บทที่ 5

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาเปรียบเทียบการทำงานระหว่างระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถังกับระบบป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว ศึกษาการแก้ไขปัญหาตะกอนไม่จมตัว และศึกษาหาช่วงเวลาป้อนน้ำเสียและค่าอายุตะกอนที่เหมาะสมของระบบสลับป้อนน้ำเสียดังกล่าว ซึ่งดำเนินการทดลองเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2529 ถึงเดือนเมษายน 2530 รวมระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 15 เดือน

5.1 การศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถังกับระบบป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถึงถังเดียวที่มีต่อการจมตัวของตะกอนเร่ง

การทดลองเปรียบเทียบการทำงานของทั้งสองระบบนี้เริ่มดำเนินการทดลองโดยการนำตะกอนจุลินทรีย์ปกติ นำมาแบ่งถ่ายลงในสองระบบในปริมาณเท่า ๆ กัน แล้วป้อนด้วยน้ำเสียจากถังเก็บน้ำเสียเดียวกัน รวมทั้งควบคุมพารามิเตอร์ที่สำคัญให้เท่ากัน การทดลองครั้งนี้ได้ดำเนินการทดลองที่ค่าอายุตะกอนต่าง ๆ กัน จากมากไปหาน้อย ดังนี้ ค่าอายุตะกอน 20 วัน , 10 วัน , 5 วัน และ 3 วัน ซึ่งผลการทดลองในระหว่างดำเนินการทดลองได้แสดงด้วย ค่าปริมาตรตะกอนที่ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที (V_{30}) ค่าดัชนีปริมาตรตะกอน (SVI) และค่าความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ (MLSS) ดังรูปที่ 5.1 , 5.2 , 5.3 และ 5.4 ตามลำดับ

จากการทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการจมตัวของตะกอนในระบบทั้งสองพบว่าระบบสลับป้อนน้ำเสียที่อายุตะกอนสูงกว่า 10 วัน ขึ้นไปตะกอนเร่งในระบบจะจมตัวได้ดี ในขณะที่ระบบสลับป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถึงเกิดปัญหาตะกอนไม่จมตัวทุกการทดลอง ซึ่งผลการทดลองพอสรุปเป็นตารางได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองเปรียบเทียบการทำงานของระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถังกับระบบป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถังถังเดียวที่มีต่อการจมตัวของตะกอนเร่ง

ระบบ	Q_c (วัน)	เวลาป้อนน้ำเสีย (ชม.)	เริ่มต้น			สุดท้าย		
			V_{30}	SVI	MLSS	V_{30}	SVI	MLSS
สลับป้อนน้ำเสีย	20	1	156	89	1738	223	58	3833
เข้าถังเติม	10	2	170	38	4612	835	307	2717
อากาศหกถัง	5	1	38	123	3240	*	*	*
	3	1	195	64	3057	*	*	*
ป้อนน้ำเสียแบบ	20	-	205	116	1760	*	*	*
ผสมกันทั่วถัง	10	-	160	38	4180	*	*	*
ถังเดียว	5	-	140	41	3400	*	*	*
	3	-	150	47	3200	*	*	*

หมายเหตุ * หมายถึงเกิดปัญหาตะกอนไม่จมตัวและระบบไม่มีเสถียรภาพ

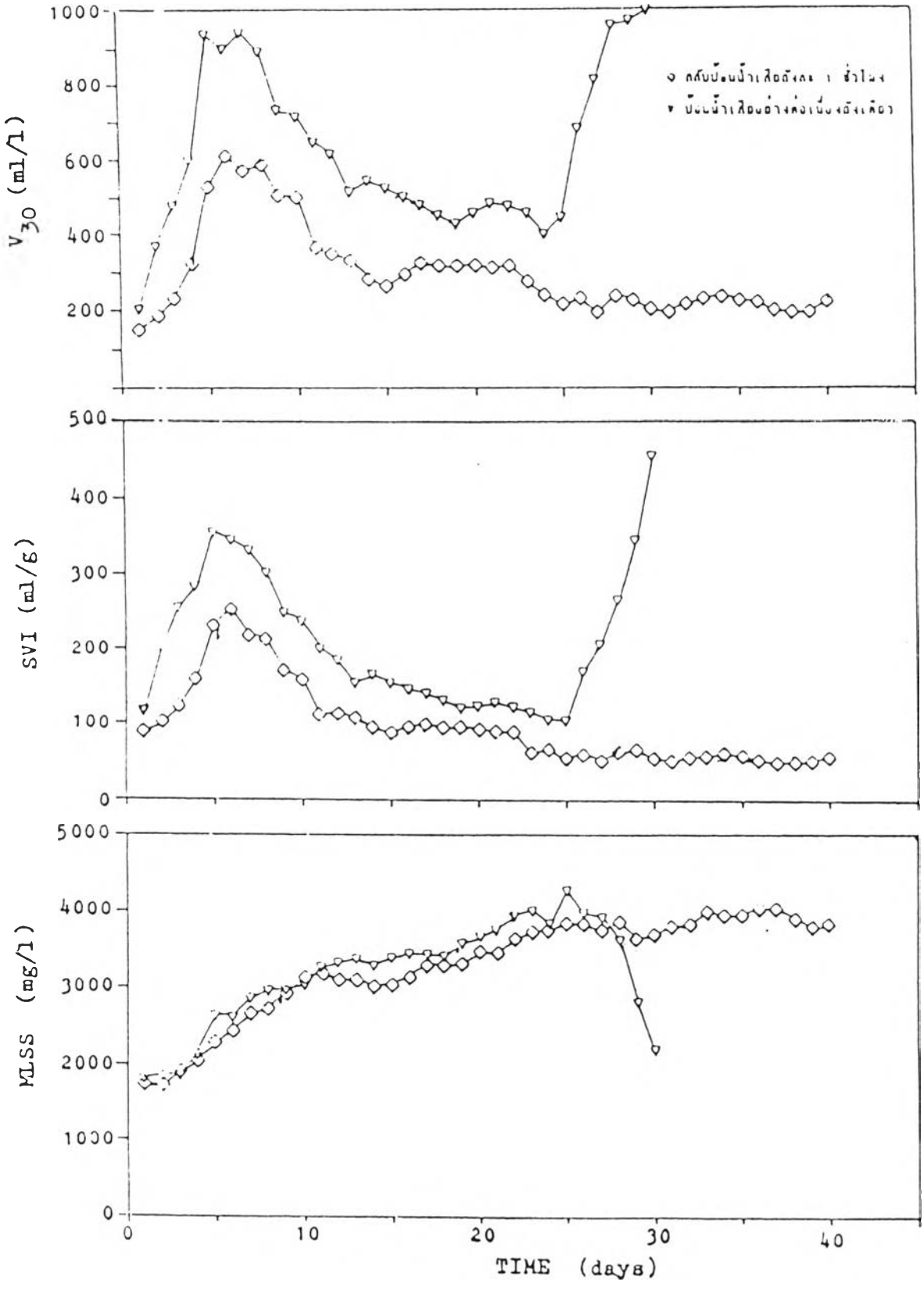
Rensink [21] ได้ทดลองเปรียบเทียบระหว่างระบบป้อนน้ำเสียแบบเป็นครั้ง (batch system) กับระบบแบบผสมกันทั่วถัง (completely mixed) พบว่า มีแบคทีเรียเส้นใยชนิด sphaerotilus natans มีอยู่ทั่วไปในตะกอนเร่งของระบบแบบผสมกันทั่วถัง ส่วนตะกอนในระบบป้อนน้ำเสียแบบเป็นครั้งนั้นมีการอัดตัวได้ดีและมีเสถียรภาพแล้วยังแทบไม่พบแบคทีเรียที่เป็นเส้นใยเลย ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้รู้ว่าวิธีการป้อนน้ำเสียมีผลต่อการจมตัวของตะกอนเร่งในเวลาต่อมา ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองครั้งนี้

Houtmeyer 1980 [23] ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับอิทธิพลของการป้อนน้ำเสียแบบเป็นช่วง ๆ (intermittently fed) ที่มีต่อการจมตัวของตะกอนเร่ง โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ชนิดต่าง ๆ เช่น glucose อย่างเดียว, glucose + nutrient broth, starch เป็นต้น จากการทดลองพบว่าการป้อนน้ำเสียแบบเป็นช่วง ๆ สามารถควบคุมปัญหาตะกอนไม่จมตัวอย่างได้ผล ในขณะที่ทำการทดลองป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถังอย่างต่อเนื่อง

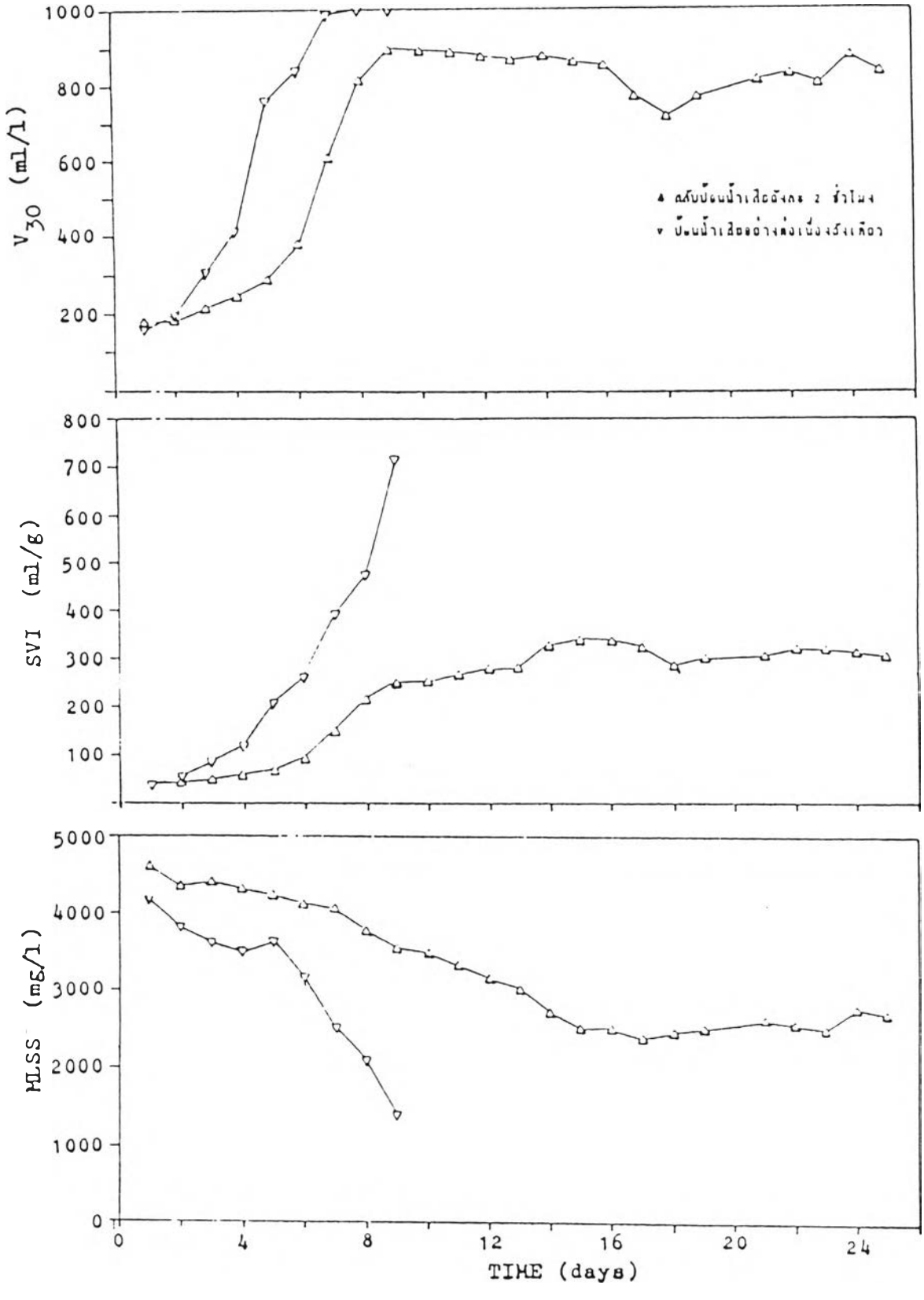
เกิดปัญหาตะกอนไม่จมตัวอยู่เสมอ ๆ

สุรพล สายพานิช [31] กล่าวว่า จากทฤษฎีการลดค่าความเข้มข้นของสารอาหารตามลำดับ (substrate gradient) นั้นสรุปได้ว่า ที่สภาวะซึ่งมีความเข้มข้นของสารอาหารสูงจุลินทรีย์ที่สร้างฟล็อคจะกำจัดสารอาหารด้วยอัตราที่สูงกว่าจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใย และมีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะที่สูงกว่าจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใย แต่ในทางกลับกันสภาวะที่มีค่าความเข้มข้นของสารอาหารต่ำ ๆ จุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยจะสามารถใช้หรือกำจัดสารอินทรีย์รวมทั้งมีอัตราการเจริญเติบจำเพาะที่สูงกว่า จากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้กระบวนการตะกอนเร่งที่มีลักษณะการไหลทางชลศาสตร์ในถังเติมอากาศแบบกวนสมบูรณ์ซึ่งมีค่าความเข้มข้นของสารอาหารต่ำตลอดทั้งถัง จึงเป็นระบบซึ่งอำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใย

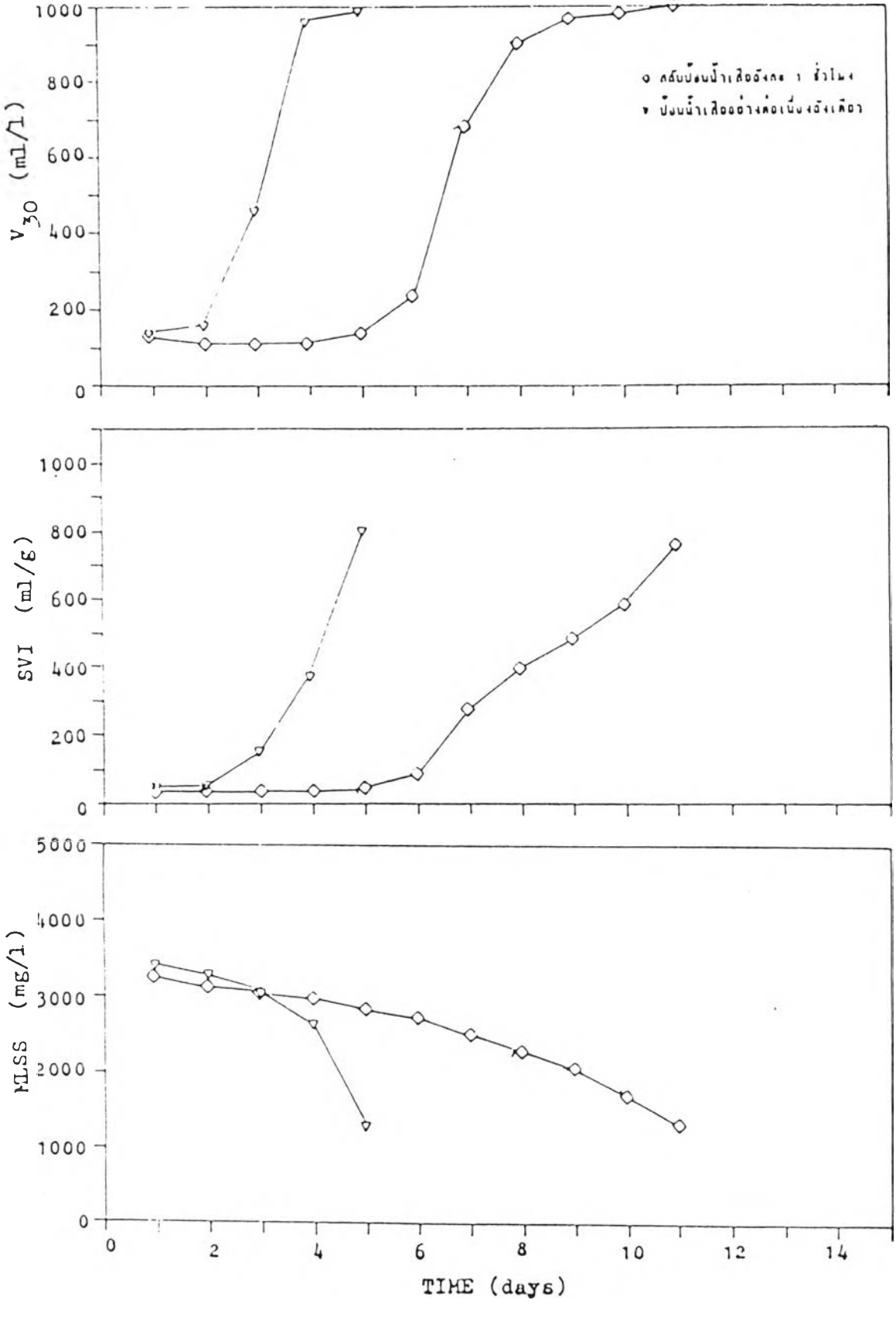
มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ [3] ในระบบแอ็คติเวเต็ทสลัดจ์ที่ได้รับอาหารมากเกินไปเกินกว่าที่แบคทีเรียแบบสร้างฟล็อคจะกินได้หมด จะมีอาหารเหลือสำหรับแบคทีเรียแบบเส้นใย ดังนั้นระบบที่ได้รับ ออร์แกนิคโหลดดิ้ง (organic loading) สูงเกินไป (อายุตะกอนต่ำเกินไป) จึงอาจเกิดโรคตะกอนจมไม่ลงได้



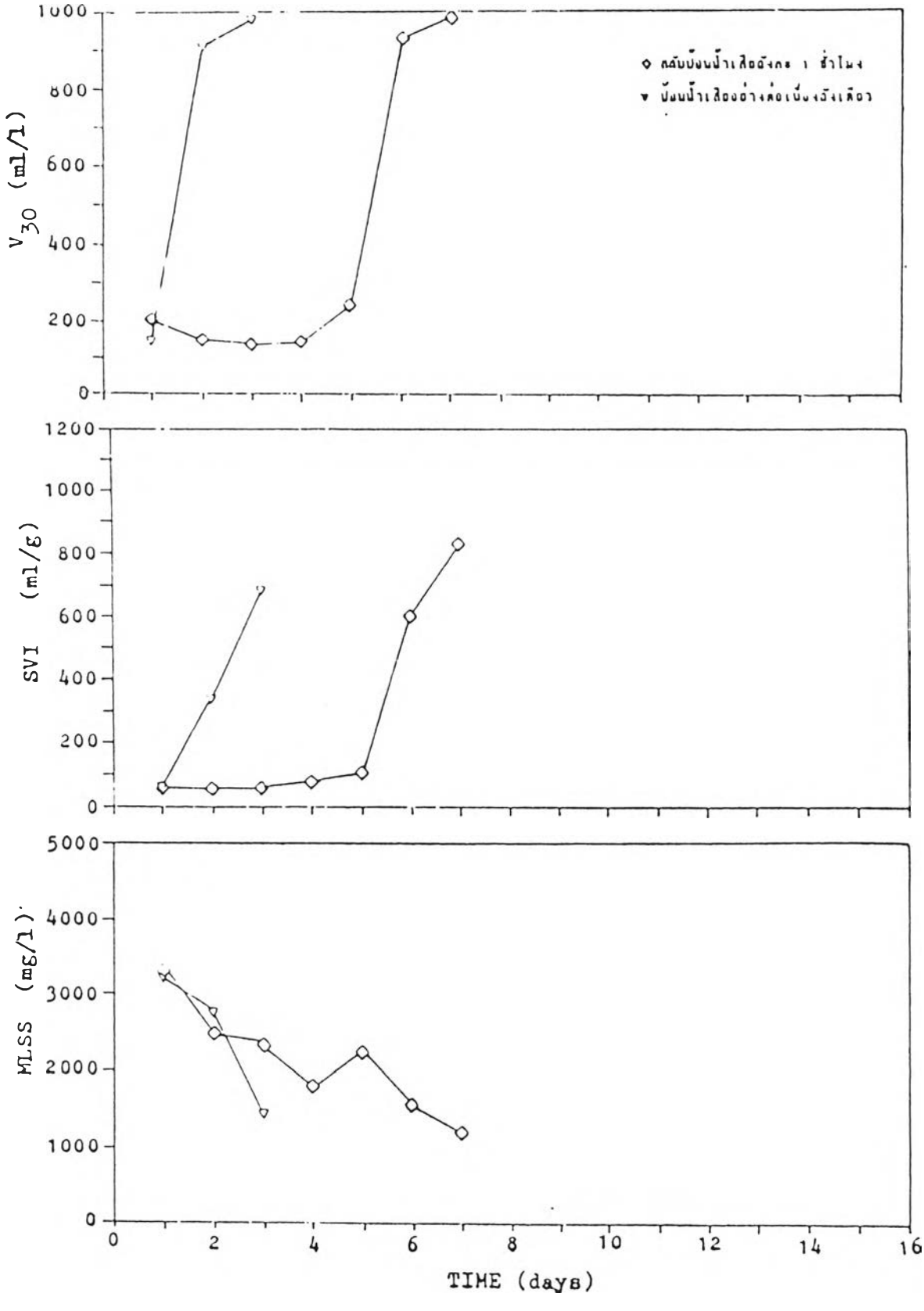
รูปที่ 5.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า V_{30} , SVI และ MLSS ในถังเติมอากาศ ในการเปรียบเทียบระหว่างระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถัง ถังละ 1 ชม. กับระบบแบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว โดยควบคุมอายุตะกอน 20 วัน



รูปที่ 5.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า V_{30} , SVI และ MLSS ในถังเติมอากาศ ในการเปรียบเทียบระหว่างระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถัง ถังละ 2 ชม. กับระบบแบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว โดยควบคุมอายุตะกอน 10 วัน



รูปที่ 5.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า V_{30} , SVI และ MLSS ในถังเติมอากาศ ในการเปรียบเทียบระหว่างระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถัง ถังละ 1 ชม. กับระบบแบบผสมทั่วถึงถังเดียว โดยควบคุมอายุตะกอน 5 วัน



รูปที่ 5.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า V_{30} , SVI และ MLSS ในถังเติมอากาศ ในการเปรียบเทียบระหว่างระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถัง ถังละ 1 ชม. กับระบบแบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว โดยควบคุมอายุตะกอน 3 วัน

5.2 การศึกษาการแก้ปัญหาตะกอนไม่จมตัวโดยการสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถัง

การศึกษาการแก้ปัญหาตะกอนไม่จมตัวโดยระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถัง เริ่มดำเนินการทดลองโดยการนำตะกอนเร่งที่มีปัญหาตะกอนไม่จมตัวนำมาทำการสลับป้อนน้ำเสีย ซึ่งทดลอง 3 การทดลองด้วยกัน คือ 1) สลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชั่วโมง โดยควบคุมอายุตะกอน 20 วัน 2) สลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชั่วโมง โดยควบคุมอายุตะกอน 20 วัน และ 3) สลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชั่วโมง โดยควบคุมอายุตะกอน 10 วัน ซึ่งผลการทดลองในระหว่างดำเนินการทดลองได้แสดงด้วย ค่าปริมาตรตะกอนที่ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที (V_{30}) ค่าดัชนีปริมาตรตะกอน (SVI) และค่าความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ (MLSS) ดังรูปที่ 5.5 , 5.6 และ 5.7 ตามลำดับ

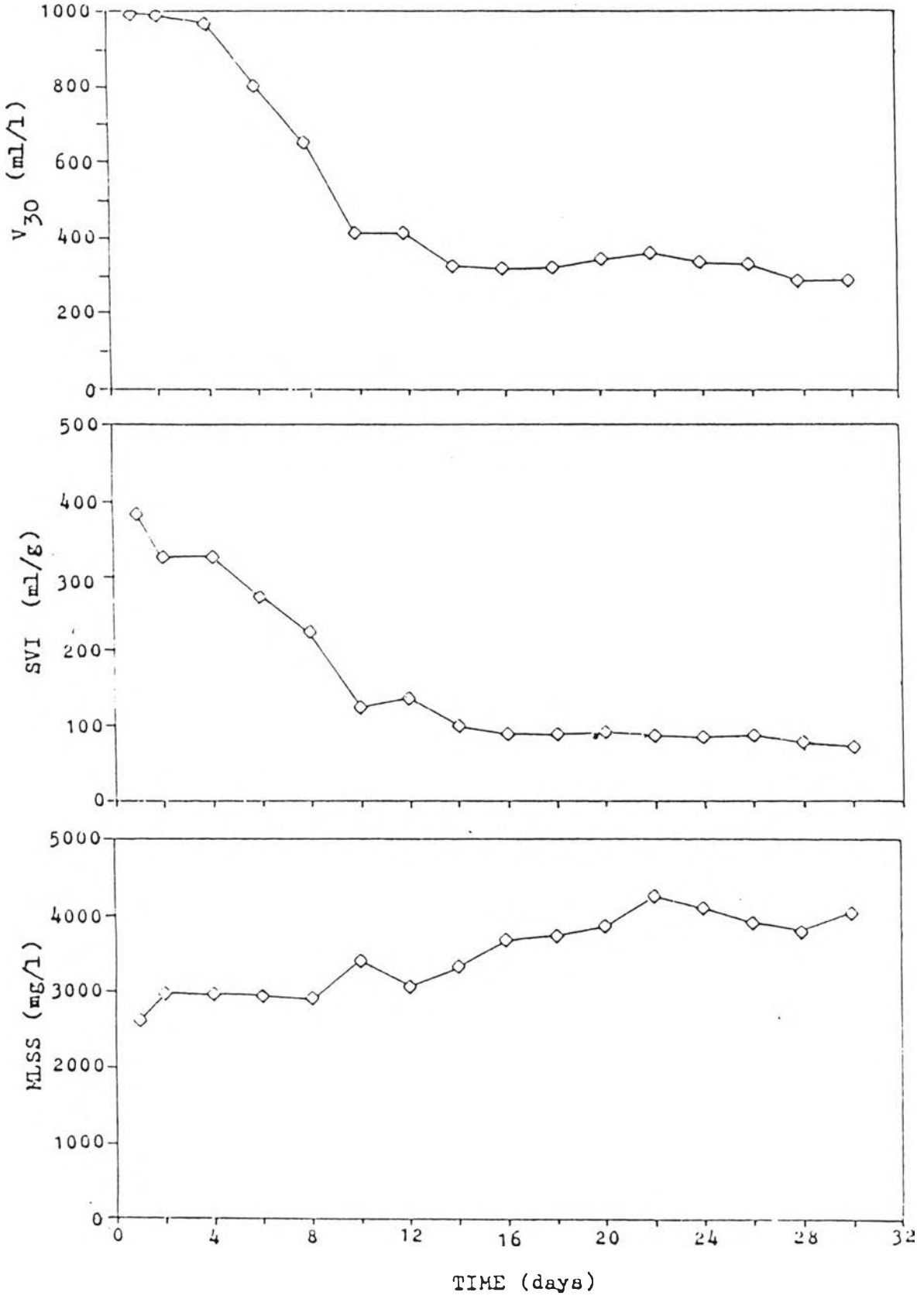
จากการทดลอง พบว่า ระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถังสามารถแก้ไขปัญหาตะกอนไม่จมตัวได้อย่างมีประสิทธิผล ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการทดลองการแก้ไขปัญหาตะกอนไม่จมตัวโดยการสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถัง

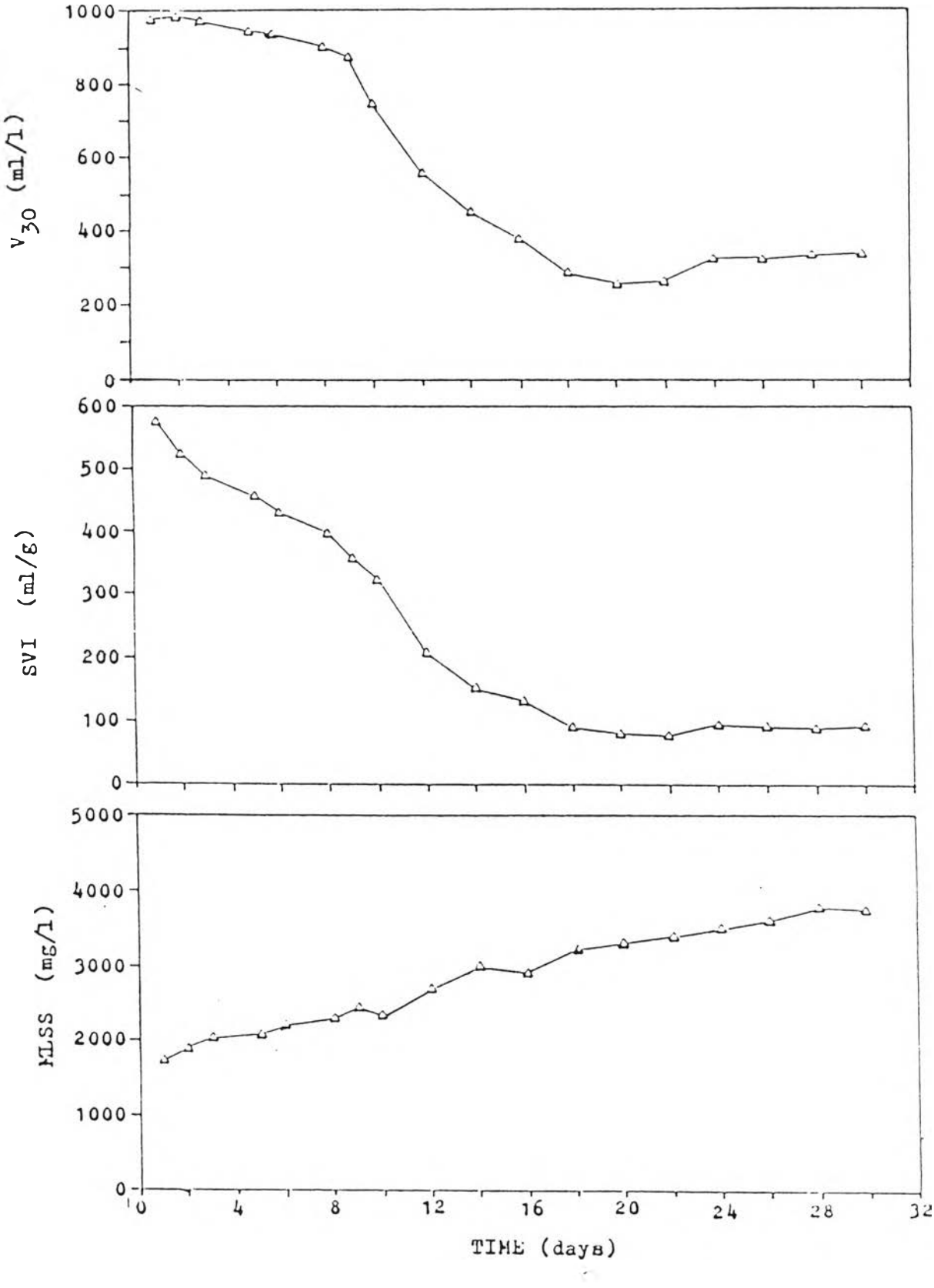
Q_c (วัน)	เวลาป้อนน้ำเสีย (ชม.)	เริ่มต้น			สุดท้าย		
		V_{30}	SVI	MLSS	V_{30}	SVI	MLSS
20	1	998	383	2623	288	71	4042
20	2	978	575	1733	348	93	3753
10	1	982	337	2957	720	244	2947

Houtmeyer [23] ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบระบบป้อนน้ำเสียอย่างต่อเนื่องกับระบบป้อนน้ำเสียแบบเป็นช่วงช่วง และได้ให้ความเห็นในการทดลองครั้งนี้ว่า ในระบบบำบัดน้ำเสียอย่างต่อเนื่องนั้นทำให้ความเข้มข้นของสารอาหารต่ำ ซึ่งสภาวะเช่นนี้เอื้ออำนวยแก่แบคทีเรียที่เป็นเส้นใยมากกว่าแบคทีเรียที่สร้างฟลอค สำหรับระบบป้อนน้ำเสียแบบเป็นช่วง ๆ ทำให้ความเข้มข้นของสารอาหารสูงอยู่ในช่วงที่ป้อนน้ำเสียและมีการลดความเข้มข้นของสารอาหารตามลำดับในถังเติมอากาศตลอดจนมีการใช้สารอาหารให้หมดไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งสารอาหารถูกใช้หมดไปในเวลาไม่เกิน 5 นาที การทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการแยกช่วงการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบออกเป็นสองช่วง คือ ช่วง exogenous phase (ช่วงที่มีสารอาหารอยู่ในถังปฏิกิริยา) และช่วง endogenous phase (ช่วงที่สารอาหารในถังปฏิกิริยาขาดแคลน) จะเห็นได้ว่าระบบเช่นนี้อัตราการกำจัดสารอาหารมีความสำคัญมากในการคัดเลือกสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ในระบบ เป็นไปได้ว่าจุลินทรีย์ที่มีอัตราการกำจัดสารอาหารสูงสุดสามารถเก็บสะสมอาหารได้ในปริมาณที่มากกว่าในช่วง exogenous phase สั้นๆ และนำออกมาใช้ในช่วงที่สองคือ ช่วงที่อาหารภายนอกขาดแคลน แต่ในทางกลับกันจุลินทรีย์ที่มีอัตราการกำจัดสารอาหารต่ำอาจสะสมอาหารได้ในปริมาณที่น้อยกว่าและในช่วงที่หยุดป้อนน้ำเสีย สภาวะการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เหล่านี้จึงไม่เต็มที่ ถ้าอัตราการกำจัดสารอาหารของแบคทีเรียที่เป็นเส้นใยมีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับจุลินทรีย์ที่สร้างฟลอค คำอธิบายเหล่านี้ก็เป็นเหตุผลว่าทำไมแบคทีเรียที่เป็นเส้นใยจึงไม่สามารถเจริญเติบโตในระบบตะกอนเร่งที่ป้อนน้ำเสียแบบเป็นช่วง ๆ

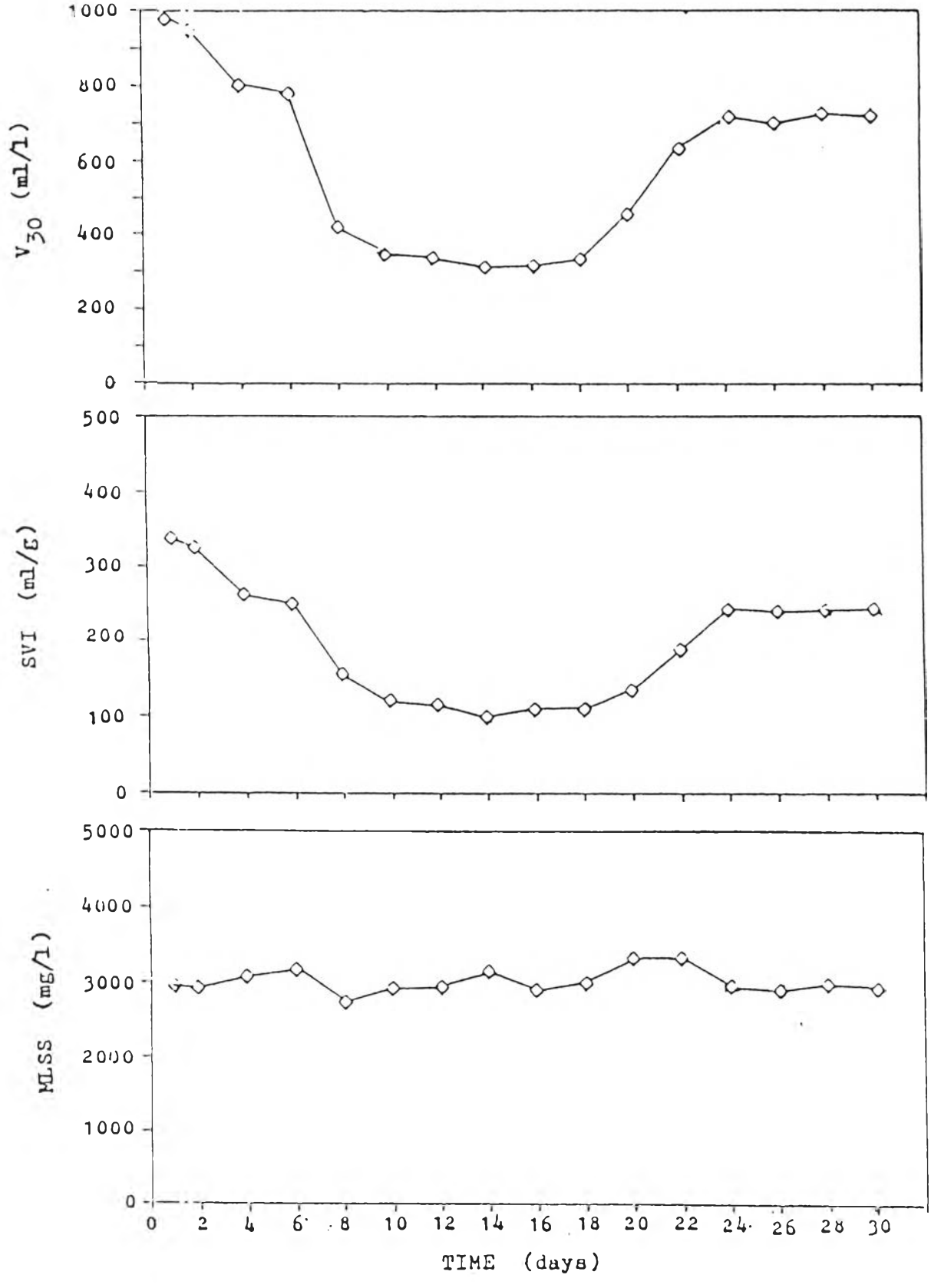
H. Yasuda [24] ได้ทดลองนำตะกอนเวียนกลับมาเติมอากาศโดยทดลองกับน้ำเสียสังเคราะห์ โดยกล่าวว่า ช่วงป้อนน้ำเสีย (contact time) จะเป็นช่วงที่แบคทีเรียเส้นใยชนิด Sphaerotilus Natans เจริญพันธุ์ส่วนช่วงเติมอากาศให้อดอาหาร (hungry time) นั้นเป็นช่วงเวลาที่ Sphaerotilus natans ย่อยสลายตัวเอง ในรายงาน อธิบายว่า Spaerotilus Natans ไม่สามารถขยายพันธุ์ได้เมื่ออัตราส่วนของระยะเวลาอดอาหารต่อระยะเวลารับอาหารมีค่ามากกว่า 6 เพราะอัตราการสลายตัวเองของมันจะเร็วกว่าอัตราการอัตราการเจริญพันธุ์



