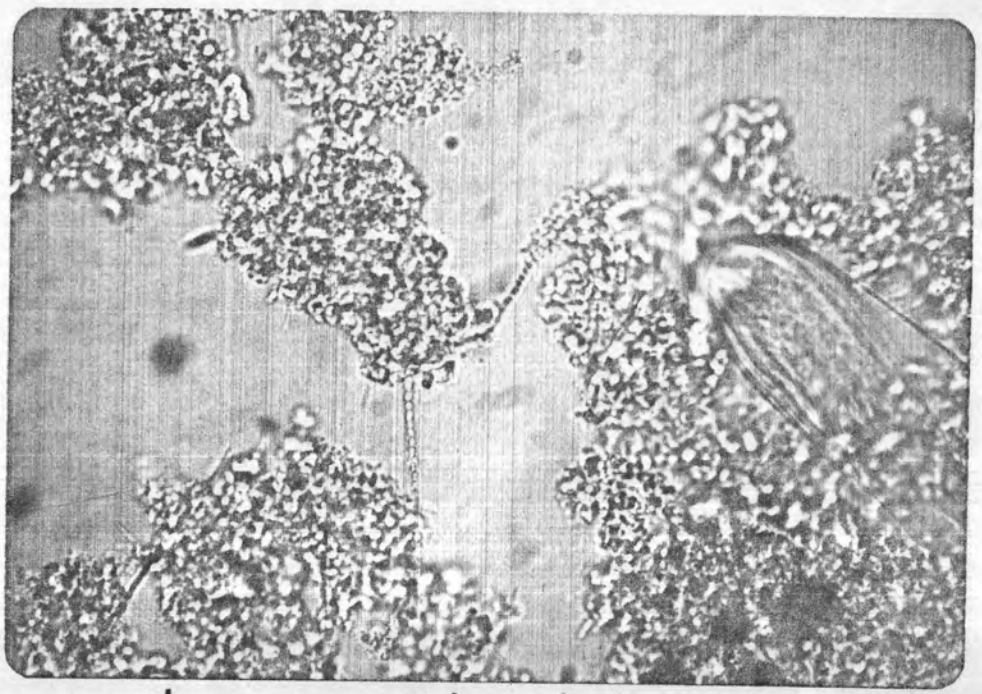
รูปถ่ายแสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองครั้งที่ 1 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง
(สลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศถังละ 30 นาที)



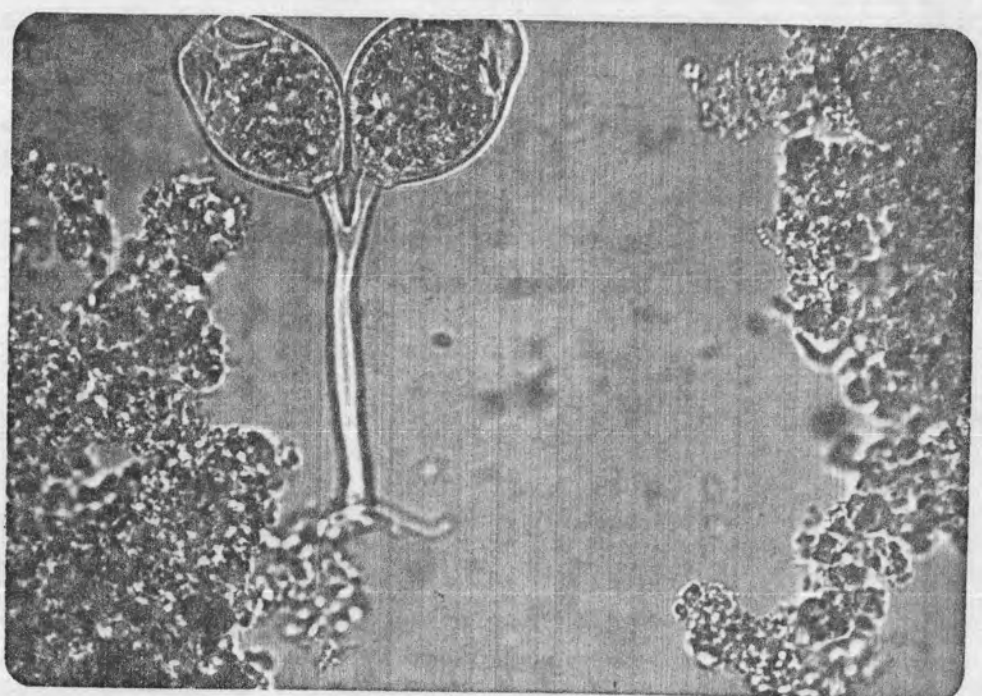
รูปถ่ายแสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองครั้งที่ 2 เมื่อเริ่มการทดลอง
(สลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศถังละ 30 นาที)



