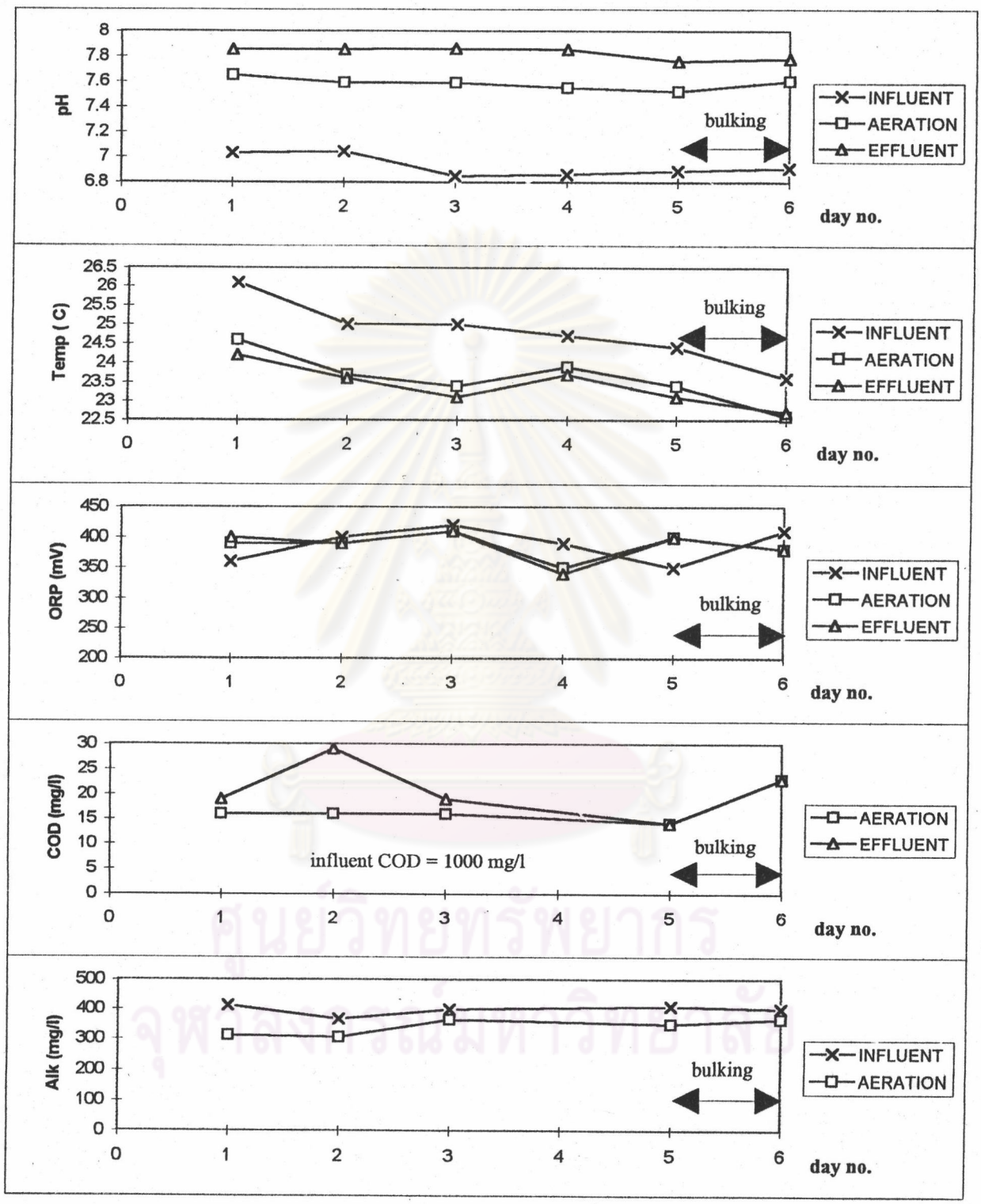
บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผล

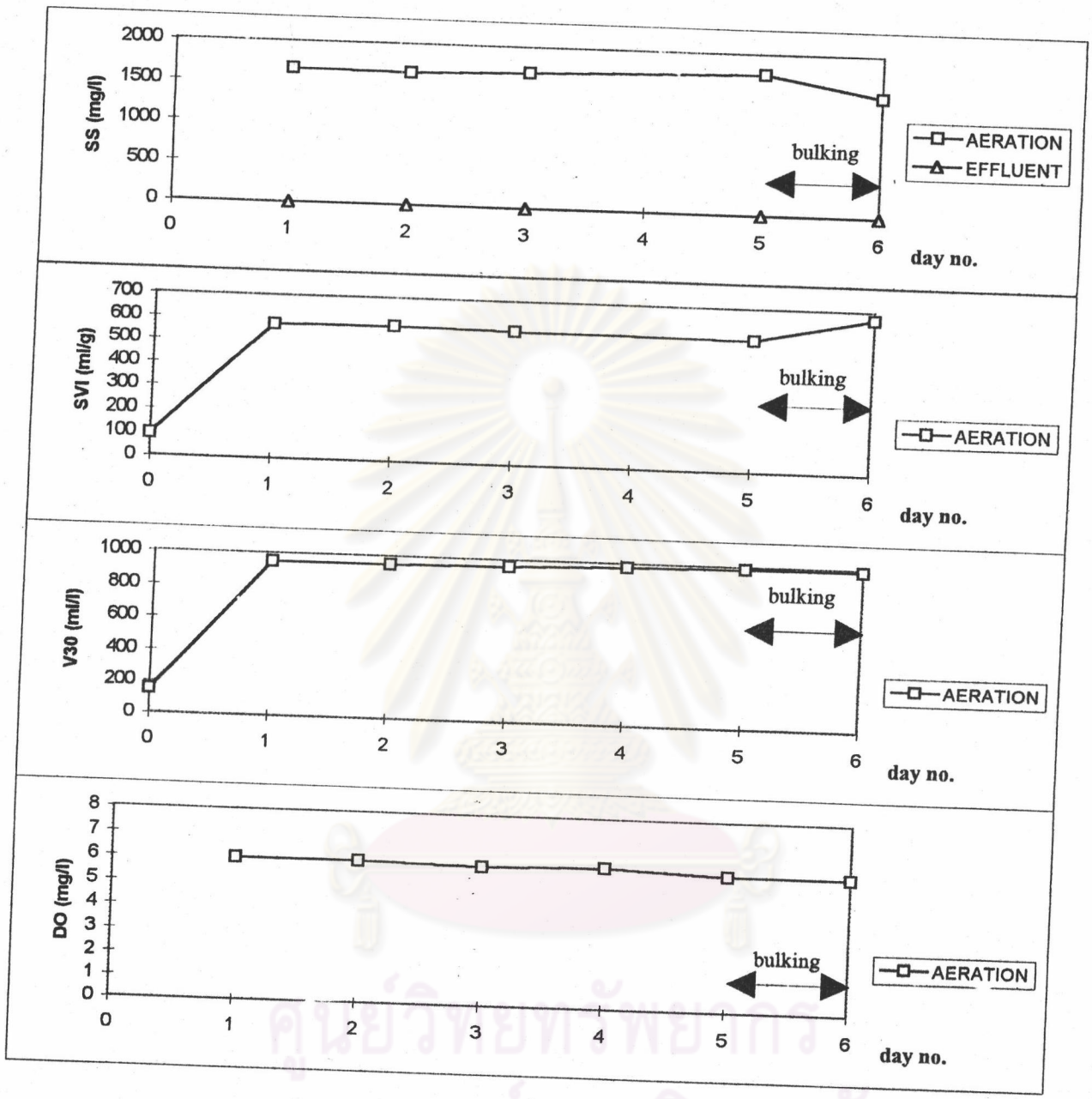
ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ว่า การทดลองทั้งหมดแบ่งออกเป็น 6 ชุดการทดลอง โดยการทดลองชุดที่ 1 , 2 และ 3 เป็นระบบถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก ส่วนการทดลองชุดที่ 4 , 5 และ 6 เป็นระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิก ซึ่งมีตัวแปรอิสระที่ทำการศึกษาในการทดลองแต่ละชุดได้แก่ เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ที่มีค่าเท่ากับ 1 , 2 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ นอกจากนี้แล้วได้มีการเพิ่มการทดลองเดินระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ไม่มีถังคัดพันธุ์ เพื่อสังเกตุการจมตัวของสลัดจ์เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการใช้ถังคัดพันธุ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองสรุปเป็นตาราง ดังแสดงอยู่ในภาคผนวก

4.1 ปัญหาสลัดจ์ไม่จมตัวในระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์

ในการวิจัยนี้ได้มีการทำการทดลองเดินระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ว่าจะเกิดปัญหาสลัดจ์ไม่จมตัวตามทฤษฎีที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 หรือไม่ ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองนี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.1 ซึ่งสามารถหาค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ได้ในตารางที่ 4.1 ก่อนทำการทดลองได้เตรียมการเดินระบบจากสลัดจ์ที่มีความสามารถในการจมตัวดี มีค่า V_{30} ประมาณ 150 มล./ล. และค่า SVI ประมาณ 95 มล./ก. เมื่อเริ่มทำการทดลองค่า V_{30} ของสลัดจ์ในระบบจะมีค่าสูงขึ้นโดยทันทีจาก 150 มล./ล. เป็น 950 มล./ล. แสดงให้เห็นว่าสลัดจ์ในระบบเริ่มมีปัญหาในการจมตัว และได้ดำเนินการทดลองต่อไป พบว่าสลัดจ์ในระบบจะมีปัญหาการจมตัวมากขึ้น โดยสามารถสังเกตุจากค่า V_{30} ที่เพิ่มขึ้นจาก 950 มล./ล. ในวันที่ 2 เป็น 985 มล./ล. ในวันที่ 6 ของการทดลอง และเริ่มมีการล้นออกของสลัดจ์จากถังตกตะกอนในวันที่ 7 ของการทดลอง (ดูรูปที่ 4.2) โดยมีค่า V_{30} เท่ากับ 985 มล./ล. และระดับ MLSS จะลดลงจากปกติประมาณ 1600-1700 มก./ล. เหลือ 1500 มก./ล. จากการสังเกตระดับซีโอดีในถังเติมอากาศ พบว่าตลอดการทดลองจะมีระดับซีโอดีประมาณ 15-20 มก./ล. ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำมาก ส่วน พารามิเตอร์ต่างๆจะอยู่ในระดับปกติ จากผลดังกล่าวแสดงว่า ระบบแอกทิเวเต็ดที่ไม่มีถังคัดพันธุ์จะเกิดสลัดจ์ไม่จมตัวได้ภายในระยะเวลาที่สั้นมากๆ



รูปที่ 4.1 กราฟค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการทดลองระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ไม่มีถังคัดพันธุ์



รูปที่ 4.1 (ต่อ) กราฟค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการทดลองระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ไม่มีถังคัดพันธุ์

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์ที่ทำการวัดในแต่ละตำแหน่งของการทดลองแอกทิเวเต็ดสลัดจ์

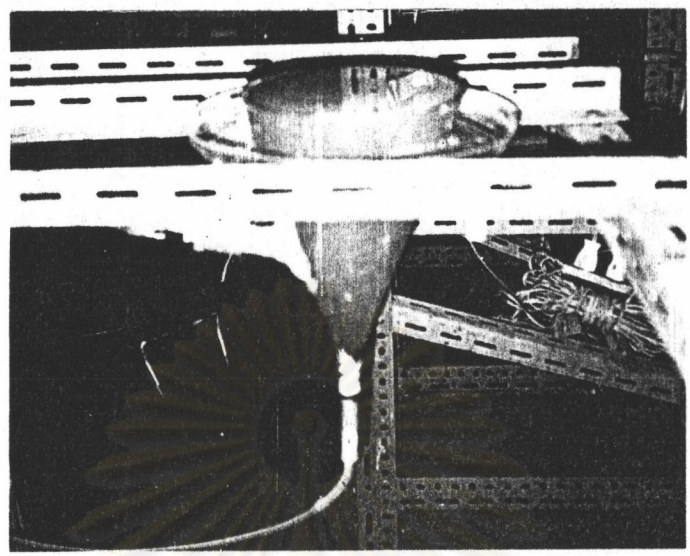
พารามิเตอร์	น้ำเข้า		ถังเติมอากาศ		น้ำทิ้ง	
	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.
พีเอช	6.93	0.08	7.58	0.04	7.83	0.04
อุณหภูมิ (ซ)	24.8	0.82	23.6	0.66	23.4	0.54
ORP (มิลลิโวลท์)	388	28	387	21	387	25
COD (มก./ล.)	1026*	51*	17	3.5	21*	5.6*
Alk (มก./ล.)	397	18	339	29	-	-
MLSS (มก./ล.)	-	-	1642	97	1.4	0.5
SVI (มล./ก.)	-	-	590	42	-	-
V_{30} (มล./ล.)	-	-	968	16	-	-
DO (มก./ล.)	-	-	5.9	0.1	-	-

* ซีโอดีรวม

การทดลองบำบัดน้ำเสียที่ย่อยสลายได้ง่ายด้วยระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ขนาดจำลอง (pilot scale) มักประสบปัญหาเรื่องการเกิดสลัดจ์ไม่จมตัวทุกครั้งและนำไปสู่ความล้มเหลวของระบบ จนทำให้ไม่สามารถทำการศึกษาวิจัยในเรื่องที่วางแผนไว้ แนวความคิดที่ Chudoba (1973b) ใช้อธิบายถึงสาเหตุการไม่จมตัวของสลัดจ์ที่ว่า "จุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยเจริญเติบโตได้ดีกว่าจุลินทรีย์แบบสร้างฟล็อกในสภาวะของถังเติมอากาศที่มีความเข้มข้นของอาหารต่ำ" นั้นน่าจะมีความถูกต้องเป็นอย่างมาก นั่นคือระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ (ผลิตน้ำทิ้งที่มีค่าบีโอดีต่ำมากๆ) ย่อมมีแนวโน้มในการเกิดสลัดจ์ไม่จมตัวได้เสมอ ยิ่งน้ำเสียมีส่วนประกอบสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ง่ายเพียงใด โรคสลัดจ์ไม่จมตัวก็ยิ่งเกิดได้ง่ายมากเท่านั้น

จากการผลทดลองนี้จะให้ผลสอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้กล่าวมาคือ เมื่อเกิดสภาวะที่ขาดแคลนอาหาร (ค่า COD ต่ำ) ในถังปฏิกิริยา จุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าจุลินทรีย์แบบสร้างฟล็อก และจะเป็นจุลชีพหลักของระบบ ดังนั้นในการบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์นั้นจะต้องมีวิธีที่ใช้ในการป้องกันสลัดจ์ไม่จมตัว ซึ่งในการวิจัยนี้ได้เลือกการใช้ถังคัดพันธุ์ในการป้องกันสลัดจ์ไม่จมตัว โดยใช้ถังคัดพันธุ์ 2 ประเภทในการทดลอง ได้แก่ ถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกและแบบออกซิก ผลที่ได้จากการใช้ถังคัดพันธุ์นั้นสามารถป้องกันสลัดจ์ไม่จมตัวได้เป็นที่น่าพอใจ โดยแสดงในรูปที่ 4.3 ซึ่งจะกล่าวถึงผลโดยละเอียดต่อไป

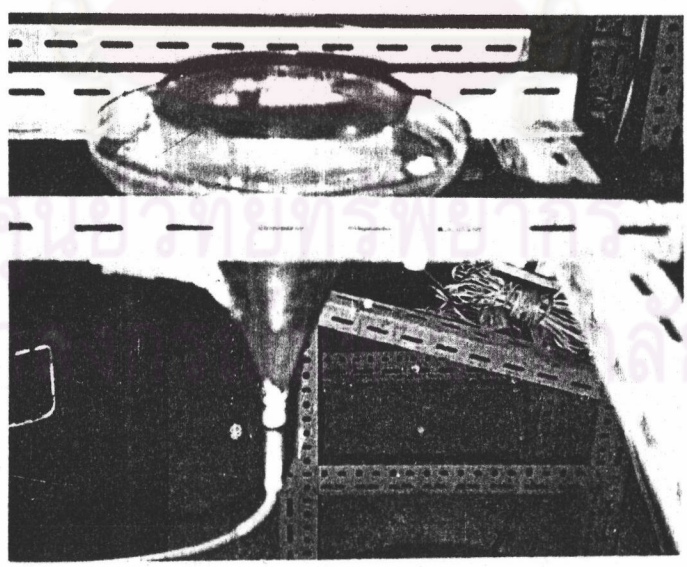
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สลัดจ์ในระบบจมตัวได้ช้าและเกิดสะสมของสลัดจ์ในถังตกตะกอนจนล้นออก

ขอให้สังเกตุตะกอนแขวนลอยสีน้ำตาลในกรวยตกตะกอน

รูปที่ 4.2 ชั้นของสลัดจ์ในถังตกตะกอนของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์



สลัดจ์ในระบบสามารถจมตัวได้ดีมีการสะสมในถังตกตะกอนเพียงเล็กน้อย

ขอให้สังเกตุตะกอนแขวนลอยสีน้ำตาลในกรวยตกตะกอน

รูปที่ 4.3 ชั้นของสลัดจ์ในถังตกตะกอนของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่มีถังคัดพันธุ์

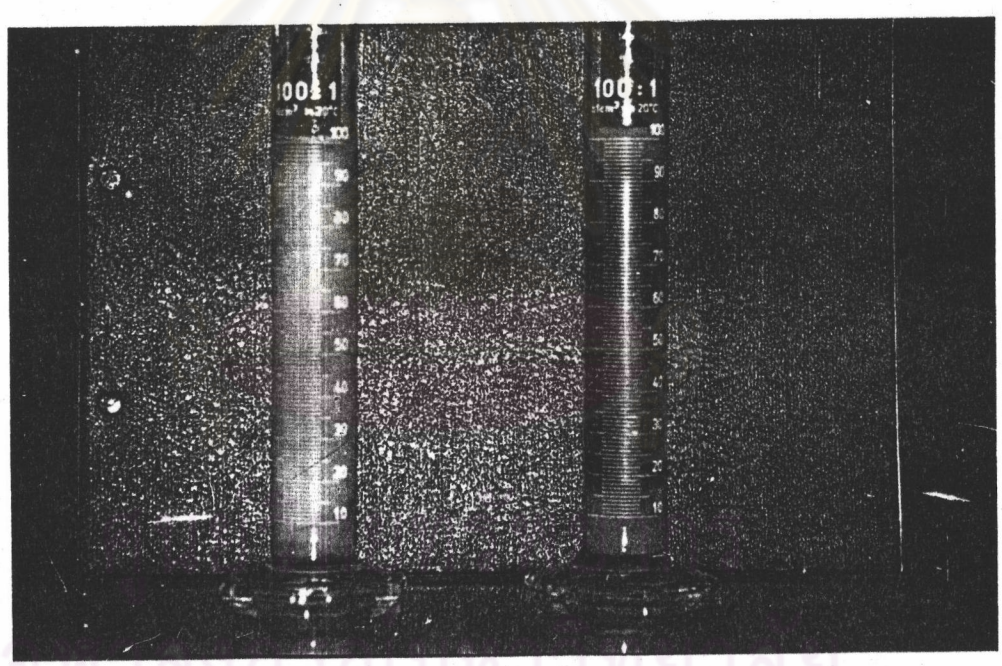
4.2 ผลของการใช้ถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก

ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้มีการใช้ระบบถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกทั้งหมด 3 การทดลองคือ การทดลองชุดที่ 1 , 2 และ 3 โดยการทดลองทั้ง 3 ชุด ได้รับการออกแบบและวางแผนให้มีสภาวะการทำงานที่เหมือนกันหมด ยกเว้นตัวแปรที่ทำการศึกษาซึ่งได้แก่ เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ที่มีค่าเท่ากับ 1 , 2 และ 4 ชั่วโมง

น้ำเสียที่ใช้เป็นน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีส่วนประกอบแสดงไว้ในบทที่ 3 แต่ในการทดลองทั้ง 3 ชุดจะไม่มีการเติมยูเรีย เพื่อสะดวกในการหาปริมาณการเปลี่ยนแปลงของไนเตรตได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้มีการเติมไนเตรตลงไปด้วย เพื่อให้ในถังคัดพันธุ์เกิด ปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันอย่างสมบูรณ์ และเติม Na_2SO_3 เพื่อกำจัดออกซิเจนละลายภายในถังคัดพันธุ์

ผลการทำงานของการทดลองทั้ง 3 ชุด สรุปออกมาในรูปที่ 4.4 , 4.5 และ 4.6 เป็นการแสดงผลการทดลองชุดที่ 1 , 2 และ 3 ตามลำดับ โดยสามารถสรุปค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญบางตัวไว้ในตารางที่ 4.2 ในแต่ละการทดลองนั้นชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอนจะอยู่ต่ำมากจนถึงไม่เกิดการสะสมอยู่เลย ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ทั้ง 3 ชุดการทดลองไม่เกิดปัญหาตะกอนไม่จมตัว แต่น้ำทิ้งที่ออกจากถังตกตะกอนจะมีลักษณะไม่ใสมาก ทั้งนี้เป็นผลมาจากฟล็อกมีขนาดเล็กและไม่แข็งแรง ส่วนค่า พารามิเตอร์ต่างๆระหว่างดำเนินการทดลองได้นำมาหาค่าเฉลี่ยช่วง steady state แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 , 4.4 และ 4.5 สำหรับการทดลองชุดที่ 1 , 2 และ 3 ตามลำดับ จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากตาราง 4.3 , 4.4 และ 4.5 จะอยู่ในระดับปกติ แต่จะมีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างการทดลองทั้ง 3 ชุด โดยอุณหภูมิในการทดลองชุดที่ 3 จะมีค่าต่ำกว่าในการทดลองชุดอื่น ซึ่งแสดงค่าอุณหภูมิไว้ในตารางที่ 4.2 จากเหตุดังกล่าวอาจทำให้ผลการทดลองที่ได้เกิดความคลาดเคลื่อนได้