รูปที่ 5.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า V_{30} , SVI และ MLSS ในถังเติมอากาศในระหว่างการแก้ไขปัญหาตะกอนไม่จมตัว โดยการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน



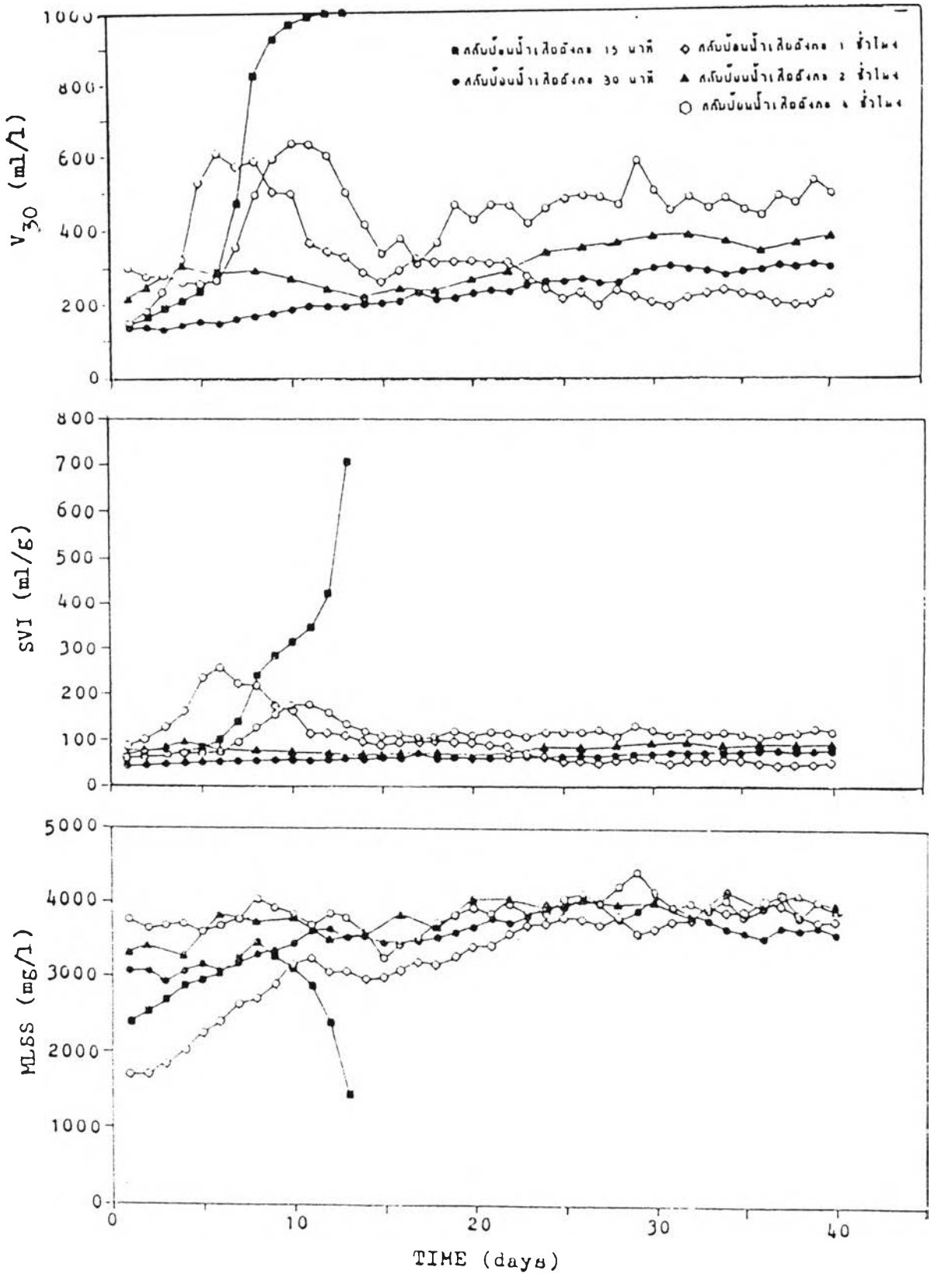
รูปที่ 5.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า V_{30} , SVI และ MLSS ในถังเติมอากาศในระหว่างการแก้ไขปัญหาตะกอนไม่จมตัว โดยการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน



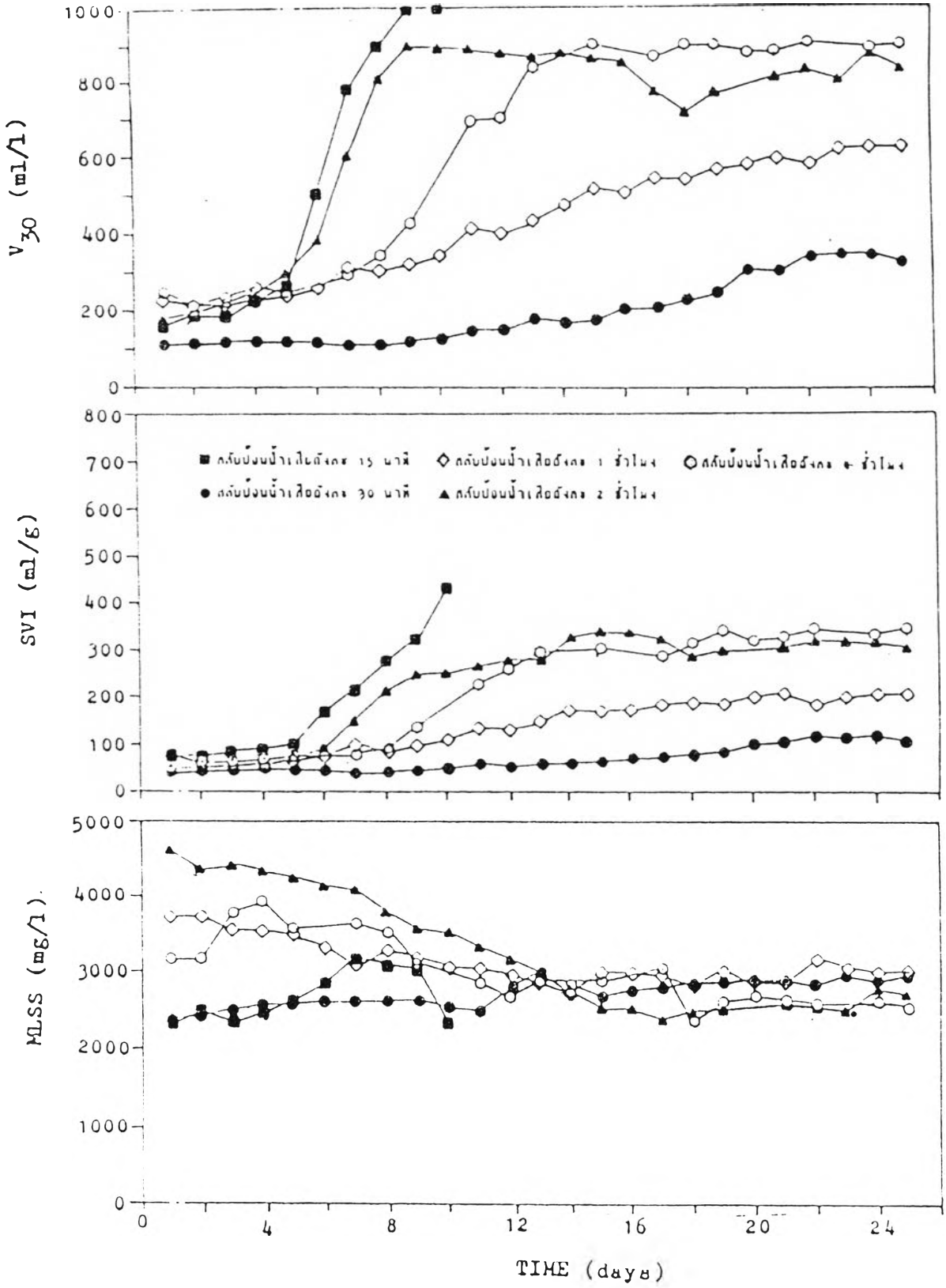
รูปที่ 5.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า V_{30} , SVI และ MLSS ในถังเติมอากาศในระหว่างการแก้ไขปัญหาตะกอนไม่จมตัว โดยการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม.และควบคุมอายุตะกอน 10 วัน

5.3 <u>การศึกษาหาช่วงเวลาป้อนน้ำเสียและค่าอายุตะกอนที่เหมาะสม ในการป้องกันปัญหาตะกอนไม่จมตัวของตะกอนเร่งโดยระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถัง</u>

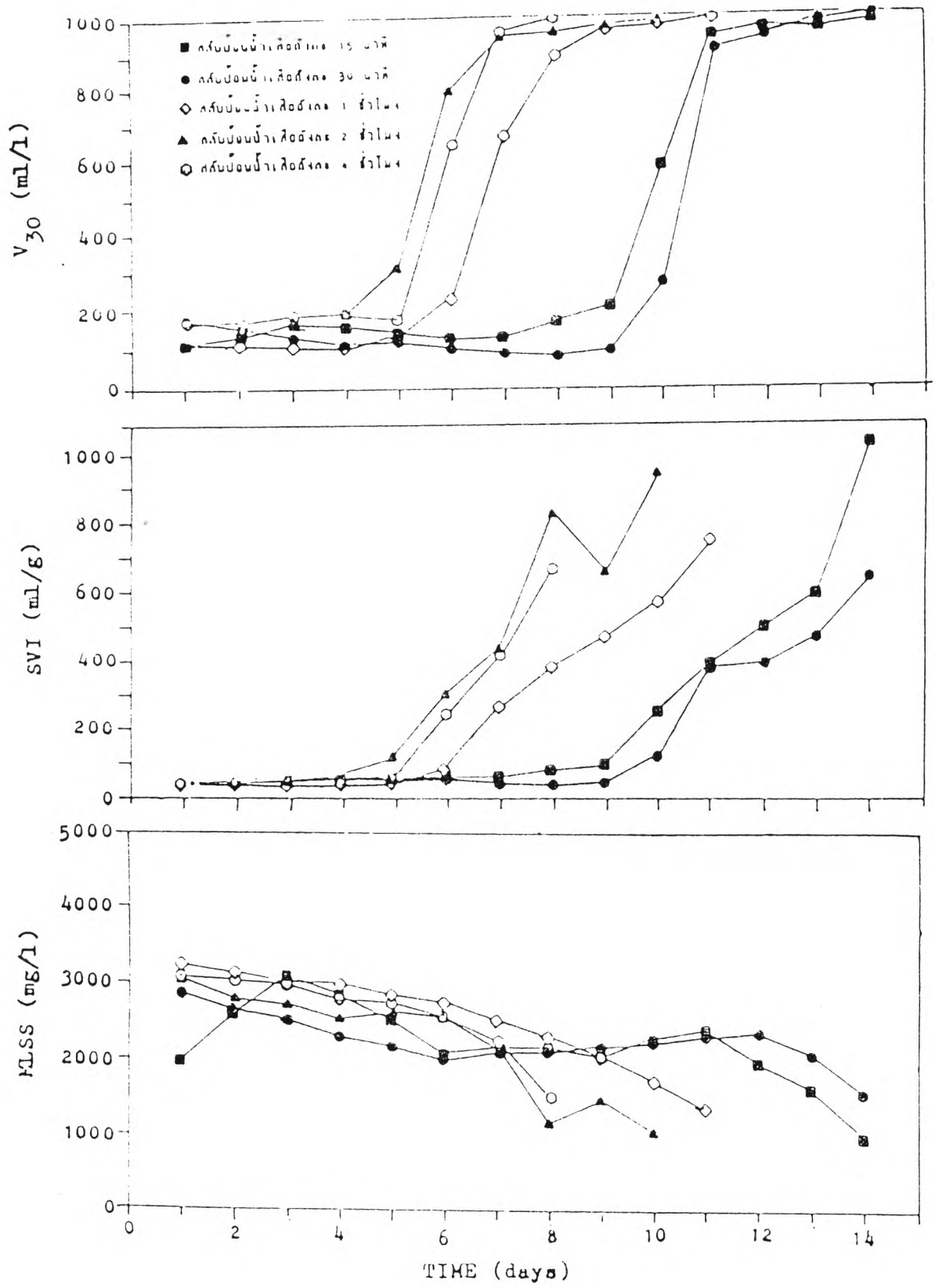
การทดลองหาช่วงเวลาและค่าอายุตะกอนที่เหมาะสม ได้ทำการทดลองป้อนน้ำเสียที่มีช่วงเวลาต่าง ๆ กันถึง 5 ค่าด้วยกัน คือ 15 นาที 30 นาที 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง โดยทดลองที่ค่าอายุตะกอนต่าง ๆ กัน จากมากไปหาน้อยดังนี้ ค่าอายุตะกอน 20 วัน 10 วัน 5 วัน และ 3 วัน เริ่มการทดลองโดยการนำตะกอนปกติมาทำการป้อนน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีน้ำตาลเป็นสารอาหารหลัก และควบคุมพารามิเตอร์ที่สำคัญให้เท่ากันทุก ๆ การทดลอง ผลการทดลองในระหว่างดำเนินการทดลองแสดงไว้ในรูปของ ค่าปริมาตรตะกอนที่ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที (V_{30}) ค่าดัชนีปริมาตรตะกอน (SVI) และค่าความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ (MLSS) ดังรูปที่ 5.8 , 5.9 , 5.10 และ 5.11 ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5.3



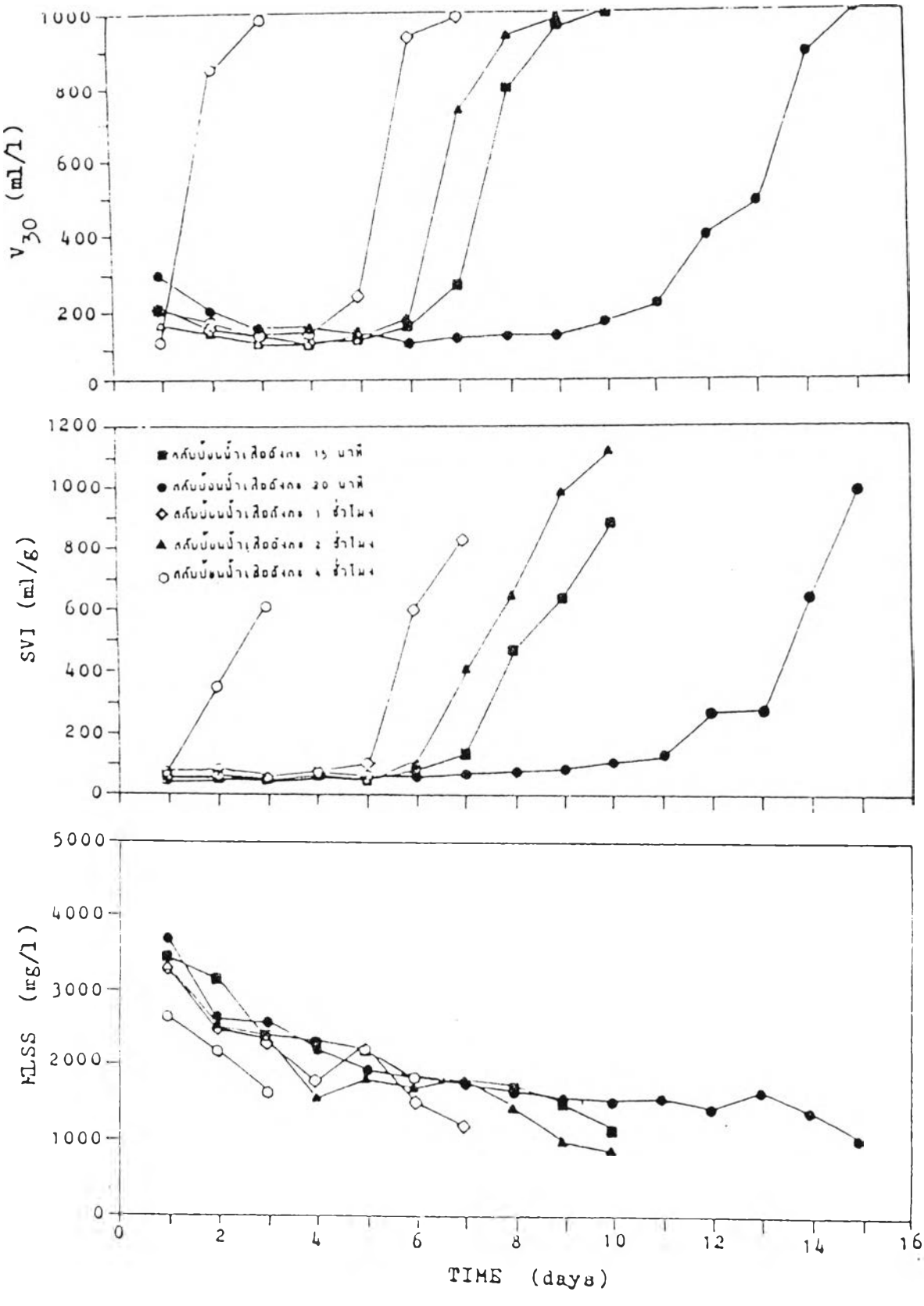
รูปที่ 5.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า V_{30} , SVI และ MLSS ในถังเติมอากาศในระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศทุกถัง ที่มีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที 30 นาที 1 ชม. 2 ชม. และ 4 ชม. ตามลำดับ โดยควบคุมอายุตะกอน 20 วัน



รูปที่ 5.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า V_{30} , SVI และ MLSS ในถังเติมอากาศในระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถัง ที่มีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที 30 นาที 1 ชม. 2 ชม. และ 4 ชม. ตามลำดับ โดยควบคุมอายุตะกอน 10 วัน



รูปที่ 5.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า V_{30} , SVI และ MLSS ในถังเติมอากาศในระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศทุกถัง ที่มีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที 30 นาที 1 ชม. 2 ชม. และ 4 ชม. ตามลำดับ โดยควบคุมอายุตะกอน 10 วัน



รูปที่ 5.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า V_{30} , SVI และ MLSS ในถังเติมอากาศในระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศทุกถัง ที่มีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที 30 นาที 1 ชม. 2 ชม. และ 4 ชม. ตามลำดับ โดยควบคุมอายุตะกอน 3 วัน

ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองการศึกษาหาช่วงเวลาป้อนน้ำเสียและค่าอายุตะกอนที่เหมาะสมในการป้องกันปัญหาตะกอนไม่จมตัวของตะกอนเร่ง ของระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถัง

Q_c (วัน)	เวลาป้อนน้ำเสีย (ชม.)	เริ่มต้น			สุดท้าย		
		V_{30}	SVI	MLSS	V_{30}	SVI	MLSS
20	0.25	155	64	2402	*	*	*
20	0.50	137	44	3092	297	81	3673
20	1	156	89	1738	223	58	3833
20	2	218	66	3340	407	102	3995
20	4	303	80	3788	570	123	3973
10	0.25	160	76	2327	*	*	*
10	0.50	107	46	2340	325	108	3023
10	1	222	60	3688	628	208	3020
10	2	173	38	4612	835	307	2717
10	4	242	77	3152	900	351	2568
5	0.25	117	60	1973	*	*	*
5	0.50	172	60	2875	*	*	*
5	1	123	38	3240	*	*	*
5	2	195	64	3057	*	*	*
5	4	173	58	3062	*	*	*
3	0.25	202	59	3428	*	*	*
3	0.50	297	81	3673	*	*	*
3	1	202	61	3303	*	*	*
3	2	173	51	3273	*	*	*
3	4	117	44	2640	*	*	*

หมายเหตุ * หมายถึงเกิดปัญหาตะกอนไม่จมตัวและระบบไม่มีเสถียรภาพ

จากการทดลอง ที่อายุตะกอน 20 วัน พบว่า การใช้ช่วงเวลาป้อนน้ำเสียที่อยู่ระหว่าง 30 นาที ถึง 4 ชั่วโมง สามารถที่ป้องกันปัญหาตะกอนไม่จมตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยช่วงเวลาในการป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชั่วโมง ทำให้ตะกอนเร่งจมตัวได้ดีที่สุด ส่วนช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที นั้นเกิดปัญหาตะกอนไม่จมตัวอย่างรุนแรง

จากการทดลอง ที่อายุตะกอน 10 วัน พบว่า ที่ช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที ทำให้ตะกอนเร่งจมตัวได้ดีที่สุด ที่ช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชั่วโมง ให้ค่า V_{30} ประมาณ 628 มล./ลิตร และ SVI ประมาณ 208 มล./ก. จากการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์พบจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยขึ้นในระบบเป็นบางส่วนจึงทำให้การจมตัวไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นถ้าหากระบบบำบัดน้ำเสียที่มีขนาดถังตกตะกอนใหญ่ไม่เพียงพออาจเกิดปัญหาขึ้นได้ แต่ถ้าระบบใดมีขนาดถังตกตะกอนใหญ่เพียงพอก็สามารถนำไปใช้งานได้ดี ที่ช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง นั้น ค่า V_{30} และ SVI มีค่าสูง ดังนั้นการนำไปใช้งานจึงจำเป็นต้องใช้ถังตกตะกอนขนาดใหญ่ จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้งานจริง ส่วนที่ช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที นั้นเกิดปัญหาตะกอนไม่จมตัวอย่างรุนแรง

การทดลอง ที่ค่าอายุตะกอน 5 วัน และ 3 วัน พบว่า ทุกการทดลองเกิดปัญหาไม่จมตัวตะกอนทุกการทดลอง

Heide . B.A and Pasveer ปี พ.ศ. 2517 [28] ได้สังเกตุพบว่าแม้โรงบำบัดน้ำเสียที่ใช้กระบวนการเติมเข้า - ถ่ายออก (fill and draw) ก็สามารถเกิดปัญหาตะกอนไม่จมตัวได้เช่นกันถ้าระยะเวลาในการเติมน้ำเสียนานเกินไป และได้สรุปไว้ว่าสภาวะเช่นนี้มีผลทำให้ภาระบรรทุกผลให้ภาระบรรทุกสารคาร์บอนต่ำ (low carbonaceous loading) เหมือนกับกระบวนการป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถังถังเดียว

Gura และคณะ [20] ได้ทำค้นคว้าเอกสารต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนทฤษฎี การเก็บรวบรวม - การนำอาหารมาใช้ภายหลัง โดยพบว่าในกระบวนการแบ่งเซลล์นั้นเมื่อมีอาหารเข้าไปในระบบ แบคทีเรียจะเก็บรวบรวม (accumulate) สารอาหารเข้าสู่เซลล์ ต่อจากนั้นก็จะเป็นกระบวนการเก็บสะสม (storage) อาหารเอาไว้ในตัวเซลล์ก่อนมีการแบ่งเซลล์ ระยะเวลาในการสะสมอาหารเข้าไว้ในตัวเซลล์นี้ขึ้นอยู่กับอัตราภาระบรรทุก ที่ภาระบรรทุกต่ำ ๆ เช่น กระบวนการตะกอนเร่ง (0.1 - 0.5 g BOD/g MLSS-day) ระยะเวลาในการสะสมจะใช้เวลานาน (ประมาณ 5 ชั่วโมง) แต่ในกระบวนการที่มีอัตราภาระบรรทุกสูงจะใช้เวลาน้อยกว่านี้ นอกจากนี้ยังพบว่าค่า ความสามารถในการเก็บรวบรวม (accumulation capacity , AC) ของจุลินทรีย์ยังขึ้นอยู่กับค่าอายุตะกอนและอัตราส่วน

กลูโคส ด้วยเหตุนี้ในกระบวนการตะกอนเร่งที่มีอัตราภาระบรรทุกต่ำกว่า 0.5 g BOD/g MLSS-day ค่า AC จึงมีความสำคัญต่อการคัดเลือกสายพันธุ์ของจุลินทรีย์มากกว่าค่า ความสามารถในการเก็บรวบรวม (storage capacity , SC)

จากสมมุติฐานที่ว่าค่า AC ของจุลินทรีย์ต่างชนิดกันมีค่าไม่เท่ากันและค่าความสามารถในการเก็บรวบรวมที่มีอยู่ในขณะใด ๆ (available accumulation capacity) จะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาในการนำอาหารออกมาใช้ภายหลัง (regeneration period) ถ้ามีระยะเวลาในการนำอาหารออกมาใช้ภายหลังนานพอจนทำให้จุลินทรีย์ทุกชนิดในระบบมีค่า AC สูงสุดของตัวมันเองแล้วจะมีผลทำให้จุลินทรีย์ที่มีค่า AC และอัตราการเก็บรวบรวม (accumulation rate) สูงสุดสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดและเป็นจุลินทรีย์ที่มีปริมาณมากที่สุดในระบบ

Chudoba [13] ได้สรุปว่า จุลินทรีย์ที่สร้างฟล็อคมีค่า AC สูงกว่าจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใย

ตามทฤษฎี Biosorption กล่าวว่า biosorption capacity มีค่าเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งขึ้นอยู่กับ contact time ระหว่าง ตะกอนกับน้ำเสีย และในการป้องกันจุลินทรีย์เส้นใยให้ได้ผลนั้น สารอาหารจะต้องถูกทำลายไปประมาณ 50-70% ภายในเวลา 10 นาที

ดังนั้นการทดลองที่มีระยะเวลาในการนำอาหารออกมาใช้ภายหลังไม่เพียงพอที่จะทำให้ค่า AC กลับเข้าสู่สภาพที่มีความสามารถสูงสุด หรือในกรณีที่จุลินทรีย์ในระบบทุกชนิดเก็บรวบรวมสารอาหารเต็มค่า AC แล้วหากยังป้อนน้ำเสียต่อไปย่อมเปิดโอกาสให้จุลินทรีย์เส้นใยเจริญเติบโตได้ดีกว่าพวกจุลินทรีย์ที่สร้างฟล็อคได้

จากสมมุติฐานและทฤษฎีดังกล่าว จึงเป็นเหตุให้ในการทดลองที่มีช่วงเวลาป้อนน้ำเสียและ/หรือ อายุตะกอนจุลินทรีย์ (หรือภาระบรรทุก) ที่ต่าง ๆ กัน มีผลต่อการจมตัวของตะกอนแตกต่างกันออกไป

จากการทดลองที่ควบคุมอายุตะกอน 10 และ 20 วัน เมื่อเพิ่มช่วงเวลาในการป้อนน้ำเสียให้ยาวนานขึ้นจะพบว่าการจมตัวของตะกอนเร่งจะมีแนวโน้มเลวลงเรื่อย ๆ เช่น ที่ค่าอายุตะกอน 20 วัน ที่ช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชั่วโมง ตะกอนจมตัวได้ดีที่สุด แต่ถ้าเพิ่มช่วงเวลาป้อนน้ำเสียเป็นถังละ 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง การจมตัวของตะกอนจะเลวลงเรื่อย ๆ ตามการเพิ่มของช่วงเวลาป้อนน้ำเสีย ถ้าอธิบายด้วยทฤษฎีการเก็บรวบรวม - การนำอาหาร

ออกมาใช้ภายหลัง (accumulation - regeneration theory) จะได้ว่า ที่ช่วงเวลาป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชั่วโมง ปริมาณอาหารที่เติมเข้าไปจะไม่เกินค่า AC สูงสุดของพวกจุลินทรีย์ที่สร้างฟลอคที่มีอยู่ในถังเติมอากาศที่กำลังป้อนน้ำเสียอยู่ และช่วงเวลา 5 ชั่วโมง ที่หยุดป้อนน้ำเสียนั้นเป็นเวลาที่เพียงพอแก่การทำให้ค่า AC กลับคืนสู่สภาพใกล้จุดสูงสุด ซึ่งทำให้ค่า available AC ของจุลินทรีย์ที่สร้างฟลอคในขณะที่จะเริ่มทำการเติมน้ำเสียรอบใหม่มีค่ามากกว่าค่า available AC ของจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใย ซึ่งถ้าค่า available AC เข้าใกล้ค่า AC ที่สูงสุดเท่าใดแบคทีเรียที่สร้างฟลอคก็จะเจริญเติบโตได้ดีกว่าเท่านั้น เพราะค่า AC สูงสุดของจุลินทรีย์ที่สร้างฟลอคมีค่ามากกว่าของจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใย ส่วนการเพิ่มช่วงเวลาป้อนน้ำเสียมากขึ้นไปอีก จะทำให้ปริมาณอาหารที่ป้อนเข้าไปในรอบหนึ่ง ๆ จะมีปริมาณมากกว่าค่า AC สูงสุดของจุลินทรีย์ที่สร้างฟลอค ช่วงเวลาหลังจากที่จุลินทรีย์สร้างฟลอคเก็บรวบรวมอาหารจนเต็มค่า AC สูงสุดของมันแล้ว ถ้าป้อนน้ำเสียต่อไปจะเป็นสภาวะที่มีอาหารเหลือให้กับจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใย ยิ่งป้อนน้ำเสียต่อไปนานเท่าใดโอกาสที่จุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยจะได้รับอาหารก็มีมากขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นการป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง การจมตัวของตะกอนเร่งจึงเลวลงเรื่อย ๆ ตามลำดับ ส่วนการทดลองที่ค่าอายุตะกอน 10 วัน นั้น การป้อนน้ำเสียมากกว่า 30 นาที ปริมาณอาหารจะเริ่มเกินค่า AC สูงสุดของจุลินทรีย์ที่สร้างฟลอค เพราะปริมาณตะกอนในระบบมีน้อยกว่าที่ค่าอายุตะกอน 20 วัน ดังนั้นช่วงเวลาป้อนน้ำเสียที่เหมาะสมจึงสั้นลง จากถังละ 1 ชั่วโมง เป็นถังละ 30 นาที แทน ส่วนการทดลองที่ป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที และมีช่วงหยุดป้อนน้ำเสีย 1.25 ชั่วโมง นั้นเกิดปัญหาตะกอนไม่จมตัวก็เพราะเวลาในการทำให้ค่า AC ของพวกจุลินทรีย์สร้างฟลอคมีไม่เพียงพอจึงเป็นโอกาสให้จุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยเจริญเติบโตได้ในระบบ

การทดลองที่อายุตะกอน 5 วัน และ 3 วัน นั้น เนื่องจากมวลจุลินทรีย์ (MLSS) ในระบบมีจำนวนน้อยกว่าที่ค่าอายุตะกอน 20 วัน และ 10 วัน ดังนั้นการป้อนน้ำเสียไม่ให้เกินค่า AC สูงสุด จะต้องใช้ช่วงเวลาป้อนน้ำเสียสั้นลง อาจจะเป็นที่ 10 นาที หรือ 15 นาที ทั้งนี้จะต้องมีช่วงเวลาในการนำอาหารมาใช้ภายหลังเพียงพอที่จะทำให้ค่า AC ของจุลินทรีย์ที่สร้างฟลอคมีค่าสูงสุด ดังนั้นที่ค่าอายุตะกอน 5 วัน และ 3 วัน จึงทำให้เกิดปัญหาตะกอนไม่จมตัวทุกการทดลอง

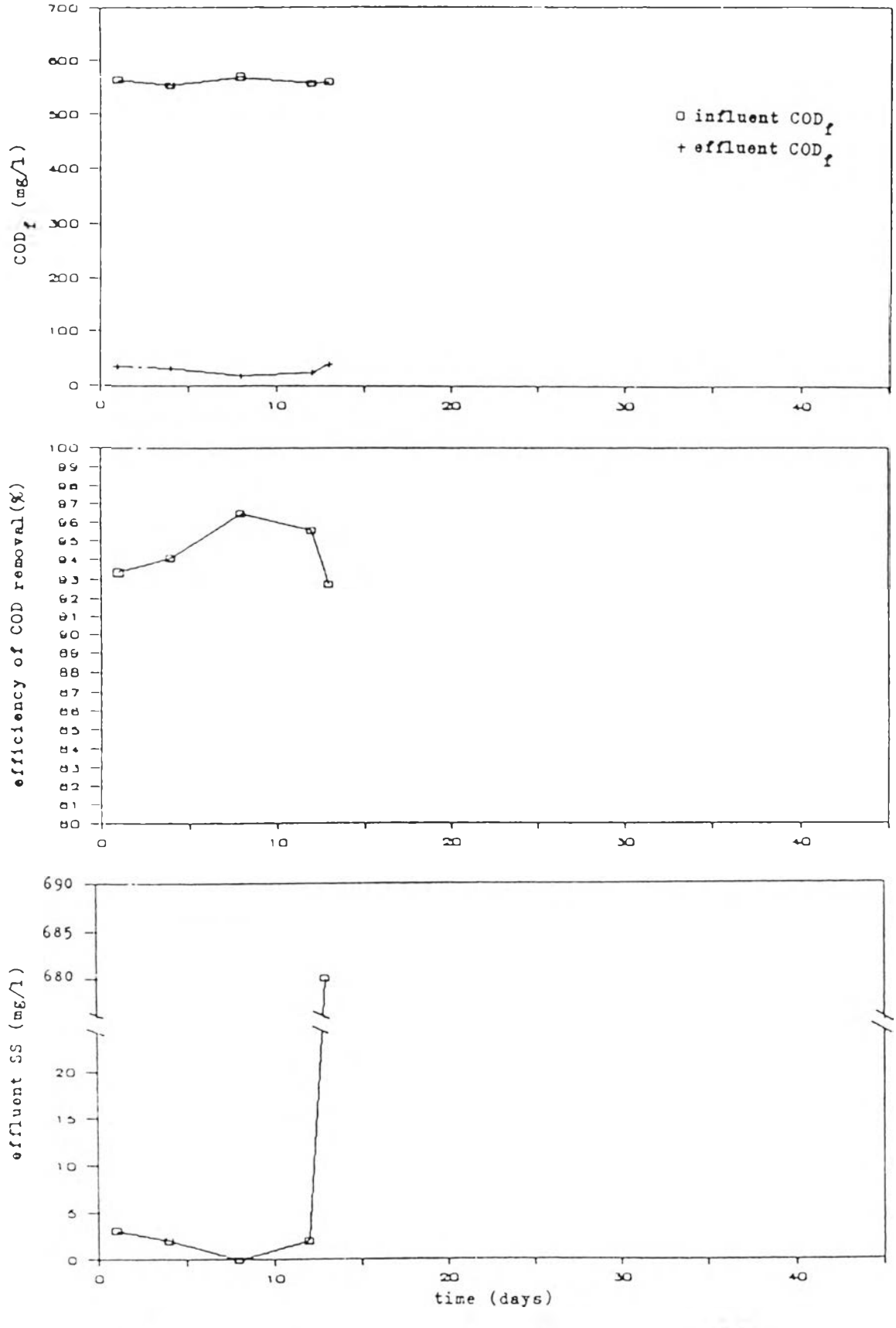
จากผลการทดลอง พบว่า ระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถังที่ใช้กับน้ำเสียสังเคราะห์ ที่อายุตะกอนตั้งแต่ 10 วันขึ้นไป และระยะเวลาในการป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที สามารถแก้ปัญหาตะกอนไม่จมตัวเนื่องจากจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยได้ดี ส่วนระบบถังเติมอากาศถังเดียวเกิดปัญหาตะกอนไม่จมตัวทุกการทดลองจนระบบไม่สามารถทำงานต่อไปได้

5.4 ปริมาณตะกอนแขวนลอย (SS)