รูปถ่ายแสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองครั้งที่ 2 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง
(สลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศถังละ 30 นาที)

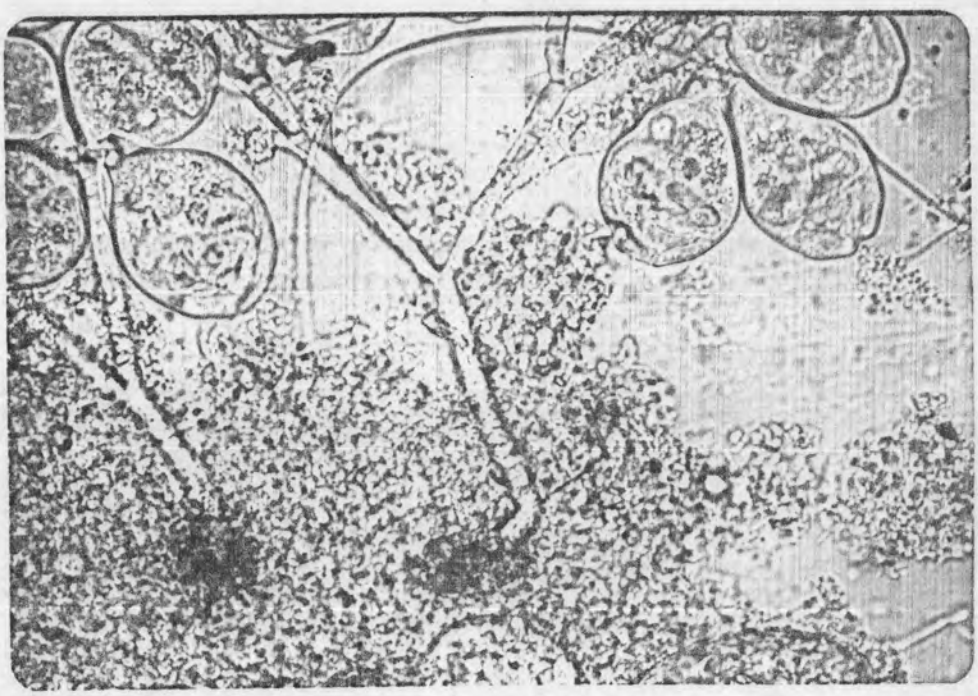


รูปถ่ายแสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองครั้งที่ 5 เมื่อเริ่มการทดลอง
(แช่น้ำแข็งเข้าตู้เย็นมาแล้วประมาณ 1 ชั่วโมง)

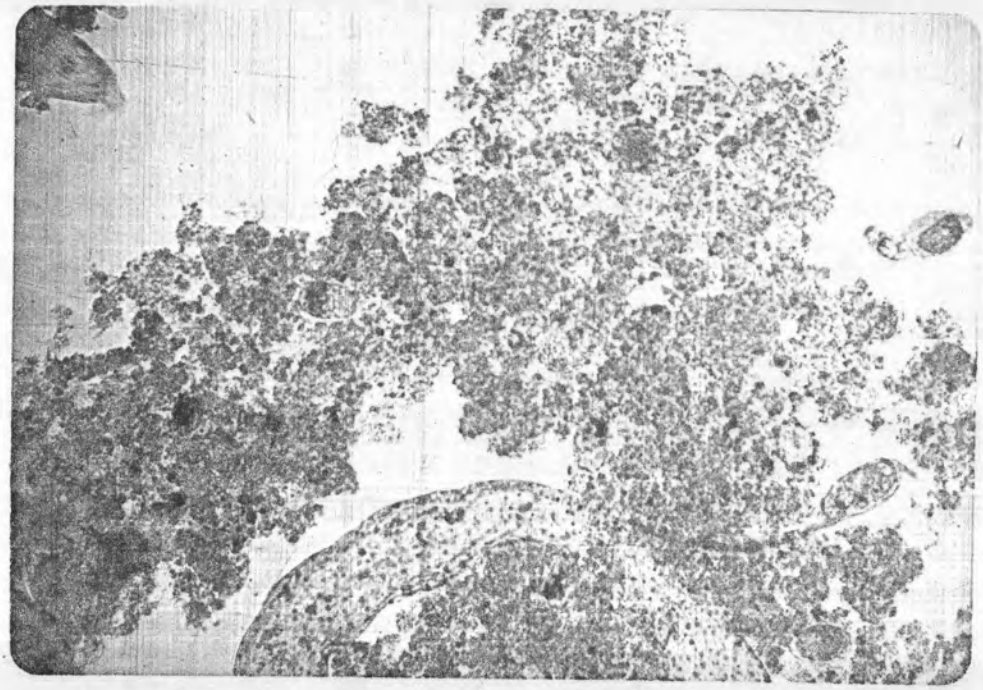


รูปถ่ายแสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองครั้งที่ 5 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง
(แช่น้ำแข็งเข้าตู้เย็นมาแล้วประมาณ 1 ชั่วโมง)