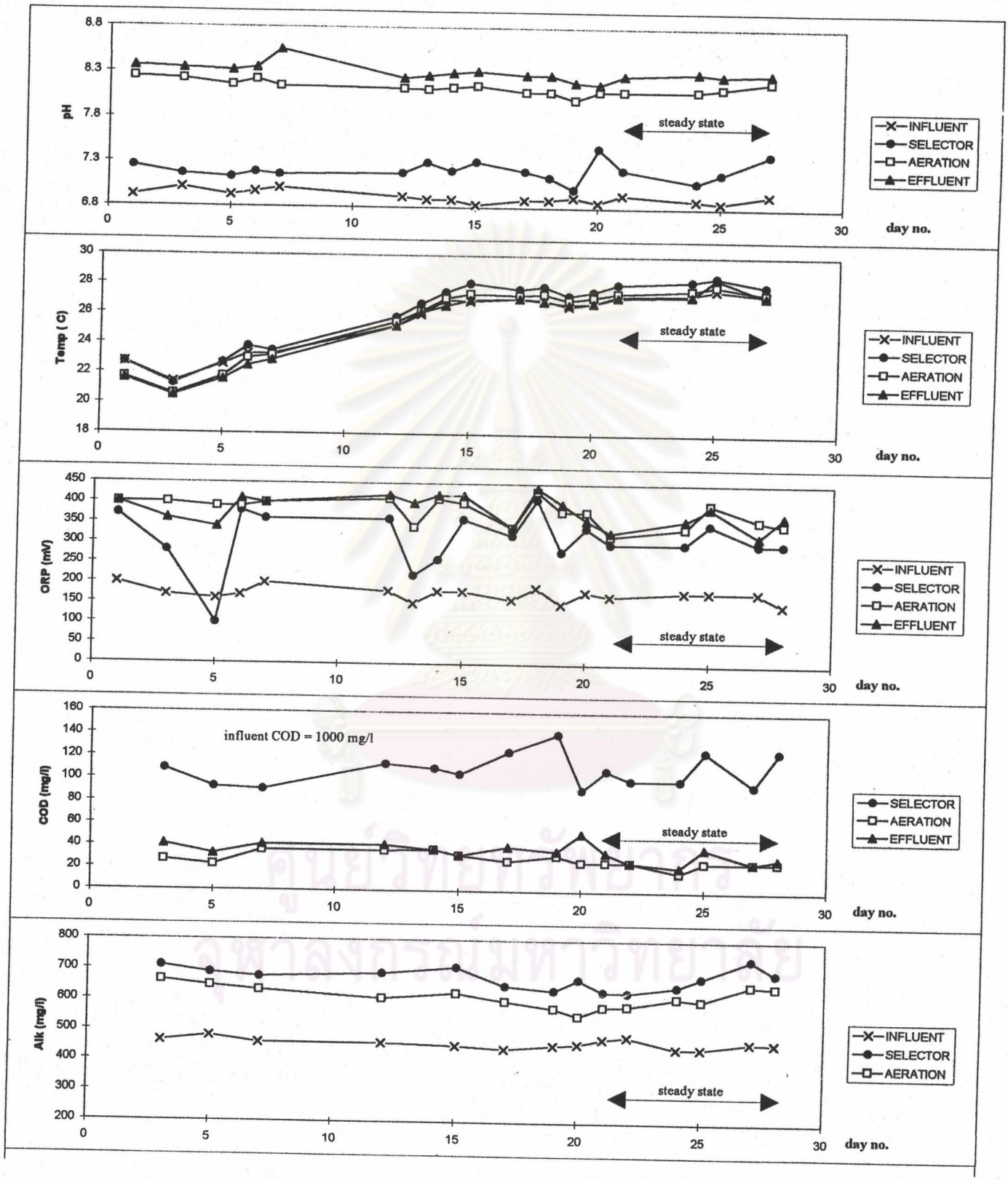
ส่วนค่า V_{30} และ SVI ที่วัดได้ในถังคัดพันธุ์ของทุกการทดลองจะมีปัญหาในการวัดค่าที่แท้จริงได้ เนื่องมาจากสภาพในถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกนั้นจะเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันทำให้มีกาซไนโตรเจนเกิดขึ้น เมื่อเก็บน้ำตัวอย่างจากถังคัดพันธุ์มาวัดค่า V_{30} จะเกิดกาซไนโตรเจนจำนวนมากภายในเวลาไม่ถึง 30 นาที (ดูรูปที่ 4.4) โดยกาซไนโตรเจนที่เกิดขึ้นจะขัดขวางการตกตะกอนของสลัดจ์ ค่า V_{30} ที่วัดได้จะมีความผิดพลาดสูง ดังนั้นในการหาค่าเฉลี่ยช่วง steady state จะไม่แสดงผลของค่า V_{30} และ SVIในถังคัดพันธุ์



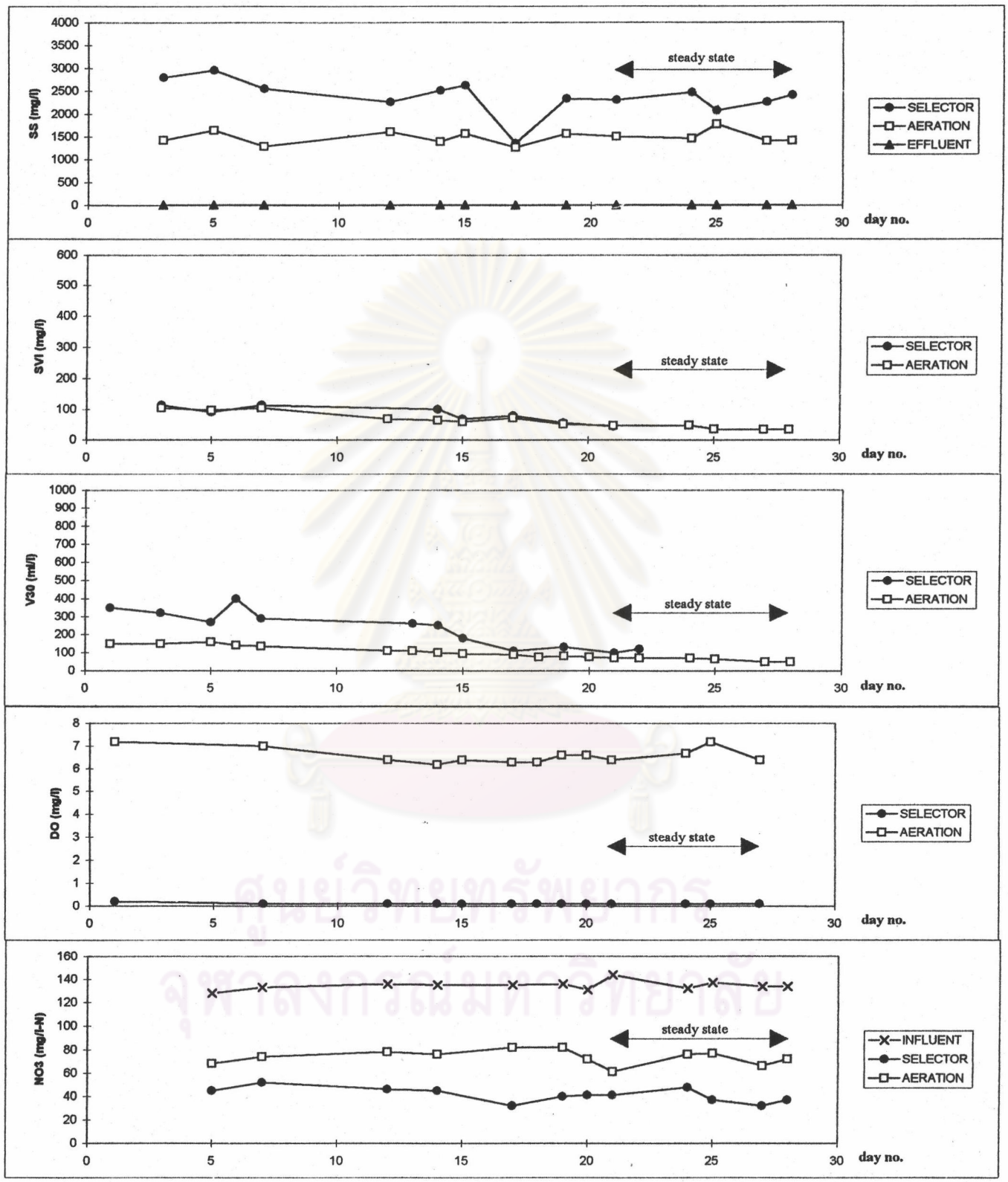
ซ้ายเป็นการวัดค่า V_{30} ของถังคัดพันธุ์แบบออกซิก จะมีการจมตัวของสลัดจ์โดยปกติ

ขวาเป็นการวัดค่า V_{30} ของถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก จะเกิดกาซไนโตรเจนขัดขวางการตกตะกอน โดยสามารถสังเกตจากสลัดจ์ส่วนหนึ่งลอยอยู่ที่ผิวน้ำ

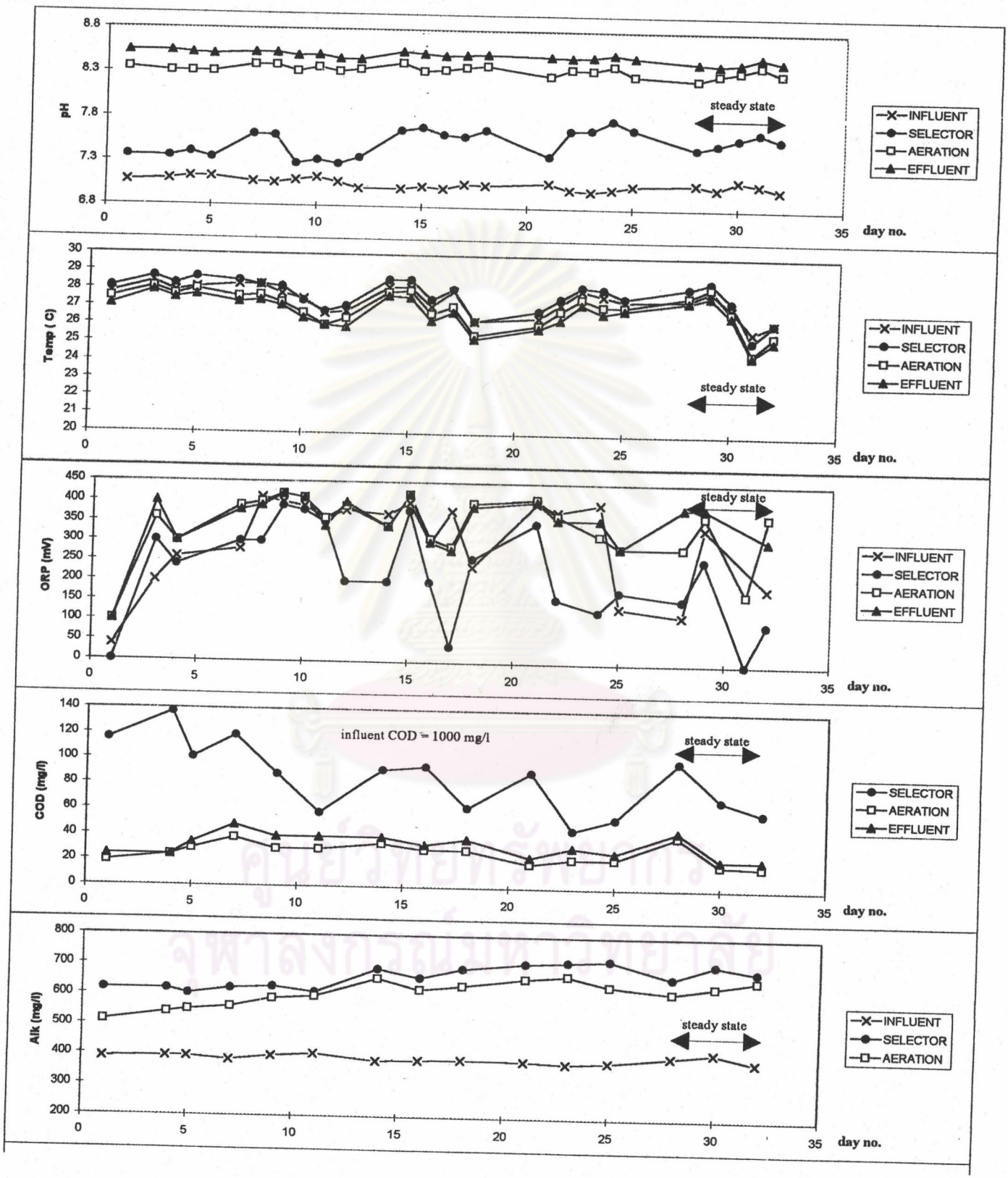
รูปที่ 4.4 การวัดค่า V_{30} ในถังคัดพันธุ์



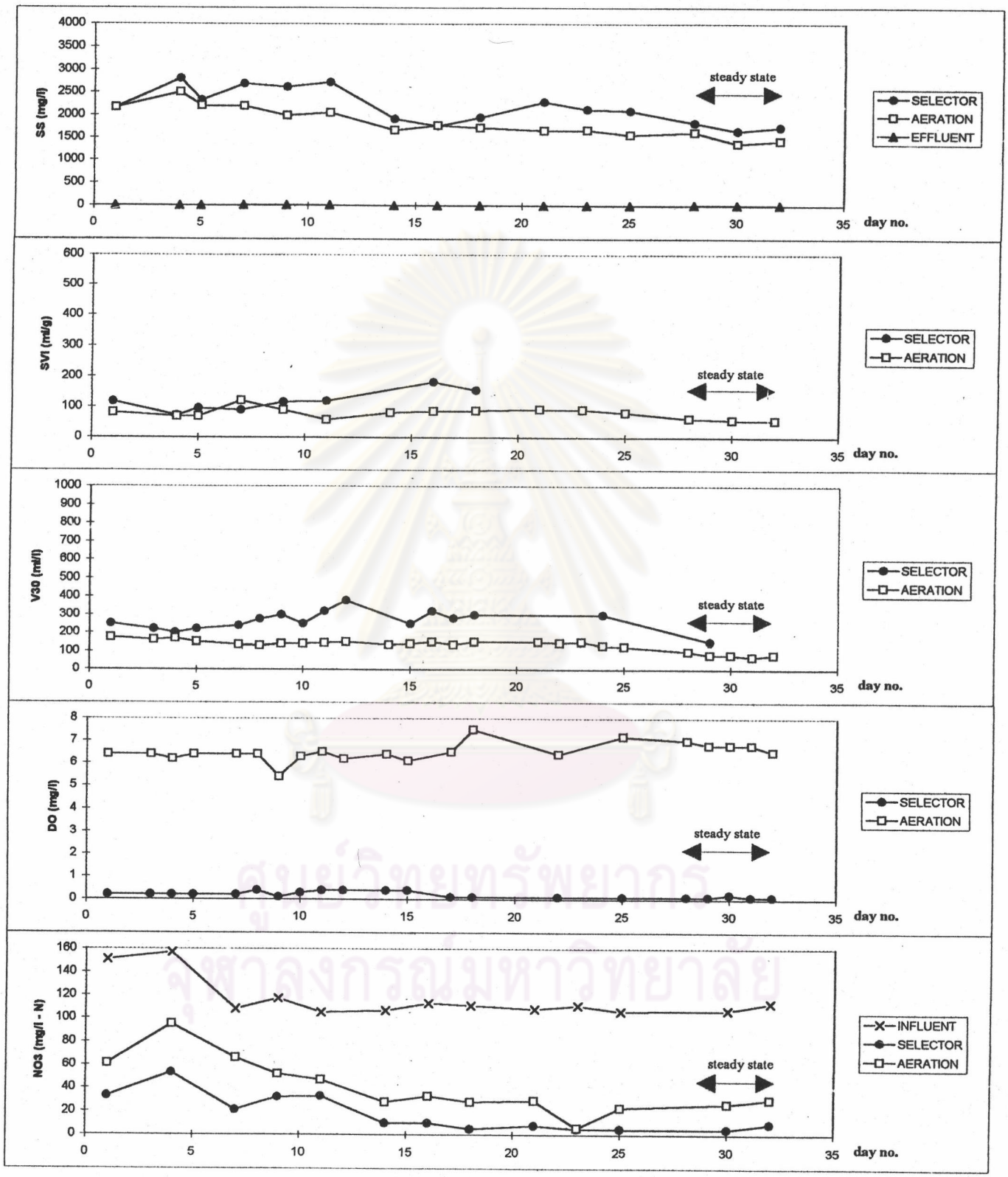
รูปที่ 4.5 ผลการทำงานของถังคัดพันธุ์แอนนอกซิกที่มีค่าเวลากักน้ำเท่ากับ 1 ชั่วโมง



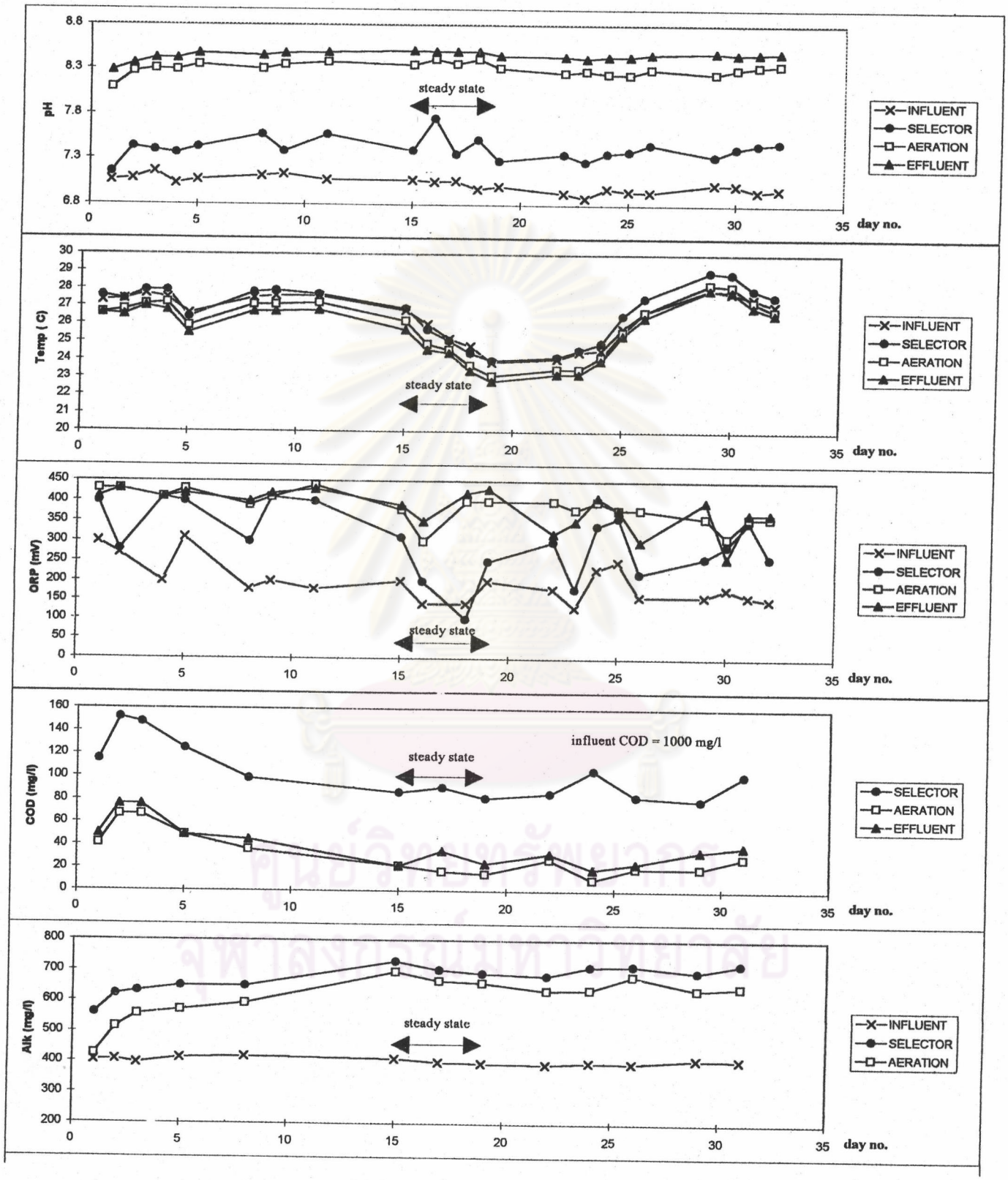
รูปที่ 4.5 (ต่อ) ผลการทำงานของถังคัดพันธุ์แอนนอกซิกที่มีค่าเวลากักน้ำเท่ากับ 1 ชั่วโมง



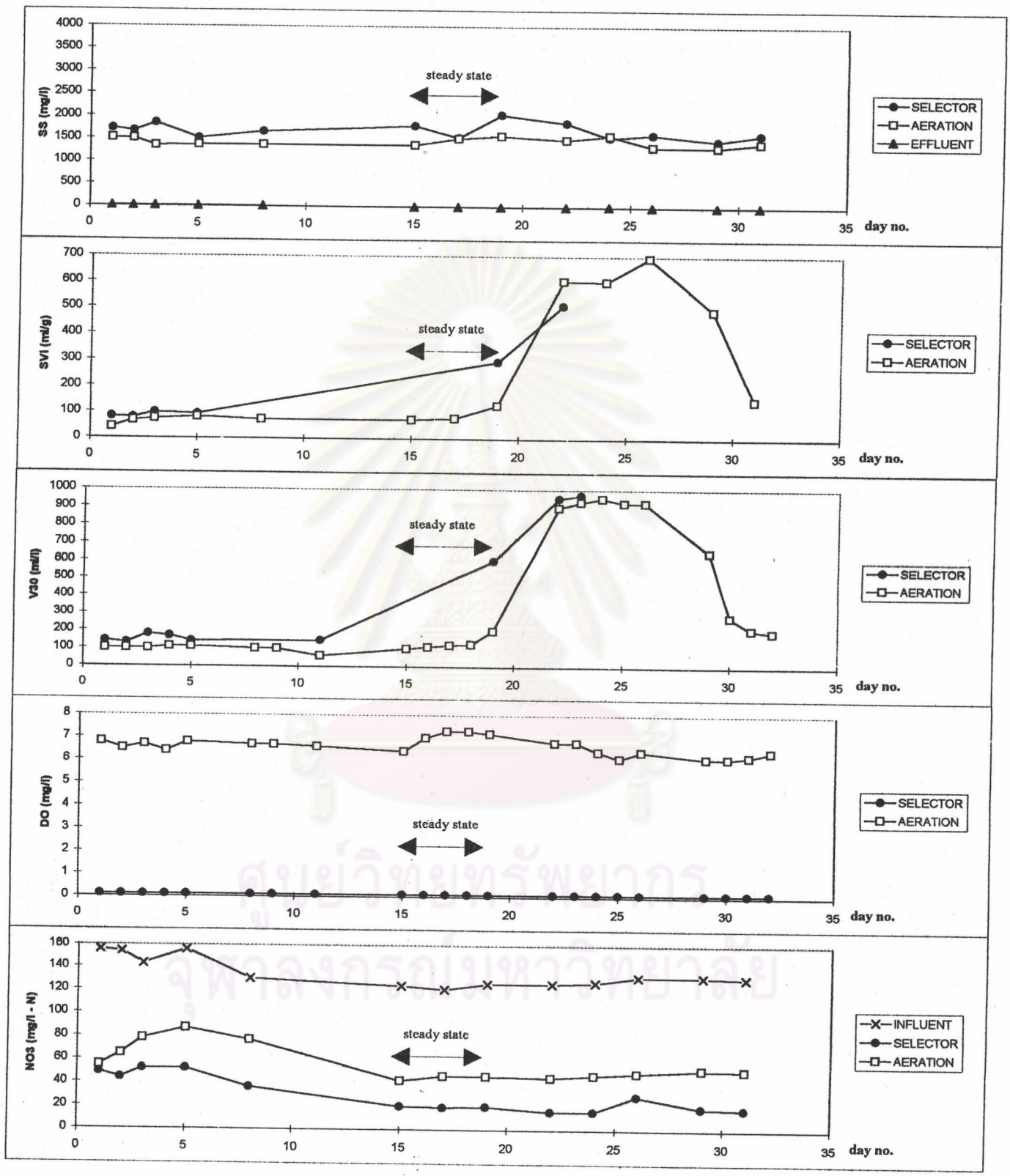
รูปที่ 4.6 ผลการทำงานของถังคัดพันธุ์แอนนอกซิกที่มีค่าเวลากักน้ำเท่ากับ 2 ชั่วโมง



รูปที่ 4.6 (ต่อ) ผลการทำงานของถังคัดพันธุ์แอนนอกซิกที่มีค่าเวลากักน้ำเท่ากับ 2 ชั่วโมง



รูปที่ 4.7 ผลการทำงานของถังคัดพันธุ์แอนนอกซิกที่มีค่าเวลากักน้ำเท่ากับ 4 ชั่วโมง



รูปที่ 4.7 (ต่อ) ผลการทำงานของถังคัดพันธุ์แอนนอกซิกที่มีค่าเวลากักน้ำเท่ากับ 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.2 ค่าพารามิเตอร์ในการทดลองถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก

การทดลองชุดที่	ตำแหน่ง	COD (มก.ล.)	MLSS (มก./ล.)	V_{30} (มล./ล.)	SVI (มล./ก.)	Alk (มก./ล.)	NO_3^- (มก./ล.)	อุณหภูมิ (ซ)
1 (HRT = 1 ชม.)	น้ำเข้า	1032*	-	-	-	464	136	27.4
	ถังคัดพันธุ์	110	2304	-	-	671	39	28.3
	ถังเติมอากาศ	24	1517	62	40	615	70	27.7
	น้ำทิ้ง	30*	13	-	-	-	-	27.6
2 (HRT = 2 ชม.)	น้ำเข้า	1006*	-	-	-	405	110	27.0
	ถังคัดพันธุ์	77	1728	-	-	689	7	27.7
	ถังเติมอากาศ	26	1468	82	59	639	28	26.9
	น้ำทิ้ง	30*	11	-	-	-	-	26.4
3 (HRT = 4 ชม.)	น้ำเข้า	988*	-	-	-	404	124	25.3
	ถังคัดพันธุ์	86	1783	-	-	708	18	25.2
	ถังเติมอากาศ	18	1482	131	93	674	49	24.5
	น้ำทิ้ง	27*	4	-	-	-	-	24.2

* ซีโอดีรวม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วง steady state ของพารามิเตอร์ที่ทำการวัดในแต่ละตำแหน่งของการทดลองชุดที่ 1

พารามิเตอร์	น้ำเข้า		ถังคัดพันธุ์		ถังเติมอากาศ		น้ำทิ้ง	
	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.
พีเอช	6.91	0.04	7.23	0.13	8.14	0.05	8.29	0.02
อุณหภูมิ (ซ)	27.4	0.17	28.3	0.26	27.7	0.24	27.6	0.62
ORP (มิลลิโวลท์)	172	13	310	22	354	30	354	29
COD (มก./ล.)	1032	48	110	13	24	4	30	6
Alk (มก./ล.)	464	16	671	42	615	31	-	-
MLSS (มก./ล.)	-	-	2304	149	1517	150	13	2
SVI (มล./ก.)	-	-	*	*	40	6	-	-
V_{30} (มล./ล.)	-	-	*	*	62	10	-	-
DO (มก./ล.)	-	-	0.1	0	6.8	0.4	-	-
ไนเตรท (มก./ล.-N)	136	5	39	6	70	7	-	-

* ค่าที่วัดได้มีความผิดพลาดสูงเนื่องจากเกิดกาซไนโตรเจนในระหว่างวัดค่า V_{30} โดยกาซไนโตรเจนที่เกิดจะขัดขวางการตกตะกอน

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วง steady state ของพารามิเตอร์ที่ทำการวัดในแต่ละตำแหน่งของการทดลองชุดที่ 2

พารามิเตอร์	น้ำเข้า		ถังคัดพันธุ์		ถังเติมอากาศ		น้ำทิ้ง	
	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.
พีเอช	7.07	0.04	7.57	0.07	8.34	0.06	8.46	0.03
อุณหภูมิ (ซ)	27.0	0.95	27.2	1.39	26.6	1.53	26.4	1.42
ORP (มิลลิโวลท์)	217	112	130	109	301	92	363	46
COD (มก./ล.)	1006	19	77	21	26	13	30	13
Alk (มก./ล.)	405	15	689	26	639	21	-	-
MLSS (มก./ล.)	-	-	1728	88	1468	125	11	1
SVI (มล./ก.)	-	-	*	*	59	3	-	-
V_{30} (มล./ล.)	-	-	*	*	82	11	-	-
DO (มก./ล.)	-	-	0.1	0.04	6.8	0.18	-	-
ไนเตรท (มก./ล.-N)	110	4	7	3	28	3	-	-

* ค่าที่วัดได้มีความผิดพลาดสูงเนื่องจากเกิดกาซไนโตรเจนในระหว่างวัดค่า V_{30} โดยกาซไนโตรเจนที่เกิดจะขัดขวางการตกตะกอน

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วง steady state ของพารามิเตอร์ที่ทำการวัดในแต่ละตำแหน่งของการทดลองชุดที่ 3

พารามิเตอร์	น้ำเข้า		ถังคัดพันธุ์		ถังเติมอากาศ		น้ำทิ้ง	
	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.
พีเอช	7.03	0.04	7.46	0.18	8.37	0.04	8.49	0.02
อุณหภูมิ (ซ)	25.3	1.11	25.2	1.14	24.5	1.19	24.2	1.12
ORP (มิลลิโวลท์)	170	35	215	89	370	48	398	36
COD (มก./ล.)	988	41	86	4	18	4	27	7
Alk (มก./ล.)	404	7	708	20	674	19	-	-
MLSS (มก./ล.)	-	-	1783	250	1482	103	4	1
SVI (มล./ก.)	-	-	*	*	93	29	-	-
V_{30} (มล./ล.)	-	-	*	*	131	40	-	-
DO (มก./ล.)	-	-	0.1	0	7	0.4	-	-
ไนเตรท (มก./ล.-N)	124	3	18	1	49	4	-	-

* ค่าที่วัดได้มีความผิดพลาดสูงเนื่องจากเกิดกาซไนโตรเจนในระหว่างวัดค่า V_{30} โดยกาซไนโตรเจนที่เกิดจะขัดขวางการตกตะกอน

4.2.1 ลักษณะจุลินทรีย์ในระบบ

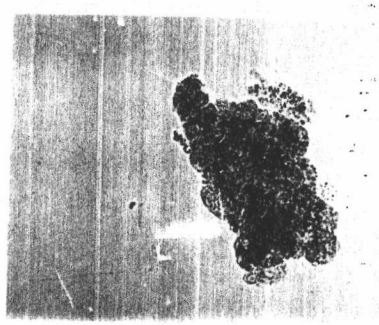
จากการสังเกตุจุลินทรีย์ในระบบพบว่า จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะเป็นพวกสร้างฟล็อกและมีจุลินทรีย์เส้นใยน้อยมาก โดยในการทดลองชุดที่ 1 จะพบจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยน้อยมากและจะพบมากขึ้นในการทดลองชุดที่ 2 และ การทดลองชุดที่ 3 พบจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบในการทดลองทั้ง 3 ชุด ตามแสดงในรูปที่ 4.8 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกสามารถควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยได้ ในที่นี้คือการป้องกันการเกิดสลัดจ์ไม่จมตัวนั่นเอง นอกจากนี้ยังพบจุลินทรีย์พวกอื่นๆในระบบได้แก่ rotifers , stalked ciliates , free swimming ciliates และ worm การที่สามารถพบจุลินทรีย์ประเภทนี้แสดงถึงความสมบูรณ์ของระบบ

4.2.2 สภาพของถังคัดพันธุ์

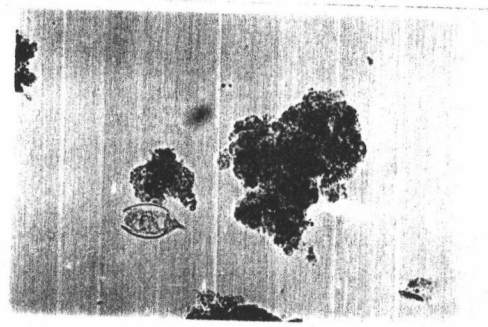
ในถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกนั้นจะเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน ซึ่งการเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันนั้นต้องมีสภาวะที่เหมาะสมคือ มีออกซิเจนละลายต่ำ แต่มีไนเตรตในปริมาณที่เพียงพอในการสันดาป (มีไนเตรตเป็นตัวรับอิเลคตรอนอย่างเพียงพอ) จากผลการทดลองทั้ง 3 ชุด สามารถสรุปได้ว่าการทดลองทั้งหมดเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน (เป็นถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกจริง) โดยสามารถตรวจสอบจากค่า ออกซิเจนละลาย , ค่าความเป็นด่าง และประมาณไนเตรต ดังจะกล่าวต่อไปนี้

- ออกซิเจนละลาย

จากผลการทดลองทั้ง 3 ชุดพบว่า มีค่าออกซิเจนละลายที่วัดได้ในถังคัดพันธุ์มีค่าต่ำประมาณ 0.1-0.25 มก./ล. ดังแสดงในรูปที่ 4.5 , 4.6 และ 4.7 เหตุที่สามารถวัดค่าออกซิเจนละลายในถังคัดพันธุ์ได้นั้นส่วนหนึ่งมาจากเครื่องวัดออกซิเจนละลายไม่สามารถวัดค่าได้ต่ำกว่า 0.1 มก./ล. ดังนั้นในการวัดค่าออกซิเจนละลายในถังคัดพันธุ์จึงสามารถวัดค่าได้ตั้งแต่ 0.1 มก./ล. ทุกครั้ง แต่อย่างไรก็ตามค่าออกซิเจนละลายในระดับนี้จะไม่ขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน

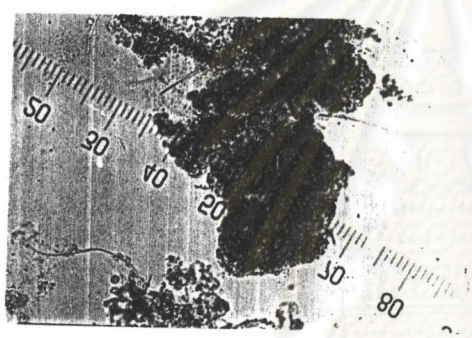


จุลินทรีย์ในถังคัดพันธุ์

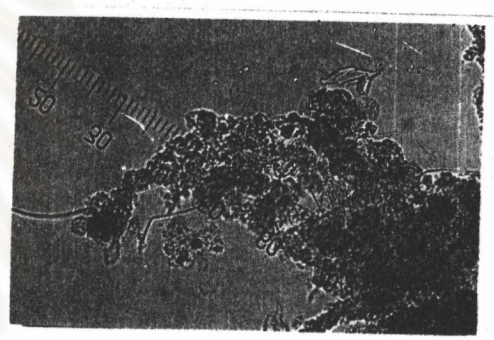


จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ

จุลินทรีย์ในระบบถังคัดพันธุ์แอนนอกซิกที่ค่าเวลากักน้ำ 1 ชั่วโมง

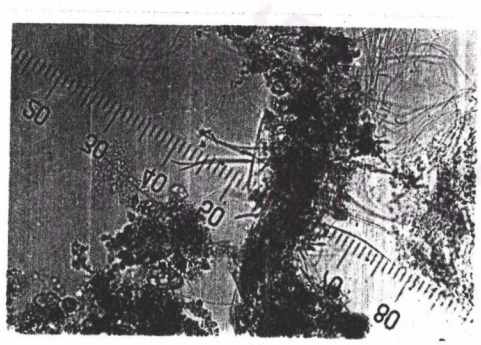


จุลินทรีย์ในถังคัดพันธุ์

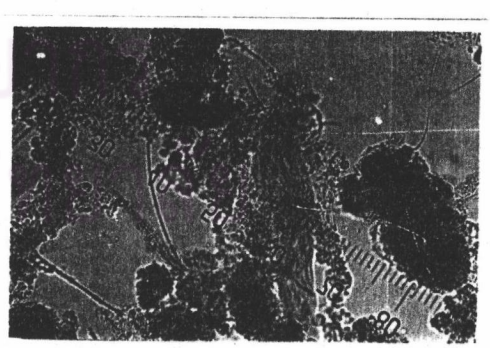


จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ

จุลินทรีย์ในระบบถังคัดพันธุ์แอนนอกซิกที่ค่าเวลากักน้ำ 2 ชั่วโมง



จุลินทรีย์ในถังคัดพันธุ์



จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ

จุลินทรีย์ในระบบถังคัดพันธุ์แอนนอกซิกที่ค่าเวลากักน้ำ 4 ชั่วโมง

รูปที่ 4.8 จุลินทรีย์ในระบบถังคัดพันธุ์แอนนอกซิก

- ความเป็นด่าง

การเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันนั้น จะทำให้มีค่าความเป็นด่างสูงขึ้นเท่ากับ 0.92 มก. ต่อการกำจัดซีโอดี 1 มก. ดังสมการที่ 4.1

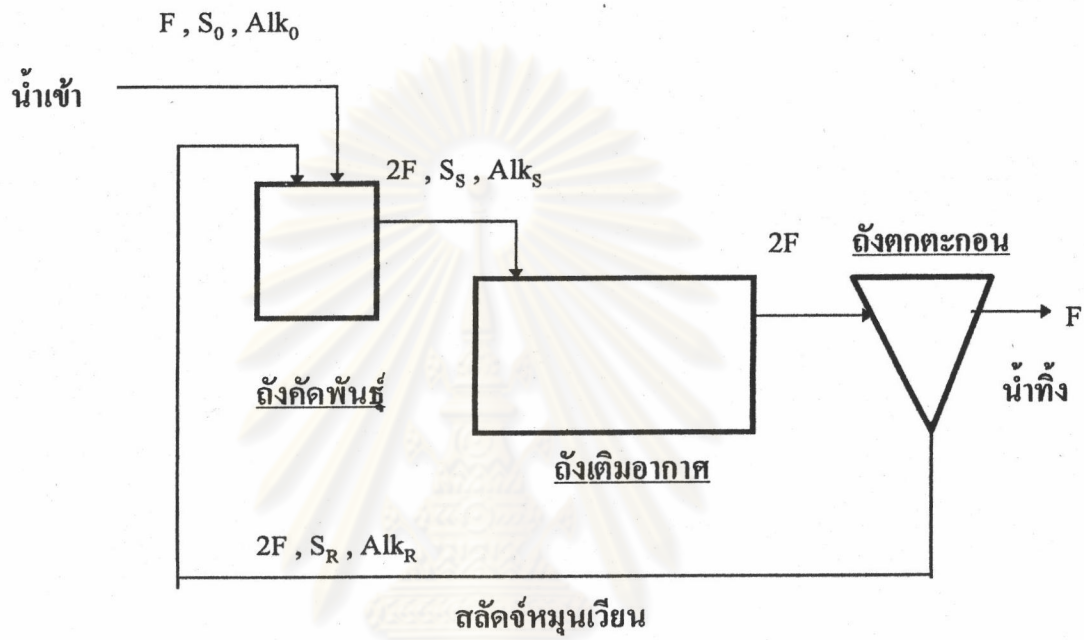
$$C_{12}H_{22}O_{11} + 9.6\ NO_3^- \text{----------} > 4.8\ N_2 + 6.2\ H_2O + 9.6\ HCO_3^- + 2.4\ CO_2 \qquad (4.1)$$

ดังนั้นหากการทดลองทั้ง 3 เกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันจริง จะมีค่าความเป็นด่างในถังคัดพันธุ์สูงขึ้นสูงขึ้น ซึ่งผลที่ได้ในการทดลองทั้ง 3 ชุดแสดงในรูปที่ 4.5 , 4.6 และ 4.7 สามารถสรุปค่าความเป็นด่างของแต่ละชุดการทดลองในตารางที่ 4.6 จะเห็นว่าความเป็นด่างในน้ำเข้ามีค่าเท่ากับ 464 , 387 และ 404 มก./ล. สำหรับการทดลองชุดที่ 1 , 2 และ 3 ตามลำดับ และมีค่าความเป็นด่างในถังคัดพันธุ์เพิ่มขึ้นเป็น 671 , 688 และ 708 มก./ล. สำหรับการทดลองชุดที่ 1 , 2 และ 3 ตามลำดับ จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่ามีการเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันในถังคัดพันธุ์ทั้ง 3 ชุดการทดลองจริง

ตารางที่ 4.6 ค่าความเป็นด่างในการทดลองถังคัดพันธุ์แอนนอกซิก

การทดลองชุดที่	เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ (ชั่วโมง)	ความเป็นด่าง (มก./ล.)		
		น้ำเข้า	ถังคัดพันธุ์	ถังเติมอากาศ
1	1	464	671	615
2	2	405	689	639
3	4	404	708	674

จากข้อมูลในตารางที่ 4.6 สามารถหาค่าความเป็นด่างที่เพิ่มขึ้นในถังคัดพันธุ์ของแต่ละชุดการทดลอง โดยการสมดุลมวลรอบถังคัดพันธุ์ในรูปที่ 4.9 ซึ่งแสดงผลของการสมดุลมวลในตารางที่ 4.7



F = อัตราสูบน้ำเสีย , อัตราหมุนเวียนสลัดจ์ = 15 ลิตร/วัน

S_0 = ซีโอดีในน้ำเข้า , มก/ล. Alk_0 = ความเป็นด่างในน้ำเข้า , มก/ล.

S_S = ซีโอดีในถังคัดพันธุ์ , มก/ล. Alk_S = ความเป็นด่างในถังคัดพันธุ์ , มก/ล.

S_R = ซีโอดีในถังเติมอากาศ , มก/ล. Alk_R = ความเป็นด่างในถังเติมอากาศ , มก/ล.

ΔS = ซีโอดีที่ลดลง = $F S_0 + F S_R - 2F S_S$

ΔAlk = ความเป็นด่างที่เพิ่มขึ้น = $2F Alk_S - F Alk_0 - F Alk_R$

รูปที่ 4.9 การสมดุลมวลรอบถังคัดพันธุ์ของซีโอดีและความเป็นด่าง

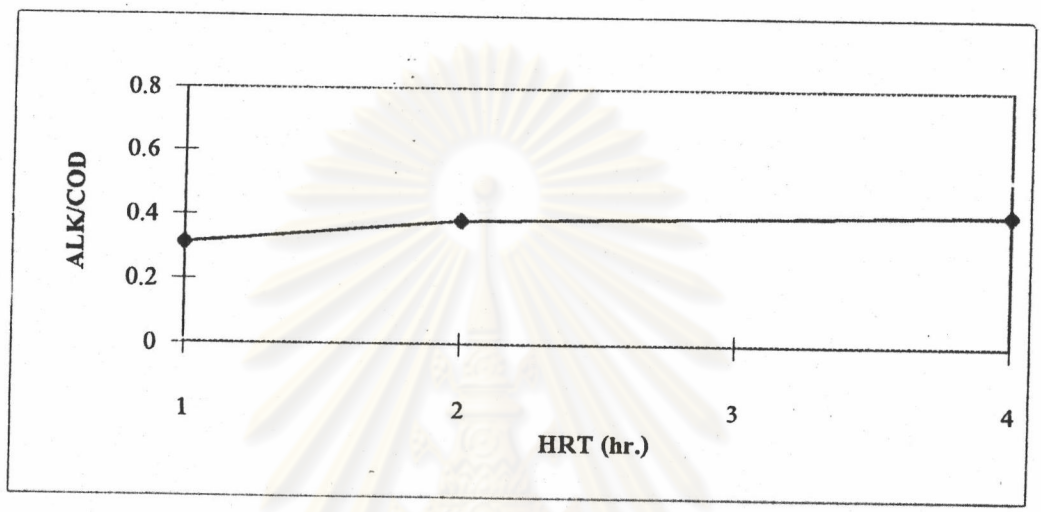
ตารางที่ 4.7 ผลของการสมดุลมวลรอบถังคัดพันธุ์ของ ซีโอดีและความเป็นด่าง

การทดลองชุดที่	S_0 (มก./ล.)	S_S (มก./ล.)	S_R (มก./ล.)	ΔS (มก./วัน)	Alk_0 (มก./ล.)	Alk_S (มก./ล.)	Alk_R (มก./ล.)	ΔAlk (มก./วัน)	$\Delta Alk/\Delta S$ Alk:COD
1	1032	110	24	12540	464	671	615	3945	0.31
2	1006	77	26	13170	405	689	639	5010	0.38
3	988	86	18	12510	404	708	674	5070	0.41
เฉลี่ย	1009	91	23	12740	424	689	643	4675	0.37

จากผลการสมดุลมวลในตารางที่ 4.7 จะเห็นว่าในการกำจัดซีโอดี 1 มก. จะได้ความเป็นด่างเพิ่มขึ้น 0.31-0.41 มก. แต่เมื่อเทียบกับการเพิ่มขึ้นของความเป็นด่างจากสมการที่ 4.1 จะให้ค่าความเป็นด่างเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.92 มก. ต่อการกำจัดซีโอดี 1 มก. จากข้อมูลดังกล่าวจะได้ว่าการเพิ่มขึ้นความเป็นด่างในการทดลองจะมีค่าต่ำกว่าในทางทฤษฎี เป็นเพราะว่าซีโอดีส่วนหนึ่งจะถูกเก็บสะสมไว้ในเซลล์โดยยังไม่เกิดการสันดาป และซีโอดีอีกส่วนหนึ่งจะถูกใช้ไปกับออกซิเจนละลายที่มากับการหมุนเวียนสลัดจ์และการกวนในถังคัดพันธุ์

จากตารางที่ 4.7 สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นด่างที่เพิ่มขึ้นต่อซีโอดีที่ลดลงกับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นด่างที่เพิ่มขึ้นต่อซีโอดีที่ลดลงกับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์

จากรูปที่ 4.10 จะเห็นว่าที่เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 4 ชั่วโมง การเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นด่างต่อซีโอดีที่ลดลงเท่ากับ 0.41 ซึ่งเป็นค่าที่มากที่สุด ที่เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 2 ชั่วโมง การเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นด่างต่อซีโอดีที่ลดลงเท่ากับ 0.38 และที่เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 1 ชั่วโมง การเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นด่างต่อซีโอดีที่ลดลงเท่ากับ 0.31 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุด โดยการเพิ่มขึ้นของความเป็นด่างต่อซีโอดีที่ลดลงสามารถแสดงถึงปริมาณซีโอดีที่ถูกสันดาปในปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน เช่นเมื่อเปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของความเป็นด่างต่อซีโอดีที่ลดลงของการทดลองที่เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 4 ชั่วโมง มีการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นด่างต่อซีโอดีที่ลดลงเท่ากับ 0.41 กับการทดลองที่เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 1 ชั่วโมง มีการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นด่างต่อ ซีโอดีที่ลดลงเท่ากับ 0.31 จะได้ว่าในการทดลองที่เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 4 ชั่วโมง จะเกิดการสันดาปในถังคัดพันธุ์มากกว่าในการทดลองที่เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 1 ชั่วโมง จากผลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า การสันดาปในถังคัดพันธุ์มาความสัมพันธ์โดยตรงกับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ คือในถังคัดพันธุ์ที่มีค่าเวลากักน้ำสูงจะเกิดการสันดาปสารอาหารในถังคัดพันธุ์ได้มากกว่าถังคัดพันธุ์ที่มีเวลากักน้ำต่ำ

- ไนเตรต

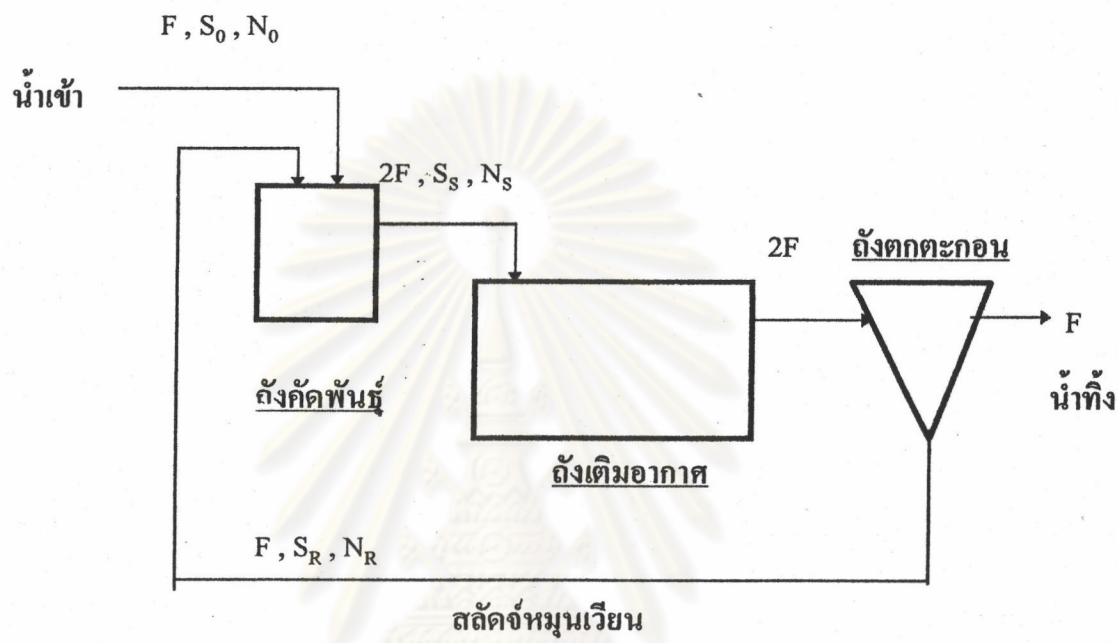
จากรูปที่ 4.5 , 4.6 และ 4.7 จะเห็นว่ามีการใช้ไนเตรตปริมาณมากในถังคัดพันธุ์ โดยไนเตรตในน้ำเข้ามีค่าเท่ากับ 136 , 110 และ 124 มก./ล.-N สำหรับการทดลองชุดที่ 1 , 2 และ 3 ตามลำดับ และเมื่อไนเตรตในน้ำเสียที่เตรียมไว้ถูกสูบเข้าไปในถังคัดพันธุ์ จะมีการใช้ไนเตรตในปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน ทำให้มีไนเตรตเหลือในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 39 , 7 และ 18 มก./ล.-N สำหรับการทดลองชุดที่ 1 , 2 และ 3 ตามลำดับ โดยสามารถสรุปค่าไนเตรตในแต่ละตำแหน่งของการทดลองในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ปริมาณไนเตรตในการทดลองถังคัดพันธุ์แอนนอกซิก

การทดลองชุดที่	เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ (ชั่วโมง)	ไนเตรต (มก./ล. - N)		
		น้ำเข้า	ถังคัดพันธุ์	ถังเติมอากาศ
1	1	136	39	70
2	2	110	7	28
3	4	124	18	49

เมื่อสังเกตุปริมาณไนเตรตที่ได้จากการวิเคราะห์ในการทดลองที่ 2 จะมีค่าต่ำกว่าในการทดลองชุดอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องมาจากระหว่างการทดลองได้มีการเปลี่ยนชนิดของ $NaNO_3$ ที่ใช้ในการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ ($NaNO_3$ แต่ละชนิดจะมีความบริสุทธิ์ที่ต่างกัน) โดยจะพบว่าปริมาณไนเตรตในน้ำเข้าของการทดลองชุดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 110 มก./ล.-N ซึ่งจะต่ำกว่าในการทดลองชุดที่ 1 และ 3 ที่มีปริมาณไนเตรตในน้ำเข้าเท่ากับ 136 และ 124 มก./ล.-N ตามลำดับ จากเหตุผลดังกล่าวปริมาณไนเตรตในน้ำเข้าของการทดลองชุดที่ 2 มีค่าต่ำกว่าในการทดลองชุดอื่นๆ และส่งผลทำให้ปริมาณไนเตรตในถังคัดพันธุ์และถังเติมอากาศของการทดลองชุดที่ 2 มีค่าต่ำกว่าการทดลองชุดอื่นๆ เช่นกัน

จากข้อมูลในตารางที่ 4.8 สามารถหาอัตราการใช้ไนเตรตในถังคัดพันธุ์ในแต่ละการทดลองได้ โดยการใช้สมดุลมวล (mass balance) รอบถังคัดพันธุ์ในรูปที่ 4.11 ซึ่งแสดงผลการสมดุลมวลในตารางที่ 4.9



F = อัตราสูบน้ำเสีย , อัตราหมุนเวียนสลัดจ์ = 15 ลิตร/วัน

S_0 = ซีโอดีในน้ำเข้า , มก/ล. N_0 = ไนเตรตในน้ำเข้า , มก/ล.