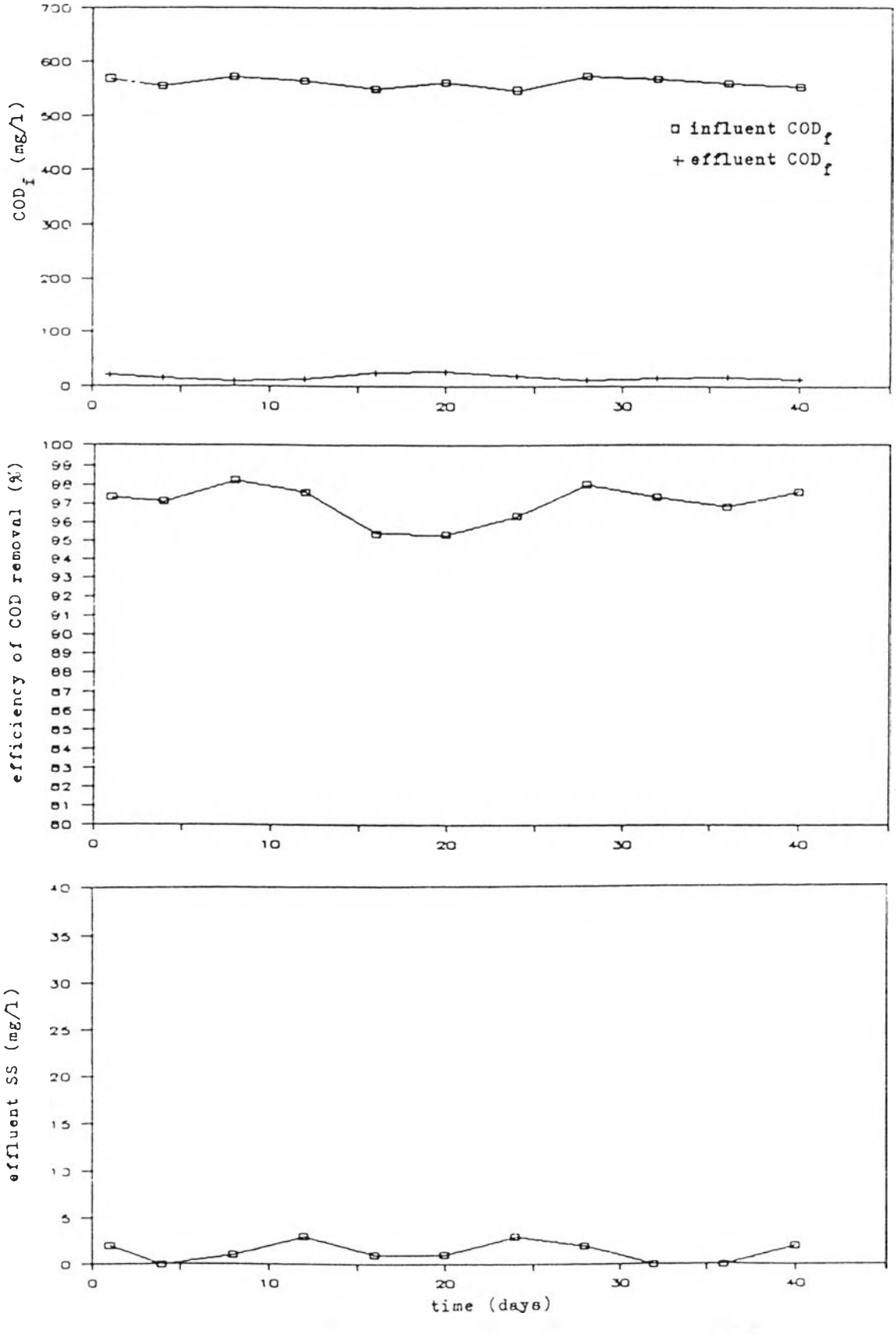
ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ปะปนไปกับน้ำทิ้งที่ออกจากระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถัง และระบบป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.12 - 5.35 ซึ่งพบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยที่หลุดจากระบบขึ้นอยู่กับลักษณะตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ หากตะกอนจมตัวได้ดีก็จะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งน้อย แต่ถ้าหากตกตะกอนได้ช้าเนื่องจากจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยแผ่ปกคลุมพยุงให้ตะกอนจมตัวได้ช้าปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งจะยิ่งลดลงไปอีก เพราะจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยสามารถยึดเกาะดักจับหรือกรองตะกอนแขวนลอยไม่ให้ปะปนไปกับน้ำทิ้งทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งมีน้อย แต่ถ้ามีจำนวนตะกอนจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยมากจนเกิดเป็นปัญหาตะกอนไม่จมตัวแล้ว ปริมาณตะกอนตะกอนแขวนลอยที่หลุดไปกับน้ำทิ้งจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีปริมาณมาก เนื่องจากตะกอนจมตัวได้ช้าเป็นเหตุให้ชั้นตะกอน (sludge blanket) ในถังตกตะกอนมีระดับสูงจนล้นถัง ตะกอนจุลินทรีย์จึงหลุดปนมากับน้ำทิ้งเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้แล้วปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ปนมากับน้ำทิ้งขึ้นอยู่กับอายุของตะกอนหรือภาระบรรทุกของตะกอน ถ้าอายุตะกอนสูงหรือภาระบรรทุกของตะกอนต่ำ จะมีเซลล์จุลินทรีย์ที่เป็นเซลล์กระจายมีอยู่น้อย จึงเป็นเหตุให้ตะกอนแขวนลอยมีค่าน้อยตามไปด้วย แต่ถ้าอายุของตะกอนต่ำหรือภาระบรรทุกของตะกอนสูง จะมีเซลล์จุลินทรีย์ที่เป็นเซลล์กระจายมีอยู่ปริมาณมาก จึงเป็นเหตุให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ปนมากับน้ำทิ้งมีแนวโน้มสูงตามไปด้วย

5.5 ประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี

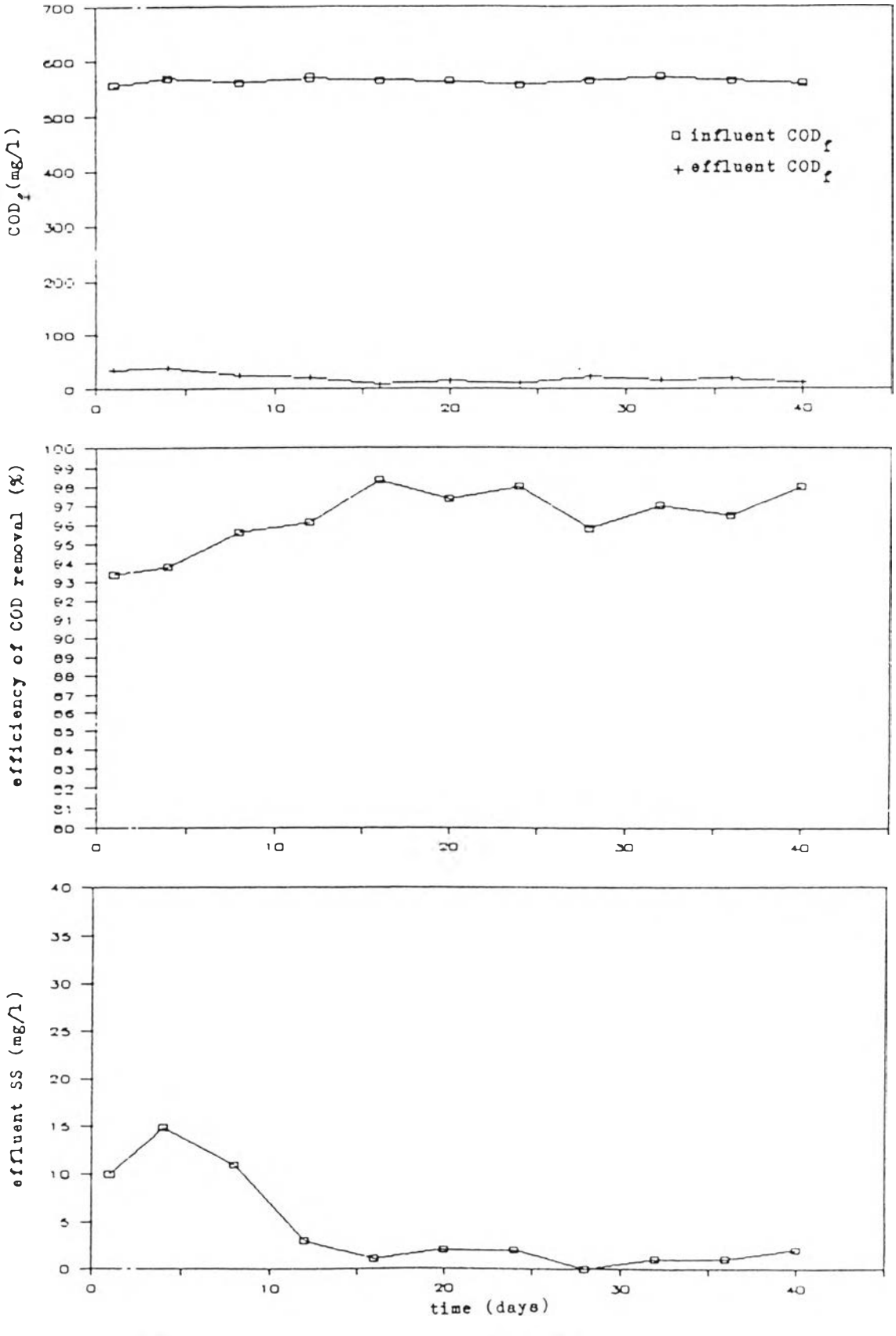
ประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี ของระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถัง และระบบป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.12 - 5.35 ซึ่งค่า ซีโอดี ที่ทำการวัดเป็นค่า ซีโอดี ที่ผ่านการกรองแล้วด้วยกระดาษกรอง GF/C จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี ของทั้งสองระบบมีค่าพอ ๆ กัน กล่าวคือ อยู่ในช่วงร้อยละ
90 - 98 โดยที่ระบบที่มีอายุตะกอน 20 วัน จะมีประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี อยู่ในช่วงร้อยละ
95 - 98 ระบบที่มีอายุตะกอน 10 วัน จะมีประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี อยู่ในช่วงร้อยละ
94 - 96 ระบบที่มีอายุตะกอน 5 วัน จะมีประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี อยู่ในช่วงร้อยละ
93 - 95 ระบบที่มีอายุตะกอน 3 วัน จะมีประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี อยู่ในช่วงร้อยละ
90 - 95 ซึ่งถือได้ว่ามีประสิทธิภาพสูง ซึ่งอาจเป็นเพราะน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นพวกน้ำตาลซึ่งเป็นสารอาหารที่ย่อยสลายง่าย



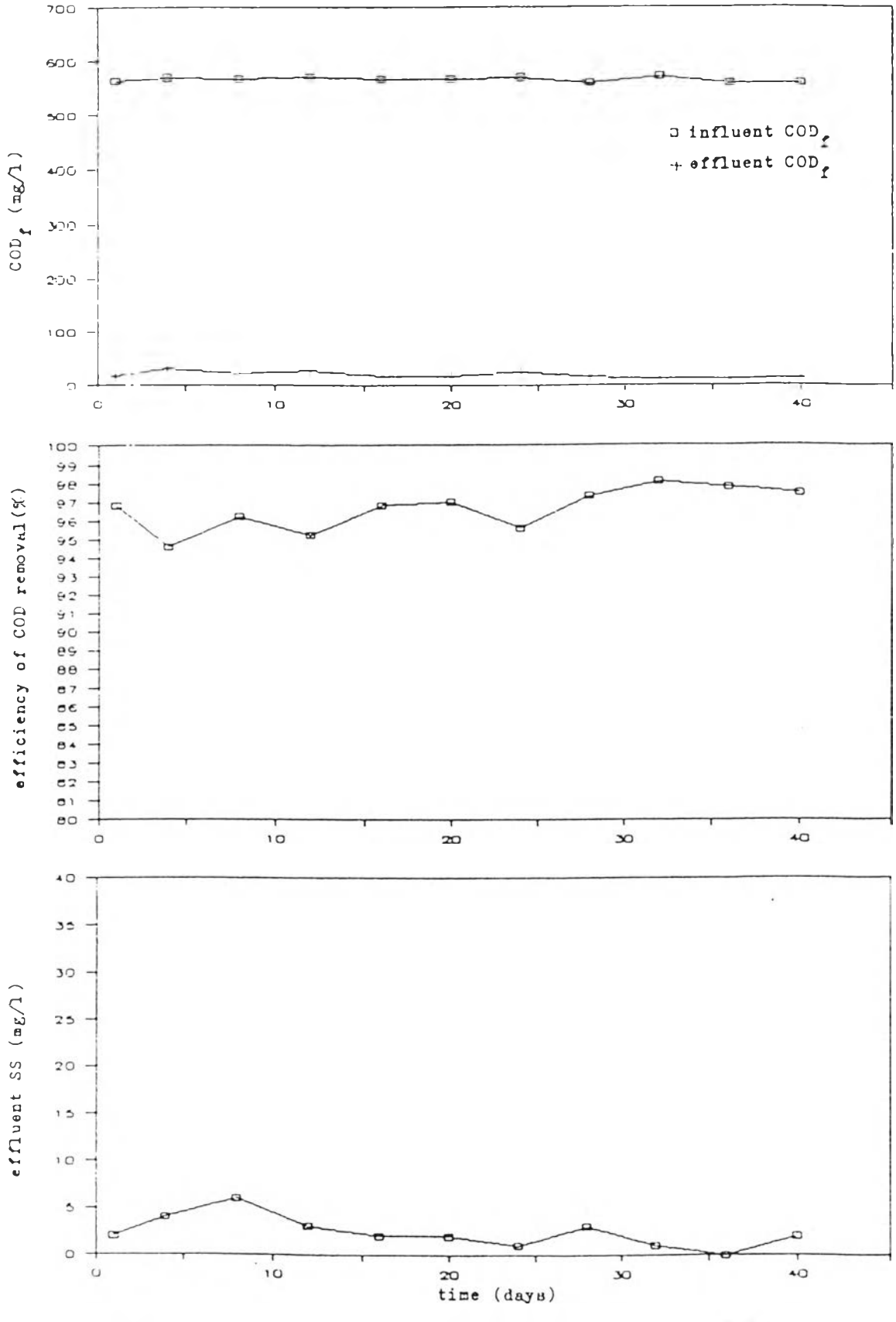
รูปที่ 5.12 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 1 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน)



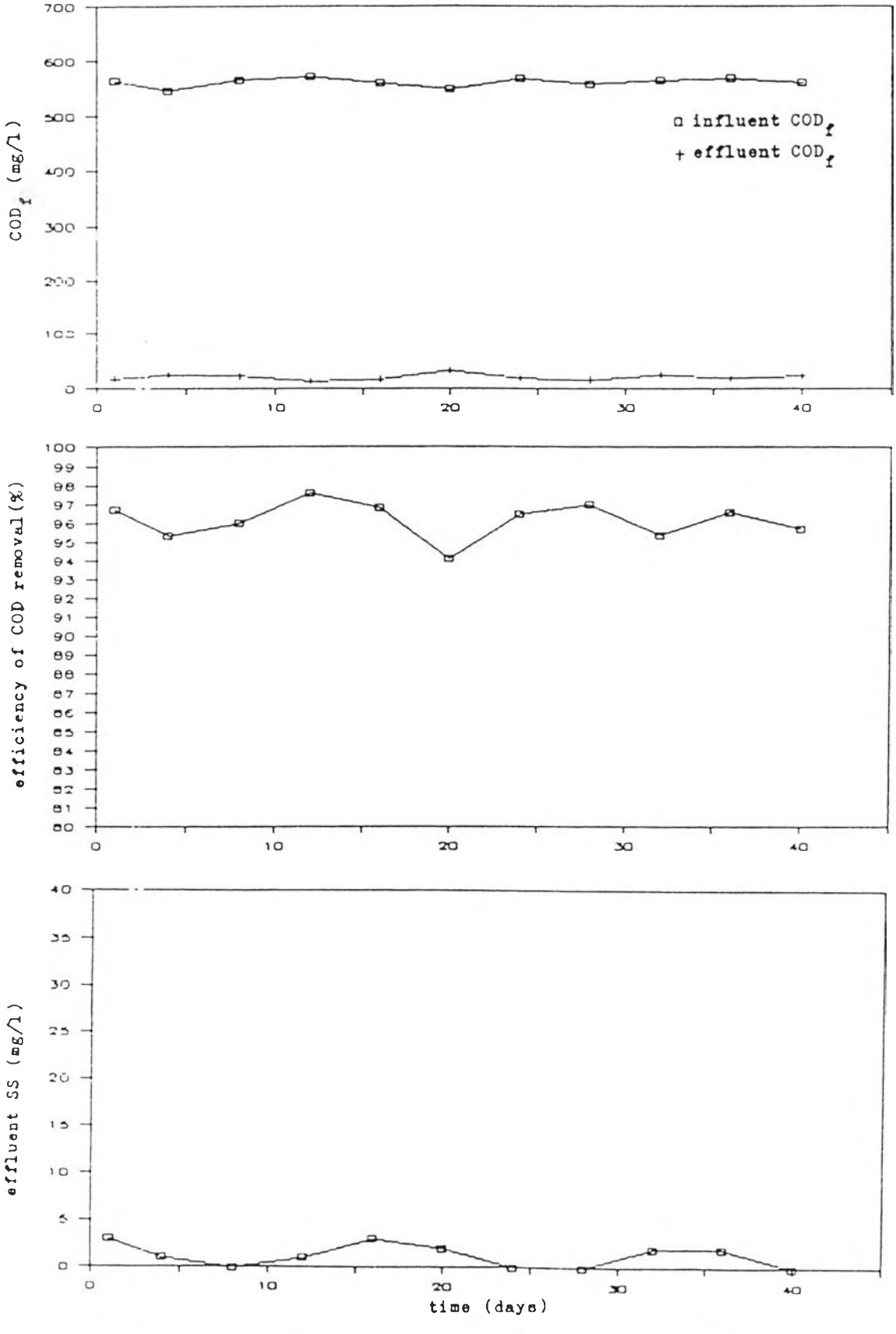
รูปที่ 5.13 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 2 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน)



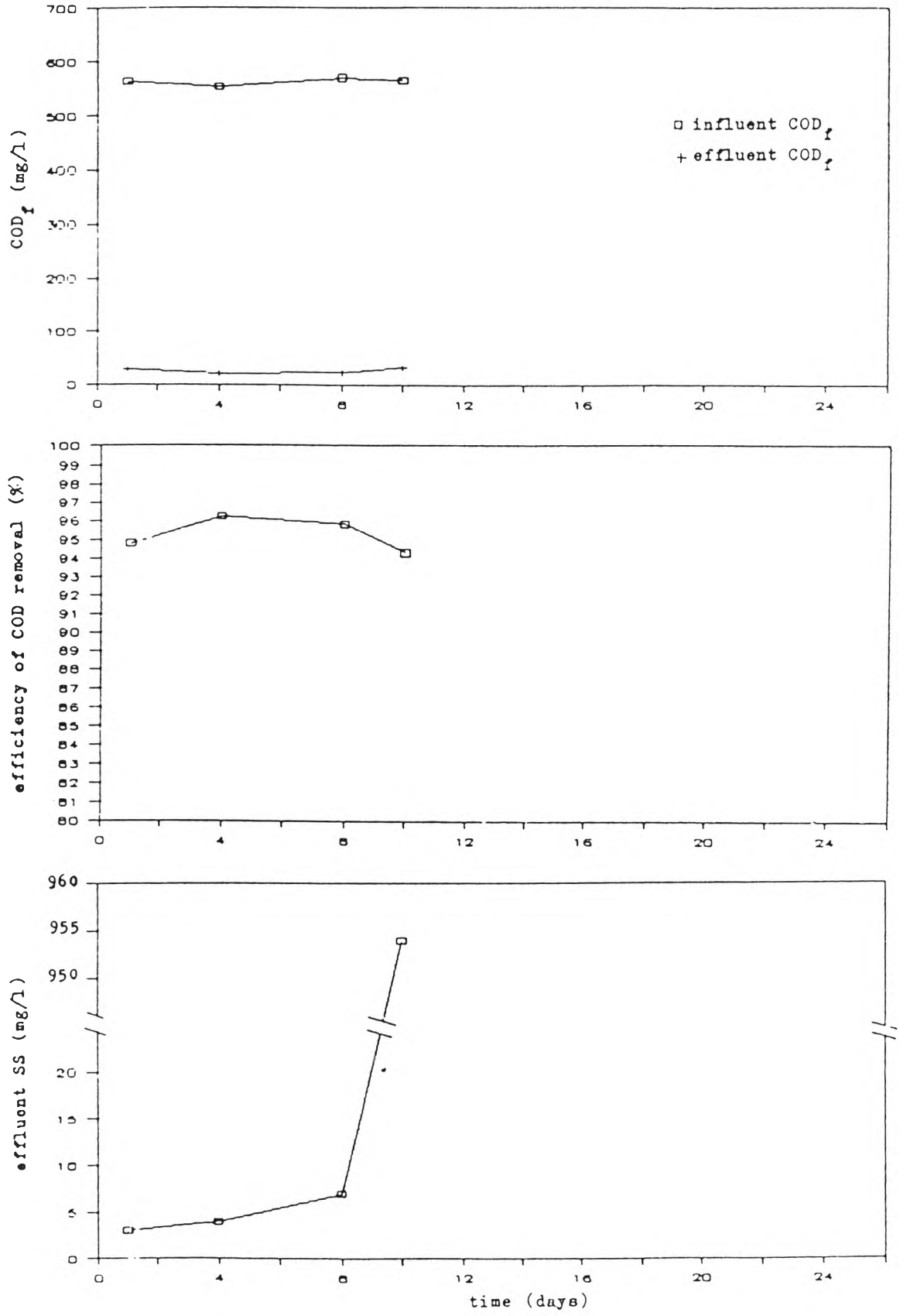
รูปที่ 5.14 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 3 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน)



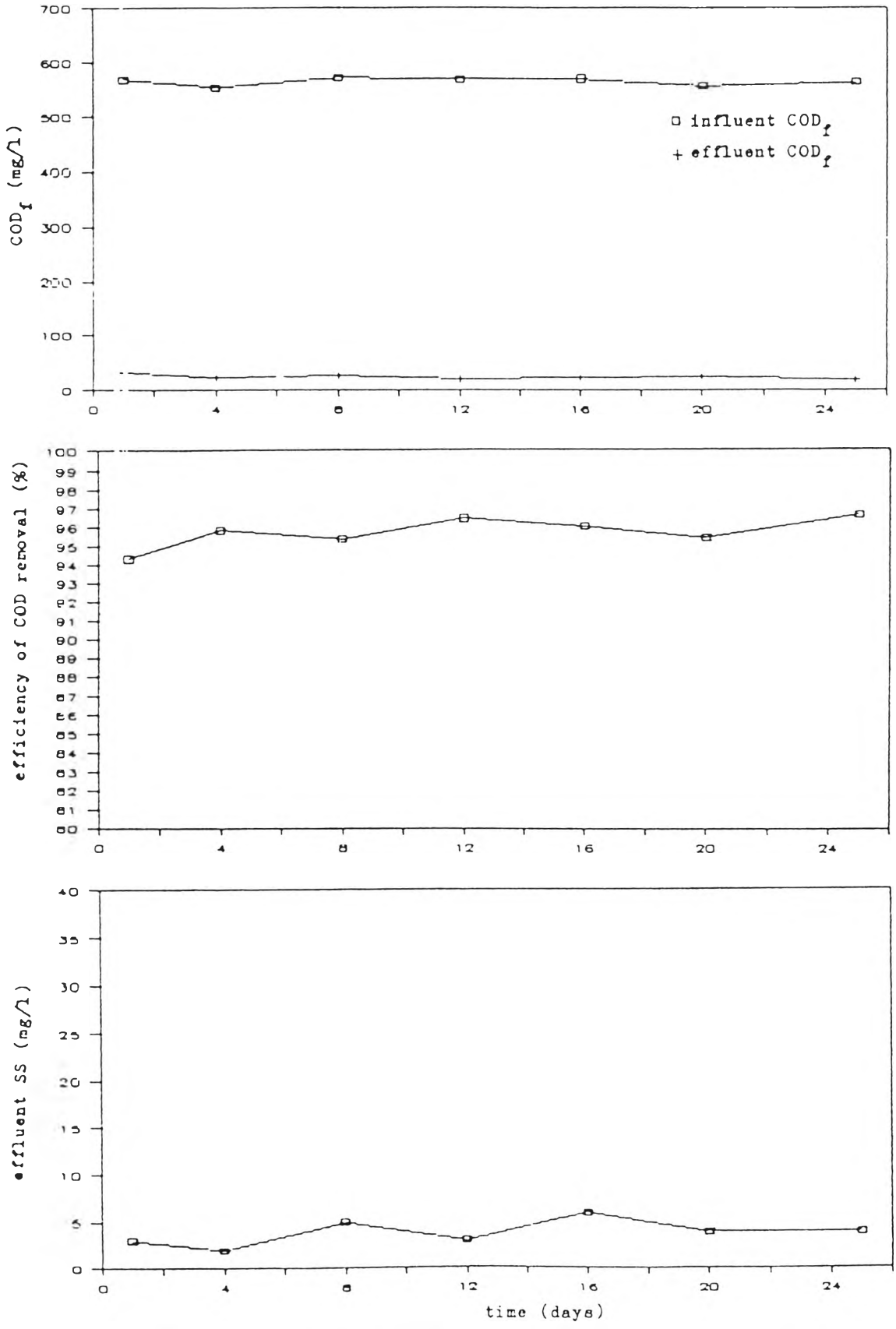
รูปที่ 5.15 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 4 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน)



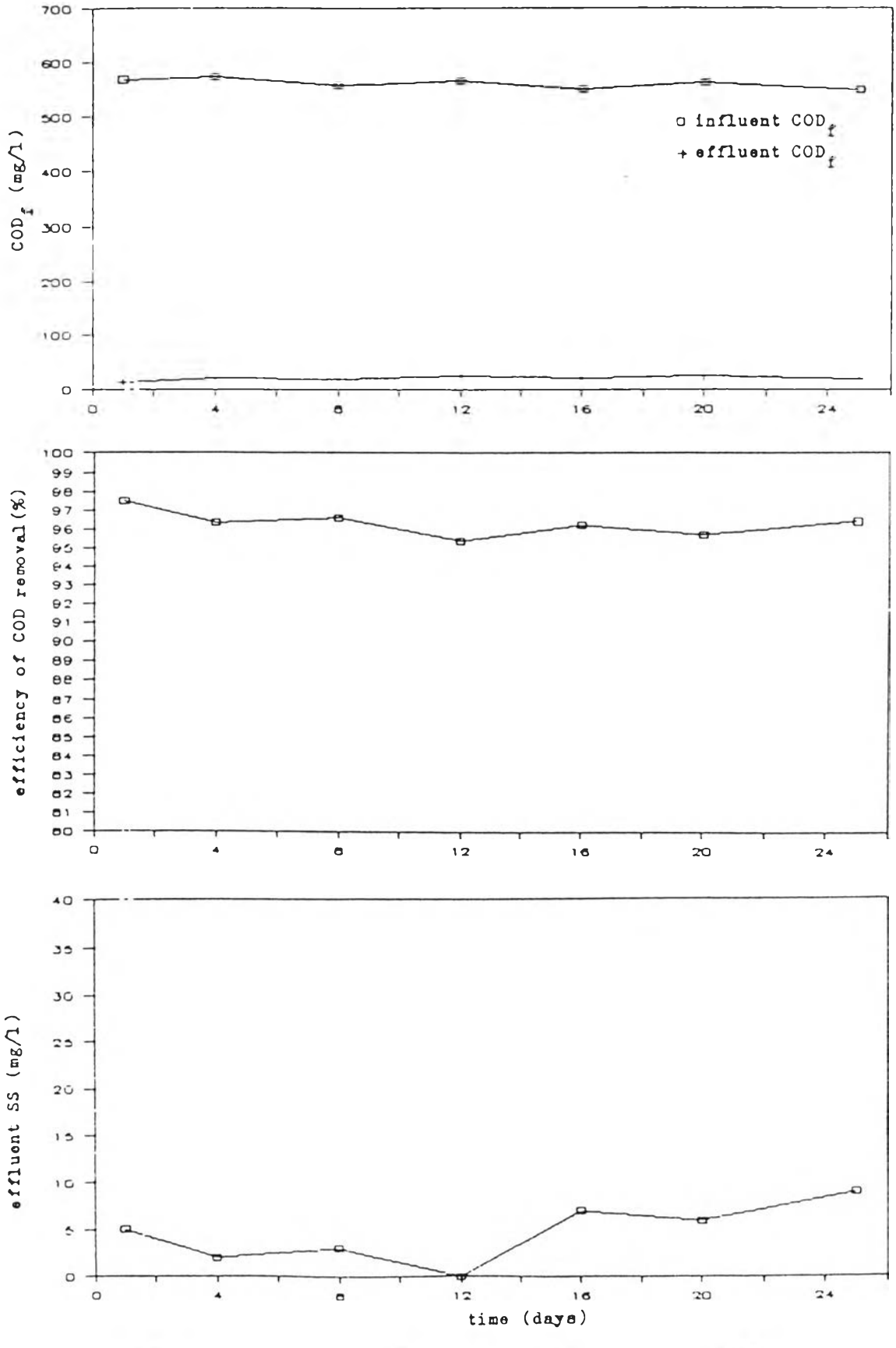
รูปที่ 5.16 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 5 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 4 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน)



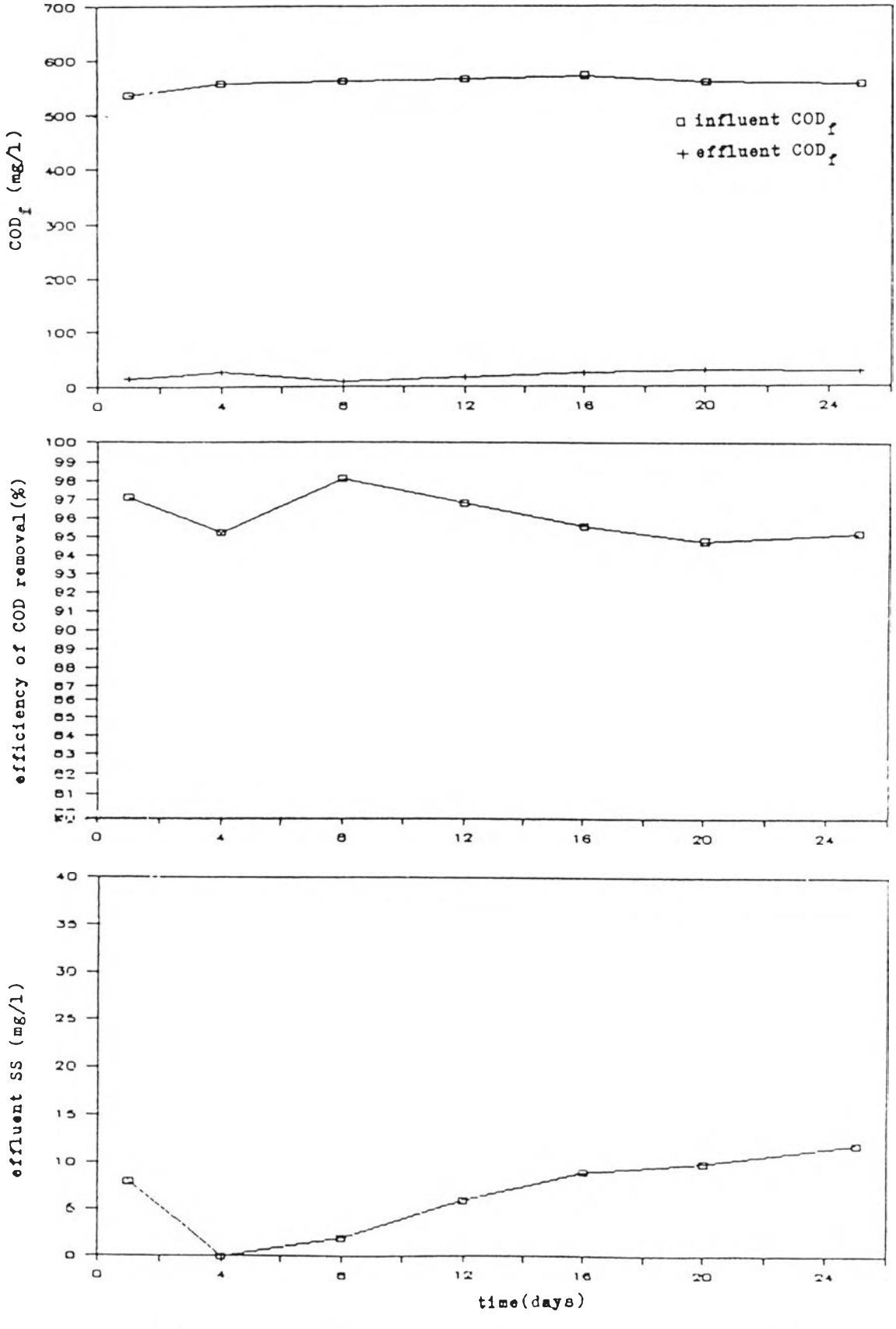
รูปที่ 5.17 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 6 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที และควบคุมอายุตะกอน 10 วัน)



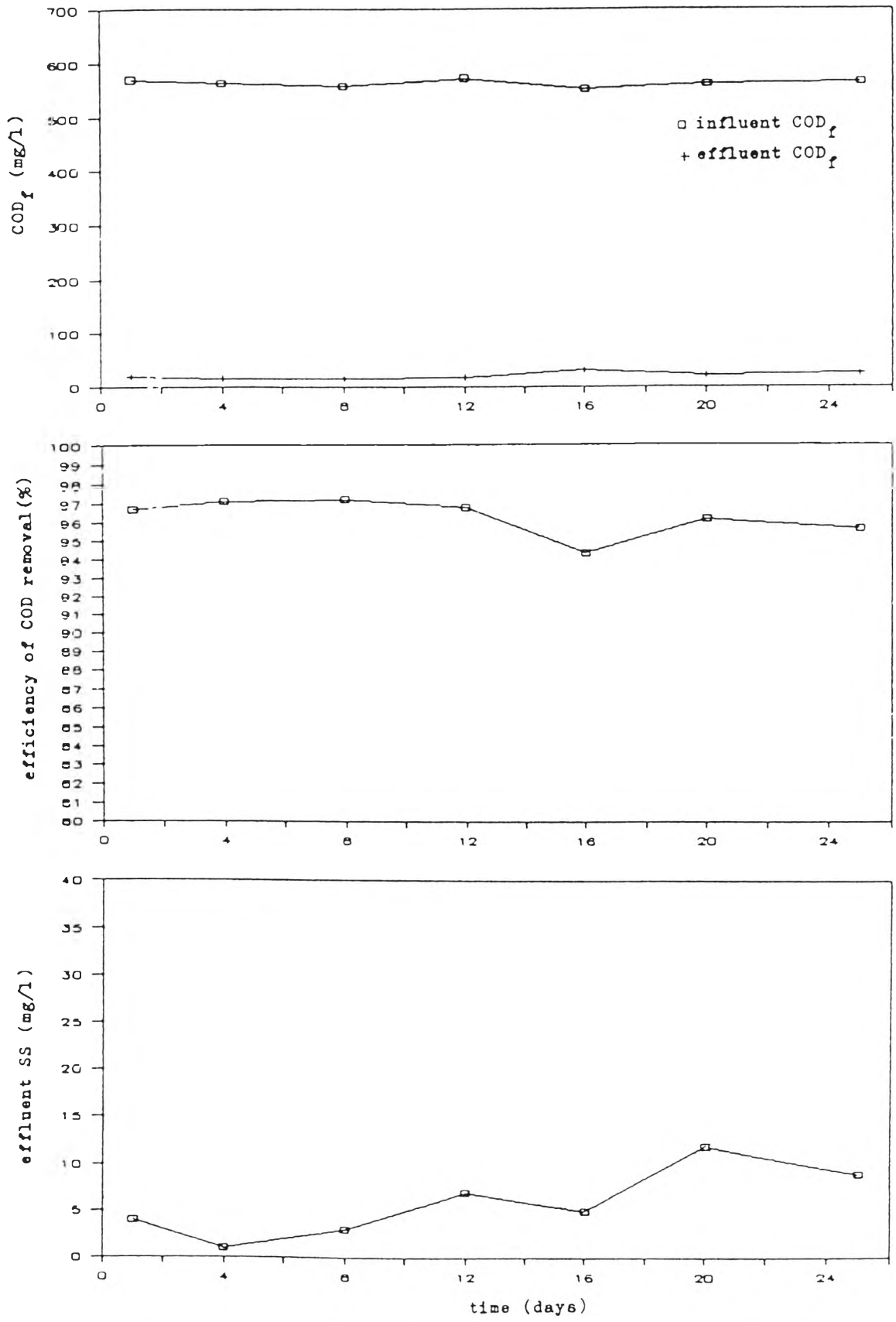
รูปที่ 5.18 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 7 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที และควบคุมอายุตะกอน 10 วัน)