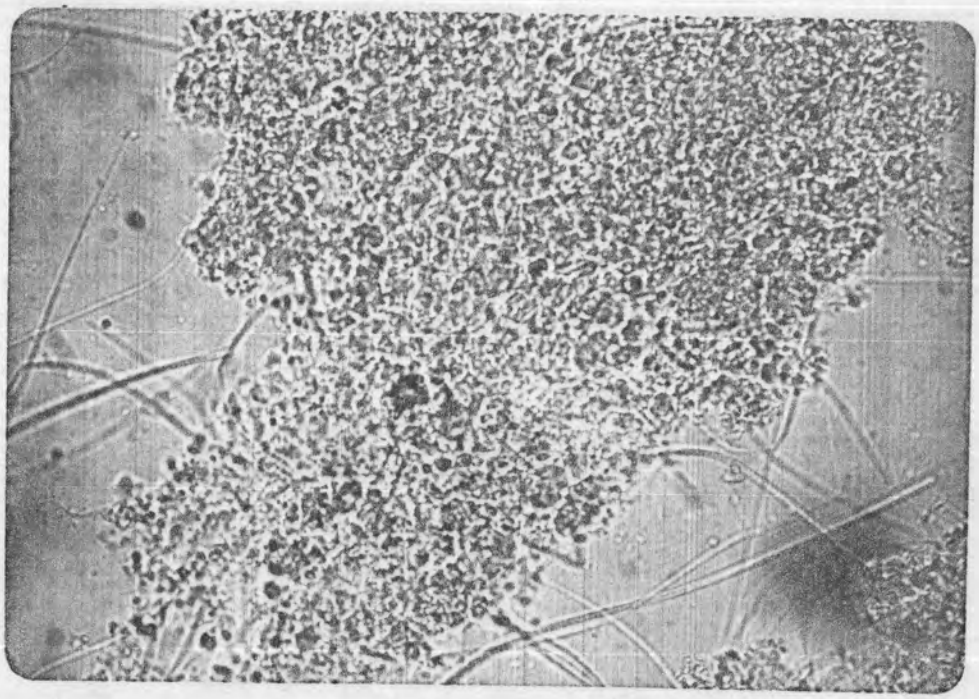
รูปถ่ายแสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองครั้งที่ 4 เมื่อเริ่มการทดลอง
(สลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศถังละ 2 ชั่วโมง)



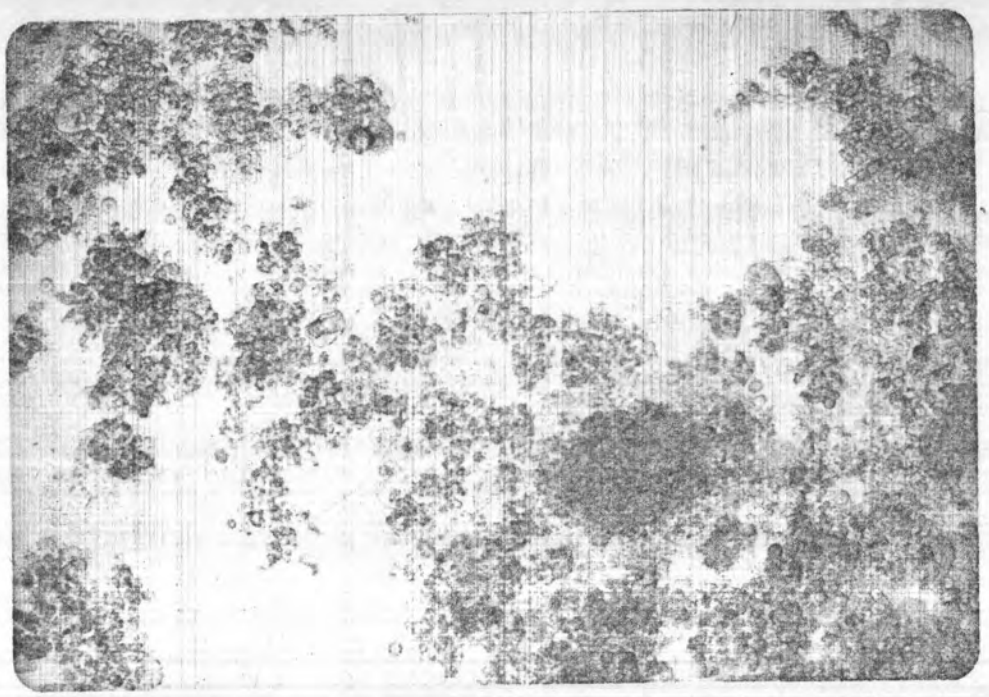
รูปถ่ายแสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองครั้งที่ 4 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง
(สลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศถังละ 2 ชั่วโมง)