S_S = ซีโอดีในถังคัดพันธุ์ , มก/ล. N_S = ไนเตรตในถังคัดพันธุ์ , มก/ล.

S_R = ซีโอดีในถังเติมอากาศ , มก/ล. N_R = ไนเตรตในถังเติมอากาศ , มก/ล.

ΔS = ซีโอดีที่ลดลง = $F S_0 + F S_R - 2F S_S$

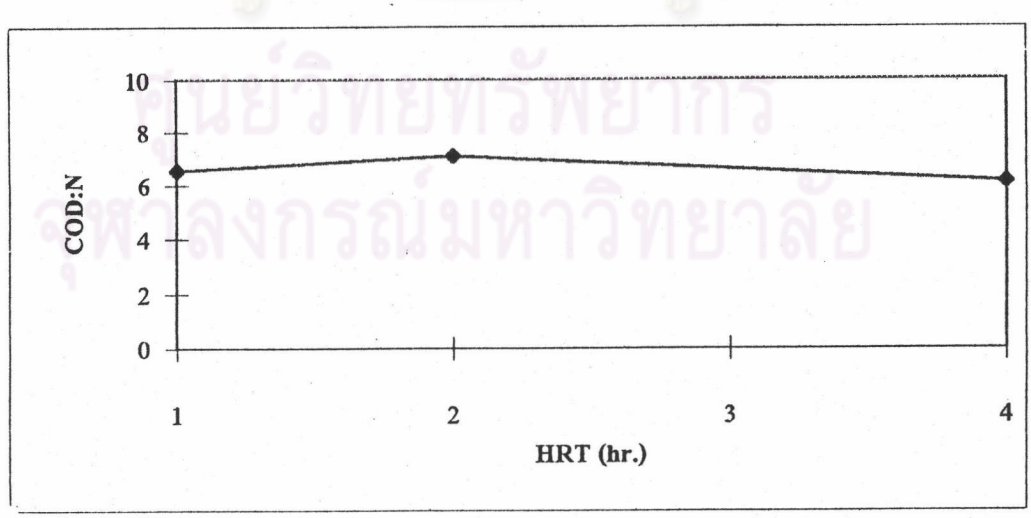
ΔN = ไนเตรตลดลง = $F N_0 + F N_R - 2F N_S$

รูปที่ 4.11 การสมดุลมวลรอบถังคัดพันธุ์ของซีโอดีและไนเตรต

ตารางที่ 4.9 ผลการสมดุลมวลรอบถังคัดพันธุ์ของซีโอดีและไนเตรต

การทดลองชุดที่	S_0 (มก./ล.)	S_S (มก./ล.)	S_R (มก./ล.)	ΔS (มก./วัน)	N_0 (มก./ล.)	N_S (มก./ล.)	N_R (มก./ล.)	ΔN (มก./วัน)	$\Delta S/\Delta N$ COD:N
1	1032	110	24	12540	136	39	70	1920	6.53
2	1006	77	26	13170	110	7	28	1860	7.08
3	988	86	18	12510	124	18	49	2055	6.09
เฉลี่ย	1009	91	23	12740	123	21	49	1945	6.55

เมื่อนำค่าในตารางที่ 4.9 มาหาความสัมพันธ์ระหว่าง COD:N กับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ ซึ่งแสดงในรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง COD:N กับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์

ในการใช้ถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกจะต้องมีเพียงพอในการสันดาป ซึ่งค่าอัตราส่วน COD:N ของการเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันเพียงอย่างเดียว (dissimilation) จากสมการที่ 4.1 จะมีค่าเท่ากับ 3.85

จากผลการสมดุลมวลในตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.12 จะได้ว่าอัตราส่วน COD:N ที่ได้จากการทดลองใช้ถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกจะมีค่าอยู่ในช่วง 6.09-7.08 ซึ่งมีค่าสูงกว่าที่ได้จากสมการที่ 4.1 ที่ต้องการอัตราส่วน COD:N เท่ากับ 3.85 จากผลดังกล่าวแสดงว่าซีโอดีที่ถูกกำจัดในถังคัดพันธุ์จะไม่เกิดการสันดาปทั้งหมดแต่จะถูกเก็บสะสมไว้ภายในเซลล์ด้วย และมีซีโอดีอีกส่วนหนึ่งถูกกำจัดไปพร้อมกับออกซิเจนละลายที่มากับการหมุนเวียนสลัดจ์และออกซิเจนละลายที่มาจากการกวน

ค่าอัตราส่วน COD:N ที่ได้จากการทดลองจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการหาปริมาณไนเตรตที่เหมาะสมสำหรับการเลือกใช้ถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกในการป้องกันการเกิดสลัดจ์ไม่จมตัว เช่นในการเลือกใช้ถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกควรจะใช้กับน้ำเสียที่มีค่า COD:N ประมาณ 100:15 เพื่อจะได้มีไนเตรตเพียงพอในการสันดาป (ไม่ต้องมีการเติมไนเตรตจากภายนอก)

นอกจากนี้จะเห็นว่ามีการเพิ่มขึ้นของไนเตรตในถังเติมอากาศ โดยปริมาณไนเตรตในถังคัดพันธุ์มีค่าเท่ากับ 39 , 7 และ 18 มก./ล.-N เพิ่มเป็น 70 , 28 และ 49 มก./ล.-N สำหรับการทดลองชุดที่ 1 , 2 และ 3 ตามลำดับ การที่ปริมาณไนเตรตในถังเติมอากาศมีค่าสูงขึ้นนั้นอาจเป็นเพราะว่า ในถังคัดพันธุ์จะมี NO_2^- ที่เกิดจากปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันที่ไม่สมบูรณ์ และเมื่อ NO_2^- ถูกถ่ายเทไปยังถังเติมอากาศ NO_2^- จะถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรตอีกครั้งตามสมการที่ 4.2 โดยสามารถตรวจสอบการเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันได้จากอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความเป็นด่างต่อการลดลงของไนเตรต ($\Delta Alk/\Delta N$) ในถังคัดพันธุ์ ซึ่งแสดงอยู่ในตารางที่ 4.10

$$2NO_2^- + O_2 \text{ ----> } 2NO_3^- \qquad (4.2)$$

ตารางที่ 4.10 อัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความเป็นด่างต่อการลดลงของไนเตรต ($\Delta Alk/\Delta N$) ในถังคัดพันธุ์

การทดลองชุดที่	ΔAlk (มก./วัน)	ΔN (มก./วัน)	$\Delta Alk/\Delta N$
1	3945	1920	2.05
2	5010	1860	2.69
3	5070	2055	2.47
เฉลี่ย	4675	1945	2.40

จากตารางที่ 4.10 $\Delta Alk/\Delta N$ ที่ได้จากการทดลองอยู่ในช่วง 2.05-2.69 ซึ่งจากสมการที่ 4.1 จะมีค่า $\Delta Alk/\Delta N$ เท่ากับ 3.57 การการเปรียบเทียบจะเห็นว่ามีความเป็นด่างเพิ่มขึ้นน้อยกว่าทางทฤษฎี ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า ภายในถังคัดพันธุ์อาจเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันที่ไม่สมบูรณ์

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นขอาไนเตรตและการลดลงของความเป็นด่างในถังเติมอากาศที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 พิจารณาการเพิ่มขึ้นของไนเตรตและการลดลงของความเป็นด่างในถังเติมอากาศ

การทดลองชุดที่	Alk (มก./ล.)			NO_3^- (มก./ล.)			$\Delta Alk/\Delta N$
	ถังคัดพันธุ์	ถังเติมอากาศ	ΔAlk	ถังคัดพันธุ์	ถังเติมอากาศ	ΔN	
1	671	615	56	39	70	31	1.81
2	689	639	50	7	28	21	2.38
3	708	674	34	18	49	31	1.10

จากตารางที่ 4.11 การเพิ่มขึ้นของไนเตรตและการลดลงของความเป็นด่างในถังเติมอากาศที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 1.10-2.38 ซึ่งถ้าเป็นไปตามทฤษฎี การเพิ่มขึ้นของไนเตรตและการลดลงของความเป็นด่างในถังเติมอากาศจะมีค่าเท่ากับ 7.14 (US.EPA,1975) จะเห็นว่าการเพิ่มขึ้นของ ไนเตรตและการลดลงของความเป็นด่างในถังเติมอากาศที่ได้จากการทดลองมีค่าต่ำกว่าทางทฤษฎีมาก เพราะว่าความเป็นด่างในระบบสามารถเปลี่ยนแปลงได้จากหลายกรณีด้วยกัน เช่น จากกาซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการสันดาปในถังเติมอากาศ ฯลฯ ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของไนเตรตและการลดลงของความเป็นด่างในถังเติมอากาศในถังเติมอากาศอาจแสดงข้อสรุปได้ไม่ชัดเจนนัก แต่ข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 4.10 ก็เพียงพอในการยืนยันการเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันที่ไม่สมบูรณ์ในถังคัดพันธุ์ ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของไนเตรตในถังเติมอากาศ เหมือนที่เกิดขึ้นในงานวิจัยของ Casey.T.G,(1994) ซึ่งในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของ NO_2^- ต่อการจมตัวของสลัดจ์ โดยมีการเติม NO_2^- ในถังคัดพันธุ์ และเมื่อ NO_2^- ถูกถ่ายเทไปยังถังเติมอากาศ NO_2^- จะถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรตเช่นเดียวกัน

4.2.3 ความสามารถในการป้องกันการเกิดสลัดจ์ไม่จมตัว

การทดลองทั้ง 3 ชุดนี้ สามารถป้องกันการเกิดสลัดจ์ไม่จมตัวได้ทั้งหมด โดยในตลอดการทดลองจะไม่มีการสะสมของสลัดจ์ในถังตกตะกอน และเมื่อตรวจสอบสลัดจ์ในระบบด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยน้อยมาก อีกทั้งค่า V_{30} ในถังเติมอากาศมีค่าเท่ากับ 62 , 82 และ 131 มล./ล. สำหรับการทดลองชุดที่ 1 , 2 และ 3 ตามลำดับ จากผลการตรวจสอบแสดงให้เห็นว่าการใช้ถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกสามารถป้องกันการเกิดสลัดจ์ไม่จมตัวได้ ซึ่งเป็นไปตามหลักของการใช้ถังคัดพันธุ์ ที่มีการสร้างสภาวะที่อุดมสมบูรณ์ในถังคัดพันธุ์ช่วยให้จุลินทรีย์แบบสร้างฟล็อกเจริญเติบโตได้ดีกว่าจุลินทรีย์แบบเป็นเส้นใย และจากผลการทดลองจะให้ผลสอดคล้องกันดังนี้

- ซีโอดี

ในการทดลองนี้ใช้น้ำเสียสังเคราะห์จากน้ำตาลที่มีสารอาหารอื่นๆครบถ้วน มีค่าซีโอดีประมาณ 1000 มก./ล. การกำจัดซีโอดีเกิดได้ดีทุกการทดลอง โดยระดับซีโอดีของน้ำทิ้งจะมีค่าอยู่ในช่วง 27-30 มก./ล. ดังจะเห็นได้จากรูปที่ 4.5 , 4.6 และ 4.7 สามารถประมาณค่าซีโอดีไว้ในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ค่าซีโอดีในการทดลองถังคัดพันธุ์แอนนอกซิก

การทดลองชุดที่	เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ (ชั่วโมง)	ซีโอดี (มก./ล.)			
		น้ำเข้า*	ถังคัดพันธุ์	ถังเติมอากาศ	น้ำทิ้ง*
1	1	1032	110	24	30
2	2	1006	77	26	30
3	4	988	86	18	27

* ซีโอดีรวม

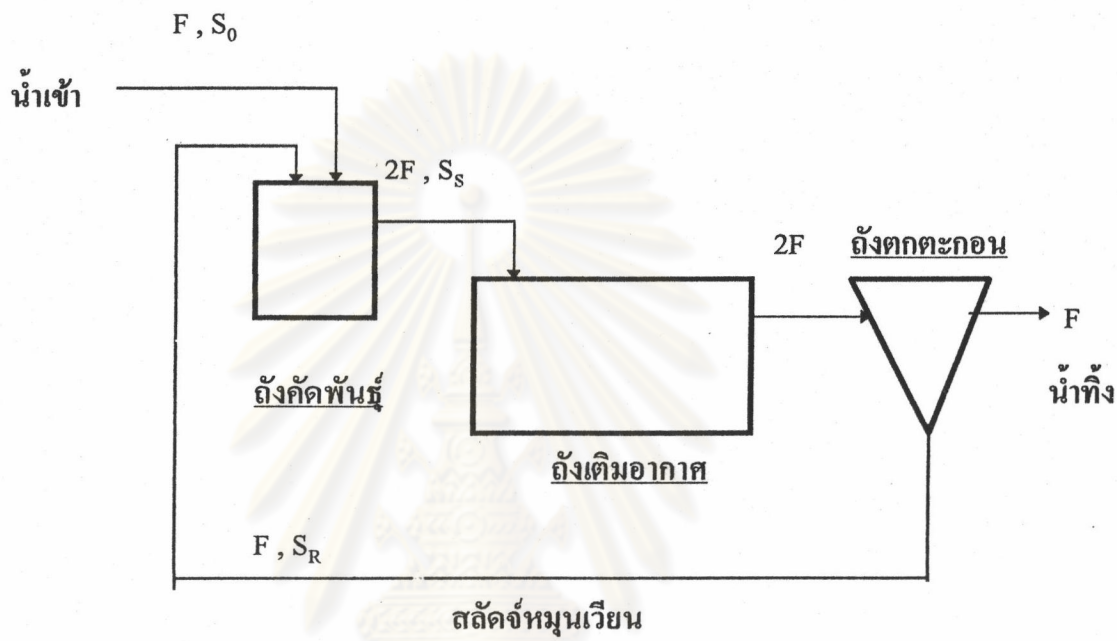
จากข้อมูลในตารางที่ 4.12 จะเห็นว่าซีโอดีส่วนใหญ่จะถูกกำจัดในถังคัดพันธุ์ แต่ระดับซีโอดีในถังคัดพันธุ์ที่เหลือมีค่าอยู่ในช่วง 77-110 มก./ล. ซึ่งเป็นระดับที่สูงเพียงพอที่จะสร้างสภาวะให้จุลินทรีย์แบบสร้างฟล็อกเจริญเติบโตได้ดีกว่าจุลินทรีย์แบบเป็นเส้นใย จะเป็นไปตาม Patoczka and Eckenfenlder (1990) กล่าวไว้ว่า ในการออกแบบถังคัดพันธุ์นั้น จะต้องคำนึงถึงหลัก 2 ประการด้วยกันคือ

- ระดับสารอาหารในถังคัดพันธุ์จะต้องมีค่าสูง
- สารอาหารส่วนใหญ่ต้องถูกกำจัดในถังคัดพันธุ์

ด้วยเหตุผลดังกล่าว สลัดจ์ในระบบจึงสามารถจมตัวได้ดี และมีจุลินทรีย์แบบสร้างฟล็อกเป็นจุลินทรีย์หลักของระบบดังแสดงในรูปที่ 4.8

จากข้อมูลในตารางที่ 4.12 สามารถหาค่าการกำจัดซีโอดีในถังคัดพันธุ์ โดยการสมดุลมวลในรูปที่ 4.13 ซึ่งแสดงผลการสมดุลมวลในตารางที่ 4.13

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



F = อัตราสูบน้ำเสีย , อัตราหมุนเวียนสลัดจ์ = 15 ลิตร/วัน

S_0 = ซีโอดีในน้ำเข้า , มก/ล.

S_S = ซีโอดีในถังคัดพันธุ์ , มก/ล.

S_R = ซีโอดีในถังเติมอากาศ , มก/ล.

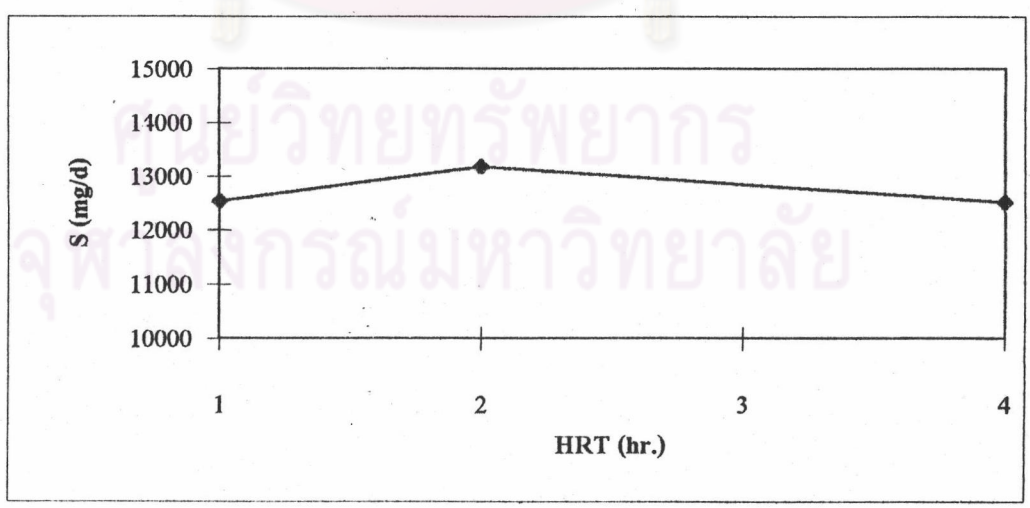
ΔS = ซีโอดีที่ลดลง = $F S_0 + F S_R - 2F S_S$

รูปที่ 4.13 การสมดุลมวลรอบถังคัดพันธุ์ของซีโอดี

ตารางที่ 4.13 ผลของการสมดุลมวลรอบถังคัดพันธุ์ของซีโอดี และอุณหภูมิในการทดลอง

การทดลองชุดที่	S_0 (มก./ล.)	S_S (มก./ล.)	S_R (มก./ล.)	ΔS (มก./วัน)	อุณหภูมิ (C)
1	1032	110	24	12540	28.3
2	1006	77	26	13170	27.7
3	988	86	18	12510	25.2
เฉลี่ย	1009	91	23	12740	-

จากผลการสมดุลมวลในตารางที่ 4.13 สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกำจัดซีโอดีในถังคัดพันธุ์กับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ ในรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างการกำจัดซีโอดีในถังคัดพันธุ์กับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก

จากผลของการสมดุลมวล ในการทดลองที่มีเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 4 ชั่วโมงจะมีการกำจัดซีโอดีมีค่าต่ำที่สุด อาจเป็นเพราะอุณหภูมิในการทดลองนี้มีค่าประมาณ 25 ซ ซึ่งต่ำกว่าการทดลองชุดอื่นๆที่มีค่าประมาณ 28 ซ ส่งผลทำให้การกำจัดซีโอดีต่ำกว่าความเป็นจริง แต่เมื่อพิจารณาการทดลองที่มีเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 1 และ 2 ชั่วโมง พบว่าการทดลองที่เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 1 ชั่วโมง มีการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 12540 มก./วัน ซึ่งต่ำกว่าการทดลองที่มีเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 2 ชั่วโมง ที่มีการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 13290 มก./วัน จากข้อมูลที่ได้สามารถสรุปได้ว่า การกำจัดซีโอดีในถังคัดพันธุ์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ คือที่เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์สูงจะสามารถกำจัดซีโอดีในถังคัดพันธุ์ได้มาก แต่ถ้าเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ต่ำจะสามารถกำจัดซีโอดีในถังคัดพันธุ์ได้น้อยลง