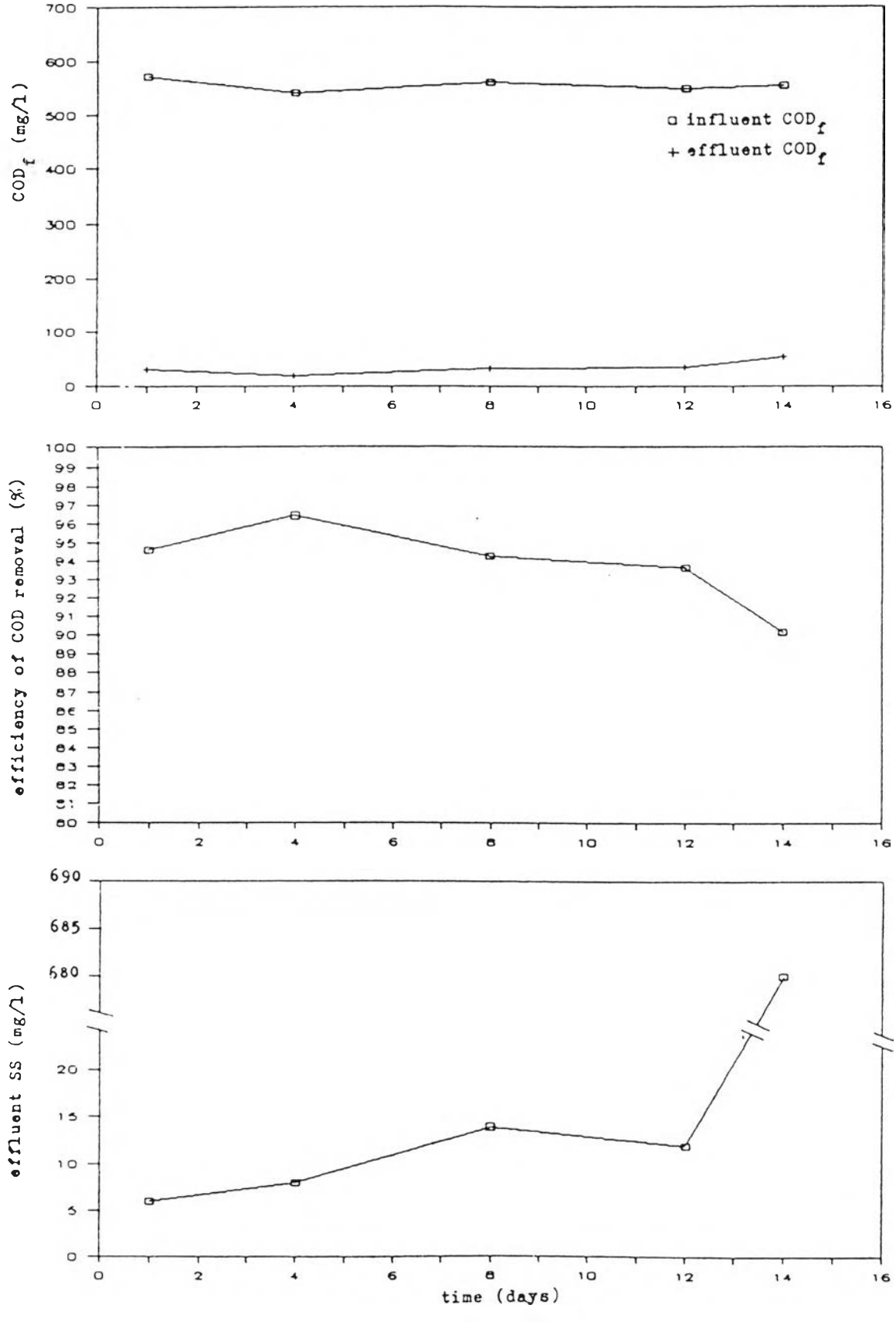
รูปที่ 5.19 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 8 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 10 วัน)



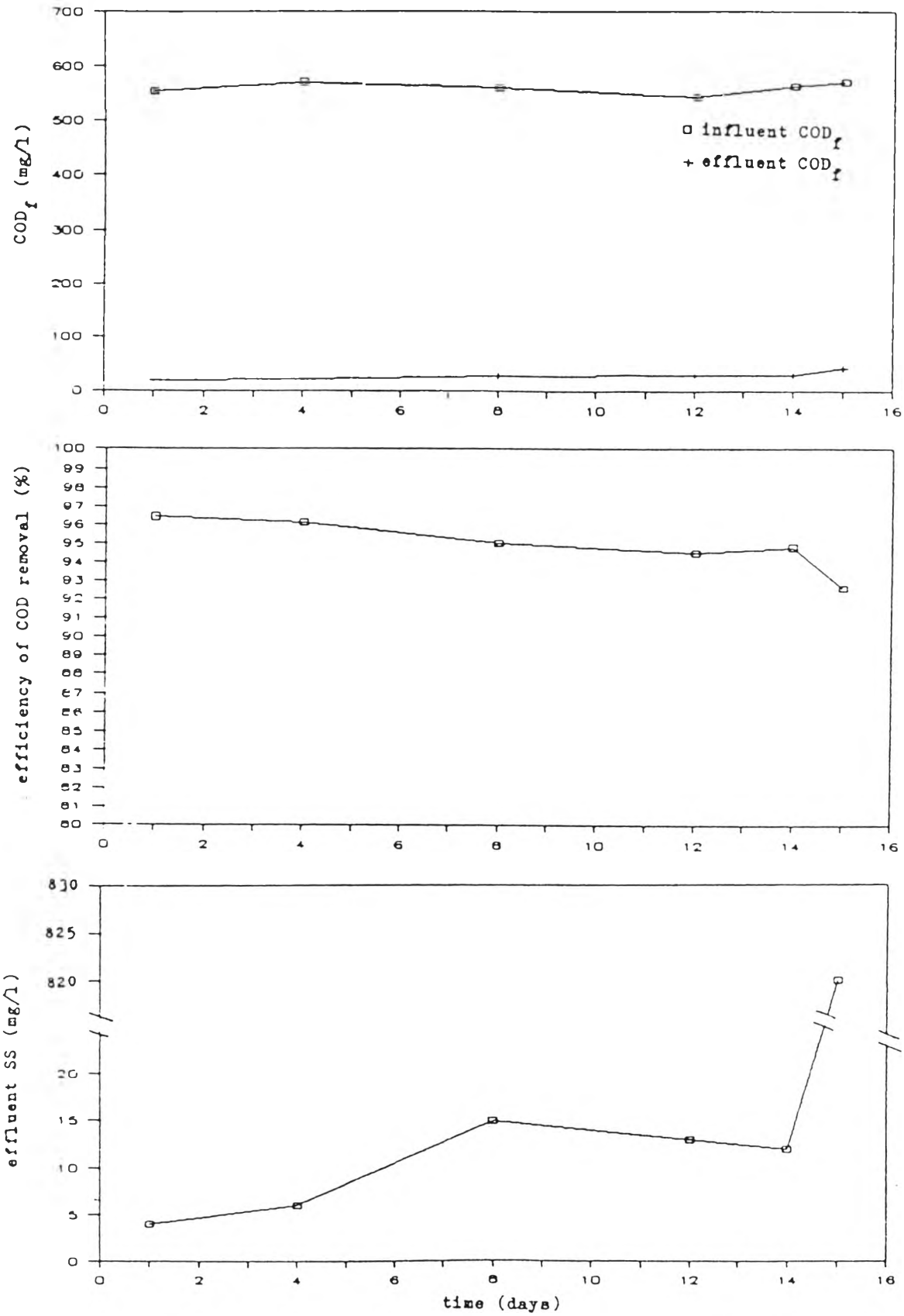
รูปที่ 5.20 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 9 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 10 วัน



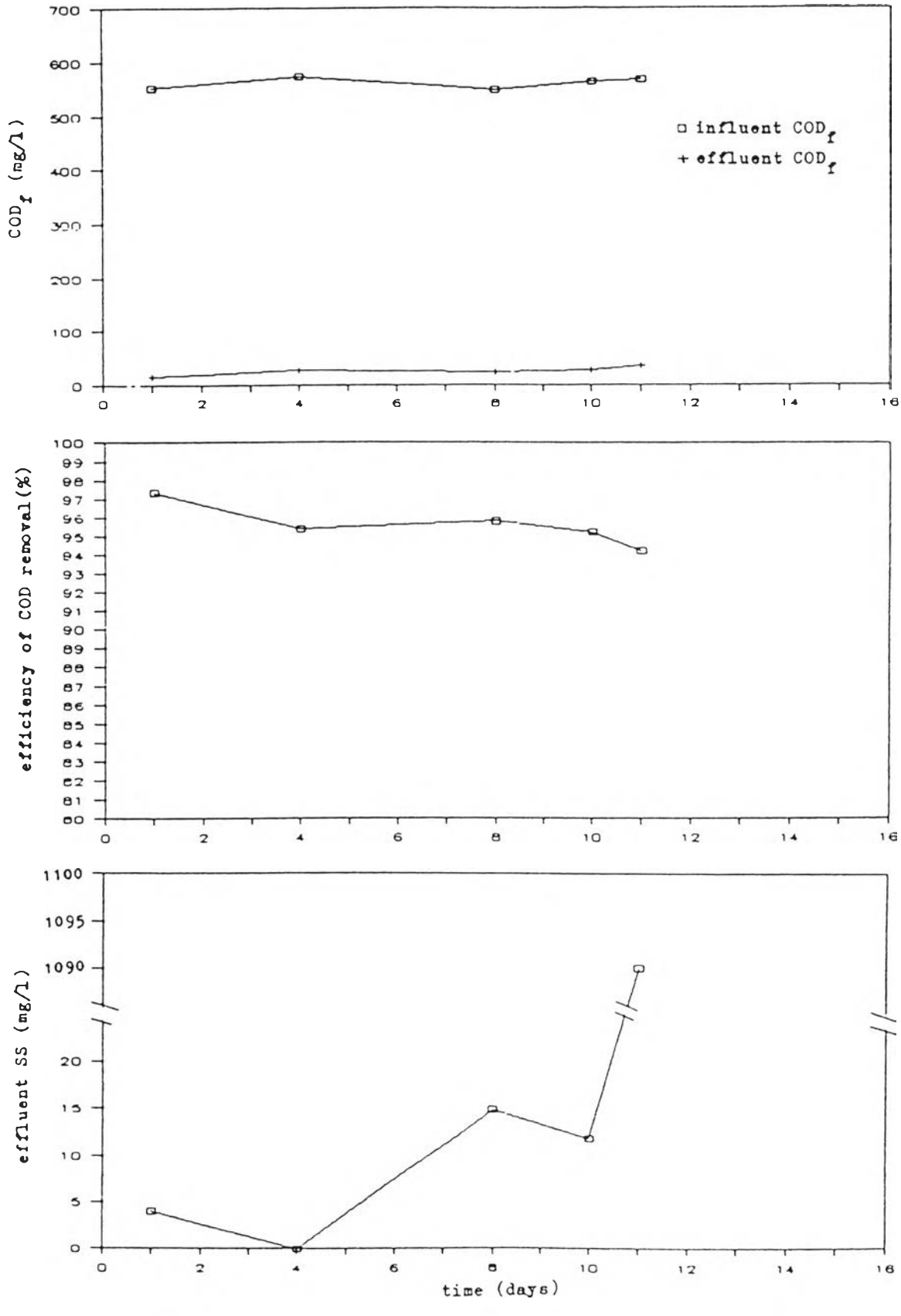
รูปที่ 5.21 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 10 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 4 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 10 วัน)



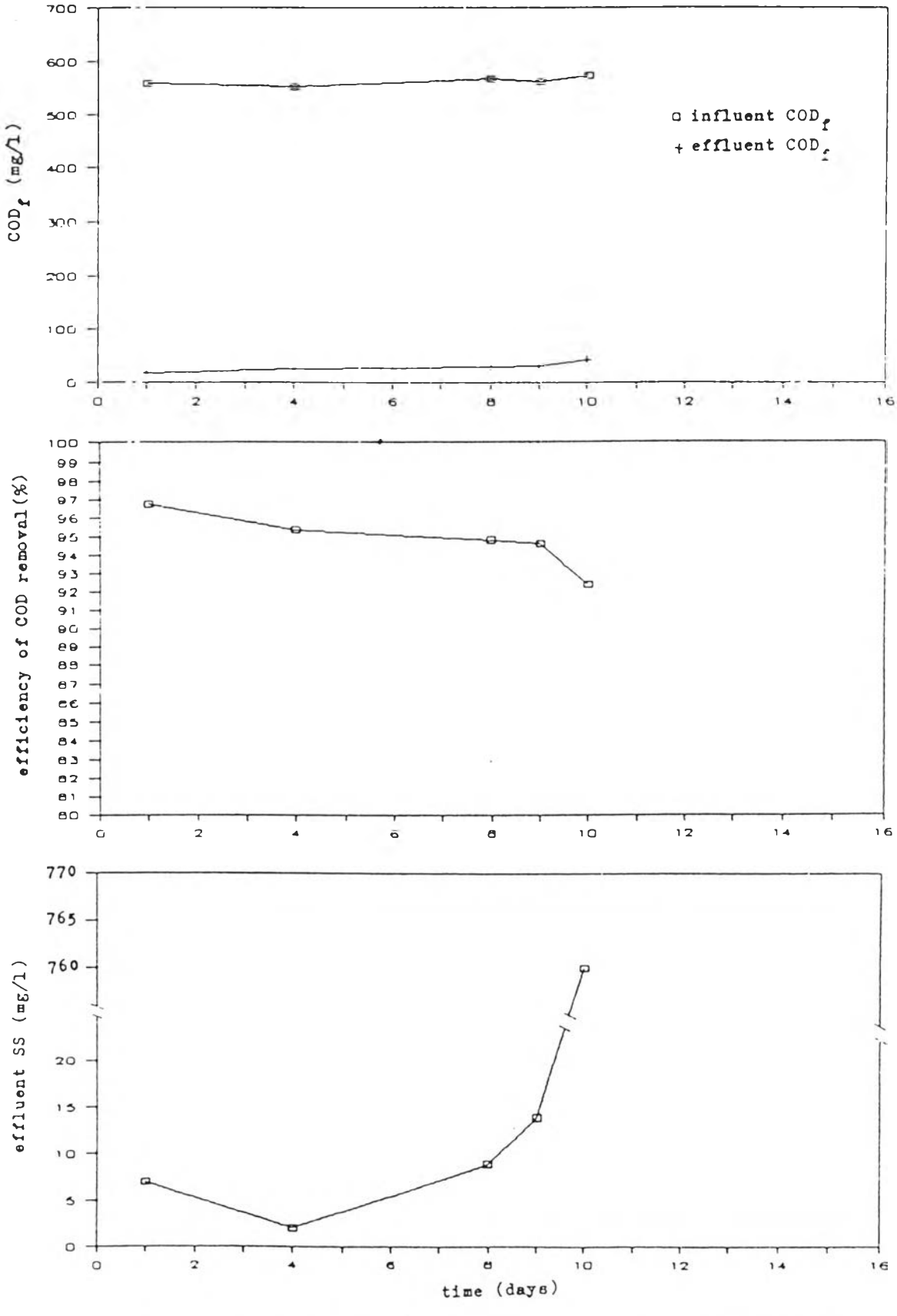
รูปที่ 5.22 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 11 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที และควบคุมอายุตะกอน 5 วัน)



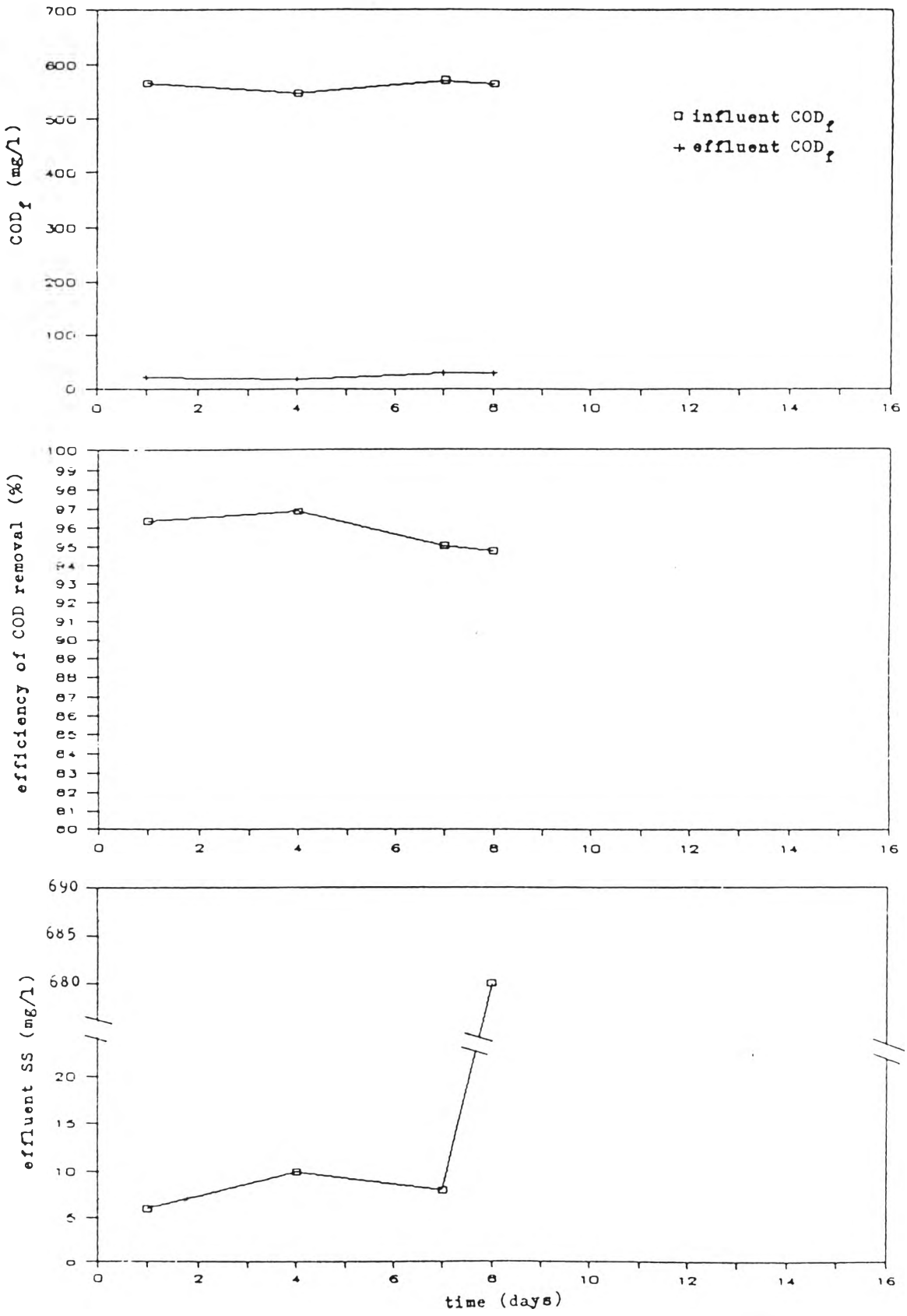
รูปที่ 5.23 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 12 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที และควบคุมอายุตะกอน 5 วัน)



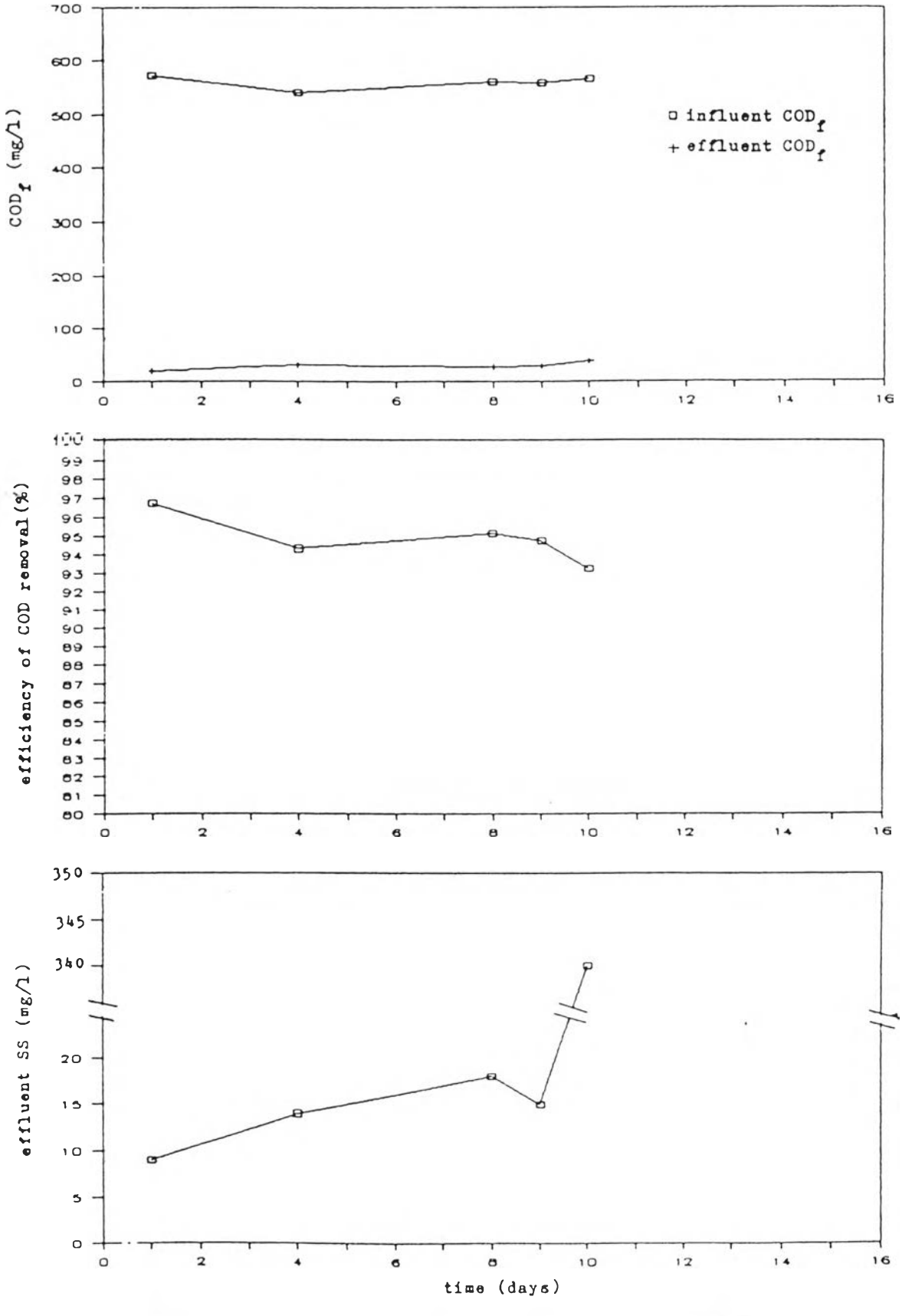
รูปที่ 5.24 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 13 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 5 วัน)



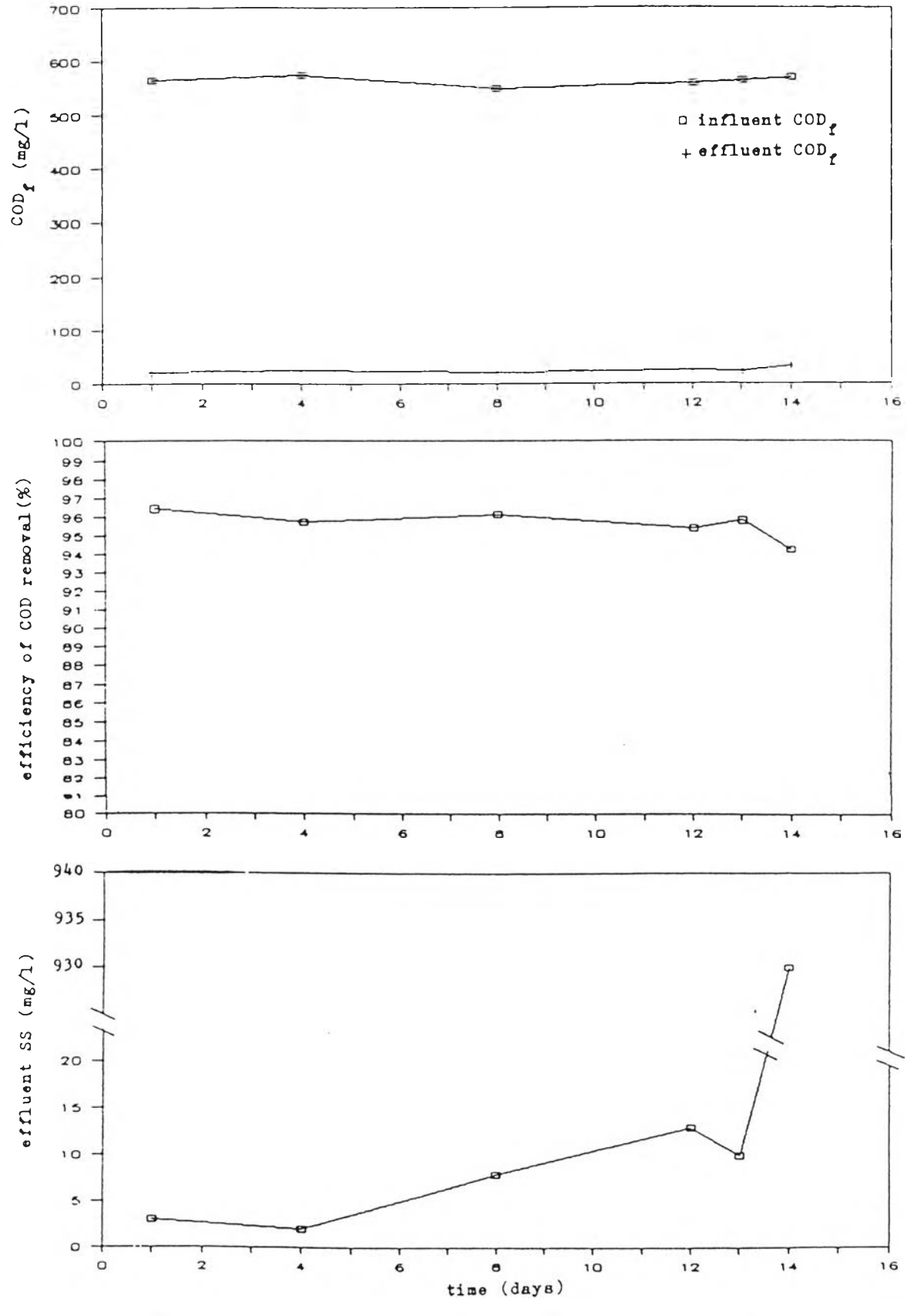
รูปที่ 5.25 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 14 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 5 วัน)



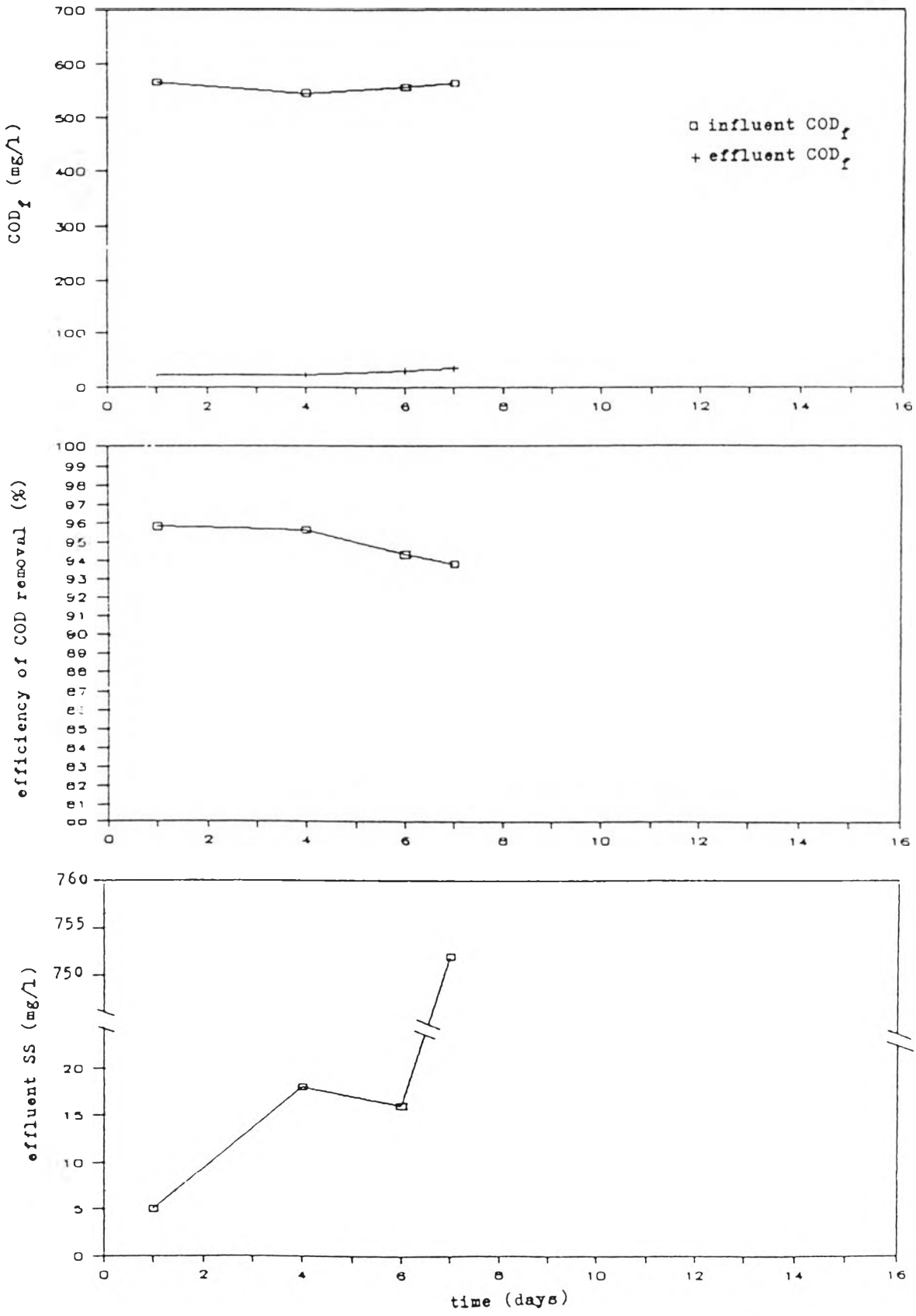
รูปที่ 5.26 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 15 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 4 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 5 วัน)



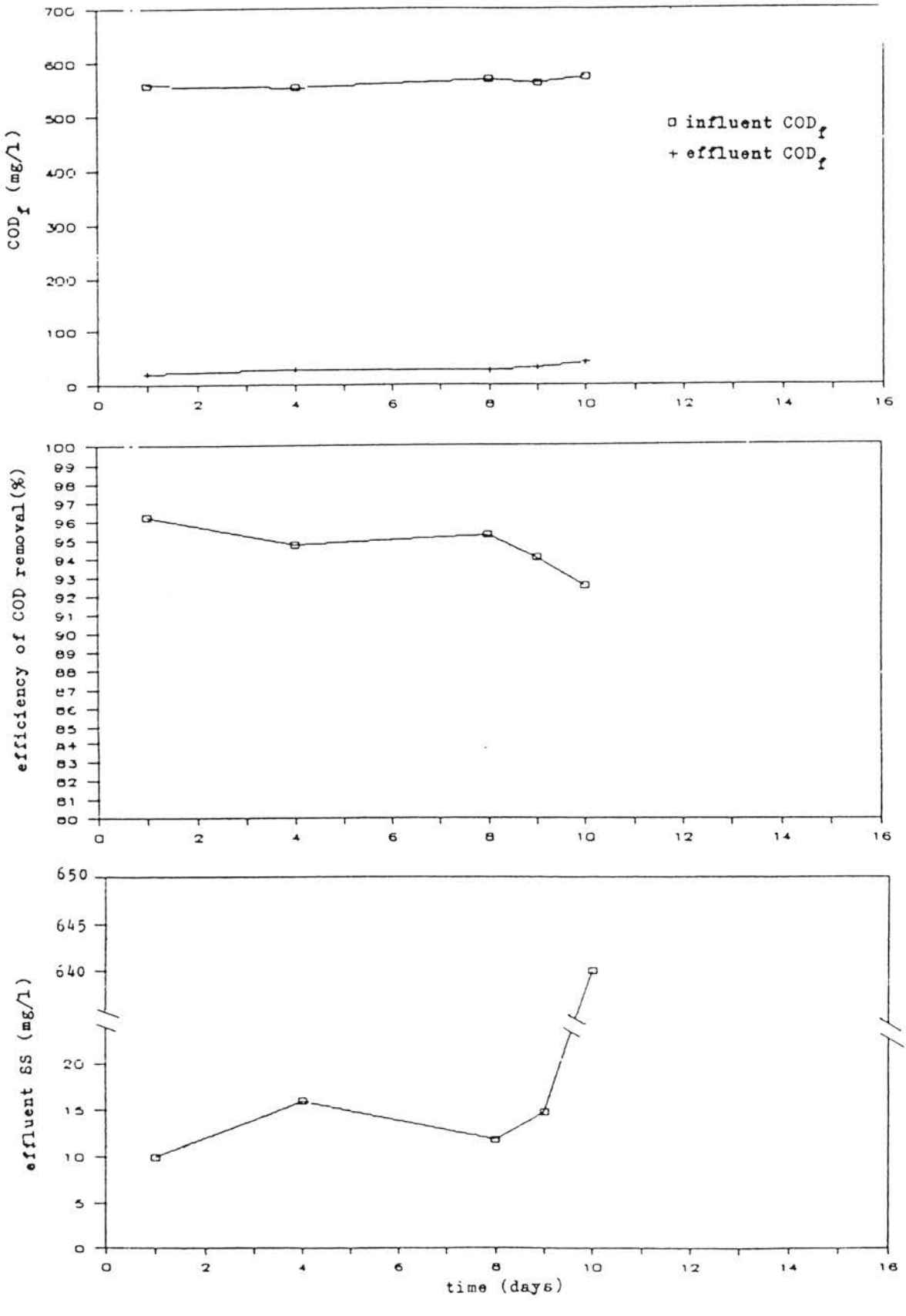
รูปที่ 5.27 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 16 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที และควบคุมอายุตะกอน 3 วัน)



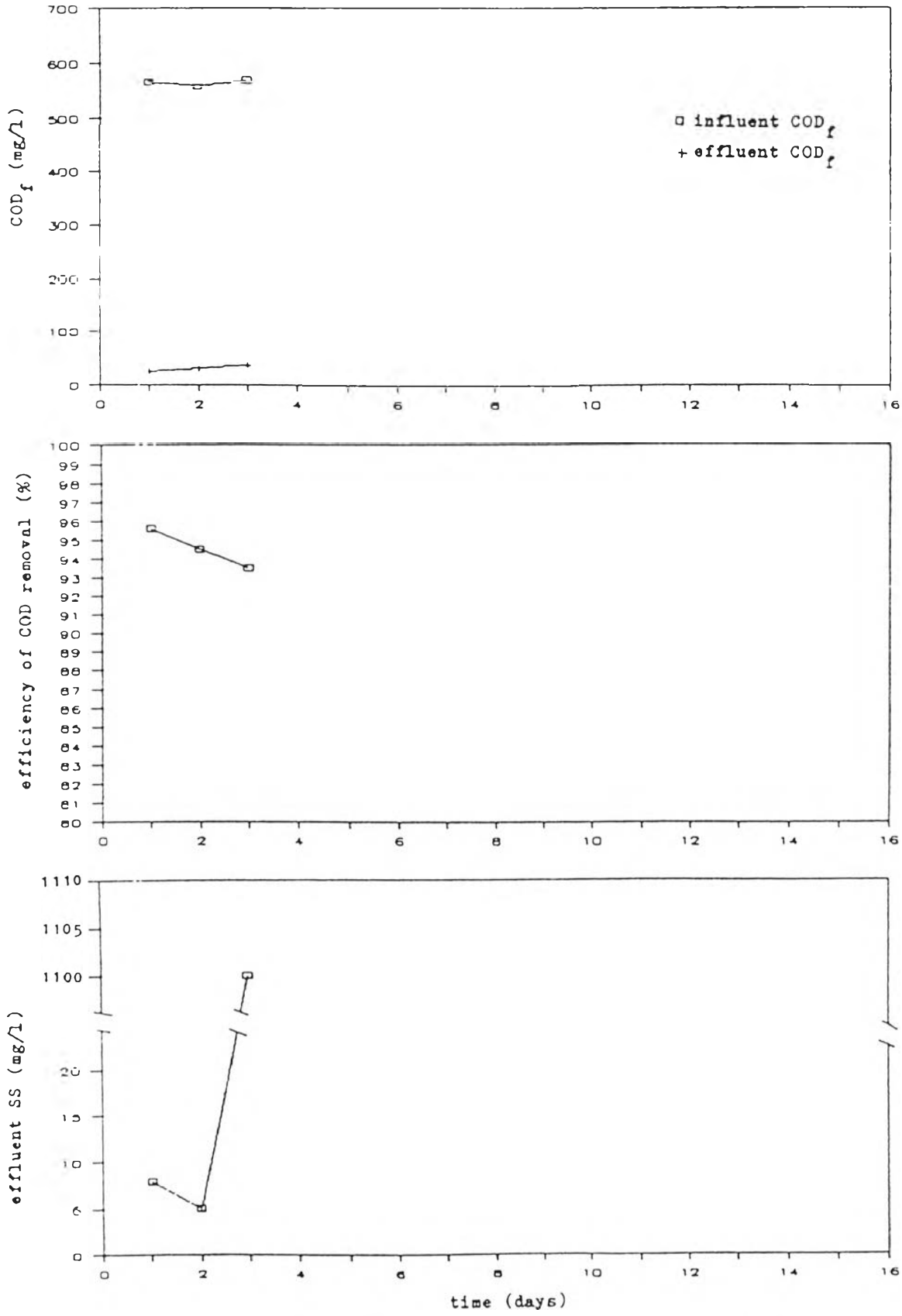
รูปที่ 5.28 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 17 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที และควบคุมอายุตะกอน 3 วัน)