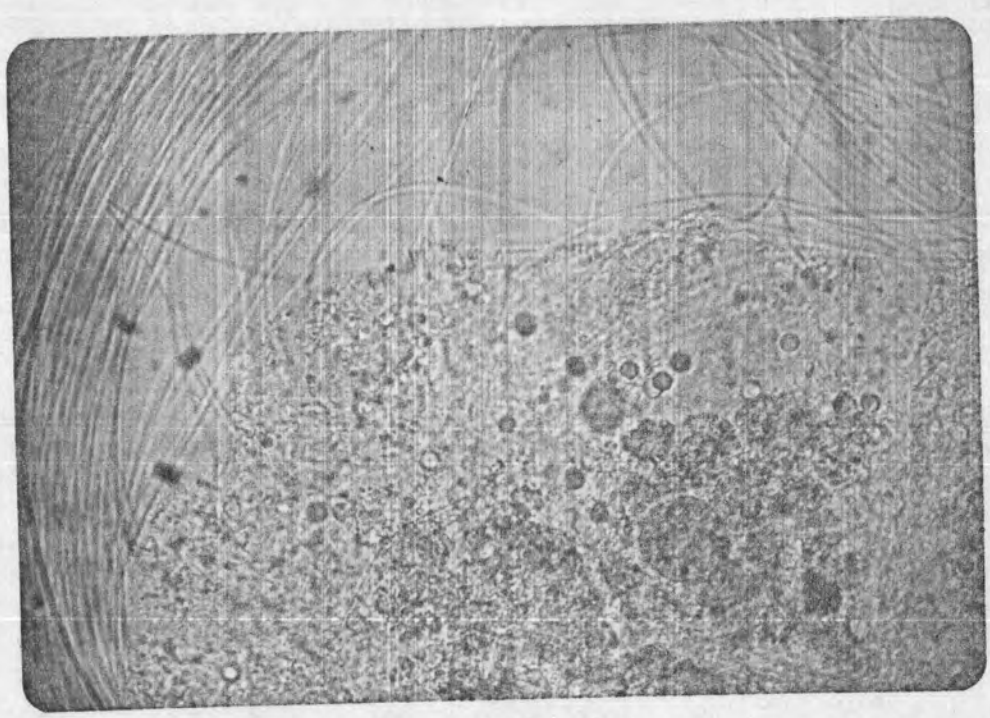
รูปถ่ายแสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองครั้งที่ 5 เมื่อเริ่มการทดลอง
(สลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศถังละ 4 ชั่วโมง)



รูปถ่ายแสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองครั้งที่ 5 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง
(สลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศถังละ 4 ชั่วโมง)



รูปถ่ายแสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองครั้งที่ 6 เมื่อเริ่มการทดลอง
(บ่อนน้ำเสียอย่างผสมกันทั่วถึง)



รูปถ่ายแสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองครั้งที่ 6 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง
(บ่อนน้ำเสียอย่างผสมกันทั่วถึง)

เฉพาะระบบสลับป้อนน้ำเสีย ที่มีช่วงเวลาการป้อนน้ำเสีย 4 ชั่วโมง ในช่วงสุดท้ายการทดลอง เกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง เนื่องมาจากแบคทีเรียที่เป็นเส้นใย แบคทีเรียชนิดนี้เป็นชนิดเดียวกับที่เกิดขึ้นในระบบป้อนน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง

ภาพถ่ายจุลินทรีย์ที่พบในระบบป้อนน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง และระบบสลับป้อนน้ำเสียที่ช่วงเวลาการป้อนน้ำเสีย 30 นาที, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง ภาพที่ได้นับตั้งแต่เริ่มการทดลอง จนช่วงสุดท้ายของการทดลอง ตามรูปที่แสดงไว้ในรูปที่ 5.18 - 5.29

5.4 เปรียบเทียบการทำงานของกรรมวิธีป้อนน้ำเสียอย่างต่อผสมกันทั่วถึง กับกรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสีย

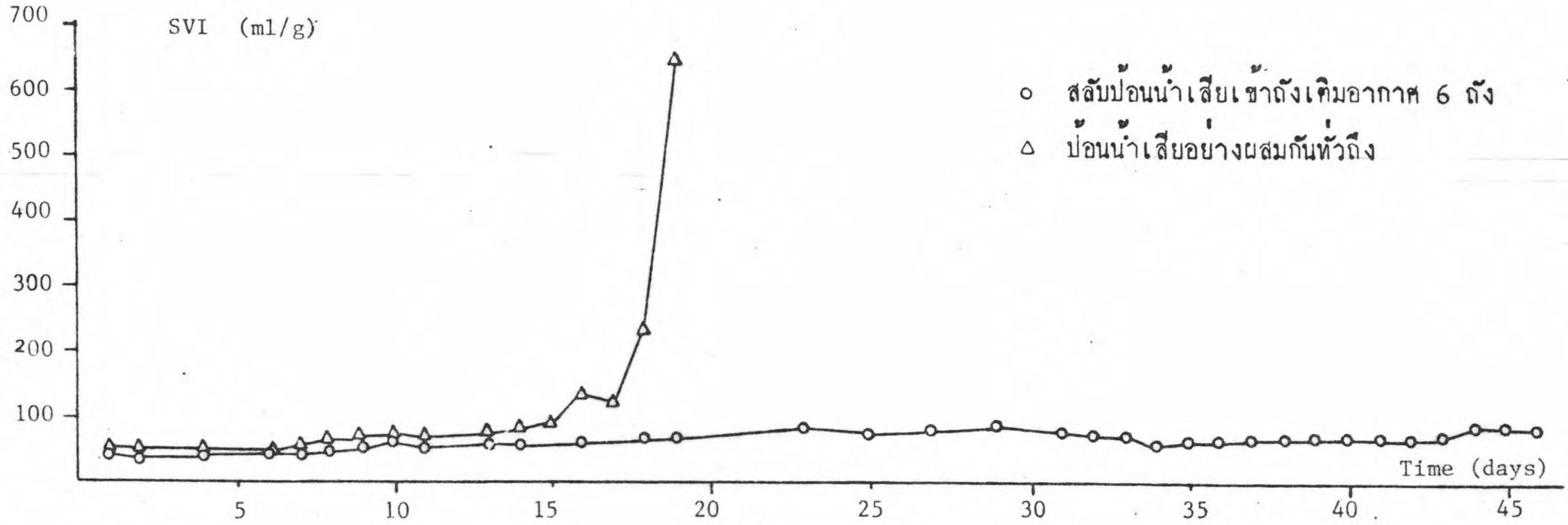
ดำเนินการทดลองเปรียบเทียบการทำงานทั้ง 2 กรรมวิธี ด้วยการควบคุมเงื่อนไขการทำงานอย่างเดียวกัน ตามแผนงานที่กำหนดไว้หัวข้อ 4.2 ดำเนินการทดลองทั้ง 2 กรรมวิธีควบคู่กันไป เพื่อเปรียบเทียบการทำงานวันต่อวัน