- V_{30} และ SVI

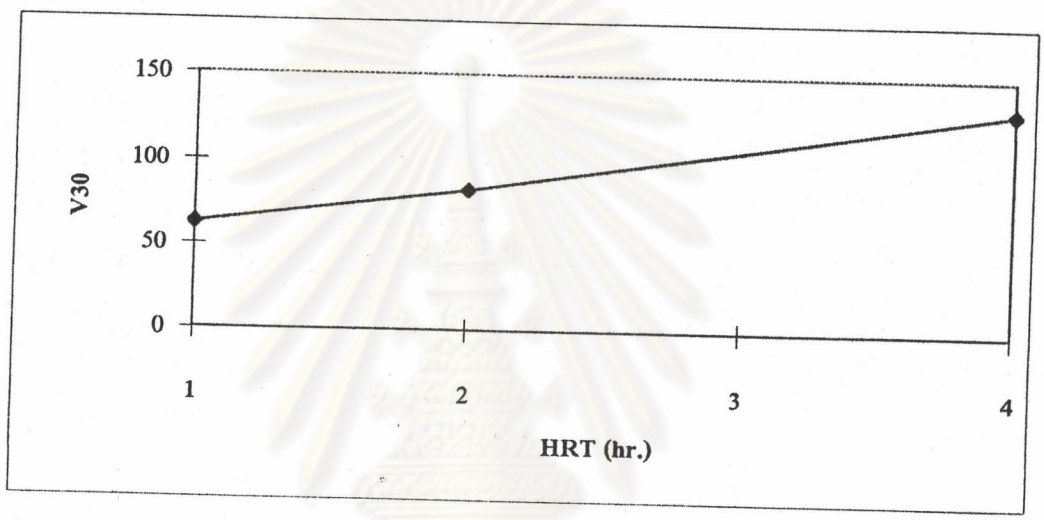
ข้อมูล V_{30} และ SVI ในรูปที่ 4.5 , 4.6 และ 4.7 แสดงให้เห็นว่า สลัดจ์ที่เลี้ยงไว้ในการทดลองทั้ง 3 ชุด มีสมบัติการตกตะกอนที่ดี ไม่มีการสะสมของสลัดจ์ในถังคัดพันธุ์แต่น้ำทิ้งที่ได้มีลักษณะใสไม่มาก เนื่องจากระดับ V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำมาก โดย V_{30} ในถังเติมอากาศมีค่าเท่ากับ 62 , 82 และ 131 มล./ล. ของการทดลองชุดที่ 1 , 2 และ 3 ตามลำดับ ส่วนค่า SVI ในถังเติมอากาศมีค่าเท่ากับ 40 , 59 และ 93 มล./ก. ของการทดลองชุดที่ 1 , 2 และ 3 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.14 ลักษณะของสลัดจ์ในระบบจะคล้ายกับตะกอนหัวเข็ม จากการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์เป็นครั้งคราว ปรากฏว่ามีจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยในปริมาณที่น้อยมาก และฟล็อกที่พบมีขนาดเล็ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

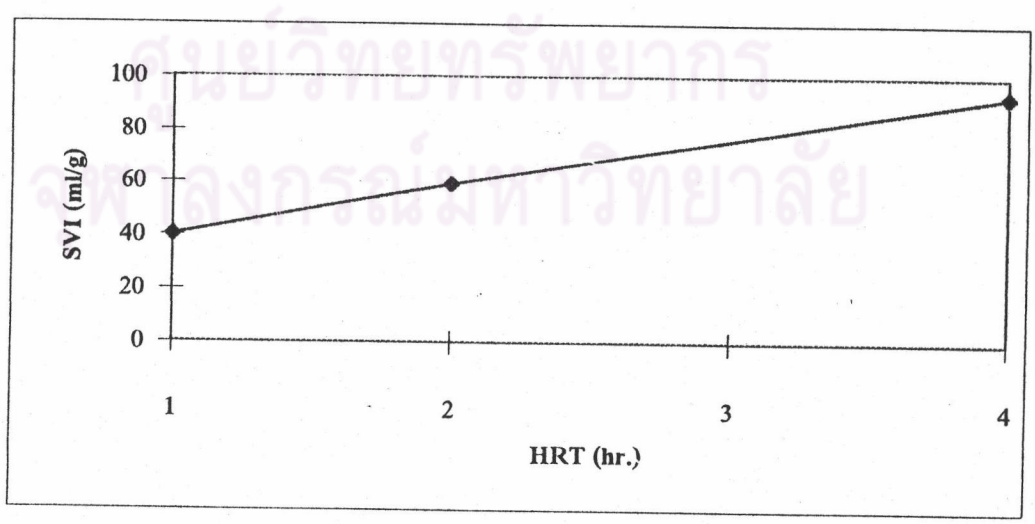
ตารางที่ 4.14 ค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศของการทดลองถังคัดพันธุ์แอนนอกซิก

การทดลองชุดที่	เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ (ชั่วโมง)	ถังเติมอากาศ	
		V_{30} (มล./ล.)	SVI (มล./ก.)
1	1	62	40
2	2	82	59
3	4	131	93

เมื่อนำค่าที่ได้จากตารางที่ 4.14 มาแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_{30} ในถังเติมอากาศกับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ในรูปที่ 4.15 และความสัมพันธ์ระหว่าง SVI ในถังเติมอากาศกับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ในรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่าง V_{30} ในถังเติมอากาศกับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก



รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่าง SVI ในถังเติมอากาศกับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก

จากรูปที่ 4.15 และ 4.16 แสดงให้เห็นว่า การทดลองที่เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 1 ชั่วโมง สลัดจ์มีความสามารถในการจมตัวดีที่สุดโดยมีค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศเท่ากับ 62 มล./ล. และ 40 มล./ก. ตามลำดับ ส่วนการทดลองที่มีเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 2 และ 4 ชั่วโมง สลัดจ์ในระบบจะมีความสามารถในการจมตัวด้อยลง ซึ่งมีค่า V_{30} ในถังเติมอากาศเท่ากับ 82 และ 131 มล./ล. สำหรับการทดลองที่มีเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 2 และ 4 ชั่วโมง และค่า SVI ในถังเติมอากาศเท่ากับ 59 และ 93 มล./ก. สำหรับการทดลองที่มีเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 2 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ

สำหรับในการทดลองชุดที่ 3 จะมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโดยฉับพลันจากปกติ 28 ซ เป็น 23 ซ ทำให้ค่า V_{30} ในถังเติมอากาศสูงขึ้นจาก 131 มล./ล. เป็น 950 มล./ล. และ SVI ในถังเติมอากาศสูงขึ้นจาก 93 มล./ก. เป็น 600 มล./ก. ตามลำดับ แต่เมื่ออุณหภูมิกลับสู่สภาพปกติค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศจะค่อยๆลดลงจนอยู่ในระดับเดิม ดังแสดงในรูปที่ 4.17 จากผลดังกล่าวสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยฉับพลันมีผลทำให้การทำงานของถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกมีปัญหา ซึ่งถ้าระบบปรับตัวไม่ทันอาจทำให้เกิดความล้มเหลวในการควบคุมสลัดจ์ไม่จมตัว

- F/M

ในการทดลองนี้มีการเปรียบเทียบค่าเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ 3 ค่าด้วยกัน ซึ่งการเปลี่ยนค่าเวลากักน้ำนั้นจะส่งผลถึงการเปลี่ยนค่า F/M ด้วย ตามสมการที่ 4.3

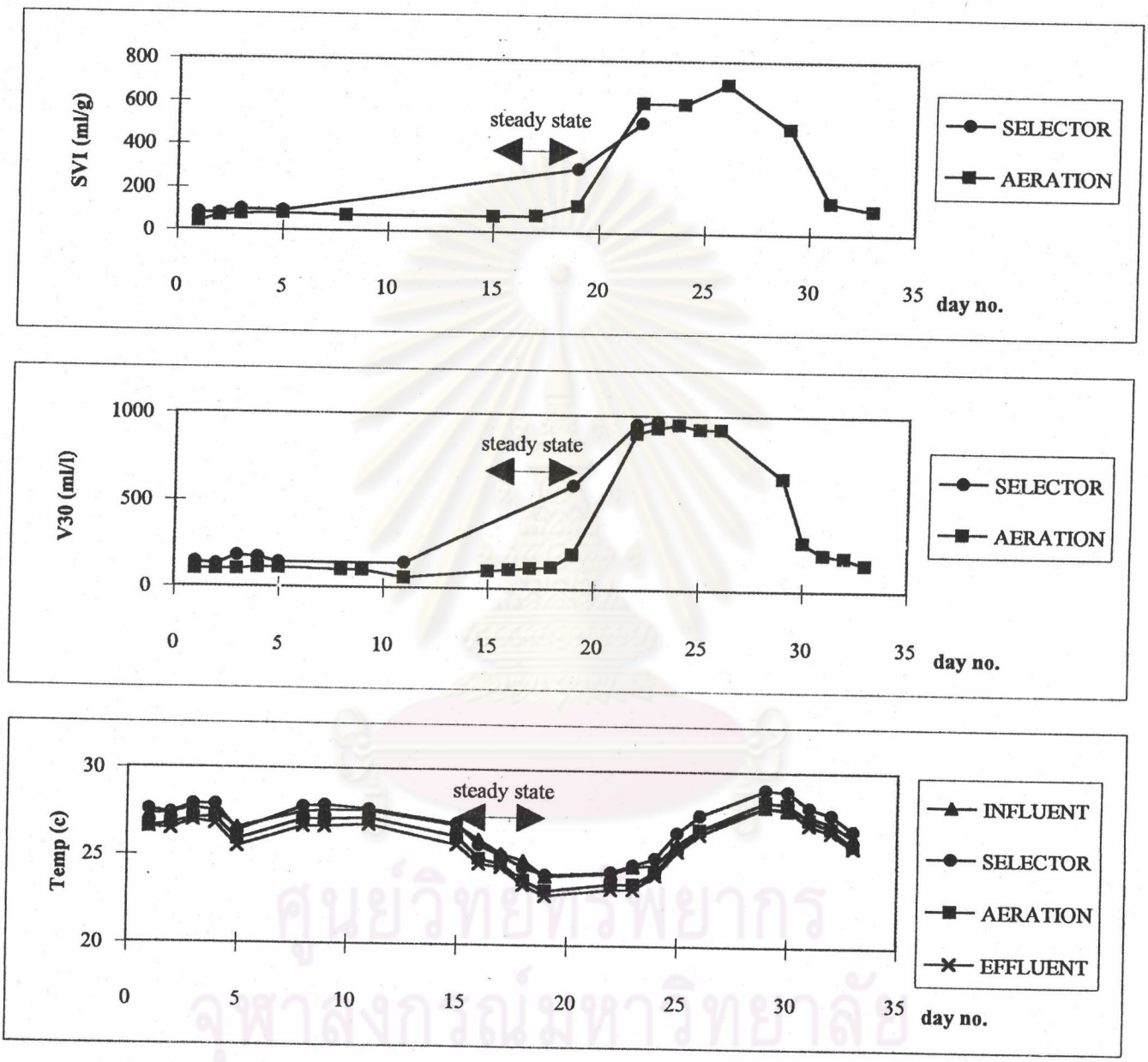
$$F/M = COD/(MLSS*HRT) \qquad (4.3)$$

โดยที่ F/M = อัตราส่วนปริมาณอาหารต่อมวลจุลชีพในถังคัดพันธุ์ , (วัน$^{-1}$)

COD = ระดับซีโอดีในน้ำเข้า , (มก./ล.)

MLSS = ความเข้มข้นของจุลชีพในถังคัดพันธุ์ , (มก./ล.)

HRT = เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ , (วัน)



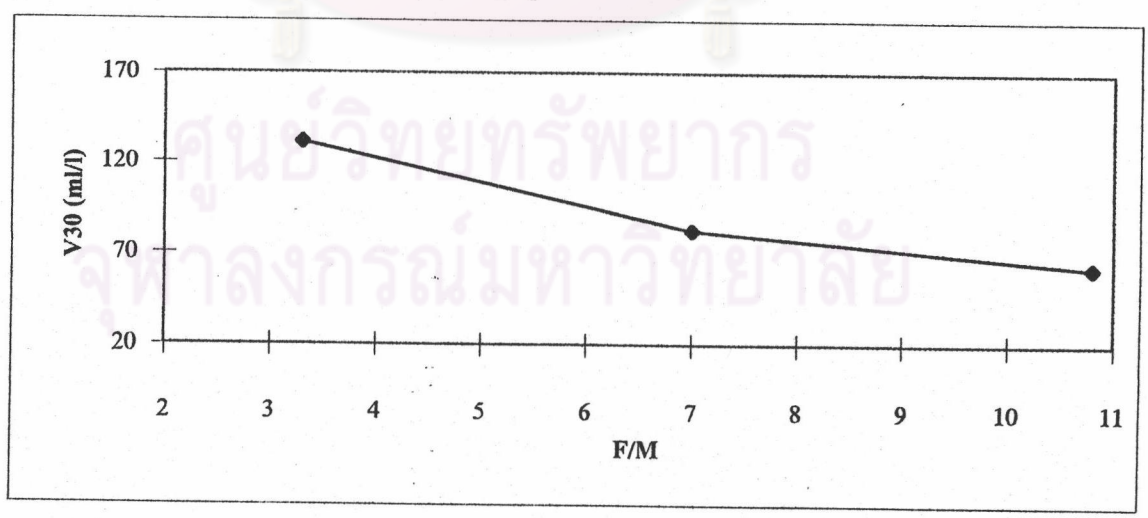
รูปที่ 4.17 ค่า V_{30} , SVI และอุณหภูมิของการทดลองชุดที่ 3 (HRT = 4 ชม.)

ดังนั้นในการศึกษานี้ก็คือการศึกษาค่า F/M ต่างๆ มีผลต่อการป้องกันการเกิดสลัดจ์ไม่จมตัว ซึ่งสามารถสรุปแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ค่า F/M และ V_{30} ในถังเติมอากาศของการทดลองถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก

การทดลองชุดที่	เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ (ชม.)	F/M ในถังคัดพันธุ์ ($วัน^{-1}$)	V_{30} ในถังเติมอากาศ (มล./ล.)
1	1	10.8	62
2	2	7.0	82
3	4	3.3	131

จากข้อมูลในตารางที่ 4.15 สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า V_{30} ในถังเติมอากาศและ F/M ในถังคัดพันธุ์ ในรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า F/M ในถังคัดพันธุ์กับ V_{30} ในถังเติมอากาศของถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่า ที่ค่า F/M เท่ากับ 10.8 วัน$^{-1}$ จะมีค่า V_{30} ในถังเติมอากาศเท่ากับ 62 มล./ล. ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุด และจะมีค่า V_{30} ในถังเติมอากาศสูงขึ้นเมื่อค่า F/M ลดลง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า F/M ในถังคัดพันธุ์มาความสัมพันธ์อย่างผกผันกับค่า V_{30} ในถังเติมอากาศ คือที่ F/M ในถังคัดพันธุ์สูงจะมีค่า V_{30} ในถังเติมอากาศต่ำ แต่ถ้า F/M ในถังคัดพันธุ์ต่ำค่า V_{30} ในถังเติมอากาศที่วัดได้จะมีค่าสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามที่ค่า F/M ในถังคัดพันธุ์ทุกค่า สามารถป้องกันการเกิดสลัดจ์ไม่จมตัวได้

4.2.4 ความแตกต่างของตะกอนแขวนลอยในถังคัดพันธุ์และถังเติมอากาศ

จากรูปที่ 4.5 , 4.6 และ 4.7 แสดงให้เห็นถึงระดับตะกอนแขวนลอยในถังคัดพันธุ์และถังเติมอากาศที่ต่างกัน โดยสามารถสรุปในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ระดับตะกอนแขวนลอยในถังคัดพันธุ์และถังเติมอากาศของการทดลองถังคัดพันธุ์แอนนอกซิก

การทดลองชุดที่	เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ (ชั่วโมง)	MLSS (มก./ล.)	
		ถังคัดพันธุ์	ถังเติมอากาศ
1	1	2304	1517
2	2	1728	1468
3	4	1783	1482

เหตุที่ระดับตะกอนแขวนลอยในถังคัดพันธุ์มีค่าสูงกว่าถังเติมอากาศ เพราะว่าจุลินทรีย์ในถังคัดพันธุ์ไม่สามารถถ่ายเทไปถังเติมอากาศได้ โดยจุลินทรีย์จะยึดเกาะกับผิวสัมผัสในถังคัดพันธุ์ได้ดีกว่าในถังเติมอากาศ เนื่องมาจากในถังคัดพันธุ์มีพื้นที่ผิวสัมผัสต่อปริมาตรมากกว่าในถังเติมอากาศ ทำให้จุลินทรีย์ที่สามารถอาศัยอยู่บนผิวสัมผัสเจริญเติบโตได้ดีในถังคัดพันธุ์ ค่าตะกอนแขวนลอยในถังคัดพันธุ์จึงสูงกว่าในถังเติมอากาศ

4.3 ผลของการใช้ถังคัดพันธุ์แบบออกซิก

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า การทดลองชุดที่ 1 , 2 และ 3 เป็นการใช้ถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก ส่วนการทดลองชุดที่ 4 , 5 และ 6 นั้น ใช้ถังคัดพันธุ์แบบออกซิก พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ต้องการศึกษาเหมือนการทดลองชุดที่แล้วทุกประการ

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองนี้จะมีส่วนประกอบคล้ายกับในการทดลองของถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก แต่มีการเติมยูเรียเพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับจุลินทรีย์ในระบบ นอกจากนี้ในการทดลองของถังคัดพันธุ์แบบออกซิกจะไม่มีการเติมไนเตรตและ Na_2SO_3

ผลการทำงานของการทดลองทั้ง 3 ชุด สรุปไว้ในรูปที่ 4.19 , 4.20 และ 4.21 เป็นการแสดงผลการทดลองชุดที่ 4 , 5 และ 6 ตามลำดับ โดยสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญบางตัวในตารางที่ 4.17 ในแต่ละชุดการทดลองนั้นชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอนจะอยู่ต่ำมากจนถึงไม่เกิดสะสมอยู่เลย และน้ำทิ้งที่ได้มีลักษณะใสมาก แต่สลัดจ์มีการจมตัวที่ไม่ดี ทั้งนี้เป็นผลมาจากจุลินทรีย์ในกลุ่มฟล็อกเป็นจุลินทรีย์แบบเป็นเส้นใย ซึ่งจุลินทรีย์แบบเป็นเส้นใยนี้จะขัดขวางการจมตัวของสลัดจ์ แต่ชั้นของมันจะกรองจุลินทรีย์ขนาดเล็กๆไว้ จึงทำให้ได้น้ำทิ้งที่ใสมาก ส่วนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ระหว่างดำเนินการทดลองได้ทำการหาค่าเฉลี่ยช่วง steady state โดยแสดงไว้ในตารางที่ 4.18 , 4.19 และ 4.20 สำหรับการทดลองชุดที่ 4 , 5 และ 6 ตามลำดับ

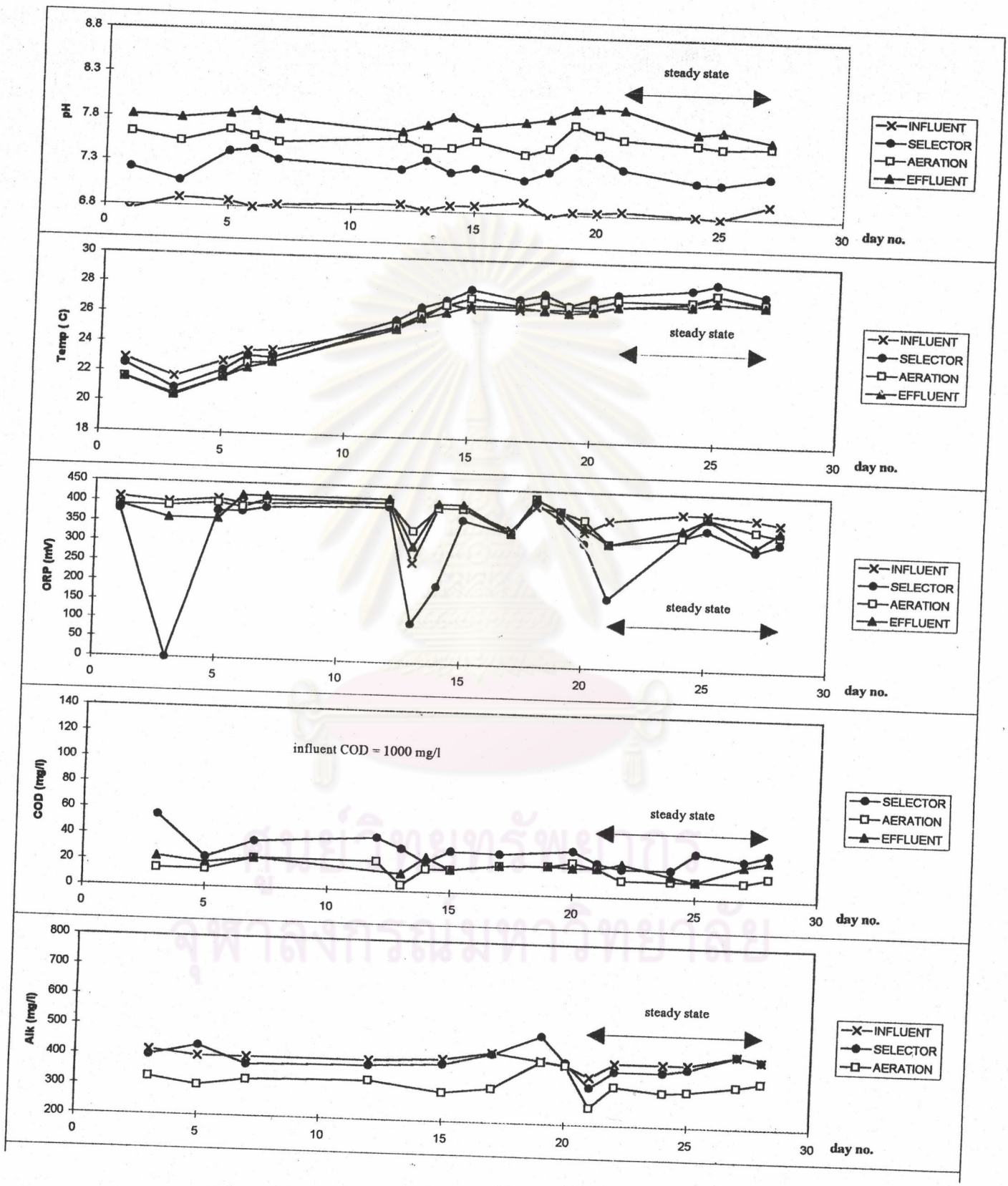
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.17 ค่าพารามิเตอร์ในการทดลองถังคัดพันธุ์แบบออกซิก