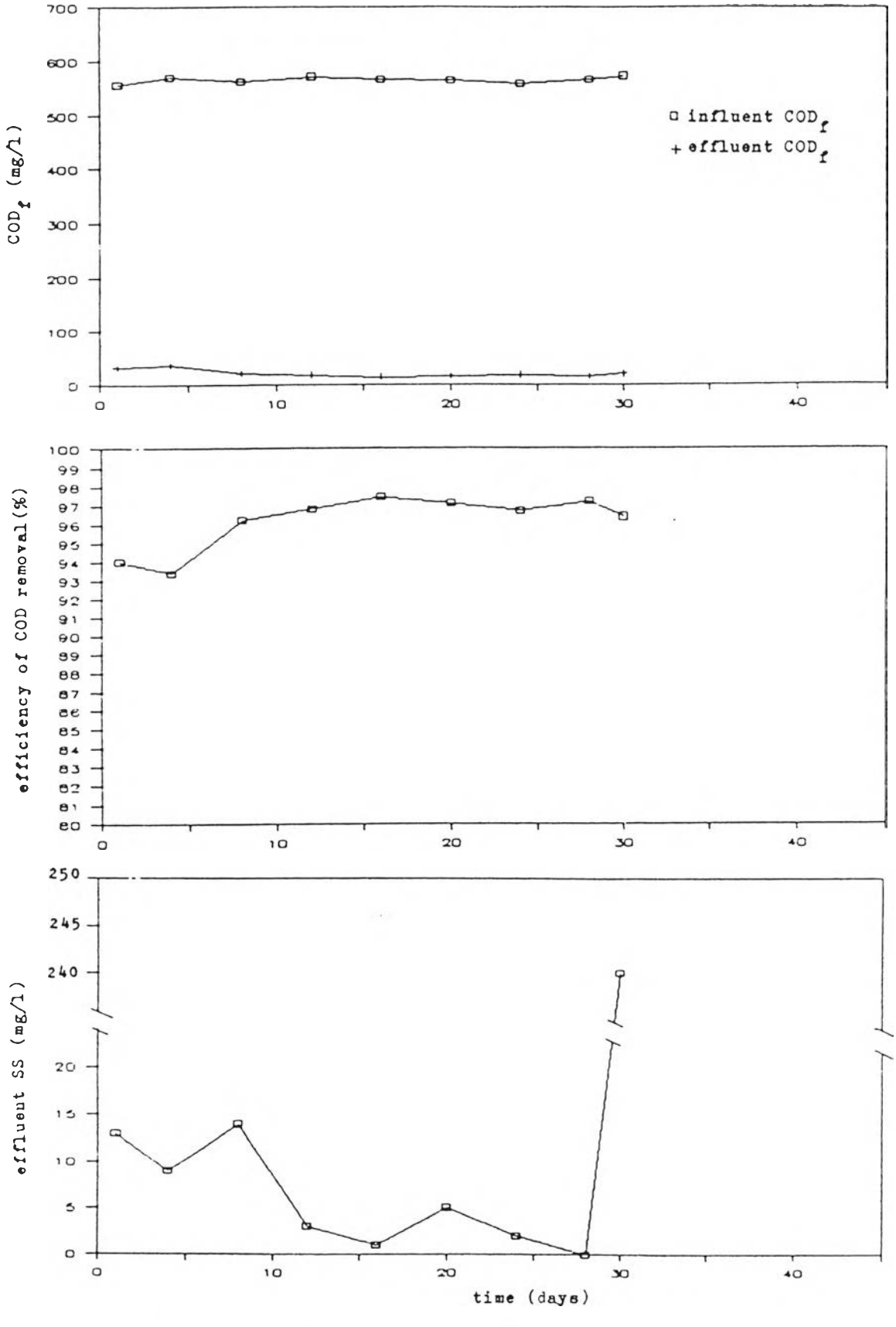
รูปที่ 5.29 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 18 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 3 วัน)



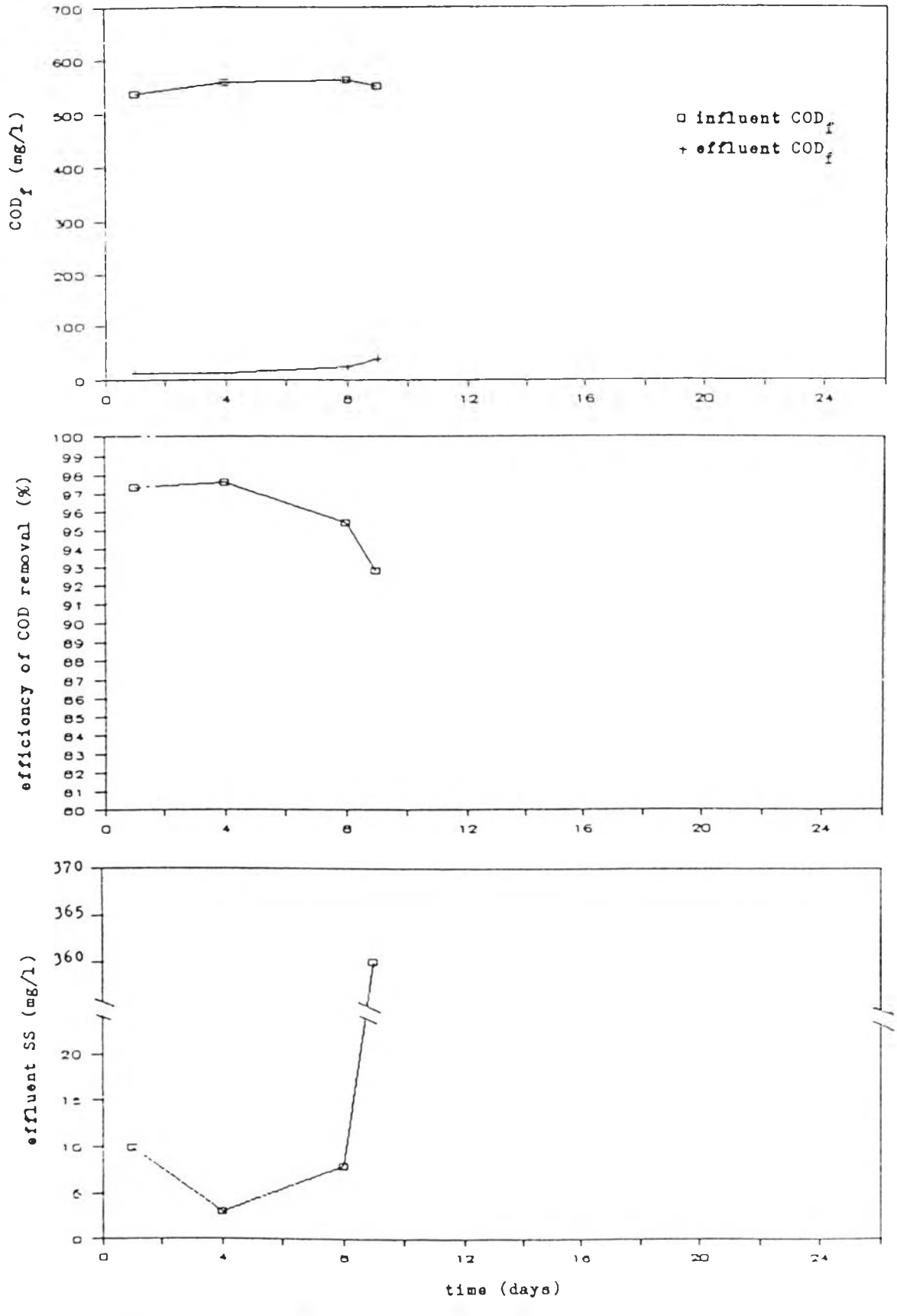
รูปที่ 5.30 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 19 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 3 วัน)



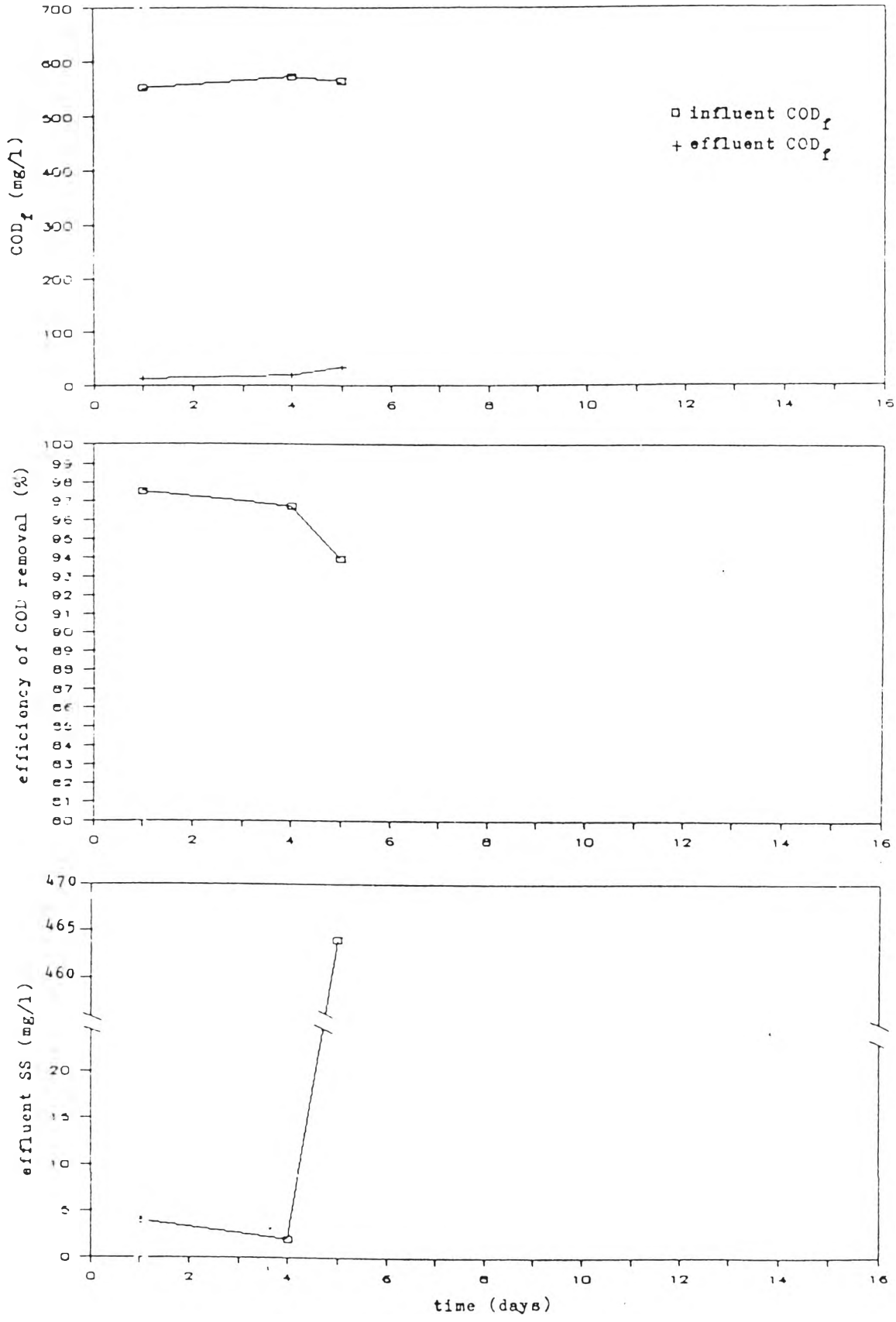
รูปที่ 5.31 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 20 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 4 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 3 วัน)



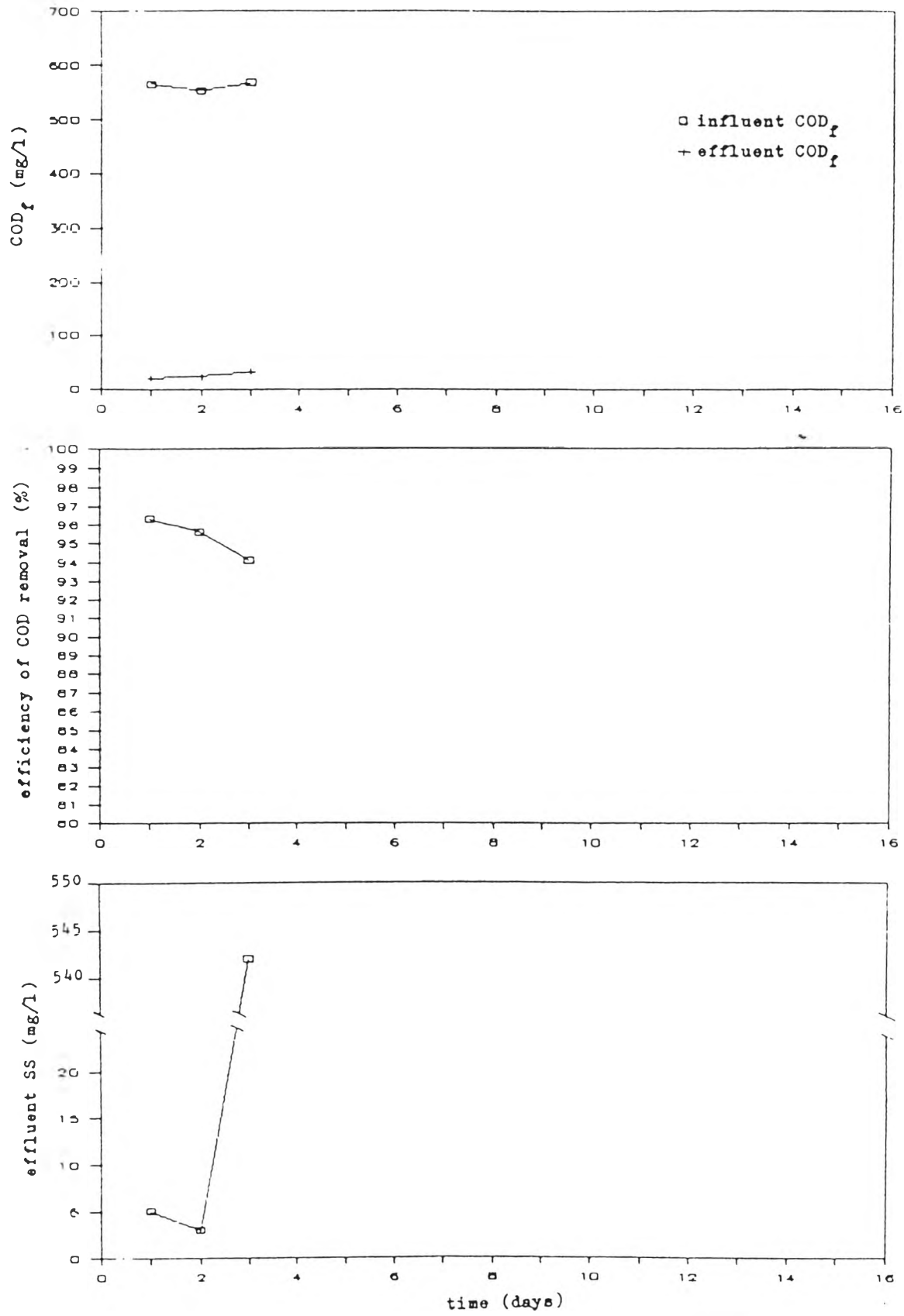
รูปที่ 5.32 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 21 (ป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน)



รูปที่ 5.33 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 22 (ป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว และควบคุมอายุตะกอน 10 วัน)



รูปที่ 5.34 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 23 (ป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว และควบคุมอายุตะกอน 5 วัน)



รูปที่ 5.35 แสดงประสิทธิภาพการกำจัด ซีโอดี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งในระหว่างการทดลองที่ 24 (บ่อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว และควบคุมอายุตะกอน 3 วัน)

5.6 อัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ (Oxygen consumption rate)

ได้ทำการเก็บตัวอย่างตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศถังใดถังหนึ่งไปหาอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ โดยเริ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่เริ่มป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศไปหาค่าอัตราการใช้ออกซิเจนทุก ๆ 10 นาที จากผลการทดลองแสดงไว้ในรูปที่ 5.36 - 5.52 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้ออกซิเจนกับระยะเวลา

เมื่อพิจารณาการใช้ออกซิเจนของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบสลับป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศหกถัง พบว่า ก่อนป้อนน้ำเสียอัตราการใช้ออกซิเจนจะต่ำมีค่าประมาณ 4 - 7 mg O_2 / g MLSS - hr. ทั้งนี้เนื่องจากช่วงนี้ไม่ต้องใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์เพียงแต่ใช้ออกซิเจนในปริมาณเล็กน้อยในการหายใจเพื่อให้ดำรงชีพอยู่ได้เท่านั้น แต่เมื่อมีการป้อนน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศตะกอนจุลินทรีย์จะคายเอ็นไซม์บางชนิดออกมาเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ และดูดซึมสารอาหารบางส่วนเข้าไปเก็บสะสมไว้ในเซลล์ ในช่วงนี้จึงจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมากในการย่อยสลายสารอาหาร ซึ่งเรียกว่า เอ็กโซจีนัสเฟส (exogenous phase) อัตราการใช้ออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วโดยใช้เวลาประมาณ 30 - 50 นาที ก็มีค่าสูงสุด คือ ประมาณ 18 - 25 mg O_2 / g MLSS - hr. จากนั้นก็จะมีค่าค่อนข้างคงที่ไปจนถึงเวลาที่หยุดป้อนน้ำเสีย พันใดที่หยุดป้อนน้ำเสียอัตราการใช้ออกซิเจนจะลดลงอย่างรวดเร็วโดยใช้เวลาเพียง 20 - 30 นาที ก็จะลดลงเหลือประมาณ 4 - 8 mg O_2 / g MLSS - hr. ต่อจากนั้นก็จะลดลงช้า ๆ จนเหลืออัตราการใช้ออกซิเจนต่ำประมาณ 4 - 8 mg O_2 / g MLSS - hr. ดังเช่นตอนเริ่มต้น เนื่องจากช่วงนี้อาหารหรือสารอินทรีย์ในถังเติมอากาศเหลือน้อยลงเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาหยุดป้อนน้ำเสียที่เพิ่มขึ้น

ส่วนอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในระบบป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถังถังเดียวนั้นมีค่าประมาณ 11 mg O_2/gMLSS-hr. เนื่องจากระบบมีความเข้มข้นของสารอาหารต่ำและตะกอนจุลินทรีย์ทั้งระบบจะทำการย่อยสลายสารอาหารตลอดเวลาจึงทำให้การใช้ออกซิเจนค่อนข้างต่ำและคงที่ตลอดเวลา

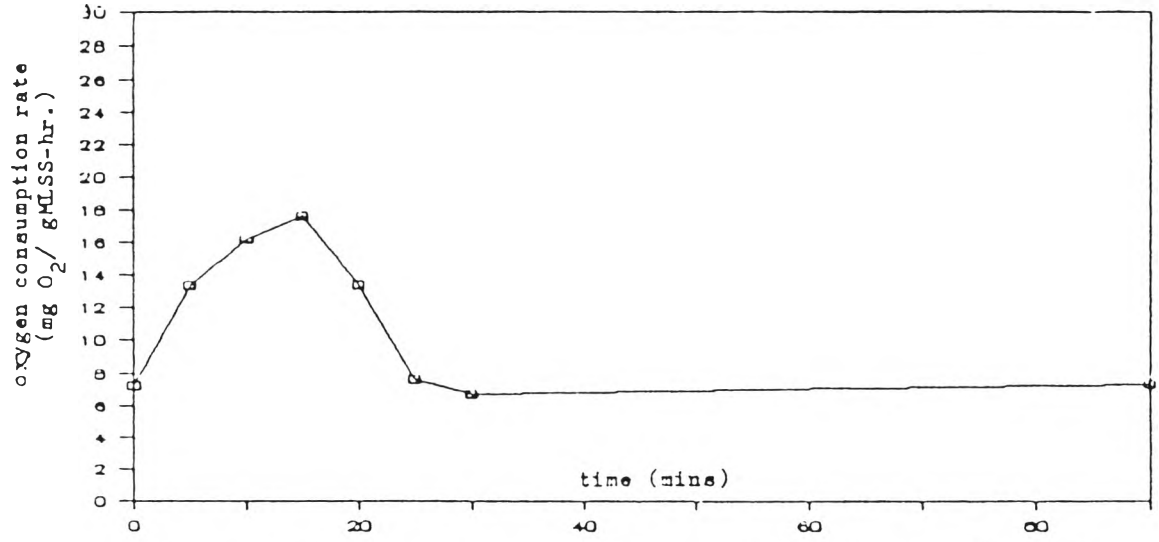
5.7 ลักษณะจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ

ลักษณะจุลินทรีย์ตลอดการทดลอง พบว่า จุลินทรีย์ที่พบเสมอ ๆ ในระบบได้แก่ worm , rotifer , stalk ciliates , free swimming ciliates , floc forming bacteria และ filamentous bacteria ซึ่งลักษณะจุลินทรีย์ที่พบในถังเติมอากาศในช่วง

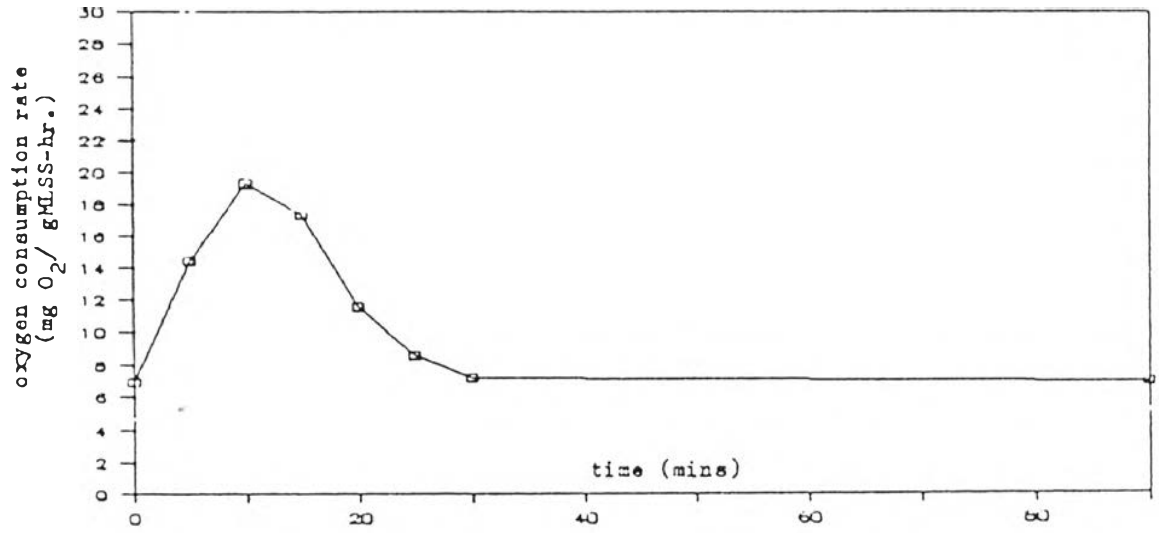
เริ่มต้นการทดลองและในช่วงสิ้นสุดการทดลองได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.35 - 5.79

5.8 พี เอช (pH)

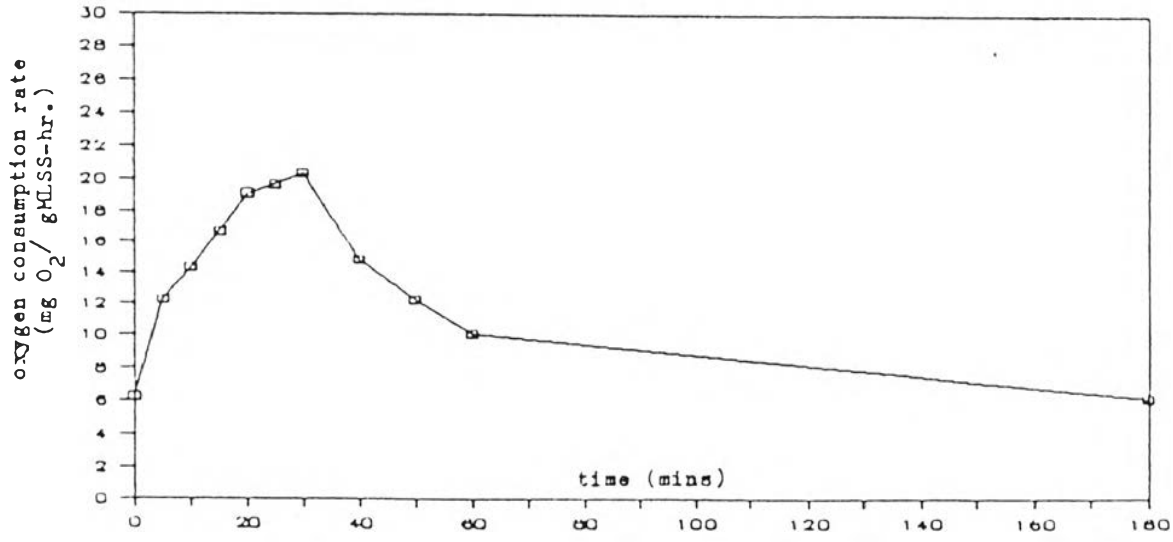
การเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.80 - 5.106 จากการทดลองพบว่าค่า พีเอช ของน้ำเสียที่เข้าและออกระบบ จะมีค่าแปรเปลี่ยนอยู่ในช่วง 6.7 - 8.1 ซึ่งเป็นค่า พีเอช ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยที่พีเอชของน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบจะมีค่าอยู่ระหว่าง 6.7 - 7.4 และค่า พีเอช ของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีค่าอยู่ระหว่าง 7.7 - 8.1 ซึ่งมีค่าสูงกว่า พีเอช ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ สาเหตุอาจเนื่องมาจากกาซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในระบบ ซึ่งจะไปผลิตสารพวกไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ซึ่งเป็นสารบัฟเฟอร์ (buffer) ตลอดจนสารไบคาร์บอเนตที่ได้จากการเติม $NaHCO_3$ ลงในน้ำเสียเพื่อควบคุม พีเอช ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ เป็นเหตุให้มีสารไบคาร์บอเนตบางส่วนเหลืออยู่ในระบบ จึงทำให้ พีเอช ในน้ำทิ้งจึงมีค่าใกล้เคียงกับ 8.0



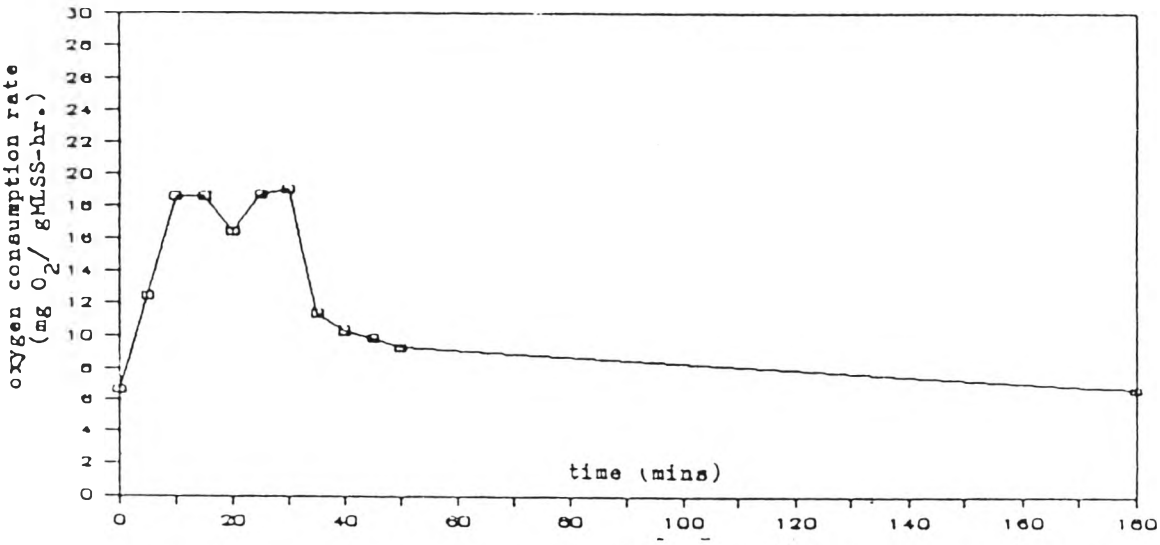
รูปที่ 5.36 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 15 นาที และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 1 ชม. 15 นาที อายุตะกอน 5 วัน



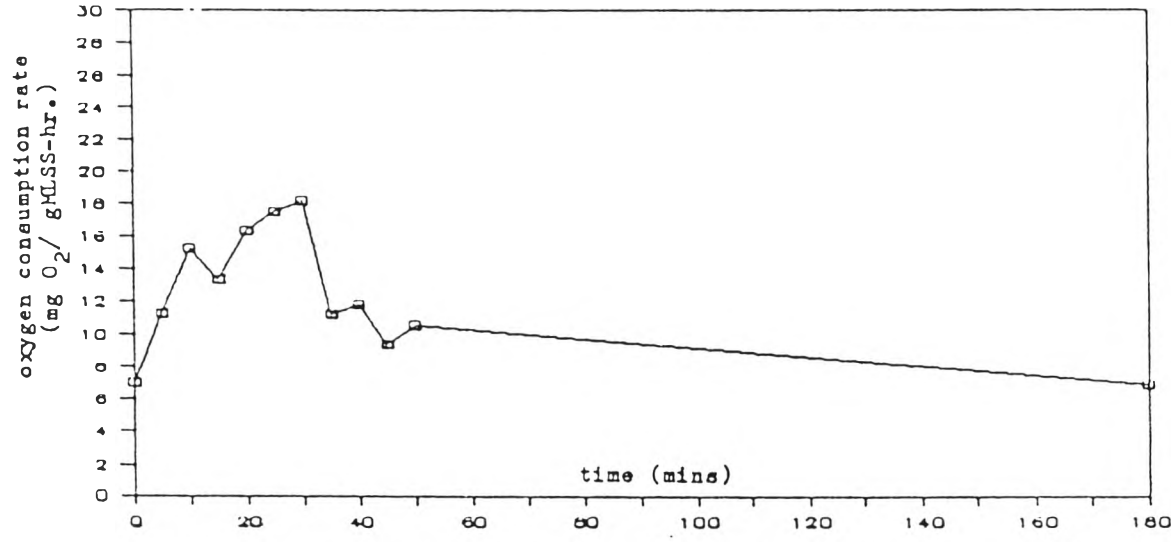
รูปที่ 5.37 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 15 นาที และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 1 ชม. 15 นาที อายุตะกอน 3 วัน



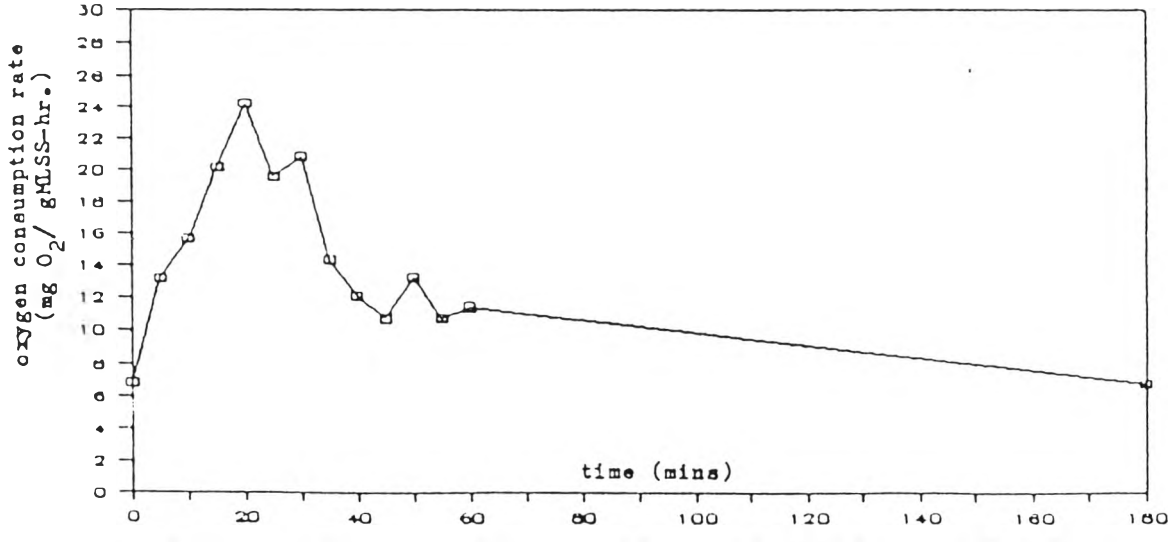
รูปที่ 5.38 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 30 นาที และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 2 ชม. 30 นาที อายุตะกอน 20 วัน



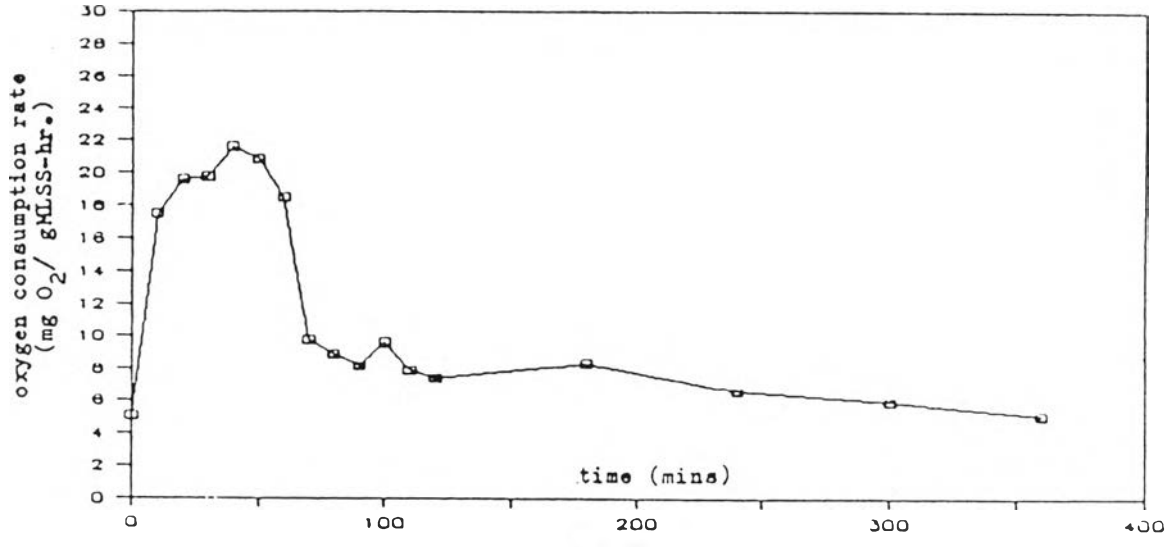
รูปที่ 5.39 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 30 นาที และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 2 ชม. 30 นาที อายุตะกอน 10 วัน



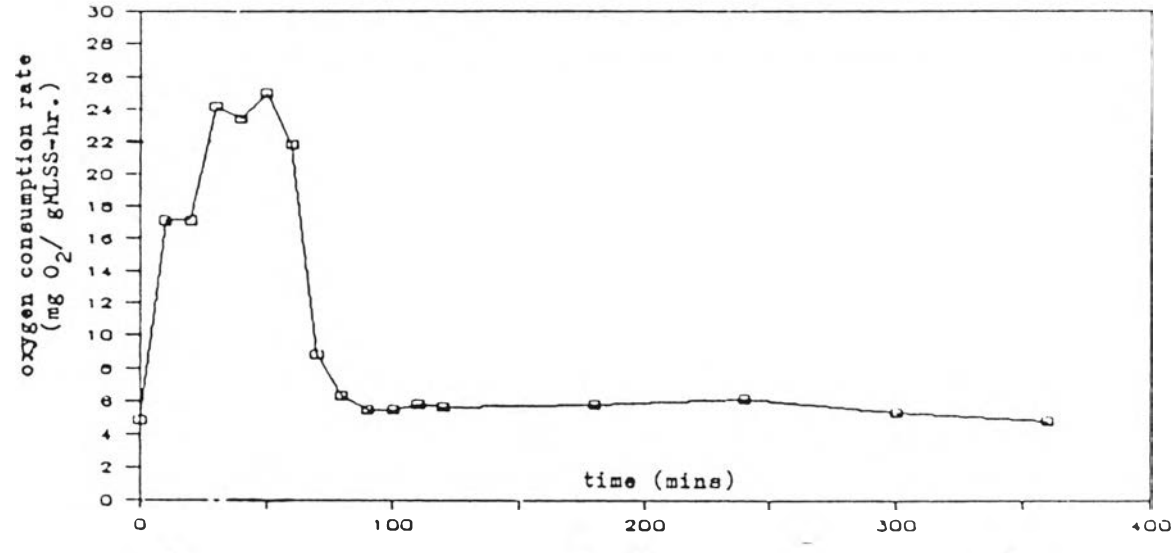
รูปที่ 5.40 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 30 นาที และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 2 ชม. 30 นาที อายุตะกอน 5 วัน



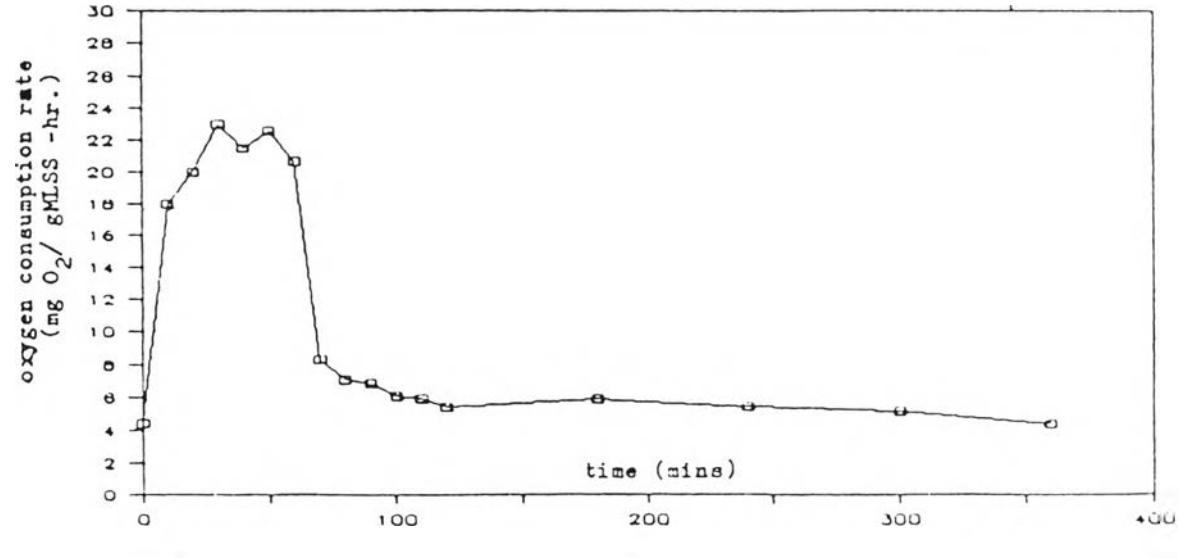
รูปที่ 5.41 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 30 นาที และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 2 ชม. 30 นาที อายุตะกอน 3 วัน



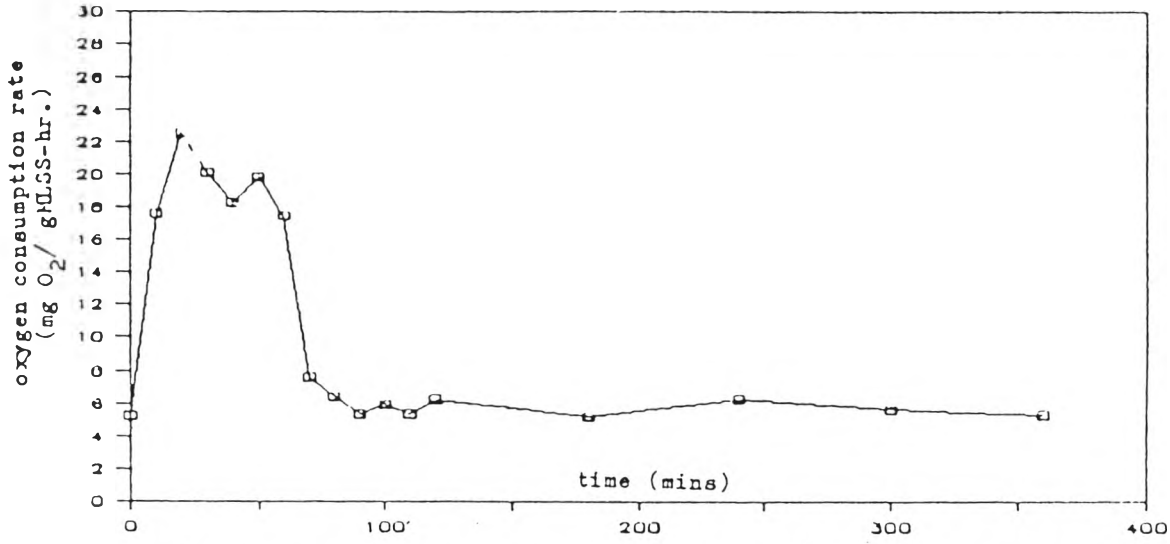
รูปที่ 5.42 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 1 ชม. และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 5 ชม. อายุตะกอน 20 วัน



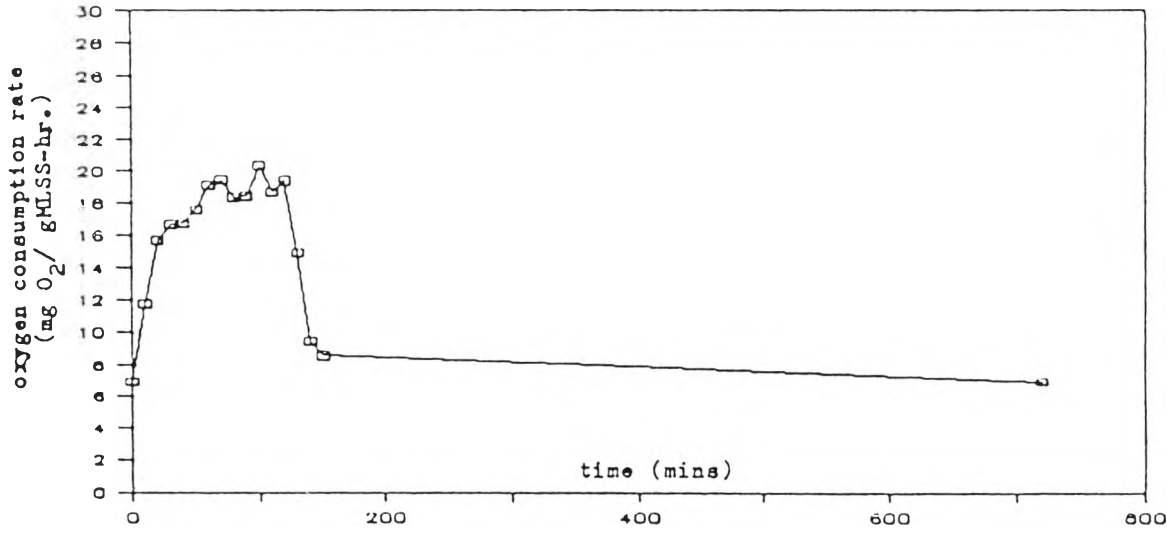
รูปที่ 5.43 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 1 ชม. และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 5 ชม. อายุตะกอน 10 วัน



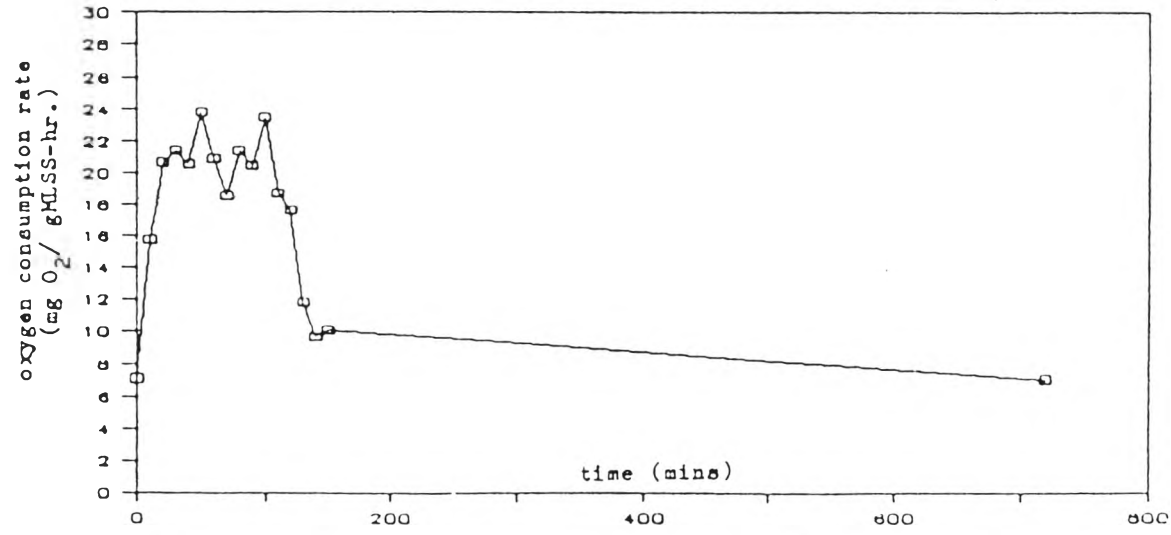
รูปที่ 5.44 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 1 ชม. และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 5 ชม. อายุตะกอน 5 วัน



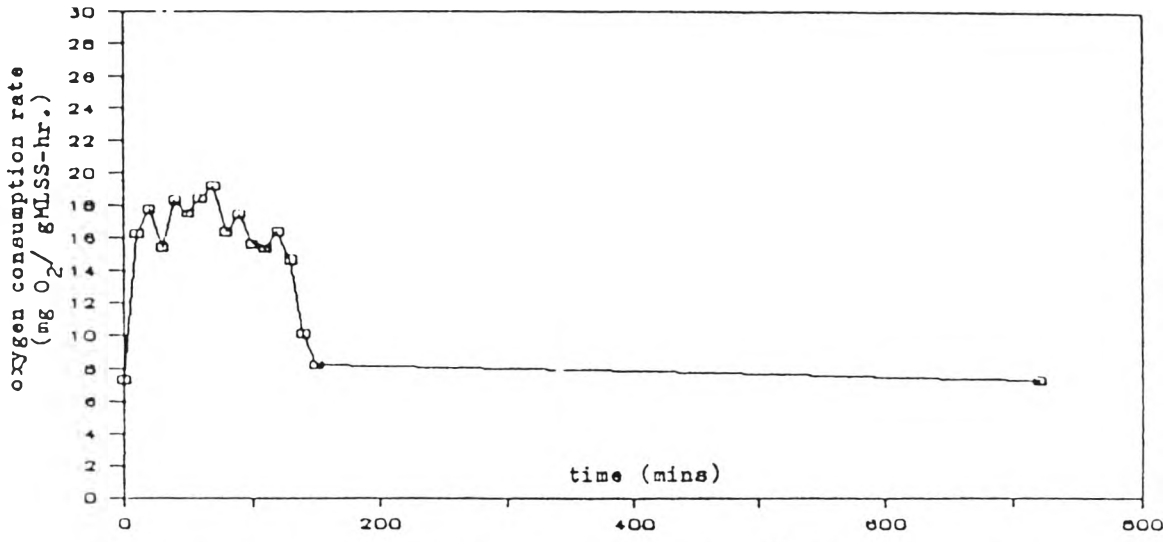
รูปที่ 5.45 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 1 ชม. และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 5 ชม. อายุตะกอน 3 วัน



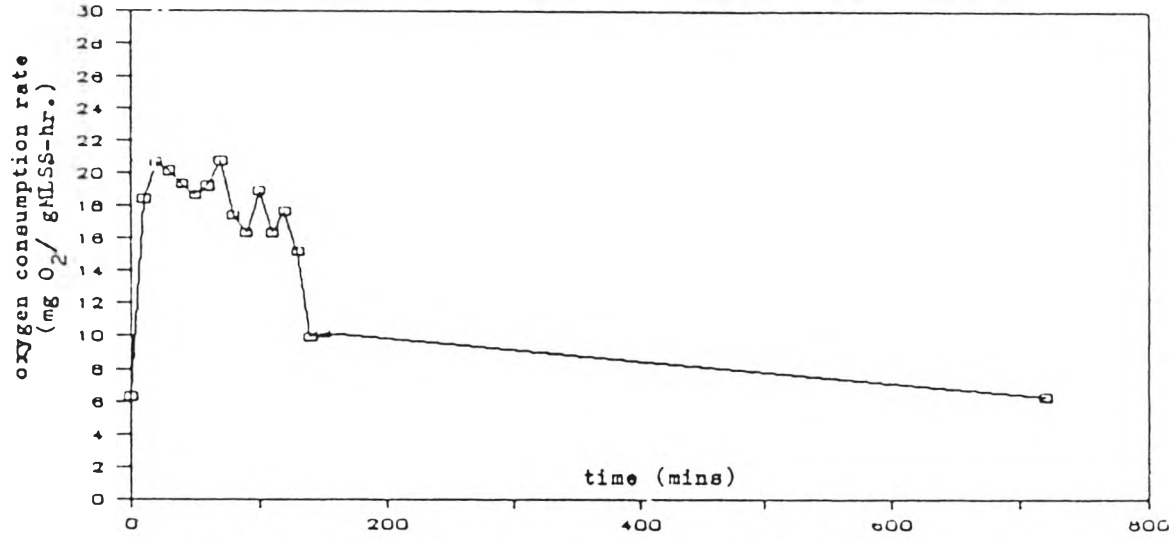
รูปที่ 5.46 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 2 ชม. และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 10 ชม. อายุตะกอน 20 วัน



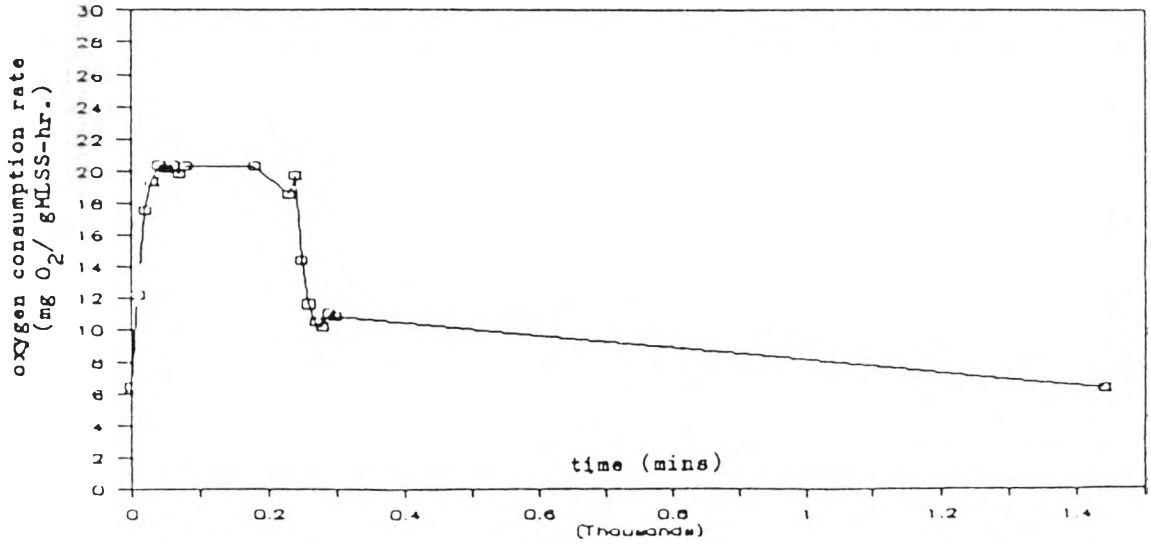
รูปที่ 5.47 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 2 ชม. และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 10 ชม. อายุตะกอน 10 วัน



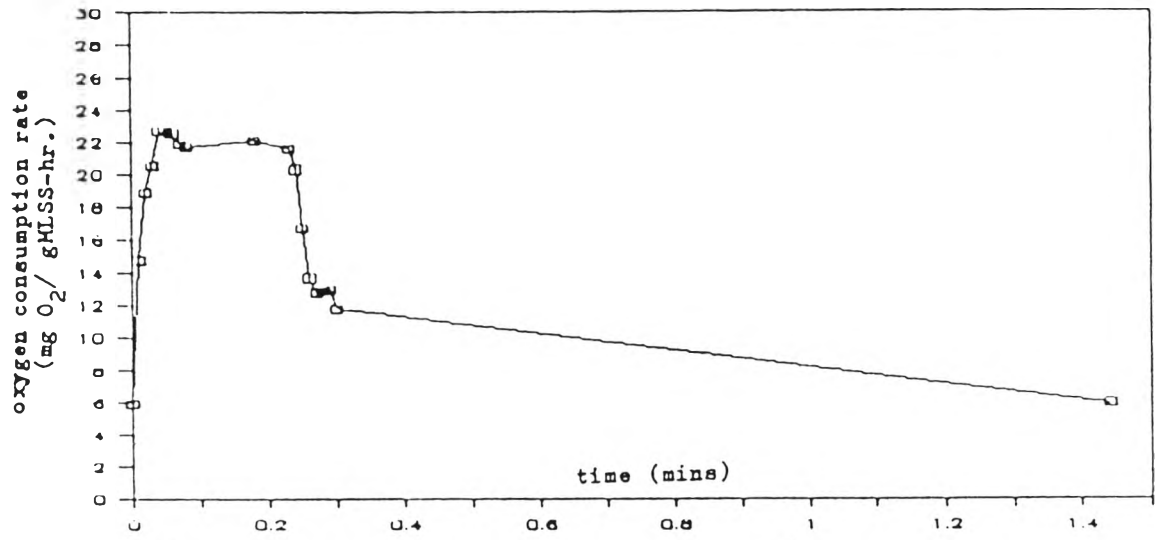
รูปที่ 5.48 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 2 ชม. และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 10 ชม. อายุตะกอน 5 วัน



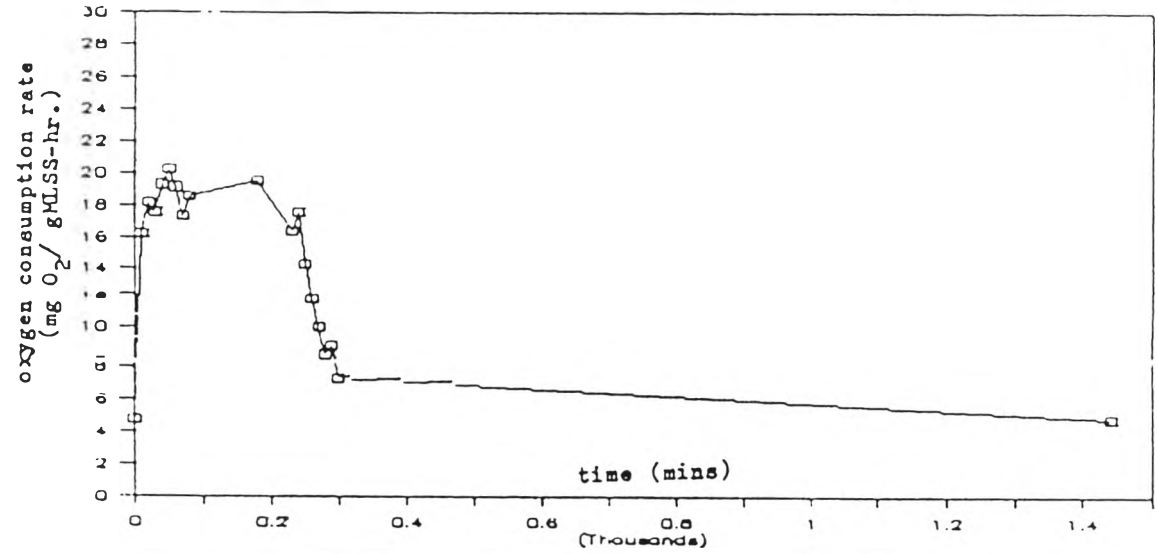
รูปที่ 5.49 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 2 ชม. และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 10 ชม. อายุตะกอน 3 วัน



รูปที่ 5.50 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 4 ชม. เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 4 ชม. และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 20 ชม. อายุตะกอน 20 วัน

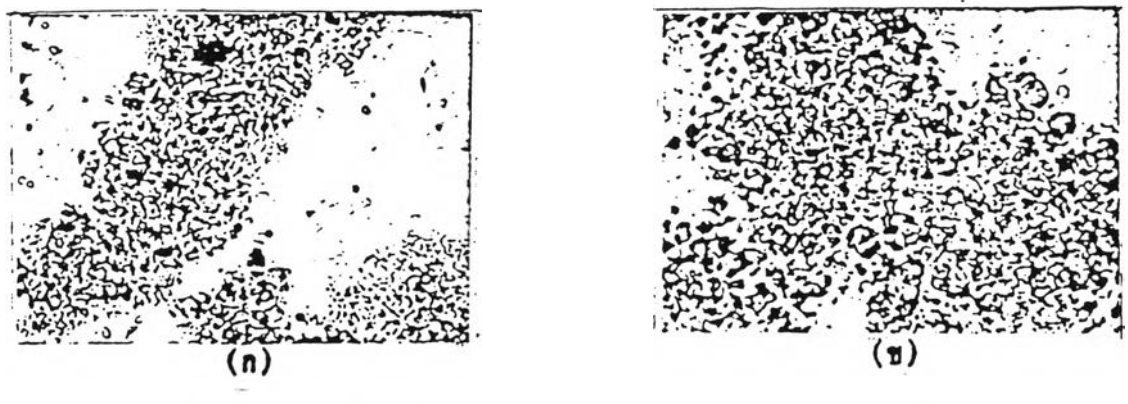


รูปที่ 5.51 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 4 ชม. เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 4 ชม. และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 20 ชม. อายุตะกอน 10 วัน



รูปที่ 5.52 แสดงอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 4 ชม. เริ่มด้วยช่วงป้อนน้ำเสีย 4 ชม. และช่วงเวลาหยุดป้อนน้ำเสีย 20 ชม. อายุตะกอน 5 วัน

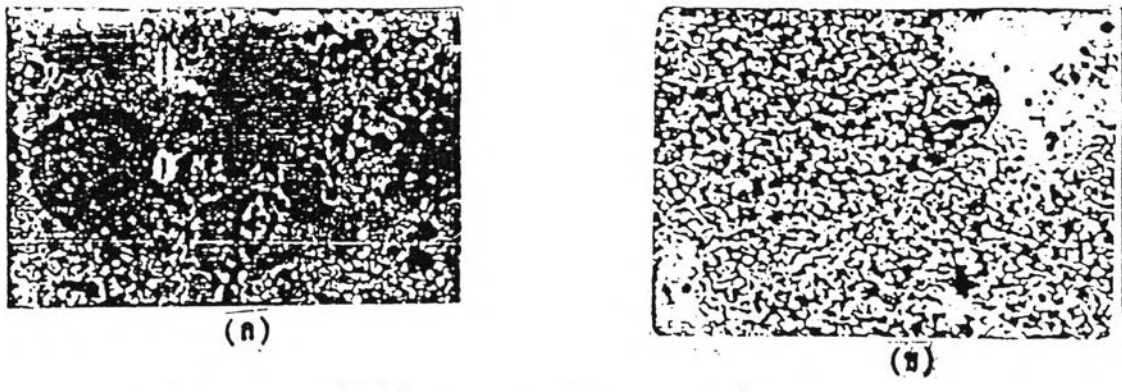
รูปที่ 5.53 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 1 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



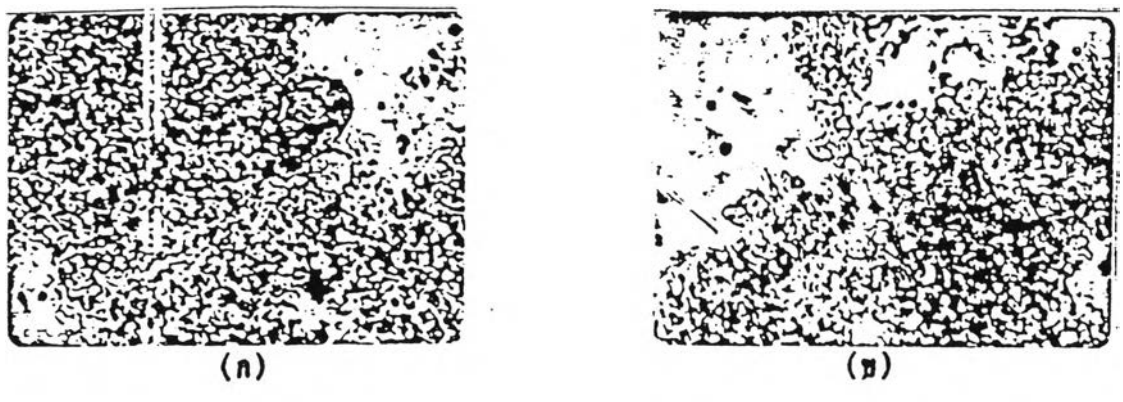
รูปที่ 5.54 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 2 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

รูปที่ 5.55 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 3 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อวันที่ 20 ของการทดลอง

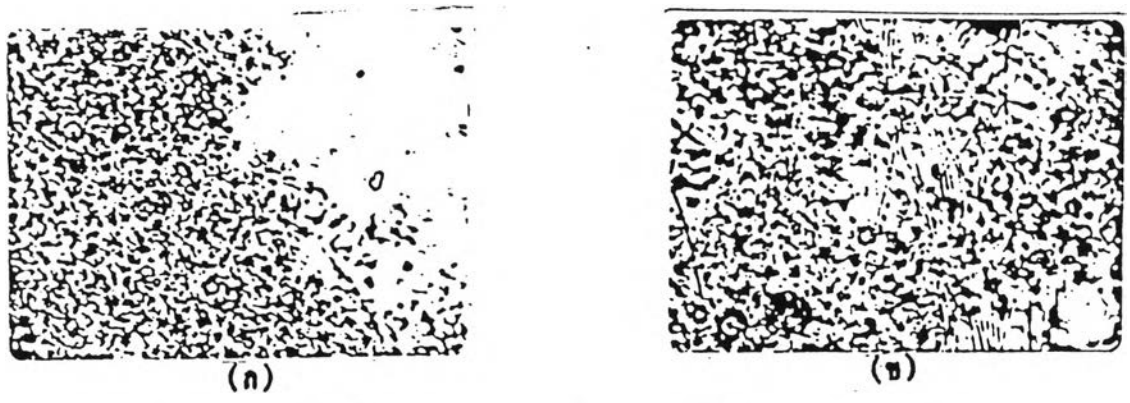
รูปที่ 5.55 (ต่อ) แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 3 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน) (ค) เมื่อวันที่ 26 ของการทดลอง (ง) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



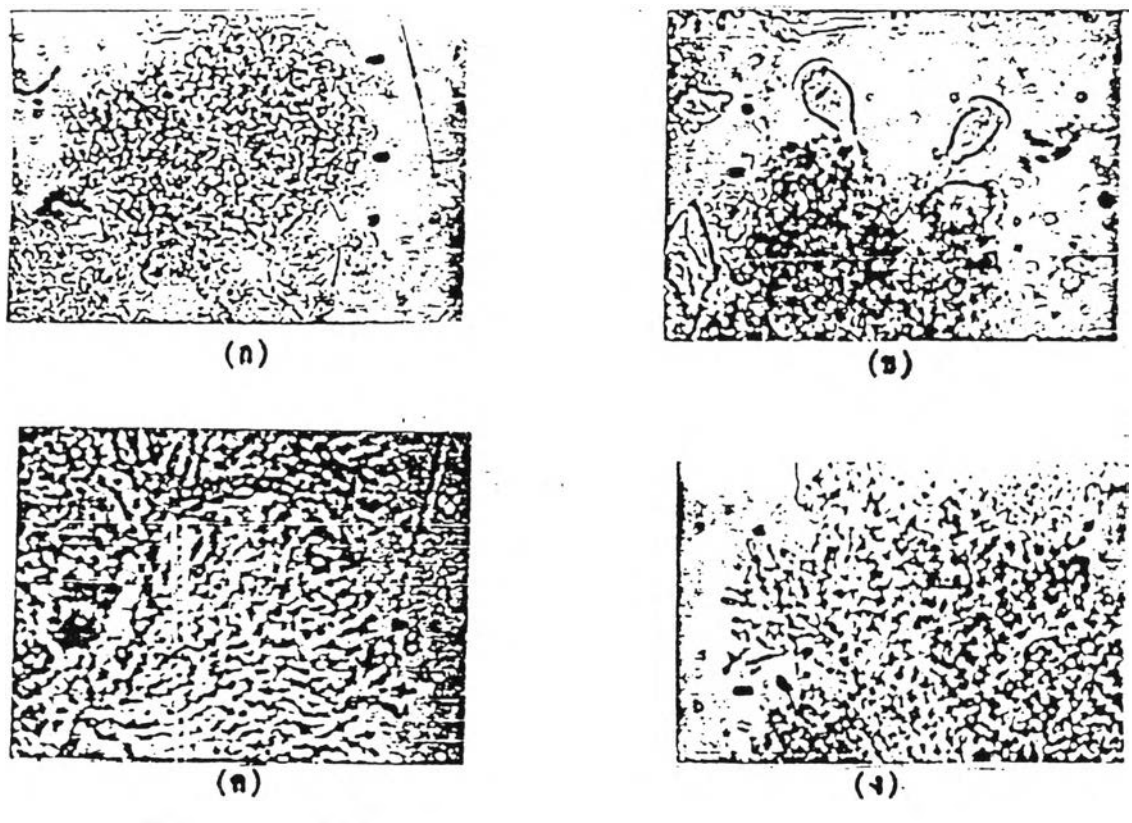
รูปที่ 5.56 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 4 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



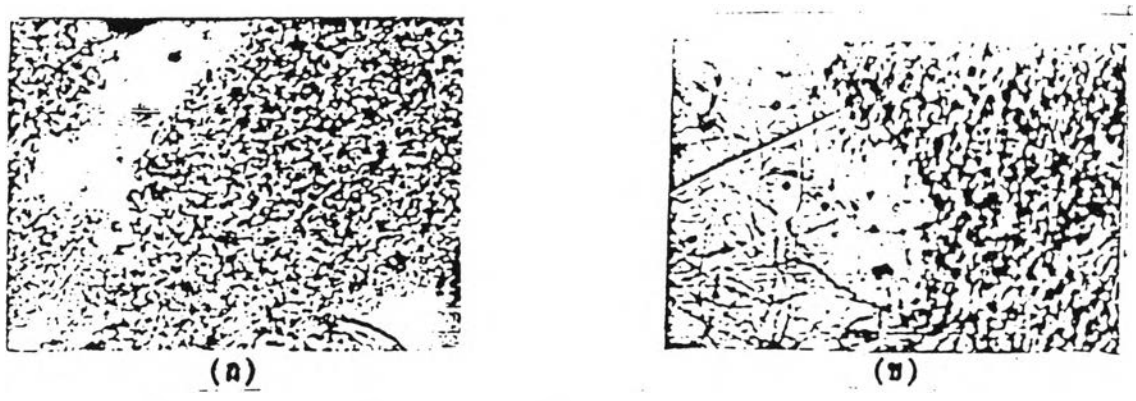
รูปที่ 5.57 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 5 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 4 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



รูปที่ 5.58 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 6 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที และควบคุมอายุตะกอน 10 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



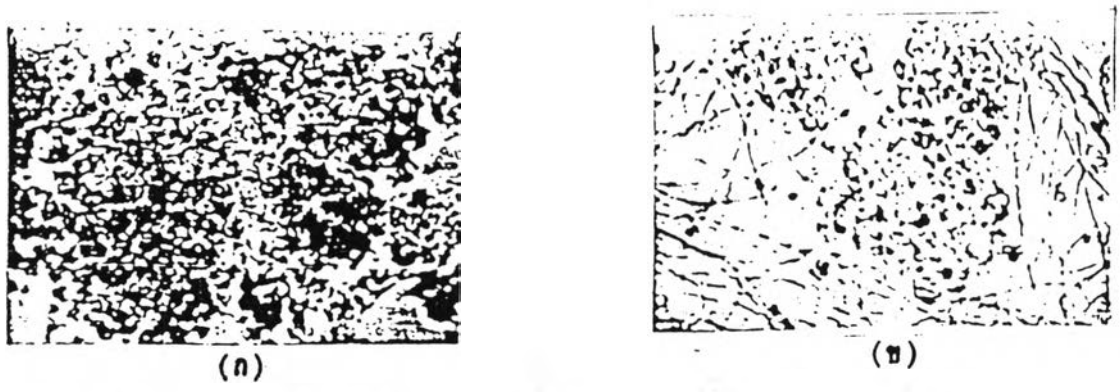
รูปที่ 5.59 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 7 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที และควบคุมอายุตะกอน 10 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข-ง) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



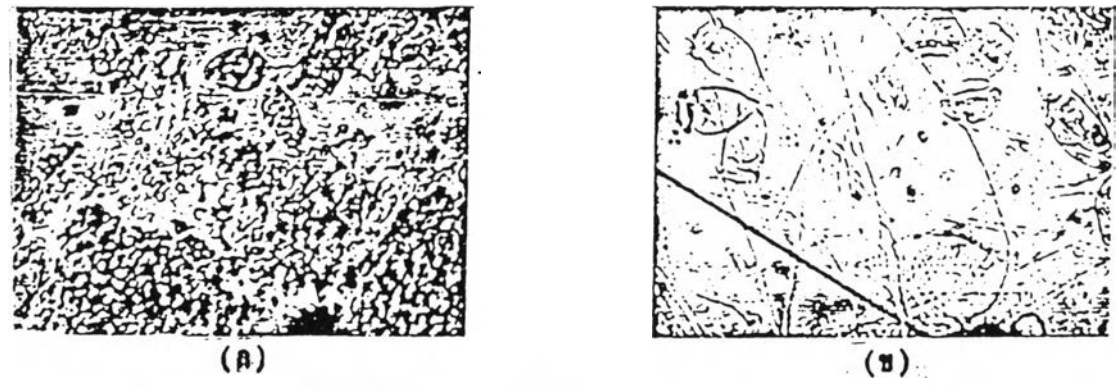
รูปที่ 5.60 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 8 (สลับปล่อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 10 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

รูปที่ 5.61 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 9 (สลับปล่อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 10 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

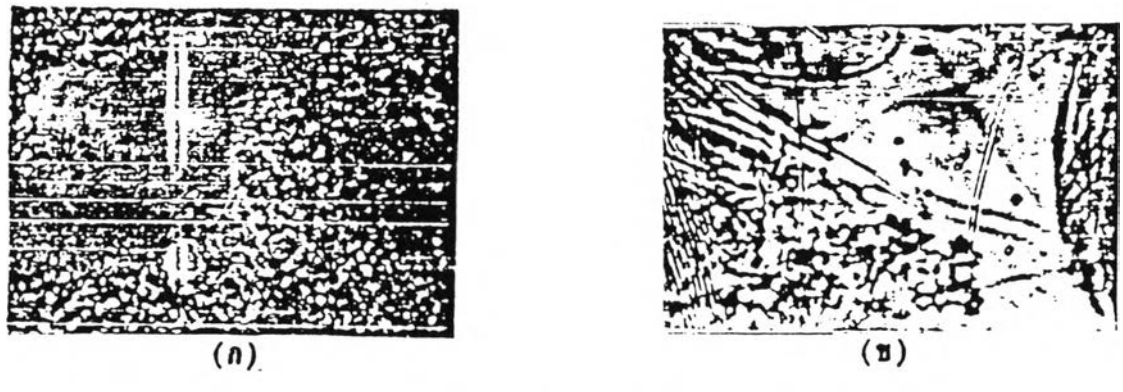
รูปที่ 5.62 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 10 (สลับปล่อนน้ำเสียถังละ 4 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 10 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



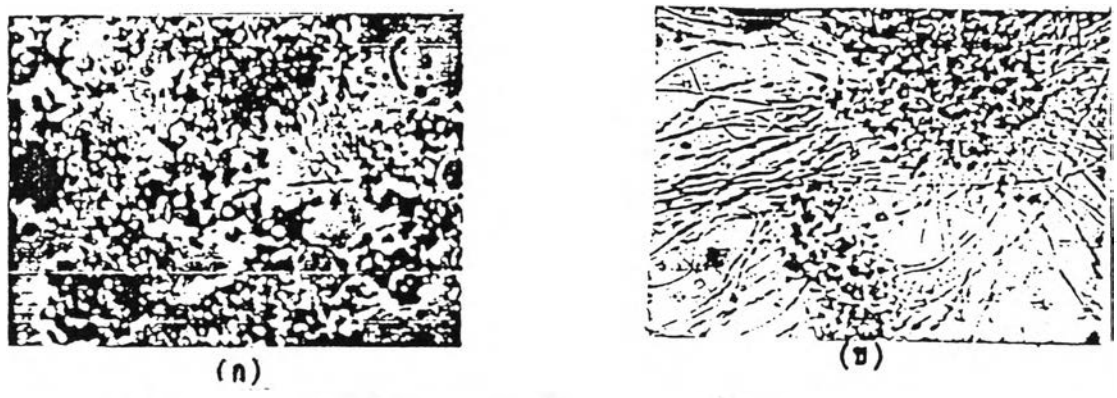
รูปที่ 5.63 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 11 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที และควบคุมอายุตะกอน 5 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