5.4.1 ค่าตรรชนีปริมาตรตะกอน

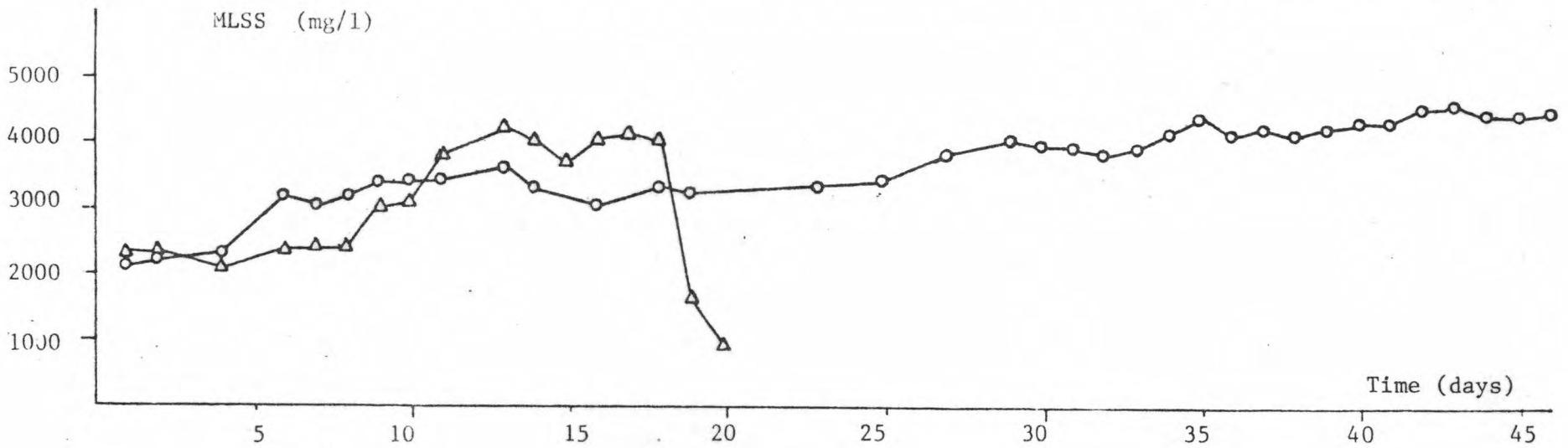
ค่าตรรชนีปริมาตรตะกอนทั้ง 2 กรรมวิธี แสดงในรูป 5.30 จากผลการทดลองแสดงว่าค่าตรรชนีปริมาตรตะกอนในกรรมวิธีป้อนน้ำเสียอย่างผสมกันทั่วถึงกับกรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ซึ่งมีช่วงเวลาป้อนน้ำเสีย 2 ชั่วโมง มีค่าใกล้เคียงกันช่วง 10 วันแรกที่เริ่มการทดลอง หลังจากนั้นปรากฏว่ากรรมวิธีป้อนน้ำเสียอย่างผสมกันทั่วถึงประสบปัญหาตะกอนจมไม่ลงเนื่องจาก แบคทีเรียที่เป็นเส้นใยทำให้ค่าตรรชนีปริมาตรตะกอนเพิ่มขึ้นจาก 89 มิลลิลิตร/กรัม เป็น 491 มิลลิลิตร/กรัม โดยใช้เวลาการทดลองเพียง 19 วัน

ส่วนกรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ซึ่งมีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียละ 2 ชั่วโมง ให้ค่าตรรชนิปริมาตรตะกอนเสถียรภาพอยู่ในช่วง 40 - 80 มิลลิลิตร/กรัม ตลอดการทดลองนานถึง 46 วัน

เมื่อเปรียบเทียบค่าตรรชนีปริมาตรตะกอนที่ได้จากการทดลองทั้ง 2 กรรมวิธี แสดงว่าตะกอนจุลินทรีย์ที่ได้กรรมวิธีป้อนน้ำเสียอย่างผสมกันทั่วถึงมีค่าตรรชนีปริมาตรตะกอนสูงกว่าที่ได้จากการทดลองกรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียอย่างเห็นได้ชัด และกรรมวิธีป้อนน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 5.30 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าดรรชนีปริมาตรตะกอน ระหว่างระบบป้อนน้ำเสียอย่าง อย่างผสมกันทั่วถึง กับระบบสลับป้อนน้ำเสีย (ถังละ 2 ชม.)



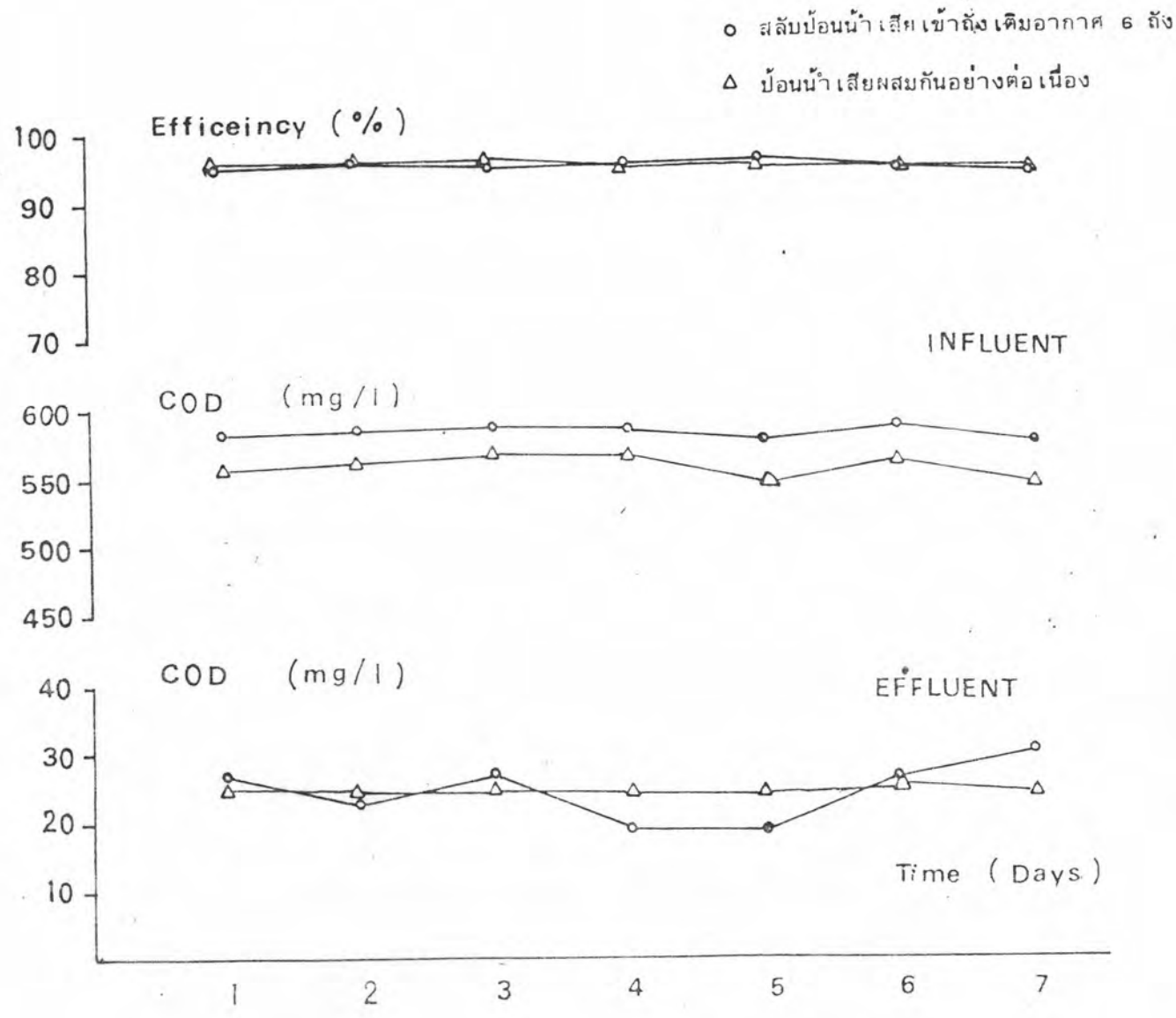
รูปที่ 5.31 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของตะกอน

ประสบปัญหาตะกอนจมไม่ลง ส่วนกรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียไม่เคยประสบปัญหาตะกอนจมไม่ลง ตลอดระยะเวลาการทดลองนานถึง 46 วัน เนื่องจากในกรรมวิธีป้อนน้ำเสียอย่างผสมกันทั่วถึง (completely mixed) ถังเติมอากาศซึ่งมีลักษณะการทำงานเป็นแบบ CSTR (completely - mixed stirrer tank reactor) เมื่อน้ำเสียถูกป้อนเข้าถังเติมอากาศ ความเข้มข้นของอาหารหรือสับสเตรทในถังเติมอากาศจะถูกผสมให้เจือจางลงทันที ในกรณีที่ความเข้มข้นของสับสเตรทต่ำ Chudoba ได้อธิบายไว้ในรูปที่ 2.19 ตามสเตรทที่ I ว่าในกรณีนี้อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่เป็นเส้นใยเร็วกว่าแบคทีเรียพวกฟล็อค ทำให้ปริมาณแบคทีเรียที่เป็นเส้นใยเพิ่มขึ้นรวดเร็ว จนก่อให้เกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง

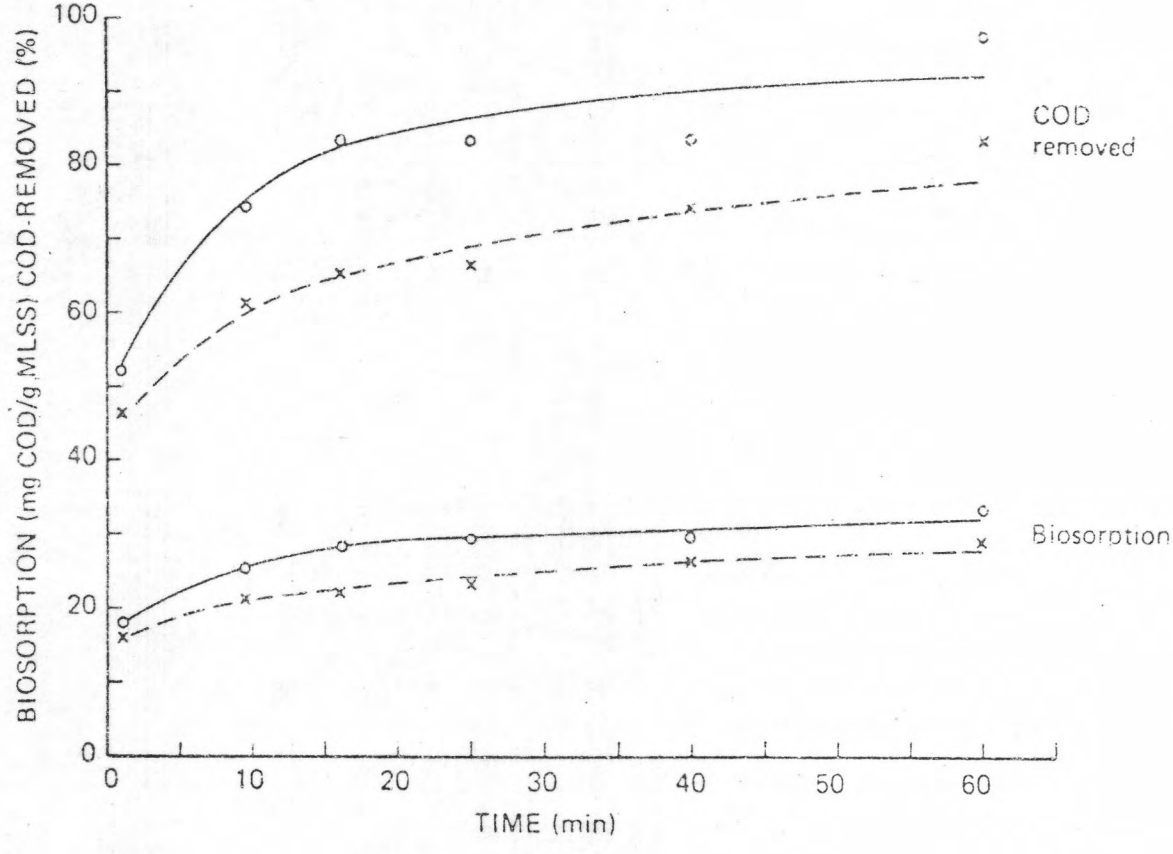
แต่ในกรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสีย ไม่เกิดปัญหาตะกอนจมไม่ลง เนื่องจากเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 5.2.1

5.4.2 <u>ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี</u>

การดำเนินการทดลองทั้ง 2 กรรมวิธี เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีกระทำที่ความสามารถรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากัน ตามแผนการทดลองตามหัวข้อ 4.2 ผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของกรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียกับกรรมวิธีป้อนน้ำเสียอย่างผสมกันทั่วถึง ในช่วง 7 วันสุดท้ายของการทดลองแสดงไว้ในรูปที่ 5.32 จะเห็นว่าทั้ง 2 กรรมวิธีให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีได้ประมาณร้อยละ 94 - 96 ซึ่งใกล้เคียงกันทั้ง 2 กรรมวิธี เนื่องจากในระบบแอคติเวทเต็ดสลัดจ์ เมื่อสารอินทรีย์ในน้ำเสียป้อนเข้าถังเติมอากาศจะถูกจุลินทรีย์ที่เกาะกันเป็นกลุ่มฟล็อคย่อยสลาย และดูดซึมสะสมเข้าไปในตัวมันเองได้อย่างรวดเร็ว[22] ภายใน 30 นาทีก็สามารถกำจัดซีโอดีได้ประมาณร้อยละ 90 แล้ว ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 5.33 ฉะนั้นในกรรมวิธีสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ 6 ถัง ในระบบแอคติเวทเต็ดสลัดจ์ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีได้เกินกว่าร้อยละ 90 ซึ่งใกล้เคียงกับระบบป้อนน้ำเสียอย่างผสมกันทั่วถึง



รูปที่ 5.32 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี ระหว่างป้อนน้ำเสียอย่างผสมกันทั่วถึง กับระบบสลับป้อนน้ำเสีย



รูปที่ 5.33 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี กับระยะ เวลา เริ่มนับตั้งแต่เริ่มป้อนน้ำ เสีย เข้าไป (Eikelboom , 1981)