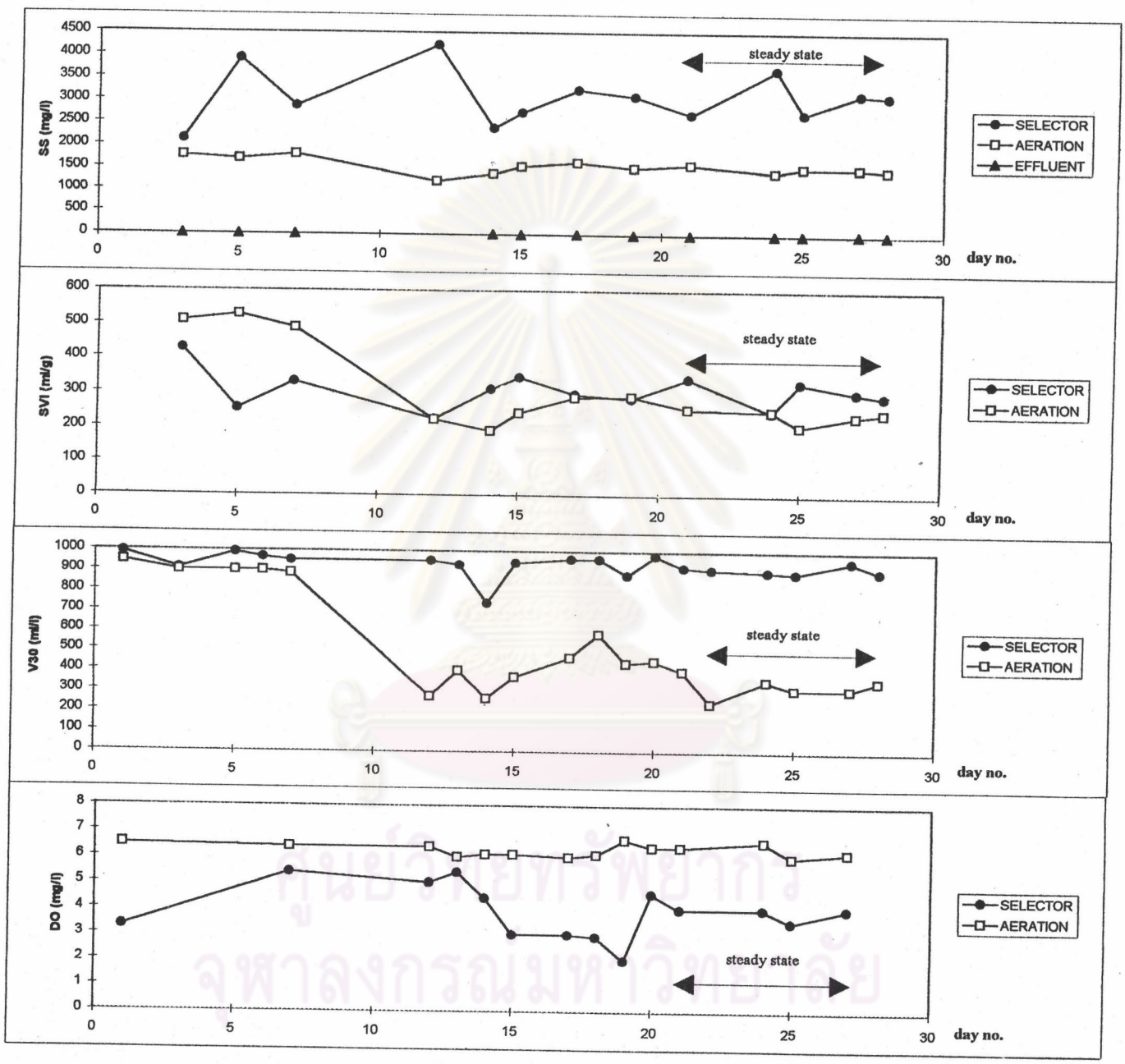
การทดลองชุดที่	ตำแหน่ง	COD (มก./ล.)	MLSS (มก./ล.)	V_{30} (มล./ล.)	SVI (มล./ก.)	Alk (มก./ล.)
4 (HRT = 1 hr.)	น้ำเข้า	975*	-	-	-	404
	ถังคัดพันธุ์	28	3069	912	301	392
	ถังเติมอากาศ	15	1491	327	236	319
	น้ำทิ้ง	22*	3.2	-	-	-
5 (HRT = 2 hr.)	น้ำเข้า	1005*	-	-	-	360
	ถังคัดพันธุ์	30	3315	975	300	327
	ถังเติมอากาศ	23	1574	692	462	274
	น้ำทิ้ง	30*	10	-	-	-
6 (HRT = 4 hr.)	น้ำเข้า	1018*	-	-	-	380
	ถังคัดพันธุ์	16	2986	955	320	312
	ถังเติมอากาศ	15	1419	606	374	282
	น้ำทิ้ง	16*	2	-	-	-

* ซีโอดีรวม

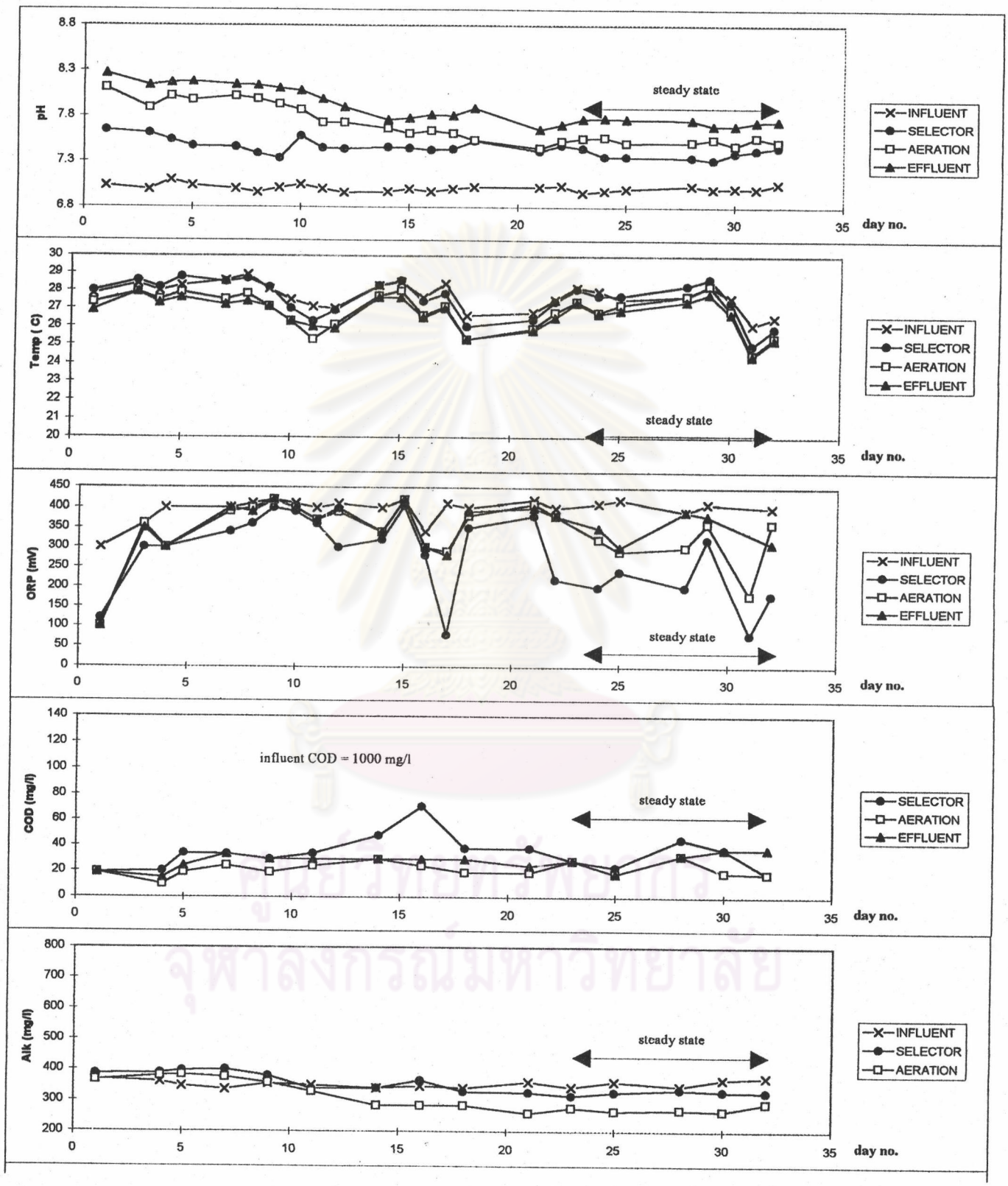
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



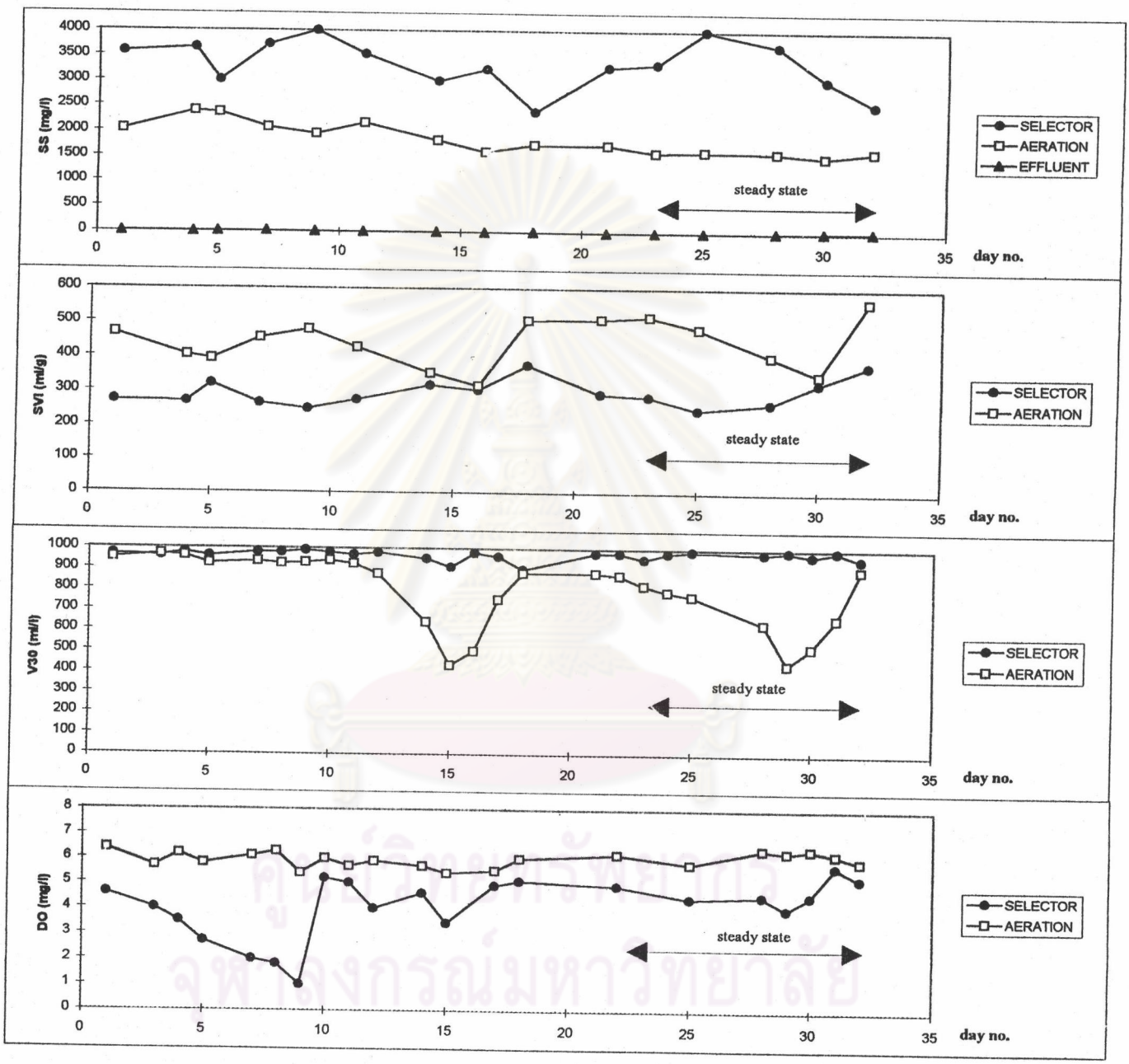
รูปที่ 4.19 ผลการทำงานของถังคัดพันธุ์ออกซิกที่มีเวลากักน้ำเท่ากับ 1 ชั่วโมง



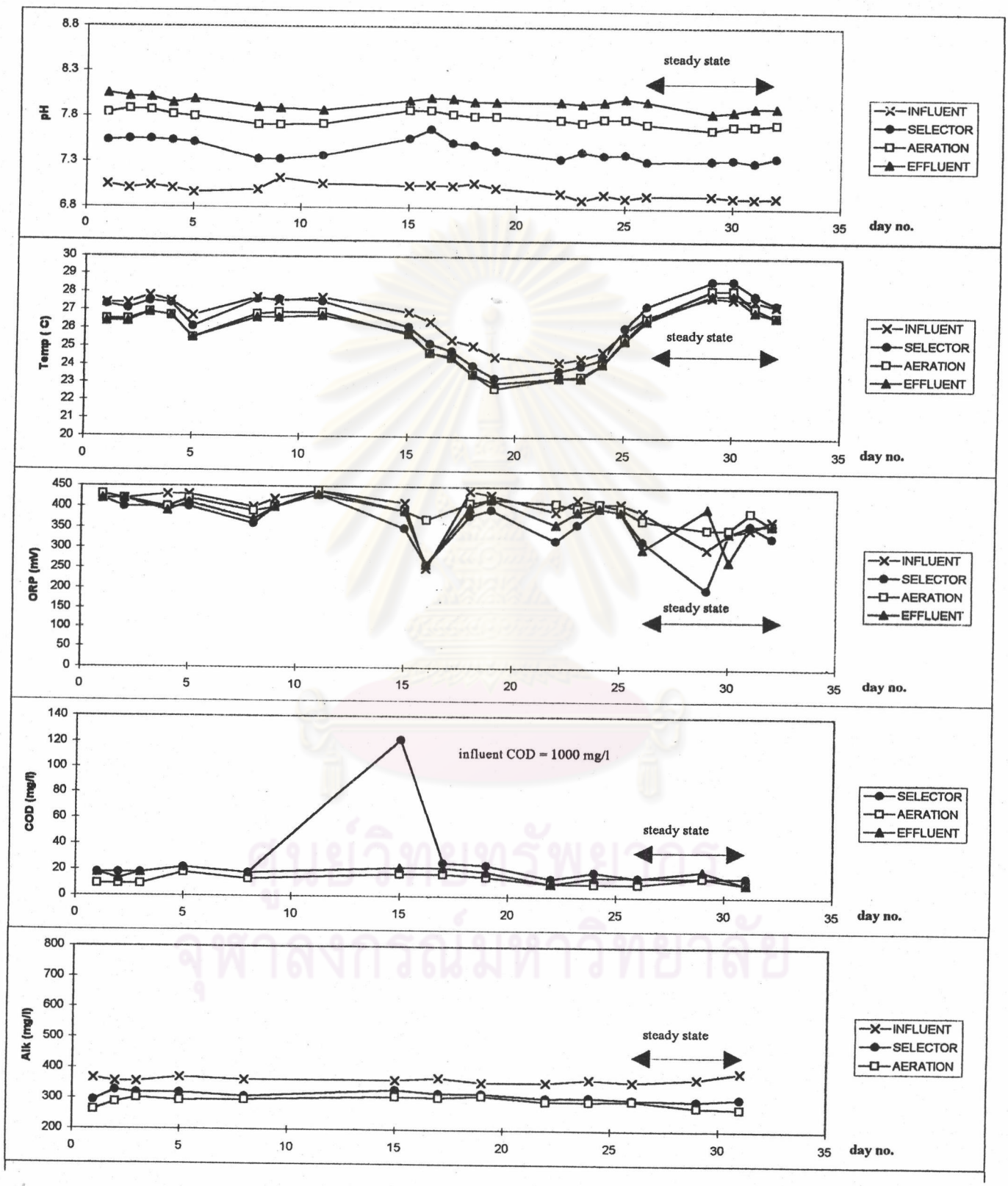
รูปที่ 4.19 (ต่อ) ผลการทำงานของถังคัดพันธุ์ออกซิกที่มีเวลากักน้ำเท่ากับ 1 ชั่วโมง



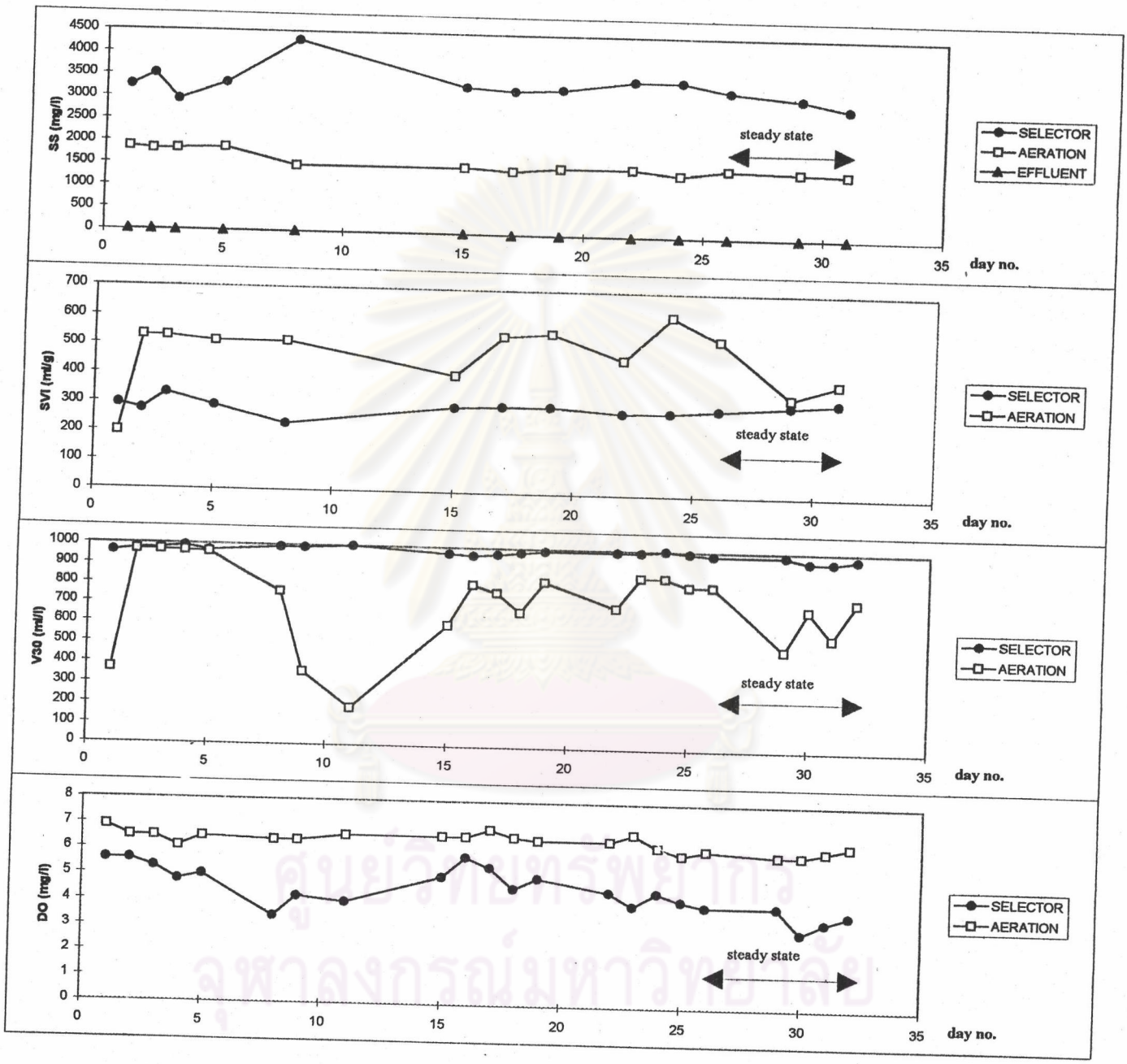
รูปที่ 4.20 ผลการทำงานของถังคัดพันธุ์ออกซิกที่มีเวลากักน้ำเท่ากับ 2 ชั่วโมง



รูปที่ 4.20 (ต่อ) ผลการทำงานของถังคัดพันธุ์ออกซิกที่มีเวลากักน้ำเท่ากับ 2 ชั่วโมง



รูปที่ 4.21 ผลการทำงานของถังคัดพันธุ์ออกซิกที่มีเวลากักน้ำเท่ากับ 4 ชั่วโมง



รูปที่ 4.21 (ต่อ) ผลการทำงานของถังคัดพันธุ์ออกซิกที่มีเวลากักน้ำเท่ากับ 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.18 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วง steady state ของพารามิเตอร์ต่างๆที่ทำการวัดในแต่ละตำแหน่งของการทดลองชุดที่ 4

พารามิเตอร์	น้ำเข้า		ถังคัดพันธุ์		ถังเติมอากาศ		น้ำทิ้ง	
	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.
พีเอช	6.85	0.07	7.23	0.07	7.61	0.03	7.80	0.14
อุณหภูมิ (ซ)	27.5	0.38	28.2	0.36	27.6	0.25	273	0.17
ORP (มิลลิโวลท์)	390	10	304	72	352	26	350	30
COD (มก./ล.)	975	32	28	6	15	4	22	6
Alk (มก./ล.)	404	27	392	40	319	33	-	-
MLSS (มก./ล.)	-	-	3069	407	1491	63	3.2	1.6
SVI (มล./ก.)	-	-	301	38	236	20	-	-
V_{30} (มล./ล.)	-	-	912	21	327	54	-	-
DO (มก./ล.)	-	-	3.9	0.2	6.3	0.3	-	-

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วง steady stateของพารามิเตอร์ต่างๆที่ทำการวัดในแต่ละตำแหน่งของการทดลองชุดที่ 5

พารามิเตอร์	น้ำเข้า		ถังคัดพันธุ์		ถังเติมอากาศ		น้ำทิ้ง	
	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.
พีเอช	7.00	0.03	7.39	0.05	7.53	0.08	7.75	0.03
อุณหภูมิ (ซ)	27.5	0.79	27.4	1.26	26.8	1.24	266	1.15
ORP (มิลลิโวลท์)	406	1.14	203	78	302	66	346	40
COD (มก./ล.)	1005	16	30	11	23	7	30	8
Alk (มก./ล.)	360	14	327	8	274	11	-	-
MLSS (มก./ล.)	-	-	3315	577	1574	42	10	7
SVI (มล./ก.)	-	-	300	51	462	87	-	-
V_{30} (มล./ล.)	-	-	975	17	692	157	-	-
DO (มก./ล.)	-	-	4.7	0.62	6.2	0.26	-	-

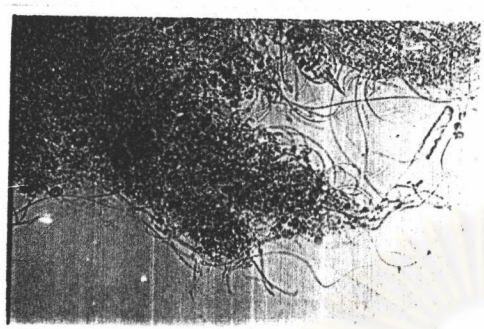
ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วง steady state ของพารามิเตอร์ต่างๆที่ทำการวัดในแต่ละตำแหน่งของการทดลองชุดที่ 6

พารามิเตอร์	น้ำเข้า		ถังคัดพันธุ์		ถังเติมอากาศ		น้ำทิ้ง	
	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.	ค่าเฉลี่ย	SD.
พีเอช	6.93	0.01	7.34	0.02	7.72	0.04	790	0.04
อุณหภูมิ (ซ)	27.4	0.53	27.8	0.97	27.2	1.10	27.1	0.88
ORP (มิลลิโวลท์)	356	44	322	71	372	27	352	49
COD (มก./ล.)	1018	28	16	2	15	5	16	6
Alk (มก./ล.)	380	11	312	19	282	12	-	-
MLSS (มก./ล.)	-	-	2986	120	1419	56	2	0.6
SVI (มล./ก.)	-	-	320	6	374	28	-	-
V_{30} (มล./ล.)	-	-	955	19	606	107	-	-
DO (มก./ล.)	-	-	3.5	0.4	6.2	0.2	-	-

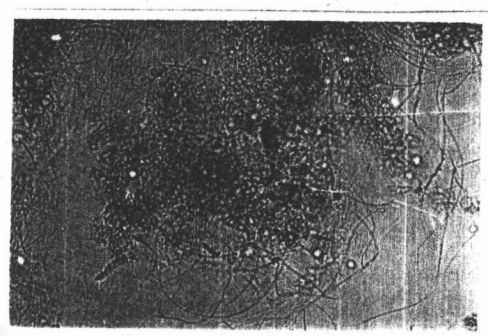
4.3.1 ลักษณะจุลินทรีย์ในระบบ

จากการสังเกตุในระบบทั้ง 3 ชุดพบว่า จุลินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใย แต่จะพบจุลินทรีย์แบบสร้างฟล็อกปะปนอยู่ด้วย ตามรูปที่ 4.22 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ถังคัดพันธุ์แบบออกซิกในการทดลองนี้ จะควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้บางส่วนเท่านั้น โดยการทดลองชุดที่ 6 จะพบจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยมากที่สุด และจะพบน้อยที่ในการทดลองชุดที่ 4 นอกจากนี้แล้วยังพบจุลินทรีย์ชั้นสูงเช่นเดียวกับการใช้ถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก การที่พบจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยมากนั้นอาจเป็นเพราะว่าระดับซีโอดีในถังคัดพันธุ์ที่มีค่าอยู่ในช่วง 16-30 มก./ล. ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำมากทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยสามารถเจิญเติบโตได้ดี

จากการตรวจสอบจุลินทรีย์แบบเป็นเส้นใยที่พบในระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิก พบว่าจะมีลักษณะเด่นดังนี้คือ จะมีความกว้างประมาณ 2-5 ไมครอน , ไม่มีแขนง , มีเกราะหุ้มตัว , มี Sulphur granules อยู่ภายในเซลล์ เมื่อนำมาย้อม Gram จะติด Gram ลบ ดังแสดงในรูปที่ 4.23 จากลักษณะที่กล่าวมาอาจสรุปได้ว่าจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยที่พบในระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิกอาจเป็นชนิด Thaiothrix I หรือชนิด 021N ตามการจำแนกโดย Jenkins(1993)

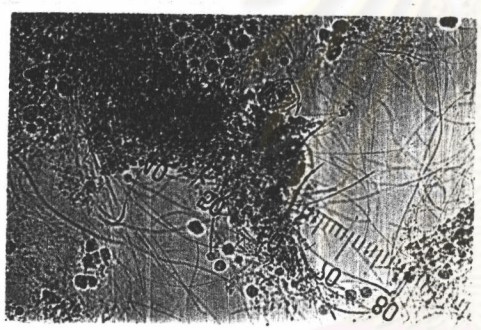


จุลินทรีย์ในถังคัดพันธุ์

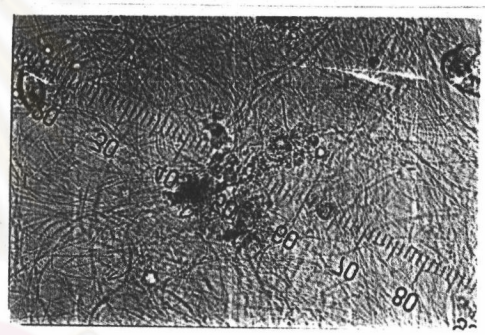


จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ

จุลินทรีย์ในระบบถังคัดพันธุ์ออกซิกที่มีค่าเวลากักน้ำ 1 ชั่วโมง

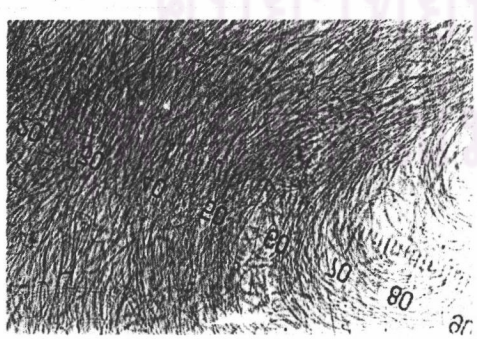


จุลินทรีย์ในถังคัดพันธุ์

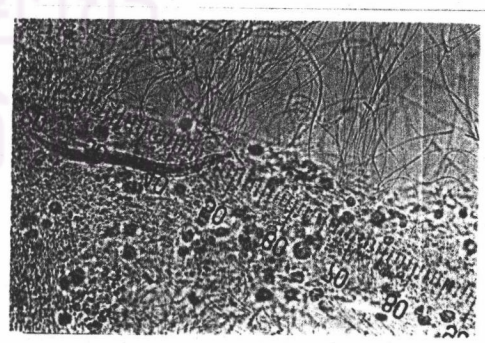


จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ

จุลินทรีย์ในระบบถังคัดพันธุ์ออกซิกที่มีค่าเวลากักน้ำ 2 ชั่วโมง



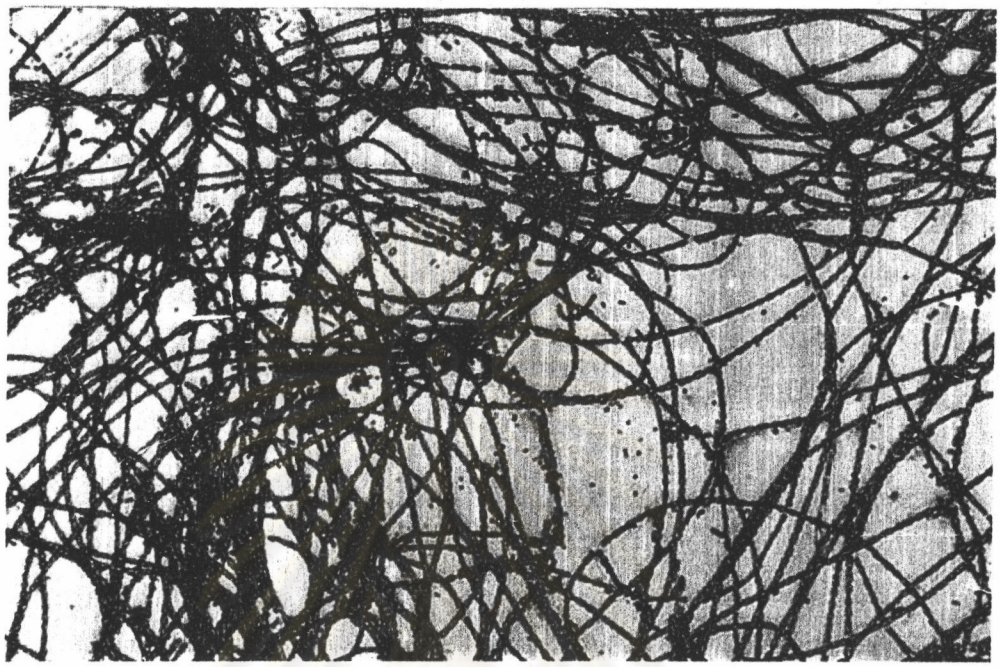
จุลินทรีย์ในถังคัดพันธุ์



จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ

จุลินทรีย์ในระบบถังคัดพันธุ์ออกซิกที่มีค่าเวลากักน้ำ 4 ชั่วโมง

รูปที่ 4.22 จุลินทรีย์ในระบบถังคัดพันธุ์ออกซิก



รูปที่ 4.23 จุลินทรีย์แบบเป็นเส้นใยในถังคัดพันธุ์แบบออกซิก

4.3.2 ความสามารถในการป้องกันการเกิดสลัดจ์ไม่จมตัว

ในการทดลองทั้ง 3 ชุด สลัดจ์ในระบบจะมีความสามารถการจมตัวที่ไม่ดี แต่ไม่เกิดการล้นของสลัดจ์ออกจากถังตกตะกอน เมื่อนำสลัดจ์ไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบจุลินทรีย์แบบเป็นเส้นใยปริมาณมาก การที่เกิดลักษณะเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่าระดับสารอาหารในถังคัดพันธุ์มีค่าต่ำ ทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป

- ซีโอดี

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองนี้มีส่วนประกอบหลักเป็นเช่นเดียวกับการทดลองใช้ถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกแต่ไม่มีการเติมไนเตรต และ Na_2SO_3 ในน้ำเสีย แต่มีการเติมยูเรียเพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนให้กับจุลินทรีย์ในระบบ มีค่าซีโอดีประมาณ 1000 มก./ล. และมีสารอาหารอื่นๆ ครบถ้วน การกำจัดซีโอดีเกิดขึ้นได้ดีในทุกการทดลอง โดยระดับซีโอดีของน้ำทิ้งจะมีค่าประมาณ 20-30 มก./ล. แสดงไว้ในรูปที่ 4.19 , 4.20 และ 4.21 และสามารถประมาณค่าซีโอดีแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ค่าซีโอดีในการทดลองถังคัดพันธุ์แบบออกซิก

การทดลองชุดที่	เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ (ชม.)	ซีโอดี (มก./ล.)			
		น้ำเข้า*	ถังคัดพันธุ์	ถังเติมอากาศ	น้ำทิ้ง*
1	1	975	28	15	22
2	2	1005	30	23	30
3	4	1018	16	15	16

* ซีโอดีรวม

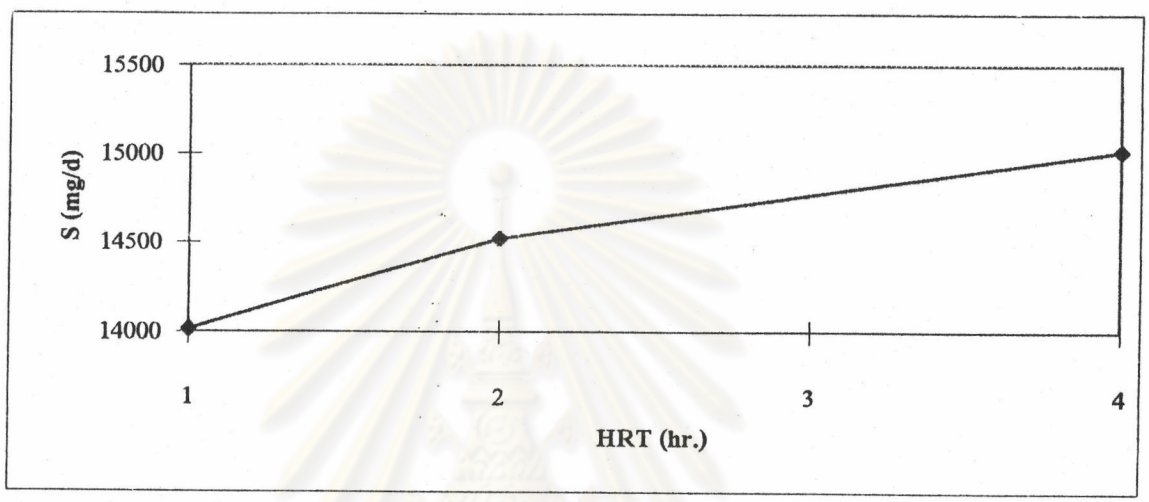
ผลการทดลองแสดงว่า ซีโอดีส่วนใหญ่ถูกกำจัดไปในถังคัดพันธุ์ จนเหลือในระดับที่ต่ำมากประมาณ 16-30 มก./ล. ดังนั้นในถังคัดพันธุ์จะไม่สามารถสร้างสภาวะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบสร้างฟล็อก สลัดจ์ในระบบจึงมีสมบัติการจมตัวที่ไม่ดี เหตุที่ระดับซีโอดีในถังคัดพันธุ์ที่ค่าต่ำ อาจเป็นเพราะว่า สารอาหารที่ใช้ในการทดลองนี้เตรียมจากน้ำตาลซึ่งสามารถย่อยสลายได้ง่าย และระดับ MLSS ในถังคัดพันธุ์มีค่าสูงมากทำให้สามารถกำจัดซีโอดีในถังคัดพันธุ์ได้มาก ซึ่งจะกล่าวถึงระดับ MLSS ในถังคัดพันธุ์ที่สูงกว่าปกติในข้อที่ 4.3.3

เมื่อนำข้อมูลในตารางที่ 4.21 มาหาการกำจัดซีโอดีในถังคัดพันธุ์ โดยการสมดุลมวลรอบถังคัดพันธุ์ในรูปที่ 4.13 และแสดงผลการสมดุลมวลในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ผลการสมดุลมวลรอบถังคัดพันธุ์ของซีโอดี

การทดลองชุดที่	S_0 (มก./ล.)	S_S (มก./ล.)	S_R (มก./ล.)	ΔS (มก./วัน)
4	975	28	15	14010
5	1005	30	23	14520
6	1018	16	15	15015

จากผลการสมดุลมวลในตารางที่ 4.22 สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกำจัดซีโอดีในถังคัดพันธุ์กับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ ในรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างการกำจัดซีโอดีในถังคัดพันธุ์กับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์แบบออกซิก

จากตารางที่ 4.22 และ รูปที่ 4.24 จะได้ว่าที่เวลากักน้ำเท่ากับ 4 ชั่วโมง มีการกำจัดซีโอดีสูงที่สุดเท่ากับ 15015 มก./ล. ที่เวลากักน้ำเท่ากับ 2 ชั่วโมง มีการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 14520 มก./วัน และที่เวลากักน้ำเท่ากับ 1 ชั่วโมง จะมีการกำจัดซีโอดีต่ำที่สุดเท่ากับ 14010 มก./ล. จากข้อมูลที่ได้สรุปได้ว่าการกำจัดซีโอดีในถังคัดพันธุ์จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ คือการกำจัดซีโอดีจะสูงขึ้นเมื่อเวลากักน้ำเพิ่มขึ้น และการกำจัดซีโอดีจะลดลงเมื่อเวลากักน้ำมีค่าน้อยลง ดังนั้นหากลดเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ลง อาจทำให้ระดับซีโอดีในถังคัดพันธุ์มีค่าสูงขึ้น และสามารถสร้างสภาวะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบสร้างฟล็อกได้

- V_{30} และ SVI

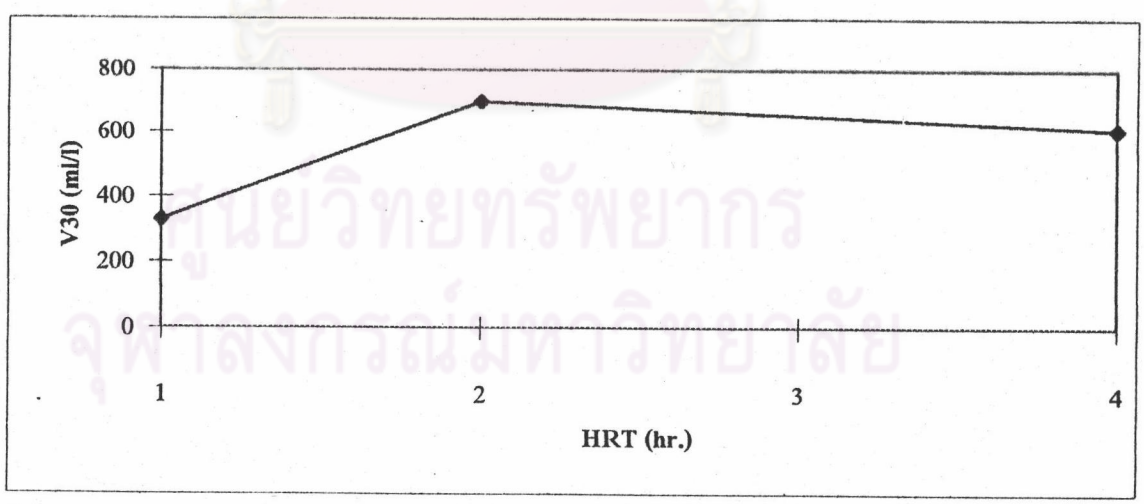
รูปที่ 4.19 , 4.20 และ 4.21 แสดงถึงระดับ V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศของการทดลองชุดที่ 4 , 5 และ 6 ตามลำดับ โดยมีค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศสูงตลอดการทดลอง โดยมีค่า V_{30} ในถังเติมอากาศเท่ากับ 327 , 692 และ 606 มล./ล. สำหรับการทดลองชุดที่ 4 , 5 และ 6 ส่วน

ค่า SVI ในถังเติมอากาศมีค่าเท่ากับ 236 , 462 และ 374 มล./ก. สำหรับการทดลองชุดที่ 4 , 5 และ 6 ดังแสดงในตารางที่ 4.23

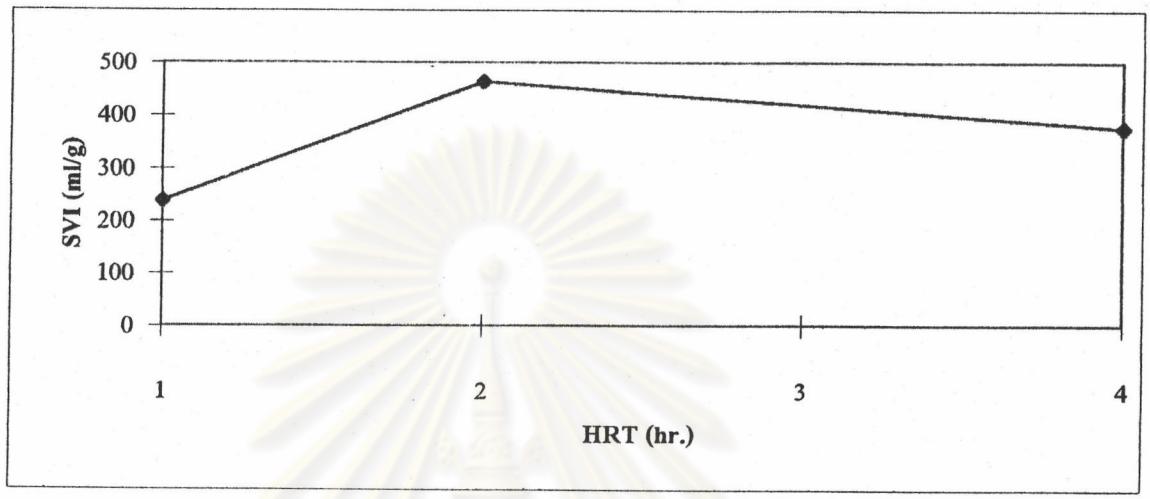
ตารางที่ 4.23 ค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศของการทดลองถังคัดพันธุ์ออกซิก

การทดลองชุดที่	เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ (ชั่วโมง)	V_{30} (มล./ล.)	SVI (มก./ล.)
4	1	327	236
5	2	692	462
6	4	606	374

เมื่อนำค่าในตารางที่ 4.23 มาหาความสัมพันธ์ระหว่าง V_{30} ในถังเติมอากาศกับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ ในรูปที่ 4.25 และ ความสัมพันธ์ระหว่าง SVI ในถังเติมอากาศกับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ ในรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่าง V_{30} ในถังเติมอากาศกับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์แบบออกซิก

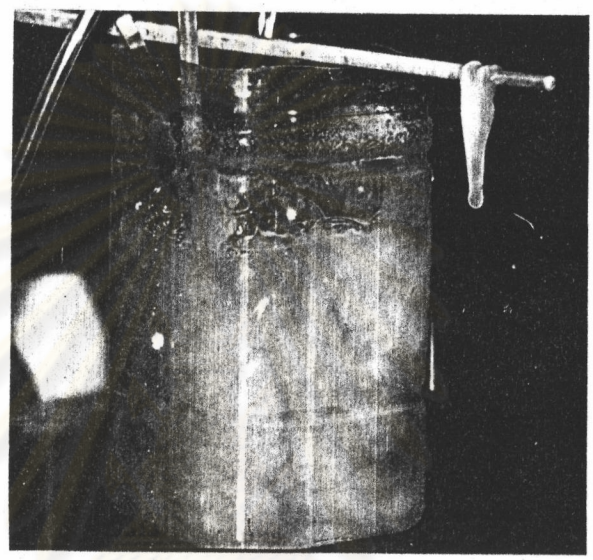


รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ระหว่าง SVI ในถังเติมอากาศกับเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์แบบออกซิก

จากรูปที่ 4.25 และ 4.26 แสดงให้เห็นว่าที่เวลากักน้ำเท่ากับ 1 ชั่วโมง สลัดจ์มีความสามารถในการจมตัวดีที่สุด โดยมีค่า V_{30} ในถังเติมอากาศเท่ากับ 327 มล./ล. และ SVI ในถังเติมอากาศเท่ากับ 236 มล./ก. ส่วนที่เวลากักน้ำเท่ากับ 2 และ 4 ชั่วโมง สลัดจ์เริ่มมีปัญหาในการจมตัว โดยมีค่า V_{30} ในถังเติมอากาศเท่ากับ 692 และ 606 มล./ล. ส่วนค่า SVI ในถังเติมอากาศเท่ากับ 462 และ 374 มล./ก. ตามลำดับ จากผลดังกล่าวสรุปได้ว่า เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศคือถ้าเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศจะมีค่าสูง แต่ถ้าลดค่าเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ลงค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศจะมีค่าต่ำลง

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศของระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิกกับระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ไม่มีถังคัดพันธุ์แล้ว พบว่า ในระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์มีค่า V_{30} ประมาณ 980 มล./ล. และ SVI ประมาณ 580 มล./ก. ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าระบบที่ใช้ถังคัด

พันธุ์แบบออกซิก จึงเป็นเหตุผลที่ว่า สลัดจ์ระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิกสามารถจมตัวได้ดีกว่าระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ไม่มีถังคัดพันธุ์แม้ว่าจะพบจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยปริมาณมากในทั้ง 2 ระบบ อาจกล่าวได้ว่า จุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยในระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิกมีลักษณะพิเศษคือ สามารถจมตัวและอัดตัวได้ดีกว่าจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยในระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ โดยสามารถสังเกตจากรูปที่ 4.27



ขอให้สังเกตที่ปลายไม้ จะมีกลุ่มจุลินทรีย์แบบเป็นเส้นใยสีขาวติดอยู่

รูปที่ 4.27 กลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยในถังคัดพันธุ์แบบออกซิก

เมื่อสังเกตุค่า V_{30} และ SVI ของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ไม่มีถังคัดพันธุ์ในช่วงที่เกิดสลัดจ์ล้นออกจากถังตกตะกอน จะมีค่า SVI >580 มล./ก. และ V_{30} > 980 มล./ล. แต่ในทางทฤษฎีกำหนดว่าจะเกิดสลัดจ์ไม่จมตัวเมื่อมีค่า SVI >150 มล./ก. (Jenkins,1993) และ V_{30} >980 มล./ล. (มั่นสิน,2536) จะเห็นว่าการใช้ค่า V_{30} ในการแสดงผลของการจมตัวของสลัดจ์ในการทดลองจะตรงกับทางทฤษฎี แต่การใช้ค่า SVI จะไม่สามารถแสดงถึงความสามารถในการจมตัวของสลัดจ์ได้ดีเท่ากับค่า V_{30} เช่นในการทดลองระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิก สลัดจ์จะมีค่า SVI ในถังเติมอากาศอยู่ในช่วง 200-500 มล./ก. แต่ไม่เกิดสลัดจ์ไม่จมตัว ดังนั้นการใช้ค่า SVI ในการกำหนดว่าระบบเกิดสลัดจ์ไม่จมตัวนั้น (SVI > 150 มล./ก.) อาจจะไม่ถูกต้องเท่าที่ควรนัก

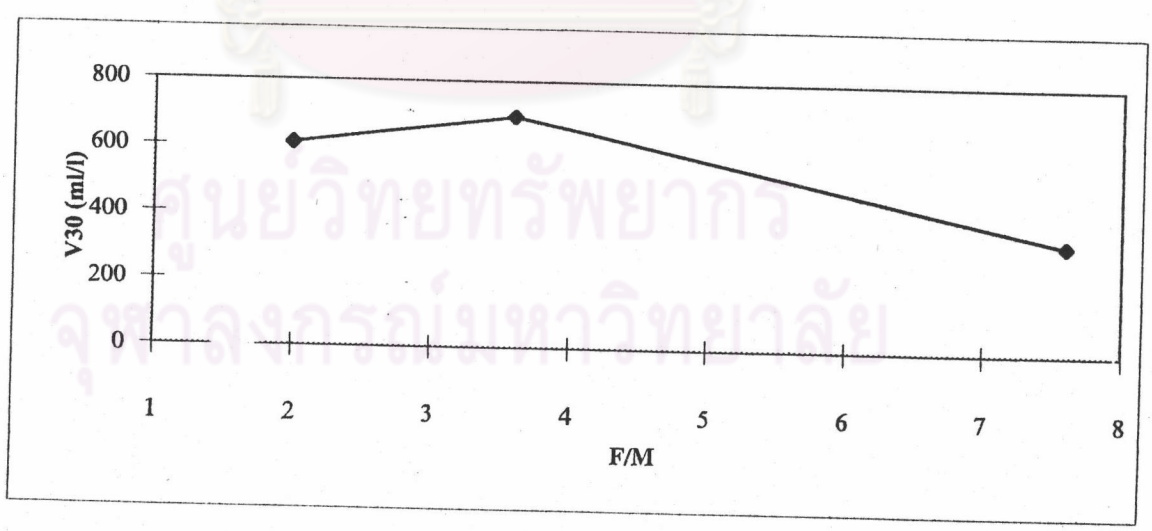
ดังนั้นถ้าหากใช้ค่า V_{30} ในการเปรียบเทียบการจมตัวของสลัดจ์ในการทดลองแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่มีค่า V_{30} เท่ากับ 980 มล./ล. และการทดลองถังคัดพันธุ์แบบออกซิกที่มีค่า V_{30} ในถังเติมอากาศอยู่ในช่วง 327-692 มล./ล. จึงเป็นเหตุผลที่ว่า สลัดจ์ในการทดลองถังคัดพันธุ์แบบออกซิกจมตัวได้ดีกว่าการทดลองแอกทิเวเต็ดสลัดจ์