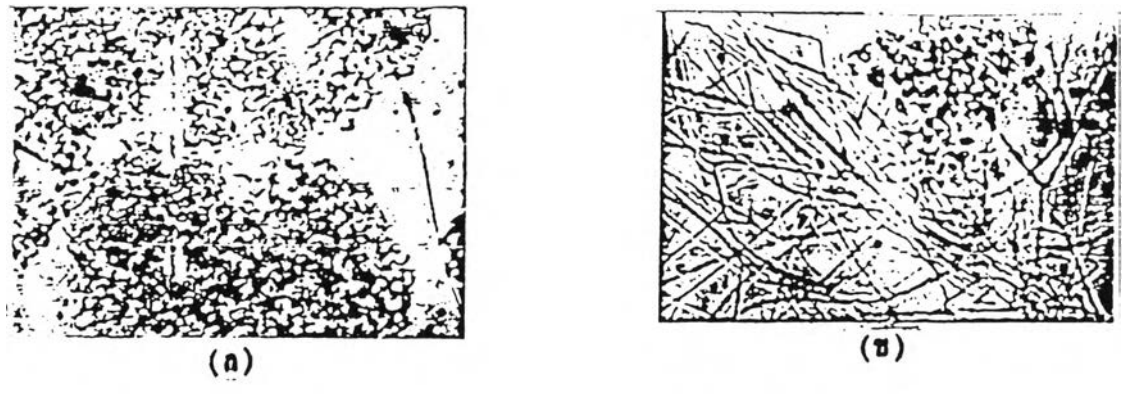
รูปที่ 5.64 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 12 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที และควบคุมอายุตะกอน 5 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



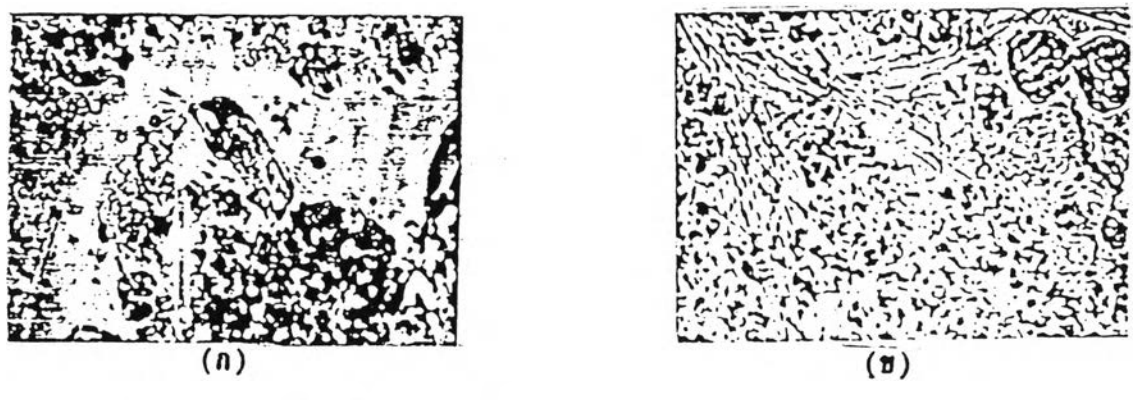
รูปที่ 5.65 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 13 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 5 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



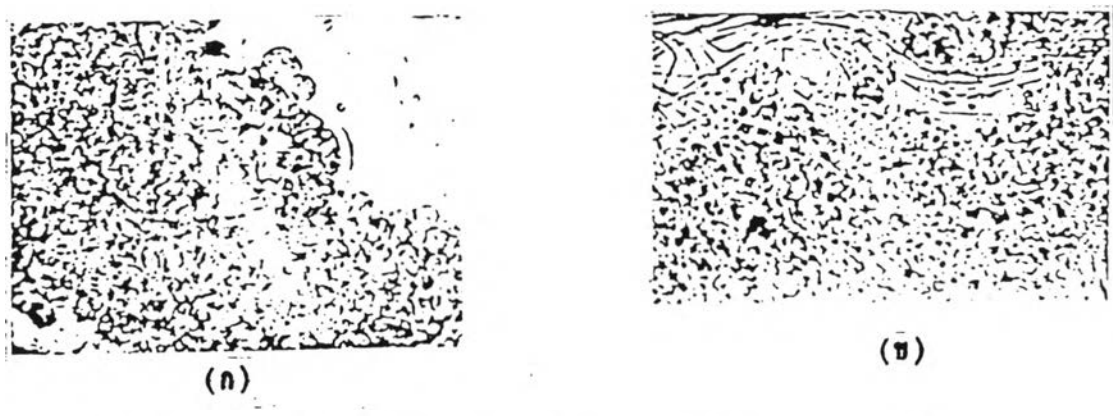
รูปที่ 5.66 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 14 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 5 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



รูปที่ 5.67 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 15 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 4 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 5 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

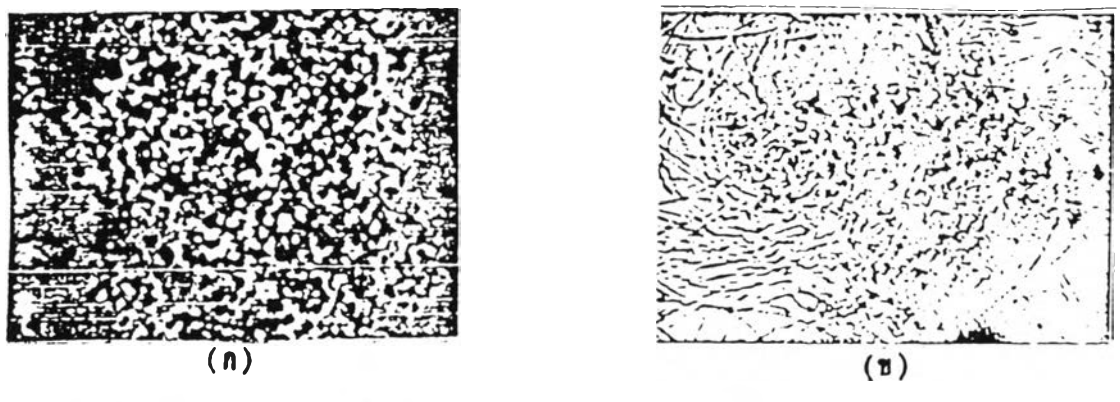


รูปที่ 5.68 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 16 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที และควบคุมอายุตะกอน 3 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

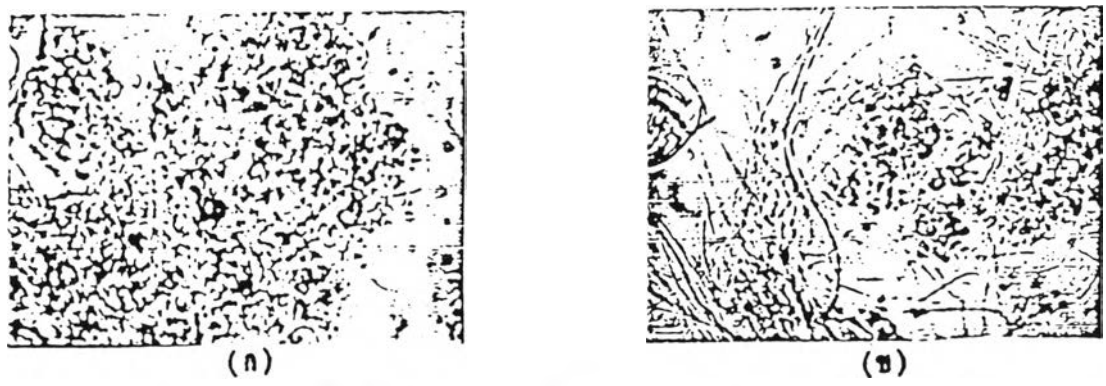


รูปที่ 5.69 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 17 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที และควบคุมอายุตะกอน 3 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

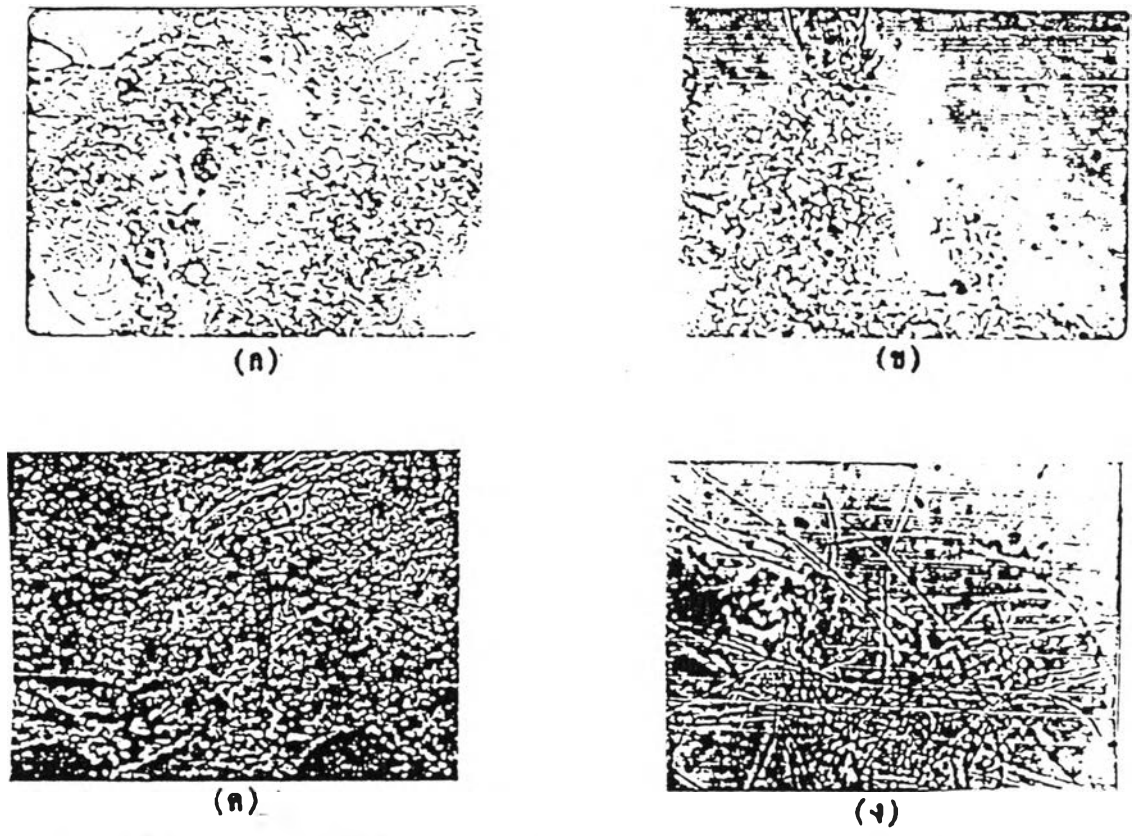
รูปที่ 5.70 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 18 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 3 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



รูปที่ 5.71 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 19 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 3 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

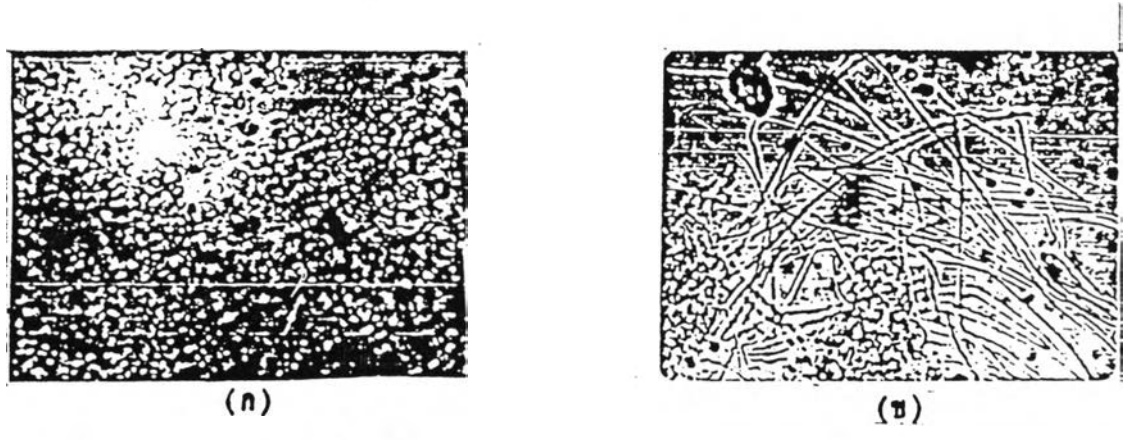


รูปที่ 5.72 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 20 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 4 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 3 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



รูปที่ 5.73 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 21 (ป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อวันที่ 20 ของการทดลอง (ค) เมื่อวันที่ 26 ของการทดลอง (ง) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

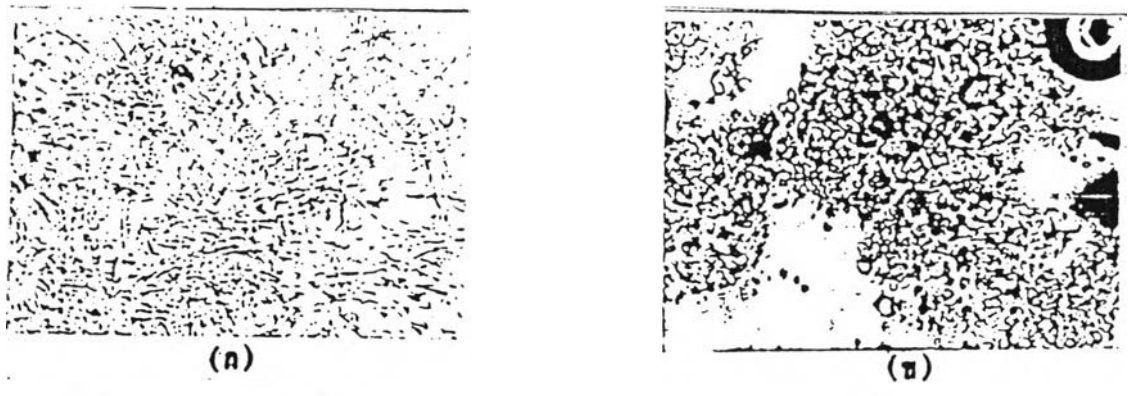
รูปที่ 5.74 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 22 (ป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว และควบคุมอายุตะกอน 10 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



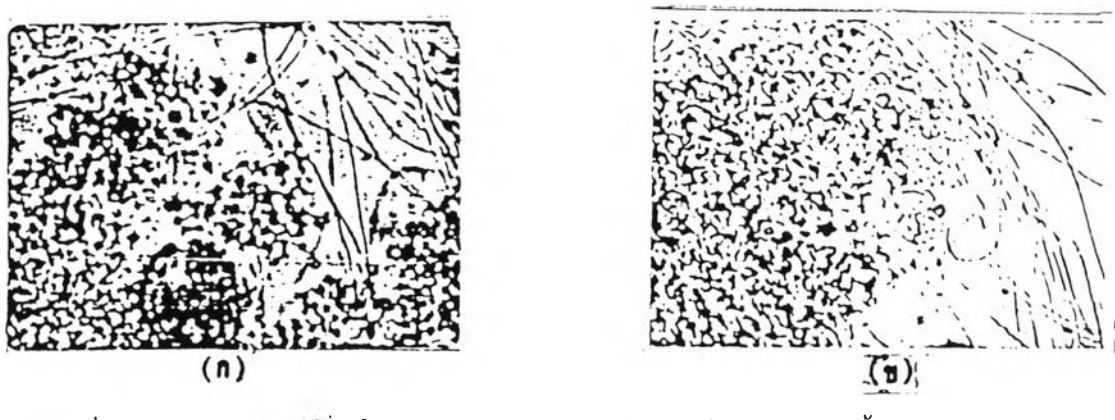
รูปที่ 5.75 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 23 (ป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว และควบคุมอายุตะกอน 5 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

รูปที่ 5.76 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองที่ 24 (ป้อนน้ำเสียแบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว และควบคุมอายุตะกอน 3 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

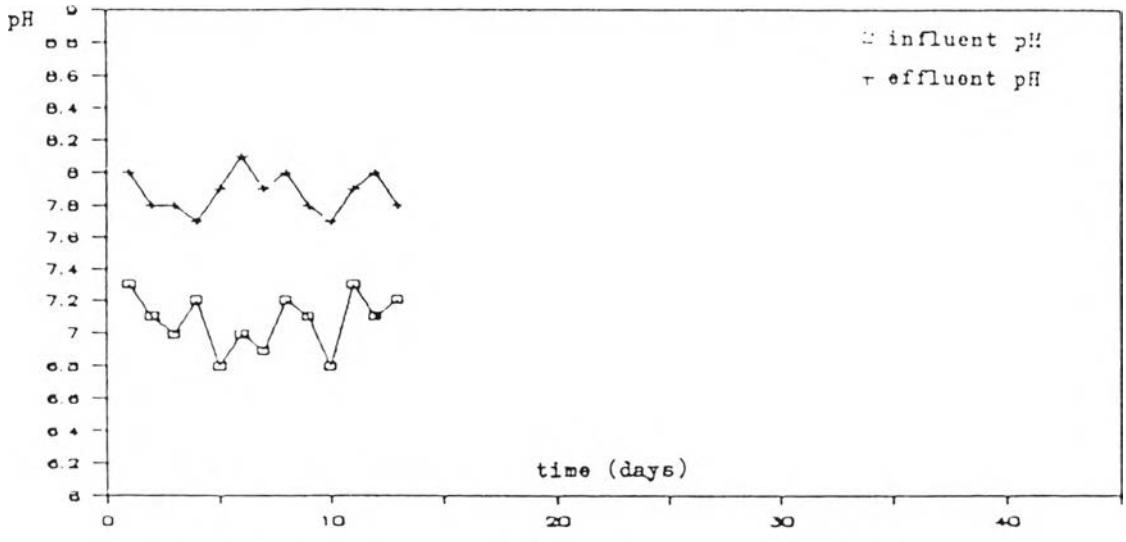
รูปที่ 5.77 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองแก้ปัญหาตะกอนไม่จมตัวโดยการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



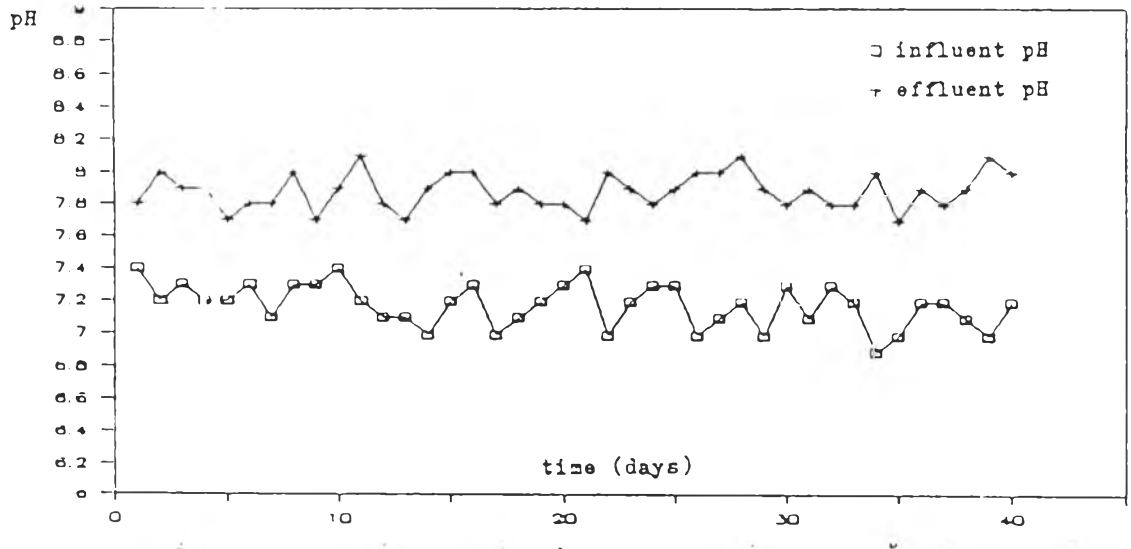
รูปที่ 5.78 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองแก้ปัญหาตะกอนไม่จมตัวโดยการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



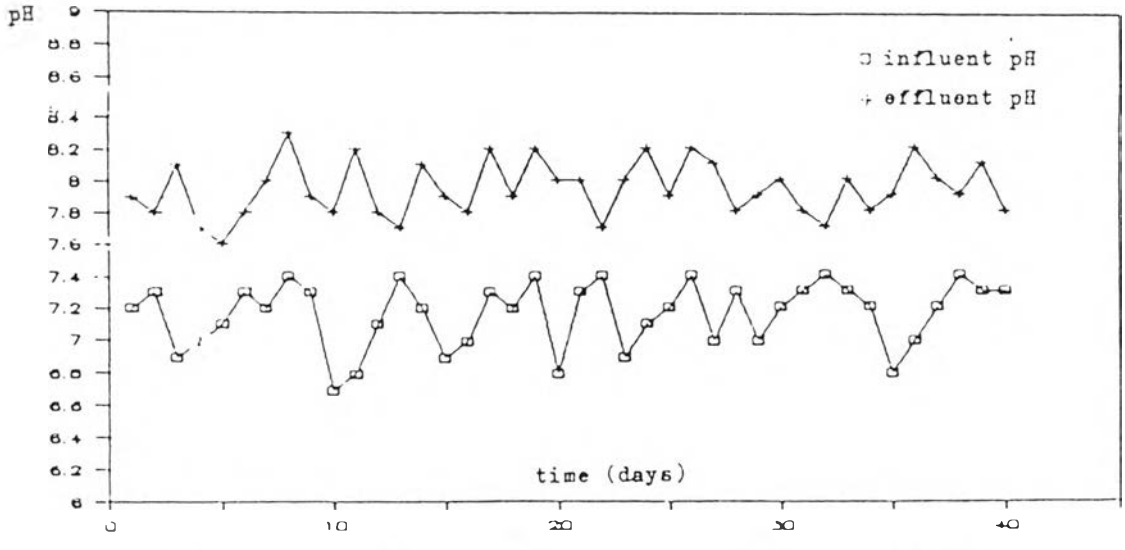
รูปที่ 5.79 แสดงจุลินทรีย์ที่พบในการทดลองแก้ปัญหาตะกอนไม่จมตัวโดยการสลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และควบคุมอายุตะกอน 10 วัน) (ก) เมื่อเริ่มการทดลอง (ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง



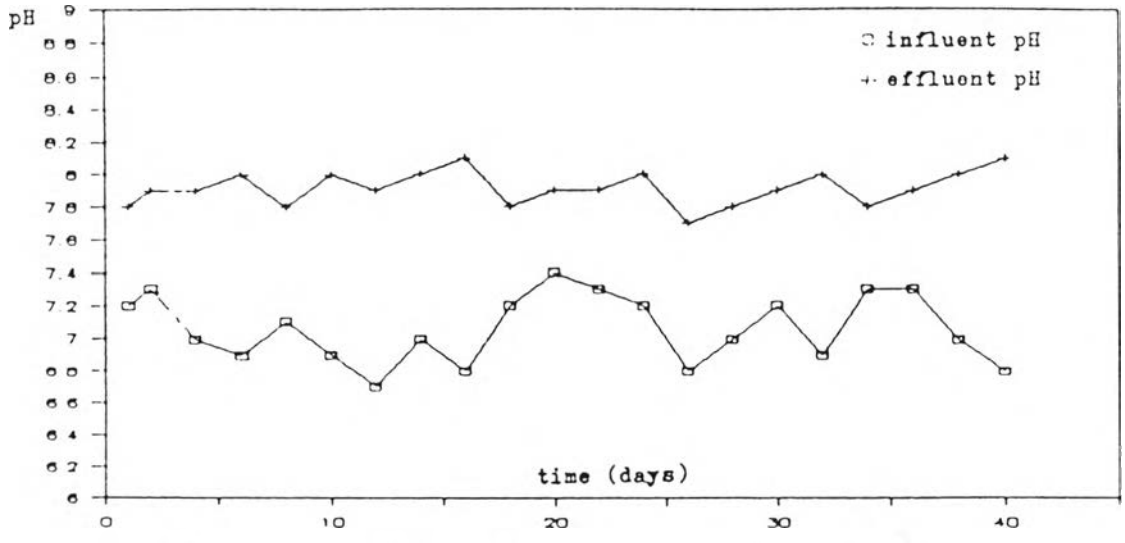
รูปที่ 5.80 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 1 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที และ ควบคุมอายุตะกอน 20 วัน)



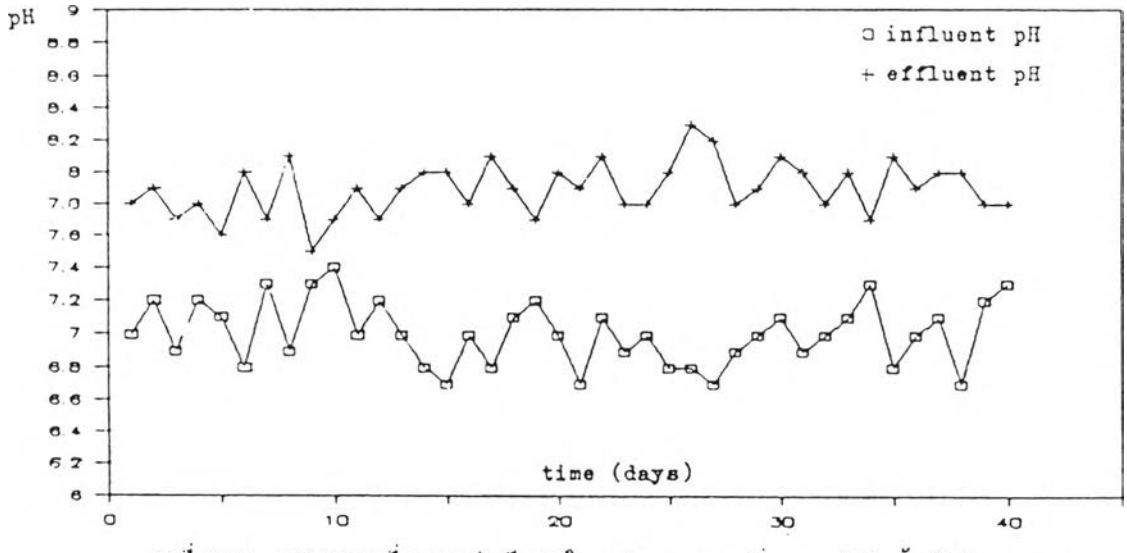
รูปที่ 5.81 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 2 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที และ ควบคุมอายุตะกอน 20 วัน)



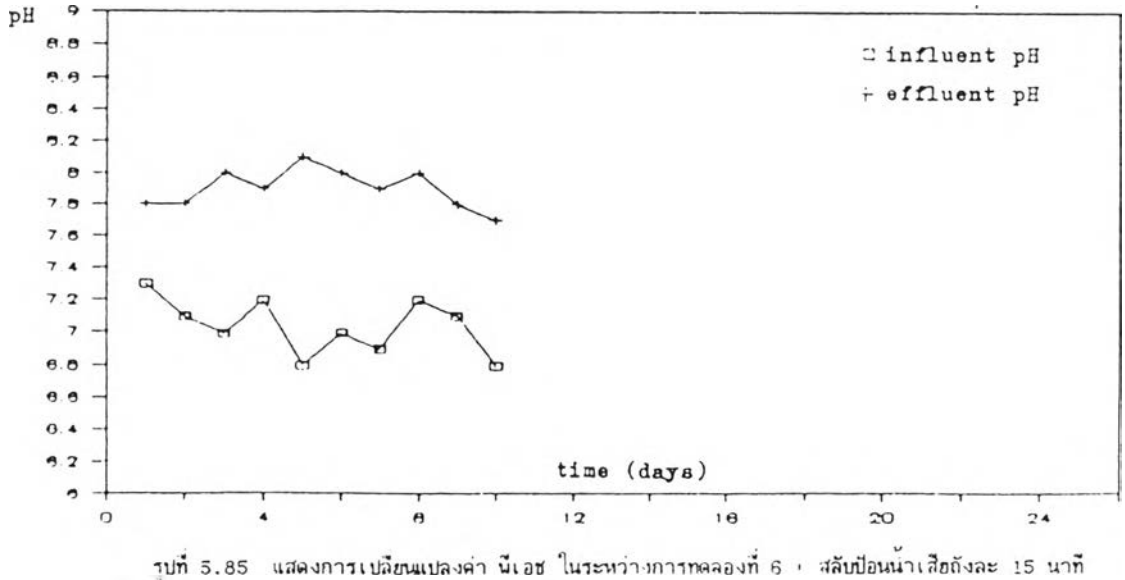
รูปที่ 5.82 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 3 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และ ควบคุมอายุตะกอน 20 วัน)



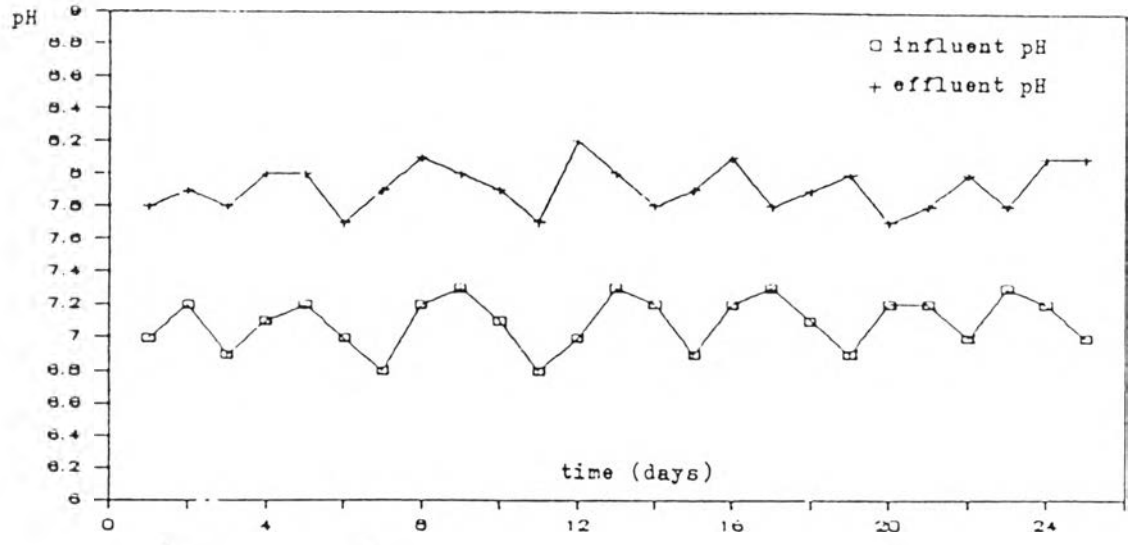
รูปที่ 5.83 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 4 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และ ควบคุมอายุตะกอน 20 วัน)



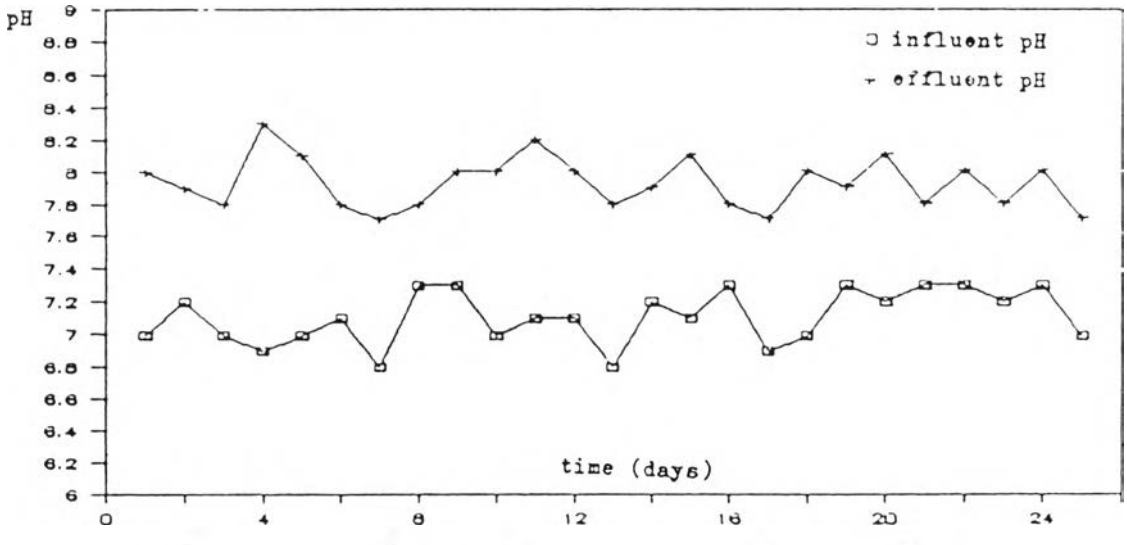
รูปที่ 5.84 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 5 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 4 ชม. และ ควบคุมอายุตะกอน 20 วัน)



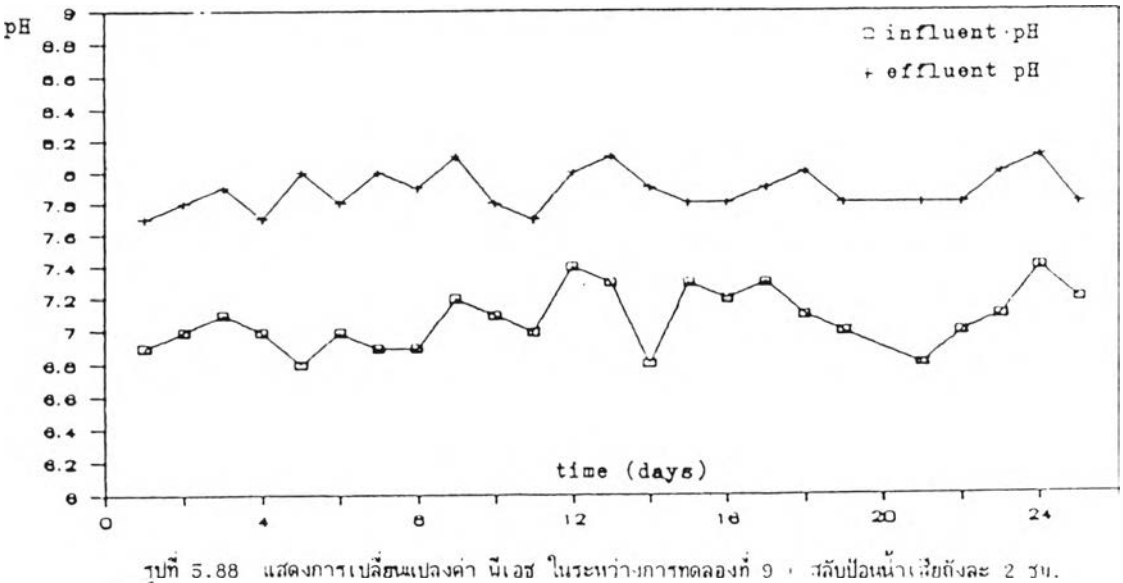
รูปที่ 5.85 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 6 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที และ ควบคุมอายุตะกอน 10 วัน)



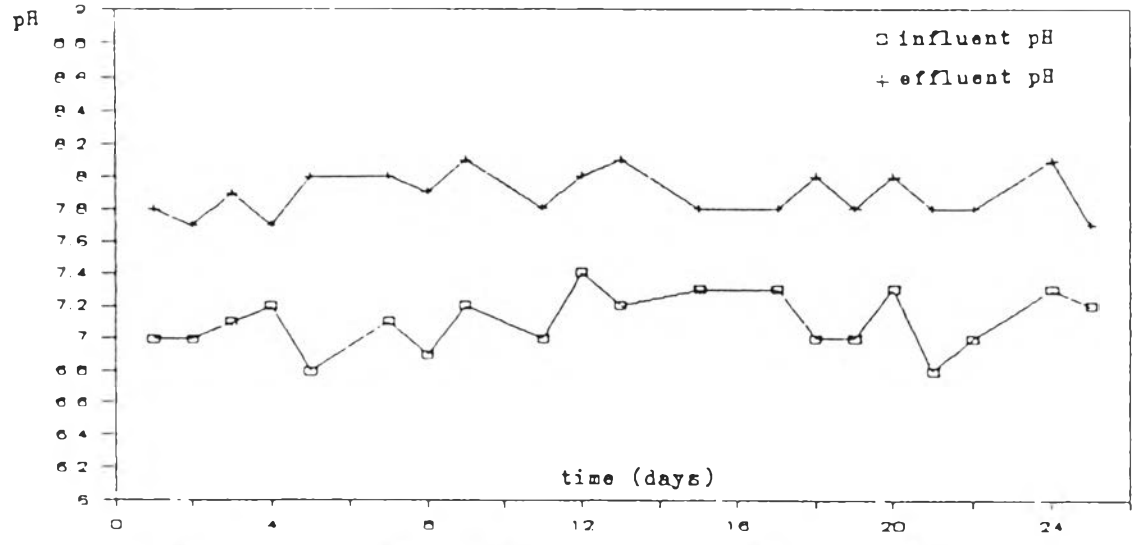
รูปที่ 5.86 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 7 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที และ ควบคุมอายุตะกอน 10 วัน)



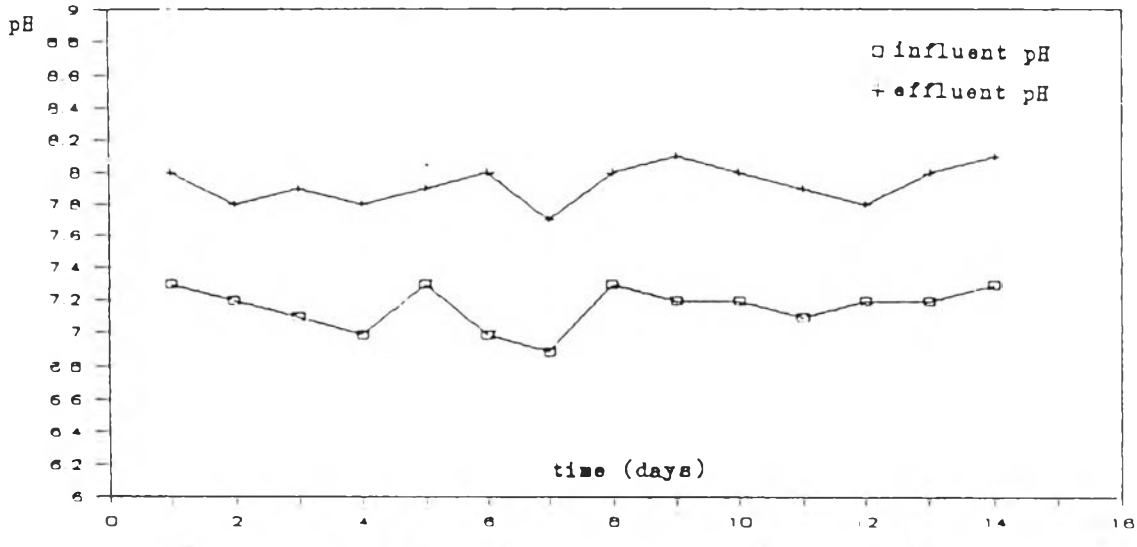
รูปที่ 5.87 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 8 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และ ควบคุมอายุตะกอน 10 วัน)



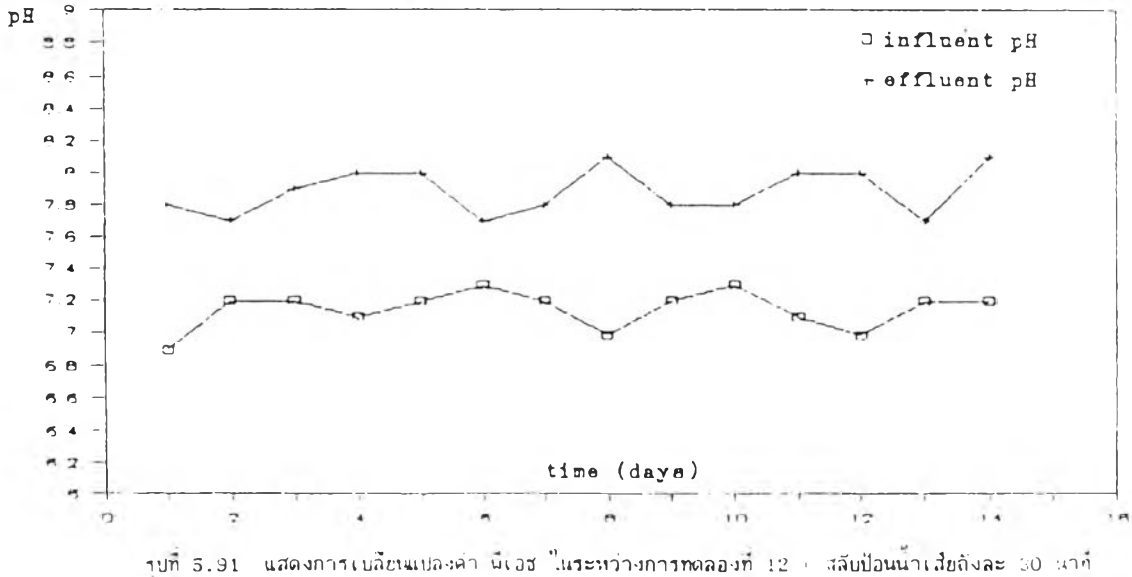
รูปที่ 5.88 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 9 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และ ควบคุมอายุตะกอน 10 วัน)



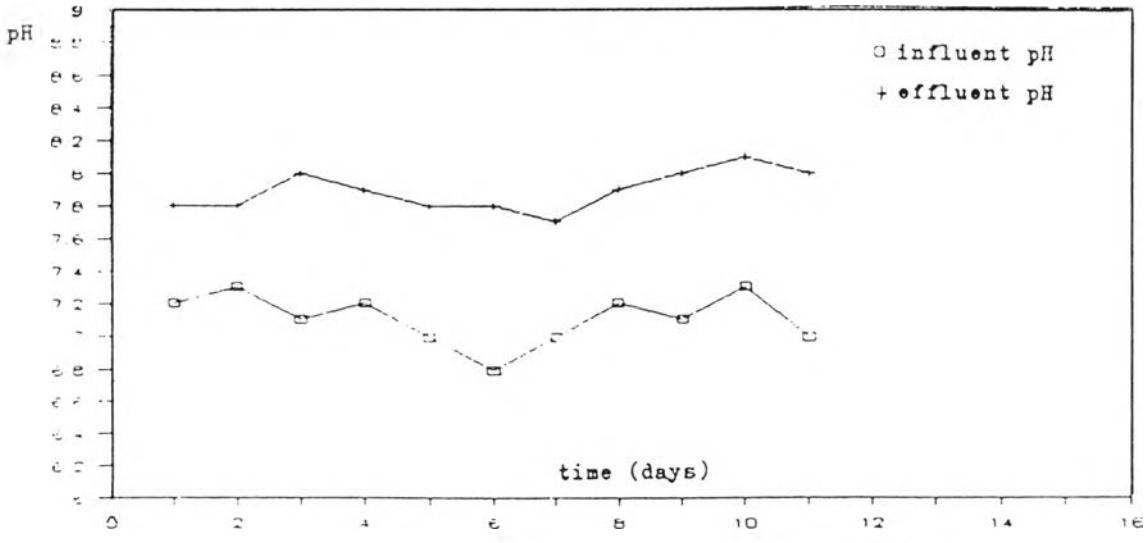
รูปที่ 5.89 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 10 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 4 ชม. และ ควบคุมอายุตะกอน 10 วัน)



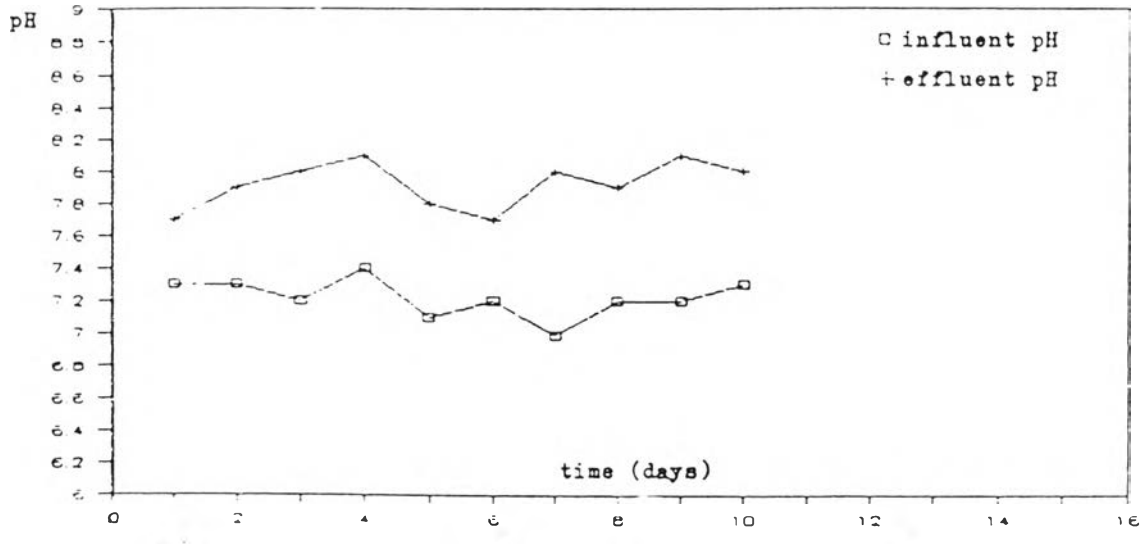
รูปที่ 5.90 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 11 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 15 นาที และ ควบคุมอายุตะกอน 5 วัน)



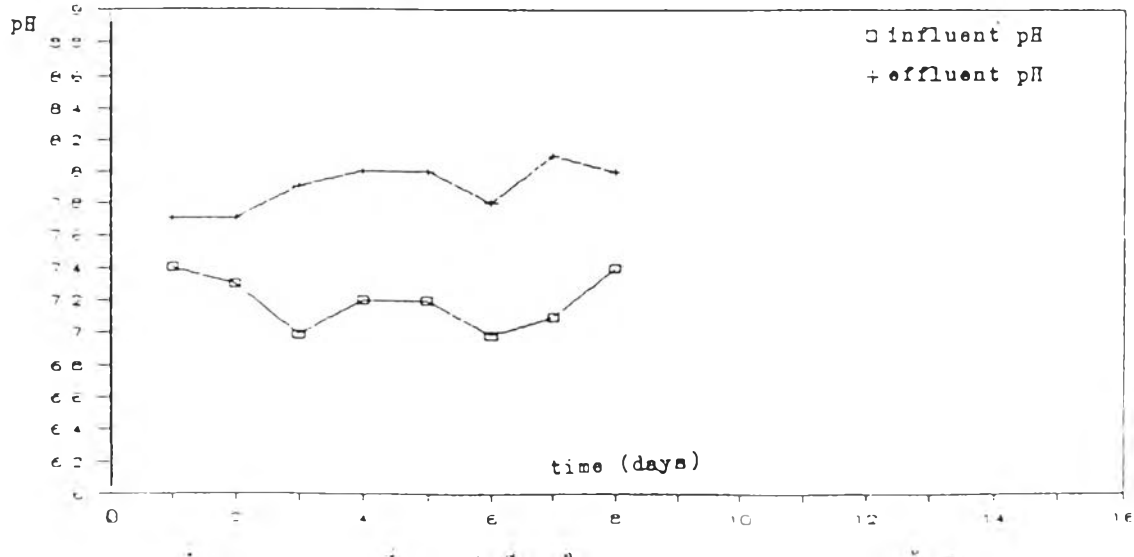
รูปที่ 5.91 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 12 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 30 นาที และ ควบคุมอายุตะกอน 5 วัน)



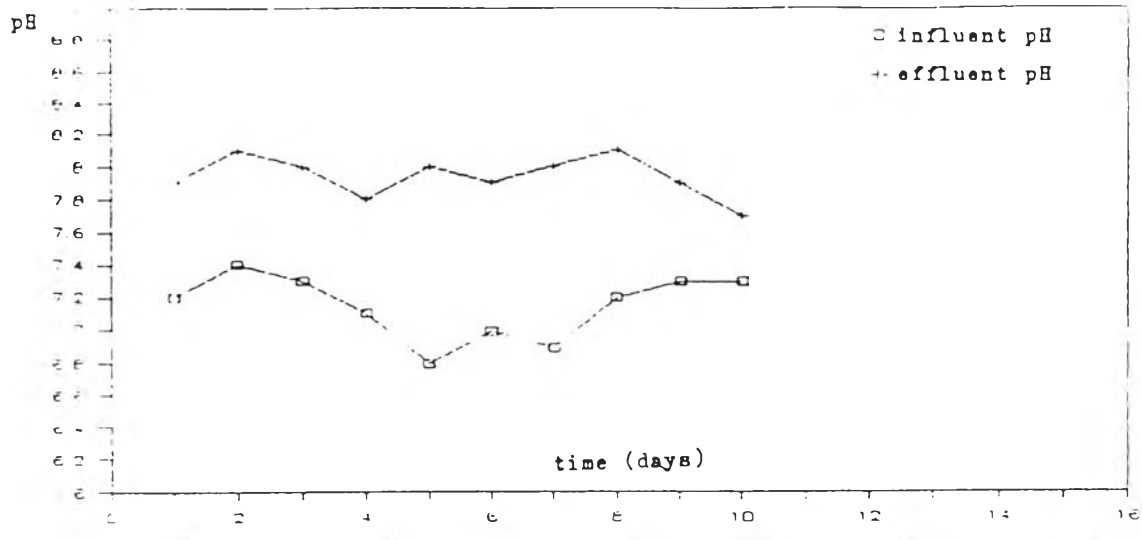
รูปที่ 5.32 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 13 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และ ควบคุมอายุตะกอน 5 วัน)



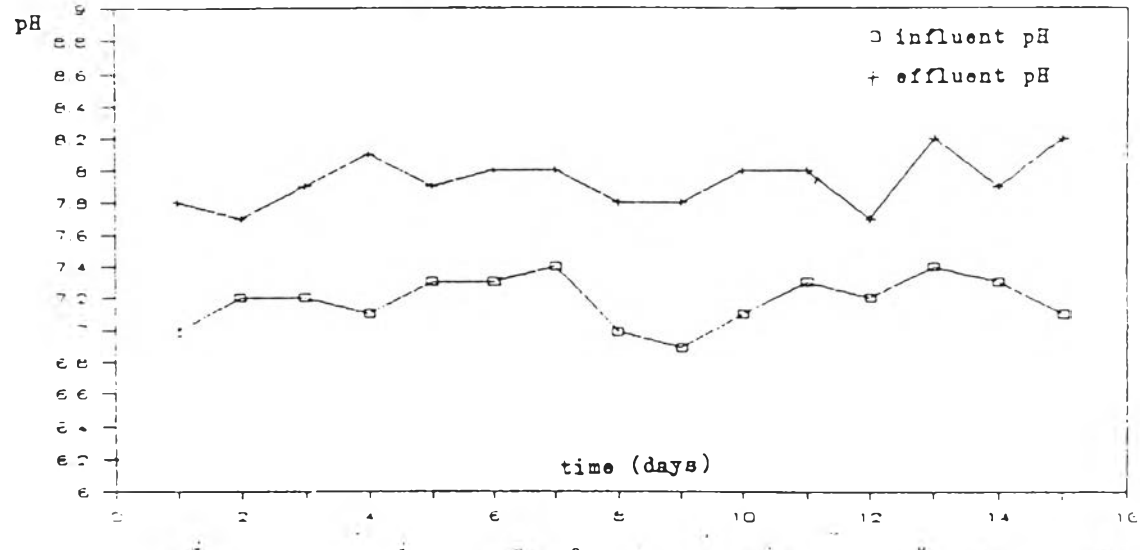
รูปที่ 5.33 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 14 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และ ควบคุมอายุตะกอน 5 วัน)



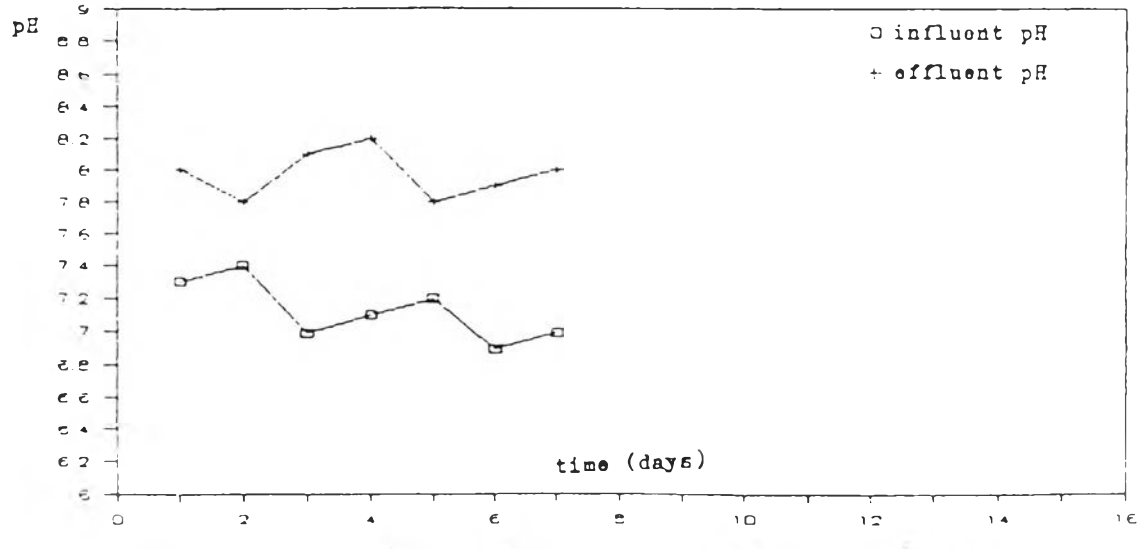
รูปที่ 5.34 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 15 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และ ควบคุมอายุตะกอน 5 วัน)



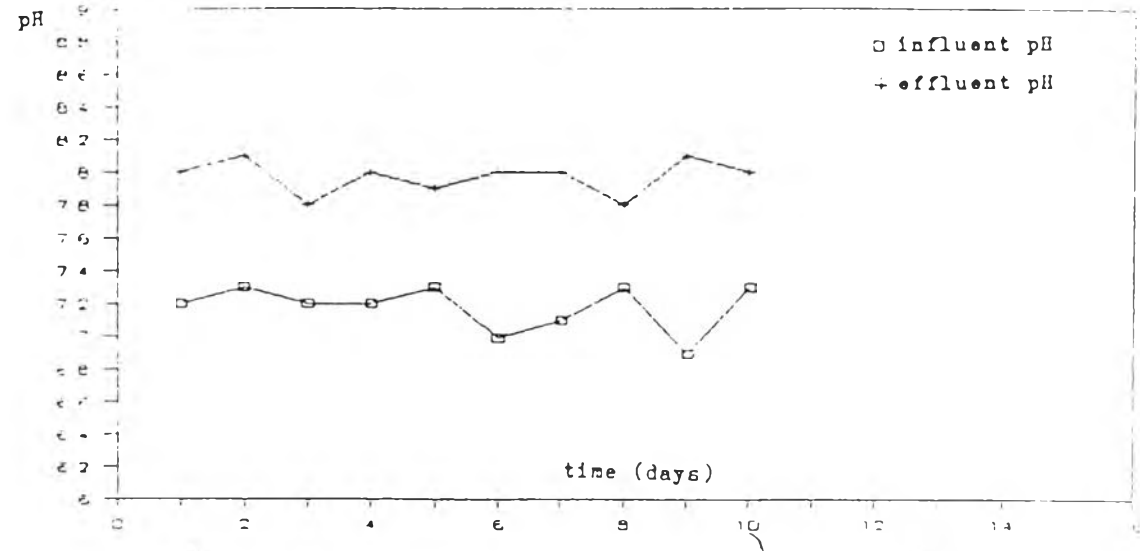
รูปที่ 5.95 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 16 (สลับป้อนน้ำเสียทุกๆละ 15 นาที และ ควบคุมอายุตะกอน 3 วัน)



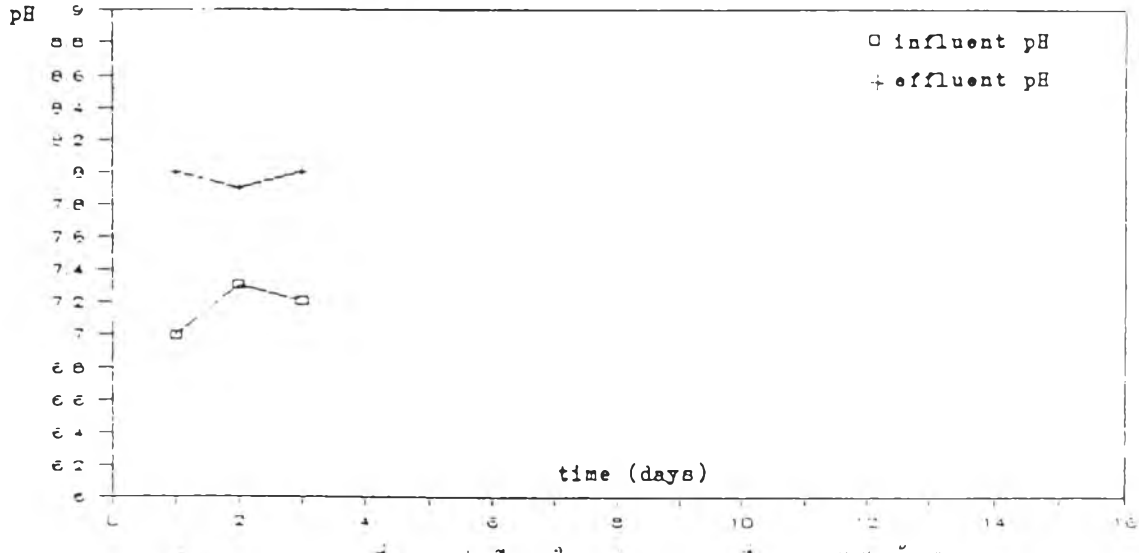
รูปที่ 5.96 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 17 (สลับป้อนน้ำเสียทุกๆละ 30 นาที และ ควบคุมอายุตะกอน 3 วัน



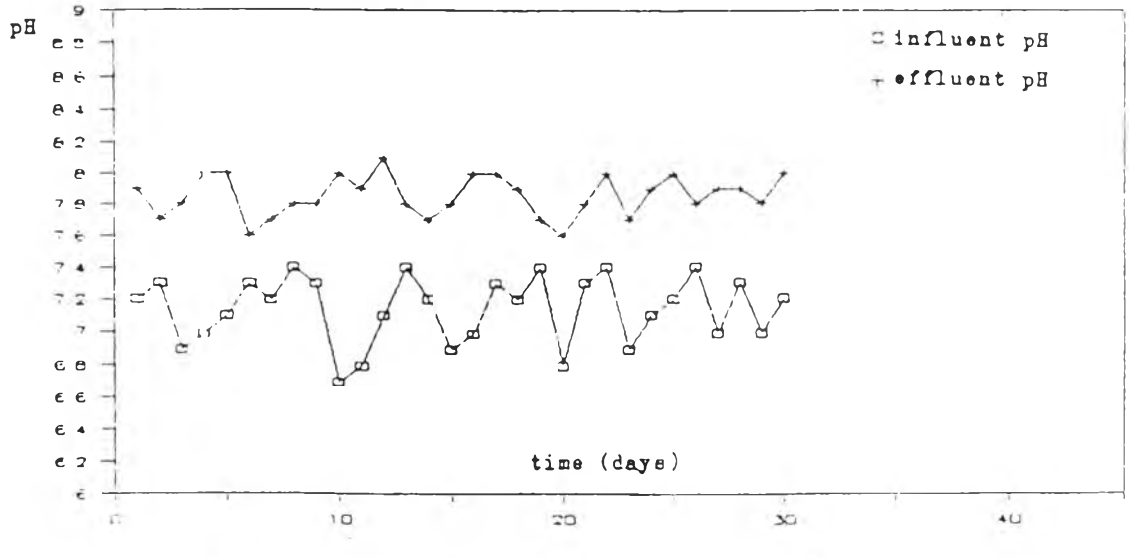
รูปที่ 5.97 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 18 (สลับป้อนน้ำเสียทุกๆละ 1 ชม. และ ควบคุมอายุตะกอน 3 วัน



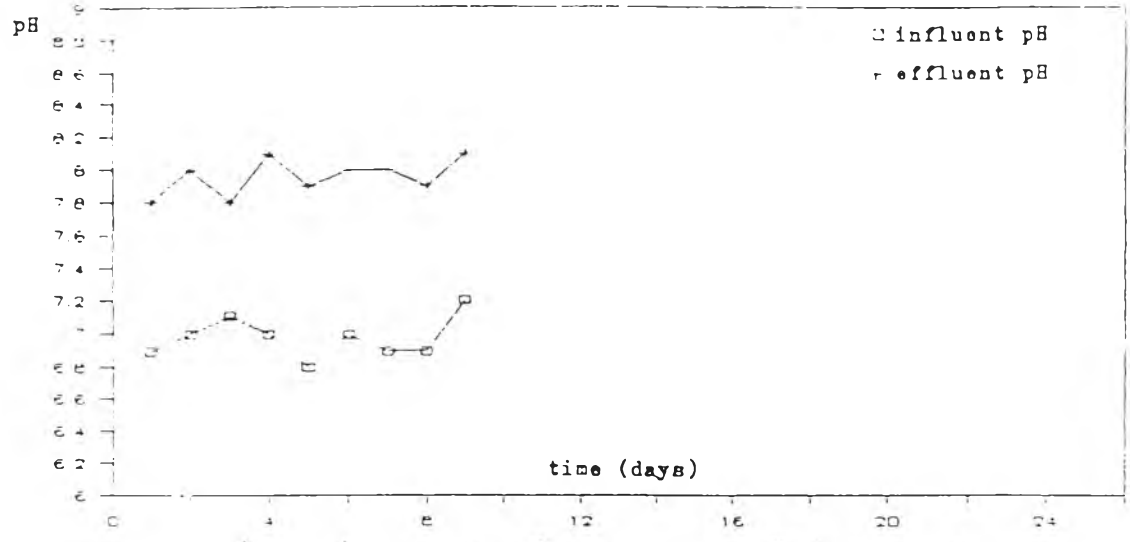
รูปที่ 5.98 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 19 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และ ควบคุมอายุตะกอน 3 วัน)



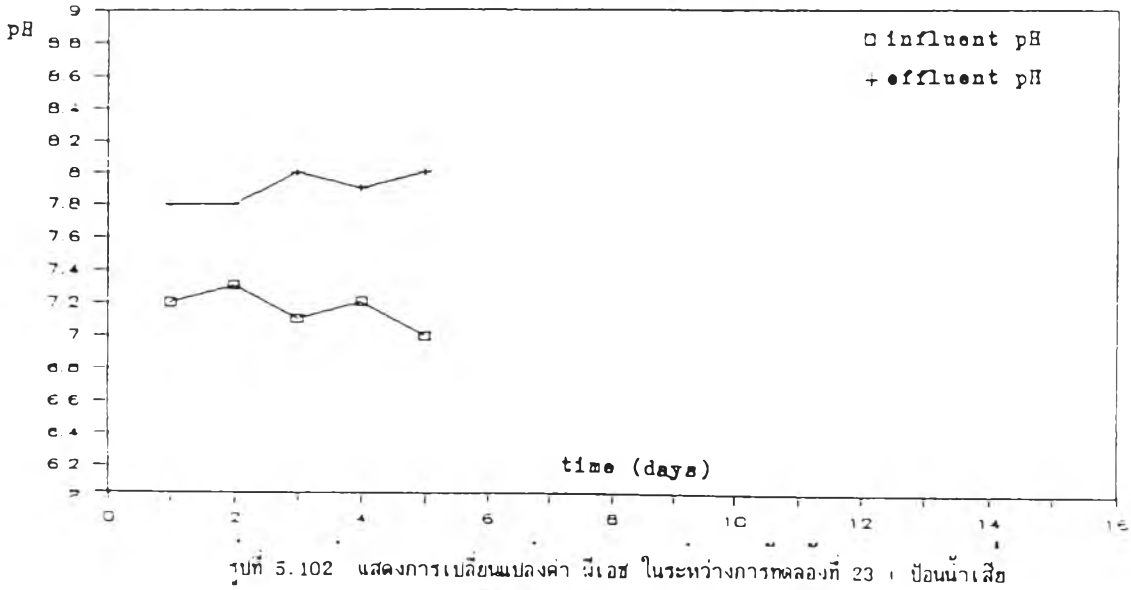
รูปที่ 5.99 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 20 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 4 ชม. และ ควบคุมอายุตะกอน 3 วัน)



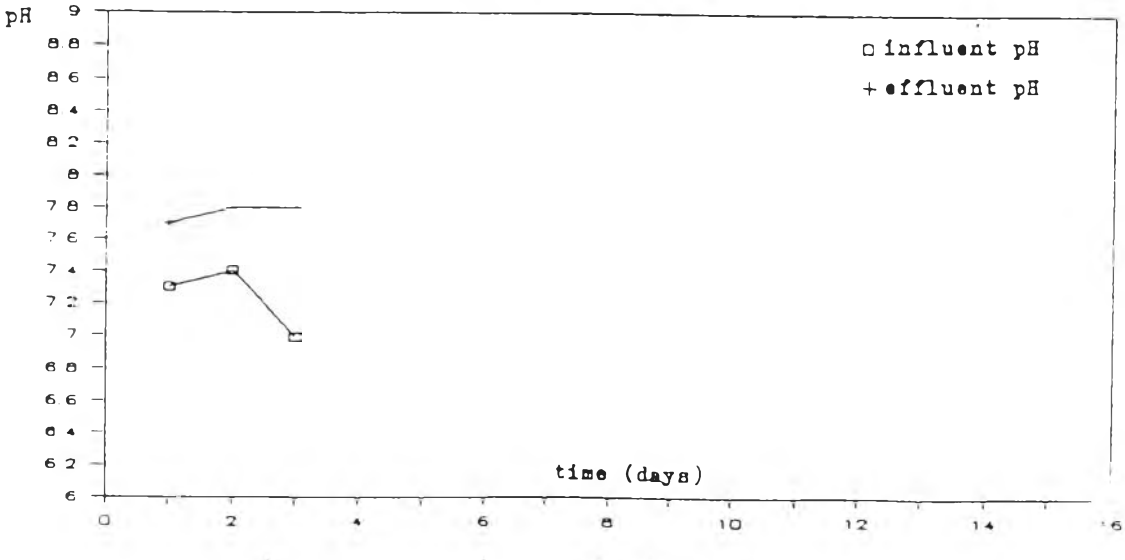
รูปที่ 5.100 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 21 (ป้อนน้ำเสียแบบผสมกันก่อนถึงถังเติมอากาศ และควบคุมอายุตะกอน 20 วัน)



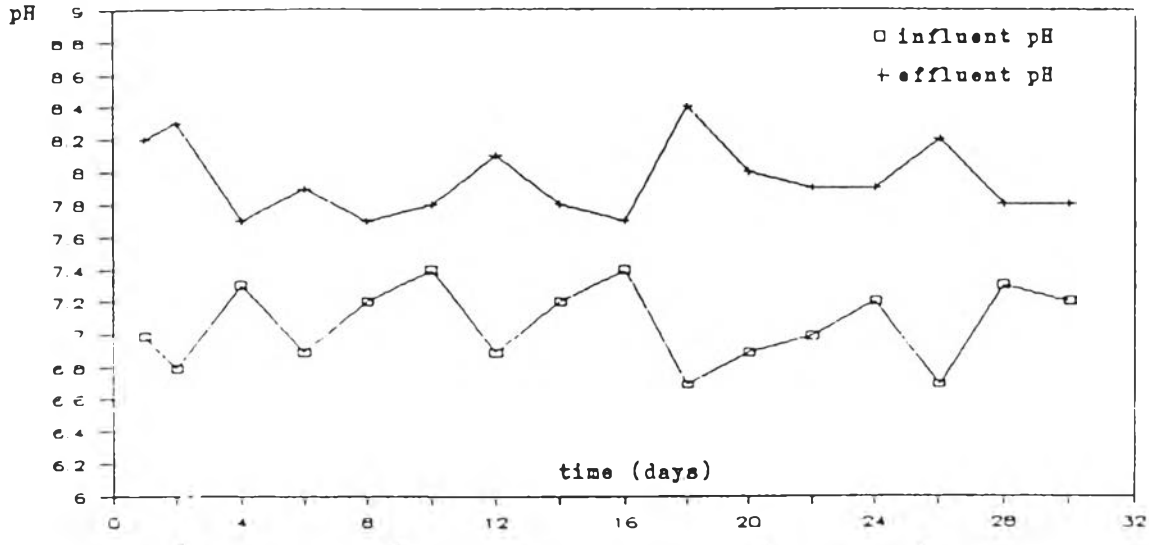
รูปที่ 5.101 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 22 (ป้อนน้ำเสีย แบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว และควบคุมอายุตะกอน 10 วัน)



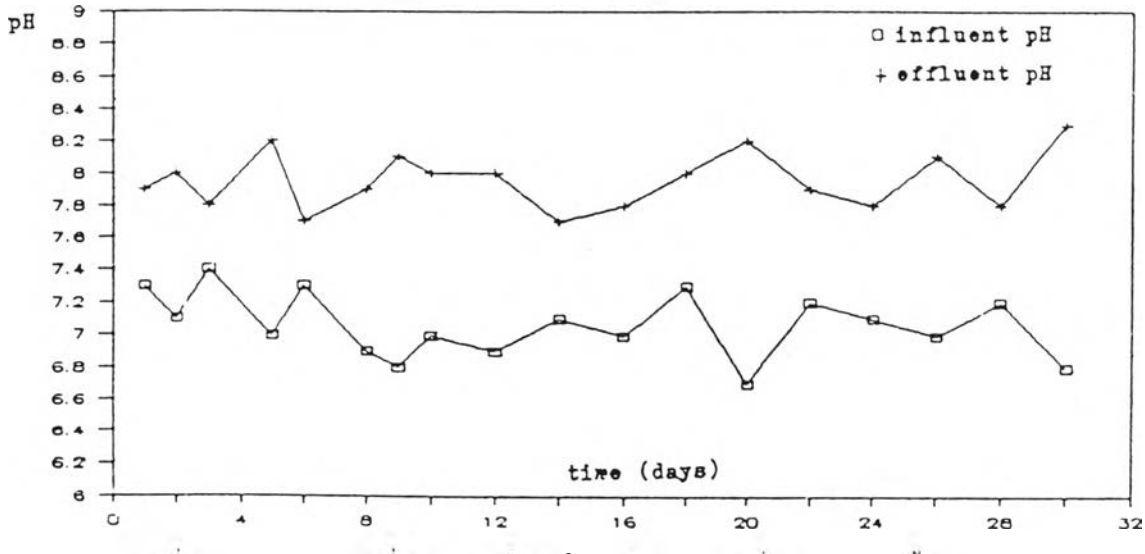
รูปที่ 5.102 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 23 (ป้อนน้ำเสีย แบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว และควบคุมอายุตะกอน 5 วัน)



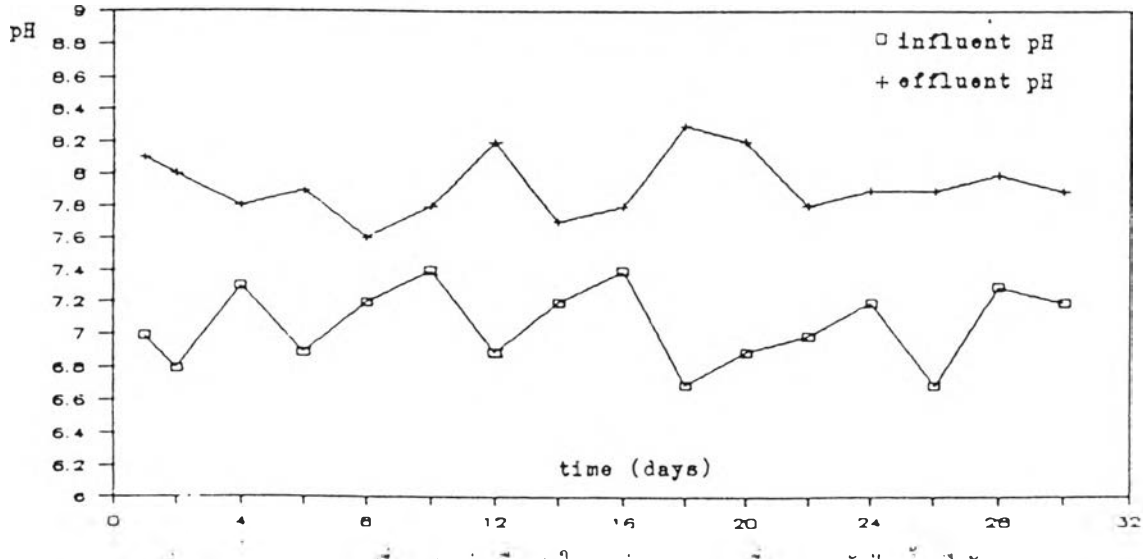
รูปที่ 5.103 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 24 (ป้อนน้ำเสีย แบบผสมกันทั่วถึงถังเดียว และควบคุมอายุตะกอน 3 วัน)



รูปที่ 5.104 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 25 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และ ควบคุมอายุตะกอน 20 วัน ในการแก้ปัญหาตะกอนไม่จมตัว)



รูปที่ 5.105 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 26 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 2 ชม. และ ควบคุมอายุตะกอน 20 วัน ในการแก้ปัญหาตะกอนไม่จมตัว)



รูปที่ 5.106 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า พีเอช ในระหว่างการทดลองที่ 27 (สลับป้อนน้ำเสียถังละ 1 ชม. และ ควบคุมอายุตะกอน 10 วัน ในการแก้ปัญหาตะกอนไม่จมตัว)