- F/M

จากตารางที่ 4.24 แสดงให้เห็นว่าที่ค่า F/M ในถังคัดพันธุ์มีค่าประมาณ 7.6 วัน$^{-1}$ จะให้ค่า V_{30} ในถังเติมอากาศประมาณ 327 มล./ล. ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำสุดในการทดลอง และค่า V_{30} จะสูงขึ้นเมื่อค่า F/M ในถังคัดพันธุ์ต่ำลง ความสัมพันธ์ระหว่างค่า F/M ในถังคัดพันธุ์ กับ V_{30} ในถังเติมอากาศแสดงอยู่ในรูปที่ 4.28

ตารางที่ 4.24 ค่า F/M ในถังคัดพันธุ์ และ V_{30} ของถังคัดพันธุ์แบบออกซิก

การทดลองชุดที่	เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ (ชม.)	F/M (วัน$^{-1}$)	V_{30} (มล./ล.)
4	1	7.6	327
5	2	3.6	692
6	4	2.0	606



รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า F/M ในถังคัดพันธุ์ กับ V_{30} ในถังเติมอากาศของถังคัดพันธุ์แบบออกซิก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 4.28 อาจหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า F/M ในถังคัดพันธุ์ กับ V_{30} ในถังเติมอากาศได้ไม่ชัดเจนนัก แต่อย่างไรก็ตามถ้าเปรียบเทียบระหว่างการทดลองชุดที่ 4 กับ 5 และระหว่างการทดลองชุดที่ 4 กับ 6 จะได้ว่า ค่า F/M ในถังคัดพันธุ์ มีความสัมพันธ์อย่างผกผันกับค่า V_{30} ในถังเติมอากาศคือถ้าค่า F/M ในถังคัดพันธุ์มีค่าสูง ค่า V_{30} ในถังเติมอากาศที่ได้จะมีค่าต่ำ แต่ถ้าค่า F/M ในถังคัดพันธุ์มีค่าต่ำลง ค่า V_{30} ในถังเติมอากาศที่ได้จะมีค่าสูงขึ้น

4.3.3 ความแตกต่างของระดับตะกอนแขวนลอยในถังคัดพันธุ์และถังเติมอากาศ

จากรูปที่ 4.19 , 4.20 และ 4.21 แสดงในเห็นระดับของตะกอนแขวนลอยในถังคัดพันธุ์และถังเติมอากาศที่มีค่าต่างกัน โดยสามารถสรุปในตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ระดับตะกอนแขวนลอยในถังคัดพันธุ์และถังเติมอากาศของการทดลองถังคัดพันธุ์ แบบออกซิก

การทดลองชุดที่	เวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์ (ชั่วโมง)	MLSS (มก./ล.)	
		ถังคัดพันธุ์	ถังเติมอากาศ
4	1	3069	1491
5	2	3315	1574
6	4	2986	1419

จากตารางที่ 4.25 จะให้ผลคล้ายกับระดับตะกอนแขวนลอยในการทดลองถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก คือระดับตะกอนแขวนลอยในถังคัดพันธุ์จะสูงกว่าในถังเติมอากาศ แต่ความแตกต่างในการทดลองถังคัดพันธุ์แบบออกซิกจะมีค่ามากกว่า เหตุที่ระดับตะกอนแขวนลอยในถังคัดพันธุ์จะสูงกว่าในถังเติมอากาศนั้น เป็นเพราะจุลินทรีย์ในถังคัดพันธุ์ไม่สามารถถ่ายเทไปถังเติมอากาศได้ เนื่องมาจาก 2 กรณีด้วยกันคือ

- พื้นที่ผิวสัมผัสต่อปริมาตรในถังคัดพันธุ์จะมากกว่าในถังเติมอากาศ
- จุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยถังคัดพันธุ์แบบออกซิกจะเกาะกันเป็นกลุ่มใหญ่ ทำให้ถูกถ่ายเทไปถังเติมอากาศได้ยาก

4.4 การเปรียบเทียบถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกและออกซิก

วัตถุประสงค์ในการทำการวิจัยครั้งนี้ ก็เพื่อเปรียบเทียบการใช้ถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกและออกซิกในการป้องกันสลัดจ์ไม่จมตัวในระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ ซึ่งในการเปรียบเทียบจะกล่าวลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้

4.4.1 ลักษณะจุลินทรีย์ในระบบ

จุลินทรีย์ในระบบถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกจะพบจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยในปริมาณที่น้อยมาก ส่วนในระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิกจะพบจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยปริมาณมาก ตามรูปที่ 4.29 , 4.30 และ 4.31 เป็นการเปรียบเทียบจุลินทรีย์ในระบบถังคัดพันธุ์ที่มีค่าเวลากักน้ำในถังคัดพันธุ์เท่ากับ 1 , 2 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่าการใช้ถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกสามารถควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยได้ดีกว่าถังคัดพันธุ์แบบออกซิก

4.4.2 ความสามารถในการป้องกันการเกิดสลัดจ์ไม่จมตัว

จากผลการทดลองทั้งหมดสามารถป้องกันการเกิดสลัดจ์ไม่จมตัวได้ทุกการทดลองโดยระบบถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกจะมีสลัดจ์ที่สามารถจมตัวได้ดีกว่าสลัดจ์ในระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิก ซึ่งเป็นผลมาจากในถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกมีจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยน้อยกว่าในระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิก โดยจะกล่าวค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการป้องกันสลัดจ์ดังต่อไปนี้

- ซีโอดี

หลักการใช้ถังคัดพันธุ์คือ ต้องสร้างสภาวะที่มีสารอาหารอุดมสมบูรณ์เหมาะสมที่จุลินทรีย์แบบสร้างฟล็อกเจริญเติบโตได้ดี ในการทดลองนี้ ระบบถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกสามารถสร้างสภาวะดังกล่าวได้ แต่ในระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิกระดับสารอาหารในถังคัดพันธุ์จะต่ำไม่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบสร้างฟล็อก ตามตารางที่ 4.26 ดังนั้นสลัดจ์ในระบบถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกสามารถจมตัวได้ดีกว่าแบบออกซิก

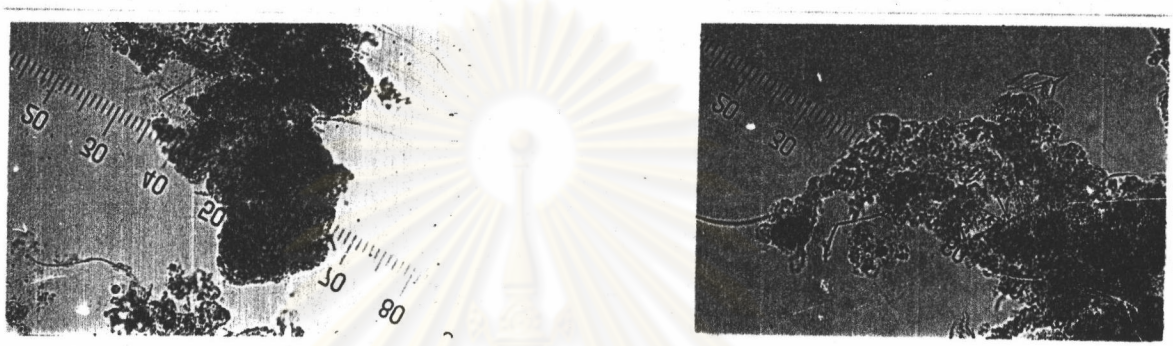
ถังคัดพันธุ์ ถังเติมอากาศ

ระบบถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก

ถังคัดพันธุ์ ถังเติมอากาศ

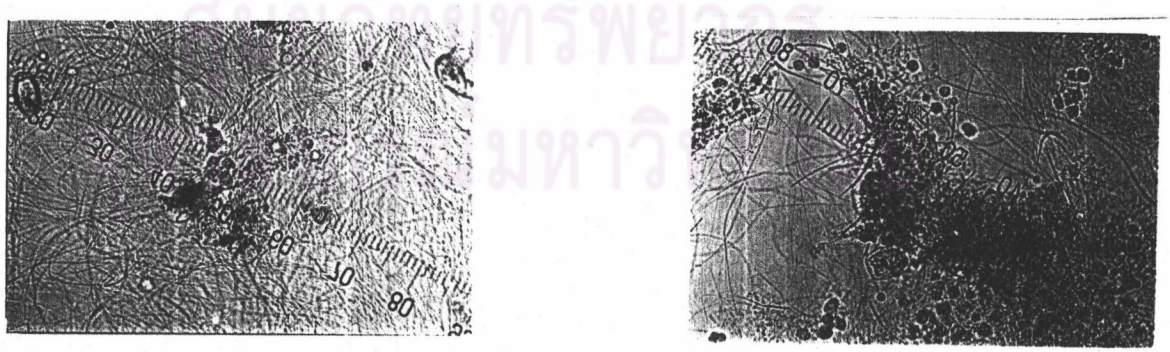
ระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิก

รูปที่ 2.29 จุลินทรีย์ในระบบถังคัดพันธุ์ที่มีค่าเวลากักน้ำเท่ากับ 1 ชั่วโมง



ถังคัดพันธุ์ ถังเติมอากาศ

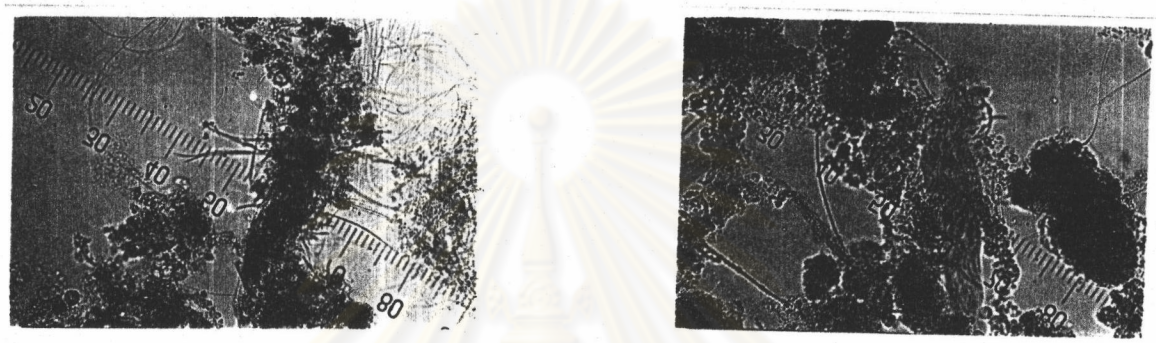
ระบบถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก



ถังคัดพันธุ์ ถังเติมอากาศ

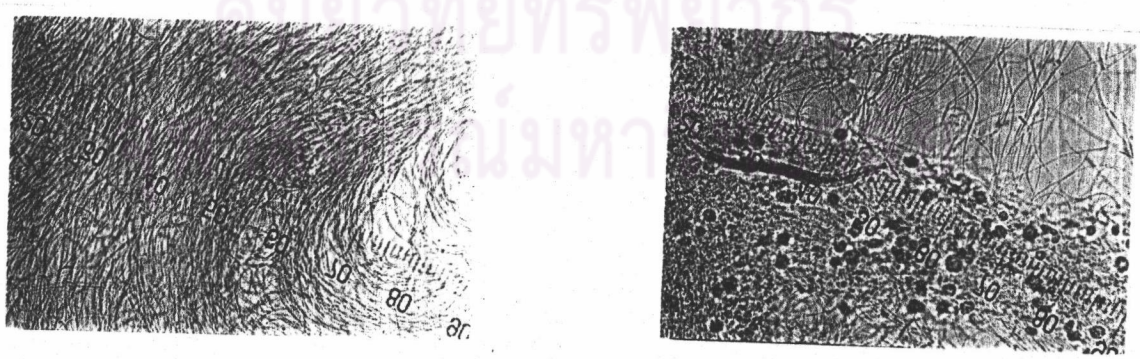
ระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิก

รูปที่ 2.30 จุลินทรีย์ในระบบถังคัดพันธุ์ที่มีค่าเวลากักน้ำเท่ากับ 2 ชั่วโมง



ถังคัดพันธุ์ ถังเติมอากาศ

ระบบถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก



ถังคัดพันธุ์ ถังเติมอากาศ

ระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิก

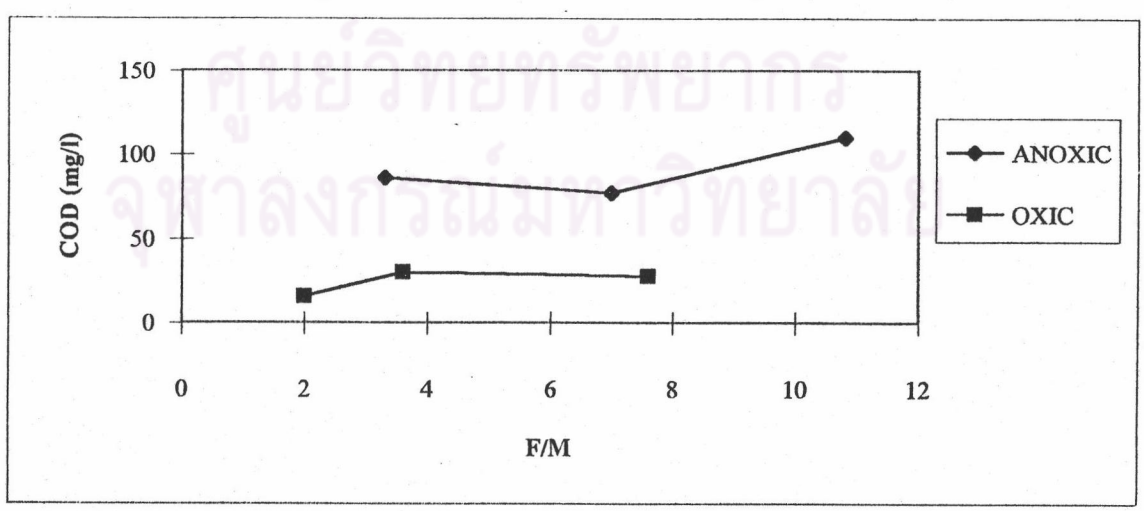
รูปที่ 2.31 จุลินทรีย์ในระบบถังคัดพันธุ์ที่มีค่าเวลากักน้ำเท่ากับ 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.26 ระดับซีโอดีในถังคัดพันธุ์

F/M ในถังคัดพันธุ์ ($วัน^{-1}$)	ซีโอดีในถังคัดพันธุ์ (มก./ล.)	
	ถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิก	ถังคัดพันธุ์แบบออกซิก
2.0	-	16
3.3	86	-
3.6	-	30
7.0	77	-
7.6	-	28
10.8	110	-

จากความแตกต่างของระดับซีโอดีในถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกที่มีค่าสูงและแบบออกซิกที่มีค่าต่ำ ส่งผลทำให้สลัดจ์ในระบบถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกมีความสามารถในการจมตัวได้ดีกว่าสลัดจ์ในระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิก

เมื่อนำค่าจากตารางที่ 4.26 ไปหาความสัมพันธ์ระหว่าง ซีโอดีในถังคัดพันธุ์กับ F/M ในถังคัดพันธุ์ในรูปที่ 4.32 จะได้ว่าที่ F/M ในถังคัดพันธุ์ต่ำจะมีระดับซีโอดีในถังคัดพันธุ์ต่ำ และที่ F/M ในถังคัดพันธุ์สูงระดับซีโอดีในถังคัดพันธุ์จะมีค่าสูง



รูปที่ 4.32 ความสัมพันธ์ระหว่าง ซีโอดีในถังคัดพันธุ์กับ F/M ในถังคัดพันธุ์

- V_{30} และ SVI

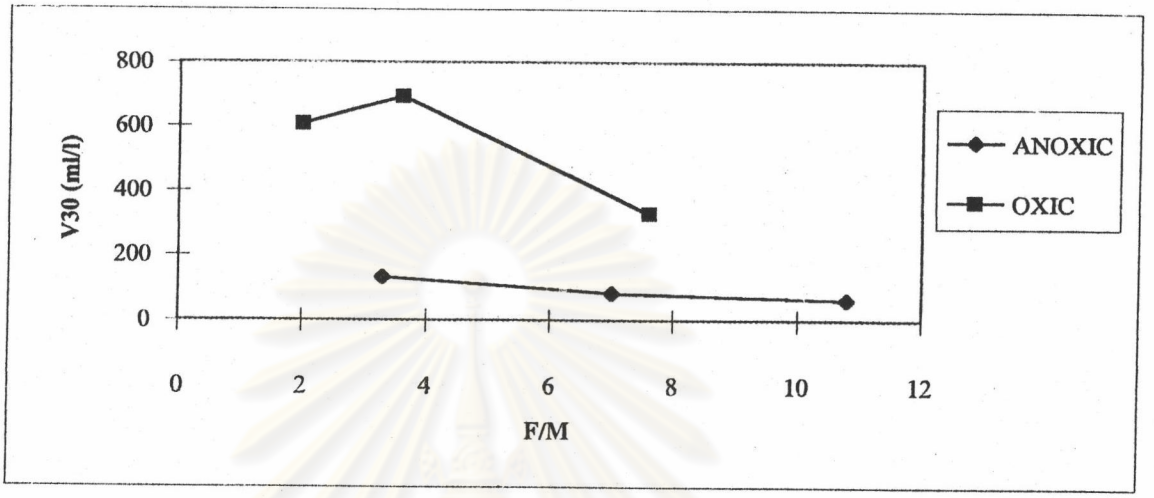
จากตารางที่ 4.27 ค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศของระบบถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกจะมีค่าต่ำกว่าแบบออกซิก จากเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้ว เมื่อสังเกตุค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศของระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิกและระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ไม่มีถังคัดพันธุ์ จะพบว่า ค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศมีค่าสูงมากทั้ง 2 ระบบ ซึ่งเป็นผลมาจากจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยมีปริมาณมาก แต่จุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยในระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิกจะสามารถจมตัวและอัดตัวได้ดีกว่าจุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใยในระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ไม่มีถังคัดพันธุ์ โดยสามารถสังเกตุจากค่า V_{30} ในถังเติมอากาศของระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิกที่มีค่าอยู่ในช่วง 327-692 มล./ล. จะต่ำกว่าค่า V_{30} ของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่มีค่าเท่ากับ 980 มล./ล. จึงทำให้ระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิกสามารถป้องกันการเกิดสลัดจ์ไม่จมตัวได้

ตารางที่ 4.27 ค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศ

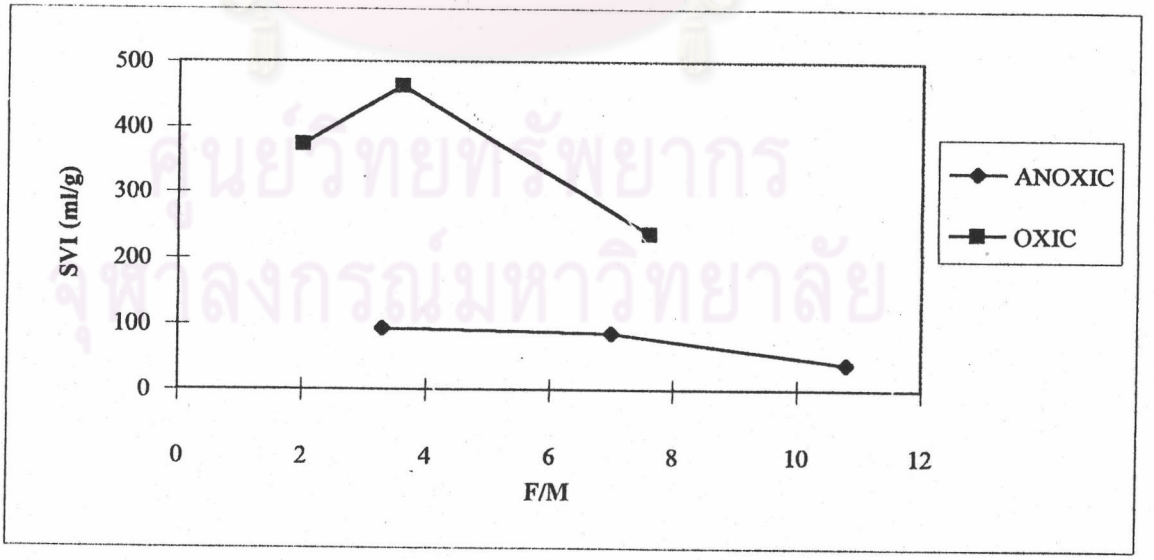
F/M ในคัดพันธุ์ ($วัน^{-1}$)	V_{30} (มล./ล.)		SVI (มล./ก.)	
	ออกซิก	แอนนอกซิก	ออกซิก	แอนนอกซิก
10.8	-	62	-	40
7.6	327	-	236	-
7.0	-	82	-	86
3.6	692	-	462	-
3.3	-	131	-	93
2.0	606	-	374	-

- ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์มีค่า V_{30} เท่ากับ 980 มล./ล. และ SVI เท่ากับ 580 มล./ก.

เมื่อนำค่าในตารางที่ 4.27 มาหาความสัมพันธ์ระหว่าง F/M ในถังคัดพันธุ์และค่า V_{30} ในถังเติมอากาศในรูปที่ 4.33 และความสัมพันธ์ระหว่าง F/M ในถังคัดพันธุ์และค่า SVI ในถังเติมอากาศในรูปที่ 4.34



รูปที่ 4.33 ความสัมพันธ์ระหว่าง F/M ในถังคัดพันธุ์และค่า V_{30} ในถังเติมอากาศ



รูปที่ 4.34 หาความสัมพันธ์ระหว่าง F/M ในถังคัดพันธุ์และค่า SVI ในถังเติมอากาศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 4.33 และ 4.34 สามารถสรุปได้ว่าค่า F/M ในถังคัดพันธุ์มีความสัมพันธ์อย่างผกผันกับ ค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศคือที่ F/M ในถังคัดพันธุ์สูงจะมีค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศต่ำ แต่ถ้าที่ F/M ในถังคัดพันธุ์ต่ำจะมีค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศสูง

จากความสัมพันธ์ของ F/M ในถังคัดพันธุ์กับ V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศของแต่ละระบบแล้ว เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน จะเห็นว่า กราฟของถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกจะอยู่ต่ำกว่ากราฟของถังคัดพันธุ์แบบออกซิก อาจสรุปได้ว่าการใช้ถังคัดพันธุ์แบบแอนนอกซิกสามารถควบคุมสลัดจ์ไม่จมตัวได้ดีกว่าถังคัดพันธุ์แบบออกซิก แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ค่า V_{30} และ SVI ในถังเติมอากาศของระบบถังคัดพันธุ์แบบออกซิกจะสูง แต่ก็สามารถควบคุมสลัดจ์ไม่จมตัวได้เช่นกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย