

บทที่ 5

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ได้เริ่มต้นทำการทดลองตามแผนการทดลองที่วางไว้ประมาณต้นเดือนกุมภาพันธ์ 2539 โดยการขอสลัดจ์ในถังเติมอากาศจากโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยามาเป็นหัวเชื้อ ทำการเลี้ยงแบบเท โดยน้ำเสียที่ป้อนเป็นน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง เป็นเวลาประมาณ 7 วัน เพื่อให้จุลชีพปรับตัวให้เคยชินกับน้ำเสีย จึงเริ่มทำการทดลองชุดที่ 1

5.1 การทดลองชุดที่ 1 (หาค่าสัมประสิทธิ์ทางจลนศาสตร์ของน้ำเสีย)

ได้ใช้อุปกรณ์การทดลองดังที่แสดงในภาพที่ 5.1 จำนวน 2 ชุด ทำการทดลองขนานกันไป โดยเริ่มเลี้ยงจุลชีพที่ค่าอายุสลัดจ์ 3 และ 5 วันก่อน จนได้ข้อมูลผลการทดลองที่เพียงพอแล้ว จึงเปลี่ยนมาเลี้ยงจุลชีพที่ค่าอายุสลัดจ์ 9 และ 15 วัน ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 94 วัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ก. ทำการทดลองเลี้ยงจุลชีพโดยควบคุมค่าอายุสลัดจ์ 3 วัน ตามการทดลองย่อยที่ 1.1 ใช้เวลาทั้งสิ้น 37 วัน (11 กุมภาพันธ์ 2539 ถึง 18 มีนาคม 2539)

ข. ทำการทดลองเลี้ยงจุลชีพโดยควบคุมค่าอายุสลัดจ์ 5 วัน ตามการทดลองย่อยที่ 1.2 ใช้เวลาทั้งสิ้น 37 วัน (11 กุมภาพันธ์ 2539 ถึง 18 มีนาคม 2539)

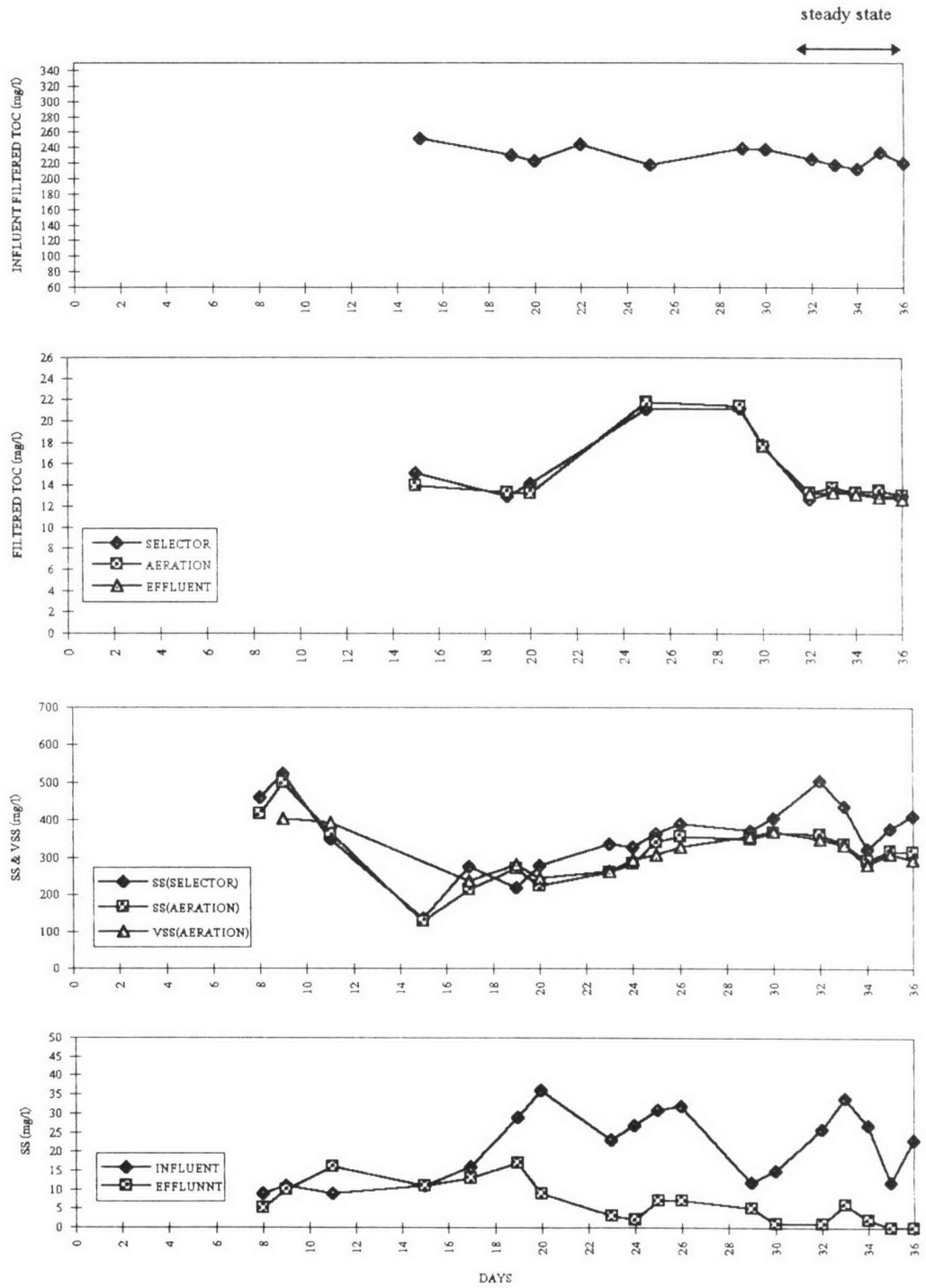
ค. ทำการทดลองเลี้ยงจุลชีพโดยควบคุมค่าอายุสลัดจ์ 9 วัน ตามการทดลองย่อยที่ 1.3 ใช้เวลาทั้งสิ้น 57 วัน (24 เมษายน 2539 ถึง 19 มิถุนายน 2539)

ง. ทำการทดลองเลี้ยงจุลชีพโดยควบคุมค่าอายุสลัดจ์ 15 วัน ตามการทดลองย่อยที่ 1.4 ใช้เวลาทั้งสิ้น 57 วัน (24 เมษายน 2539 ถึง 19 มิถุนายน 2539)

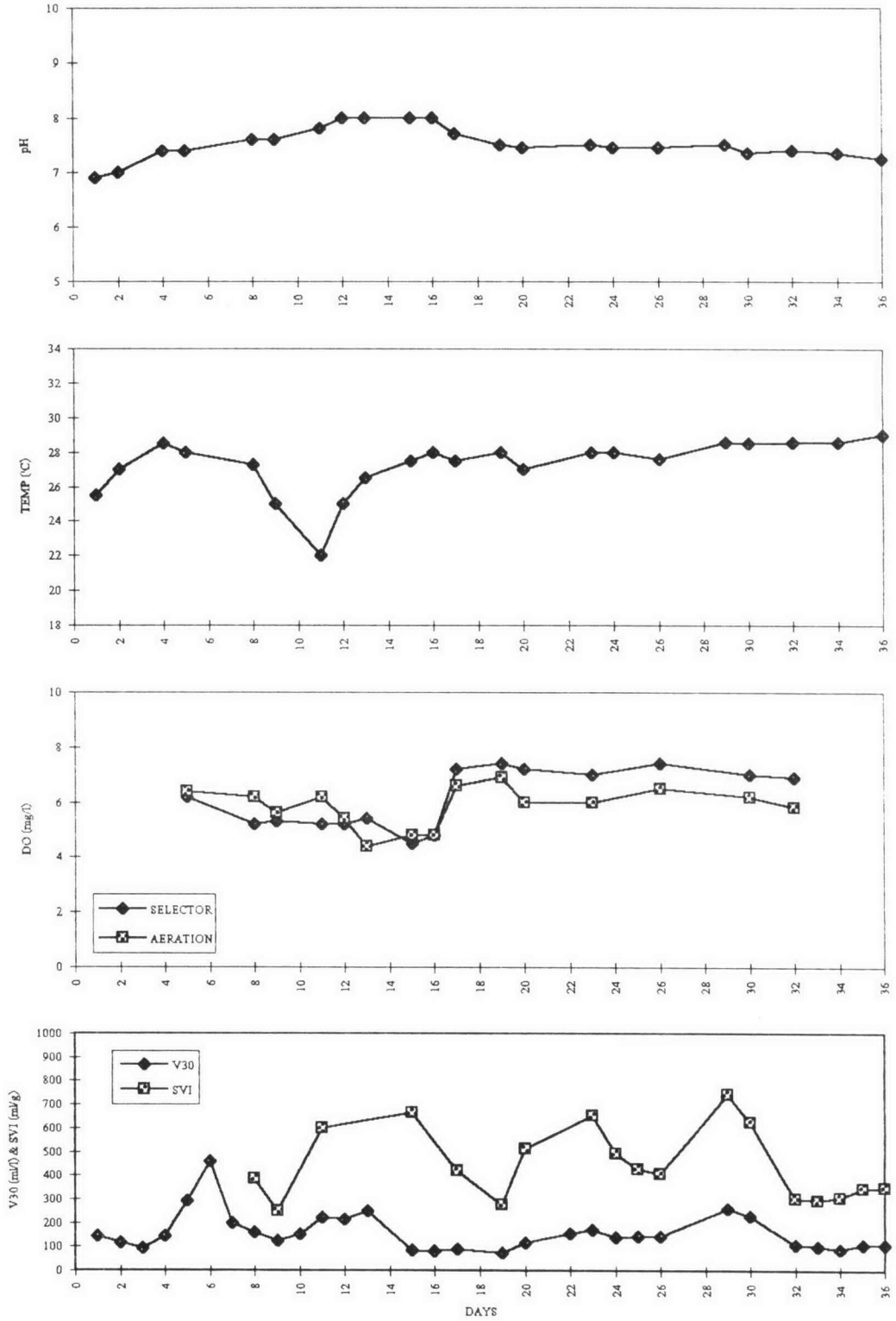
การทดลองทั้ง 4 ชุดข้างต้น ทำการวิเคราะห์ค่าตัวแปรตามต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4.3 ได้ผลการวิเคราะห์เป็นข้อมูลดิบ ดังที่ได้แสดงในรูปของตารางในภาคผนวก ก. และนำข้อมูลมาพล็อตในรูปกราฟเพื่อที่จะได้เห็นแนวโน้มของข้อมูลในแต่ละการทดลอง

5.1.1 ผลการทดลองย่อยที่ 1.1 (อายุสลัดจ์ 3 วัน)

ผลการวิเคราะห์หัวแปรตามต่าง ๆ ของการทดลองย่อยที่ 1.1 ได้แสดงข้อมูลดิบไว้ในตารางที่ ค1-1 ของภาคผนวก ค. และนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟดังในภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 กราฟแสดงผลการทดลองย่อยที่ 1.1 (อายุสลัดจ์ 3 วัน)

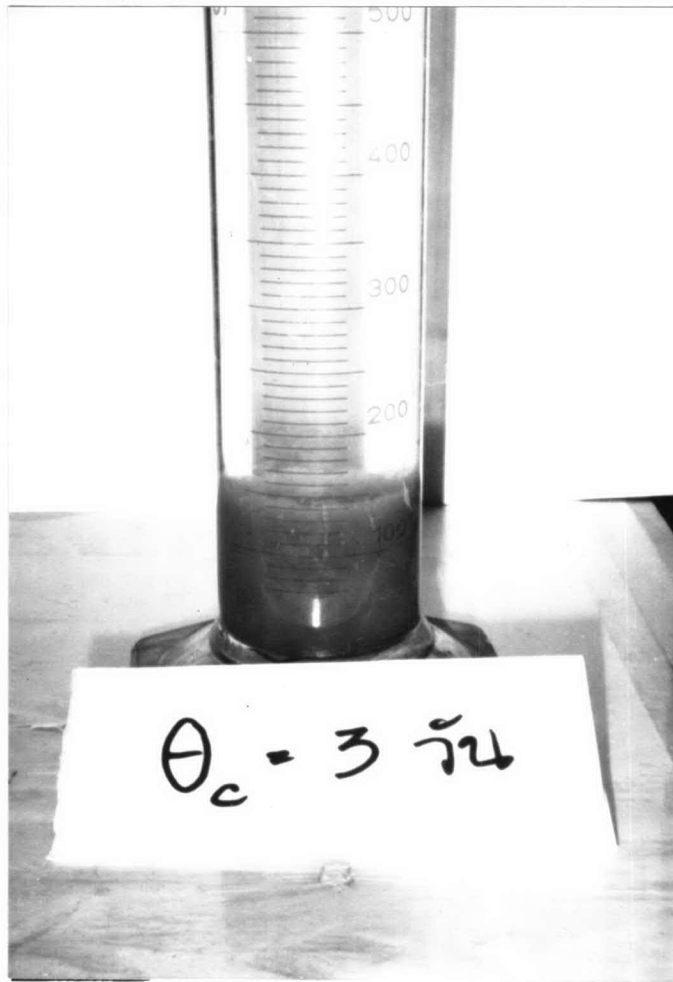


ภาพที่ 5.1 (ต่อ) กราฟแสดงผลการทดลองย่อยที่ 1.1 (อายุสัปดาห์ 3 วัน)

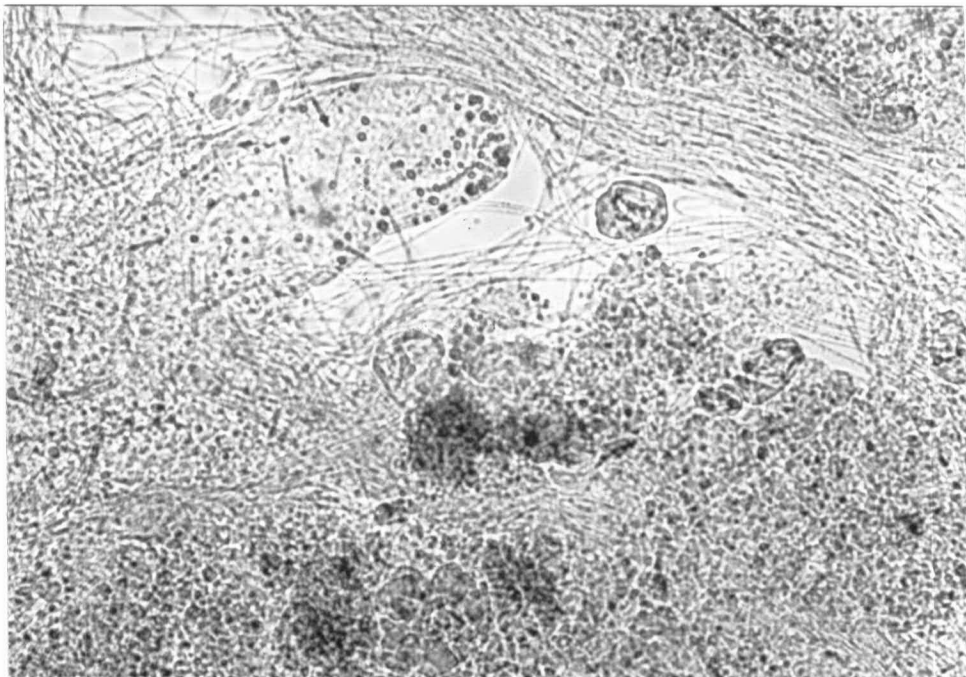
ดังในภาพที่ 5.1 เริ่มต้นเดินระบบที่ลำดับวันที่ 0 จนกระทั่งระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวที่ลำดับวันที่ 32 และปิดการทดลองชุดนี้ที่ลำดับวันที่ 36 มีแนวโน้มของตัวแปรตามต่าง ๆ ดังนี้

- ค่า pH อยู่ในช่วง 6.9-8.0 ตลอดการทดลอง
- อุณหภูมิ อยู่ในช่วง 25-29 °C ตลอดการทดลอง ยกเว้นในลำดับวันที่ 11 ซึ่งอากาศเย็นกว่าปรกติ ทำให้อุณหภูมิของระบบอยู่ที่ 22 °C
- ออกซิเจนละลายน้ำ ได้ทำการเติมอากาศให้มากพอ ทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังคักพันซ์และในถังเติมอากาศมีค่ามากกว่า 4 มก./ล. ตลอดทั้งการทดลอง
- ค่า V30, SVI และ SS ในน้ำทิ้ง สลัดจ์ที่ได้จากการทดลองมีความสามารถในการตกตะกอนค่อนข้างดี มีค่า V30 ส่วนใหญ่ประมาณ 90-250 มล./ล. ดังแสดงในภาพที่ 5.2 เป็นภาพถ่ายการวัดค่า V30 ในช่วงท้าย ๆ ของการทดลอง จะเห็นว่าน้ำใสส่วนบนในการหาค่า V30 นั้นค่อนข้างใส ซึ่งสอดคล้องกับค่า SS ในน้ำทิ้ง ที่มีค่าค่อนข้างต่ำ (ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกิน 10 มก./ล.) ส่วน SVI มีค่าส่วนใหญ่อยู่ในช่วงประมาณ 250-700 มล./ก.
- การส่องกล้องจุลทรรศน์ ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำสลัดจ์ไปส่องดูลักษณะของจุลชีพด้วยกล้องจุลทรรศน์ในช่วงท้ายของการทดลอง ดังที่แสดงในภาพที่ 5.3 เป็นภาพถ่ายบริเวณขอบ ๆ ของกลุ่มฟลอค ลักษณะของสลัดจ์เป็นกลุ่มฟลอคขนาดใหญ่ พบว่ามีจุลชีพเส้นใยอยู่ค่อนข้างมาก แต่ก็ยังพบจุลชีพชนิดสร้างฟลอคอยู่มากเช่นกัน
- ในช่วงต้นของการทดลอง ไม่สามารถวิเคราะห์ค่า Filtered TOC ได้ เนื่องจากเครื่องวิเคราะห์เสียและต้องทำกราฟมาตรฐานใหม่ ทำให้ไม่มีข้อมูลของ Filtered TOC
- ในช่วงที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว (ลำดับวันที่ 32 ถึง 36) ได้ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ค่า Filtered TOC ของน้ำเสียเข้าระบบ และวิเคราะห์ค่า Filtered TOC , SS, VSS ในถังเติมอากาศ ดังแสดงในตารางที่ 5.1 ซึ่งสามารถสรุปเป็นค่าเฉลี่ยดังนี้

Filtered TOC ของน้ำเสีย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	221.7 มก./ล.
Filtered TOC ในถังเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	13.4 มก./ล.
ค่า SS ในถังเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	324.4 มก./ล.
ค่า VSS ในถังเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	313.6 มก./ล.



ภาพที่ 5.2 ภาพถ่ายการหาค่า V_{30} ในช่วงท้ายของการทดลองย่อยที่ 1.1 (อายุสลัดจ์ 3 วัน)



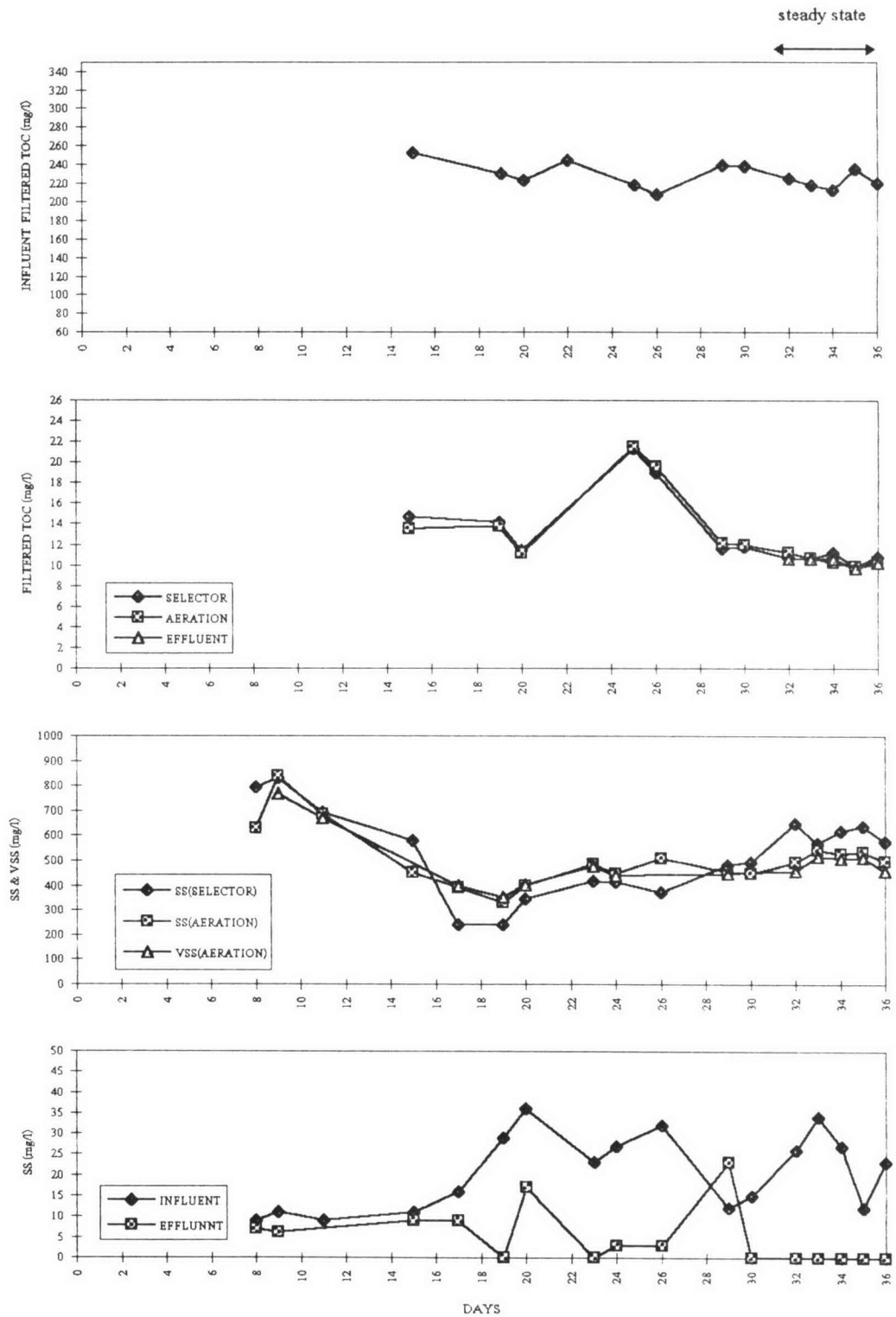
ภาพที่ 5.3 ภาพถ่ายจุลชีพ (บริเวณขอบ ๆ ของกลุ่มฟล็อก) ในช่วงท้ายของการทดลองย่อยที่ 1.1 (อายุสลัดจ์ 3 วัน) ซึ่งถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์ ใช้กำลังขยาย 100 เท่า

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าเฉลี่ยที่สภาวะคงตัวของตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลองย่อยที่ 1.1 (อายุสัปดาห์ 3 วัน)

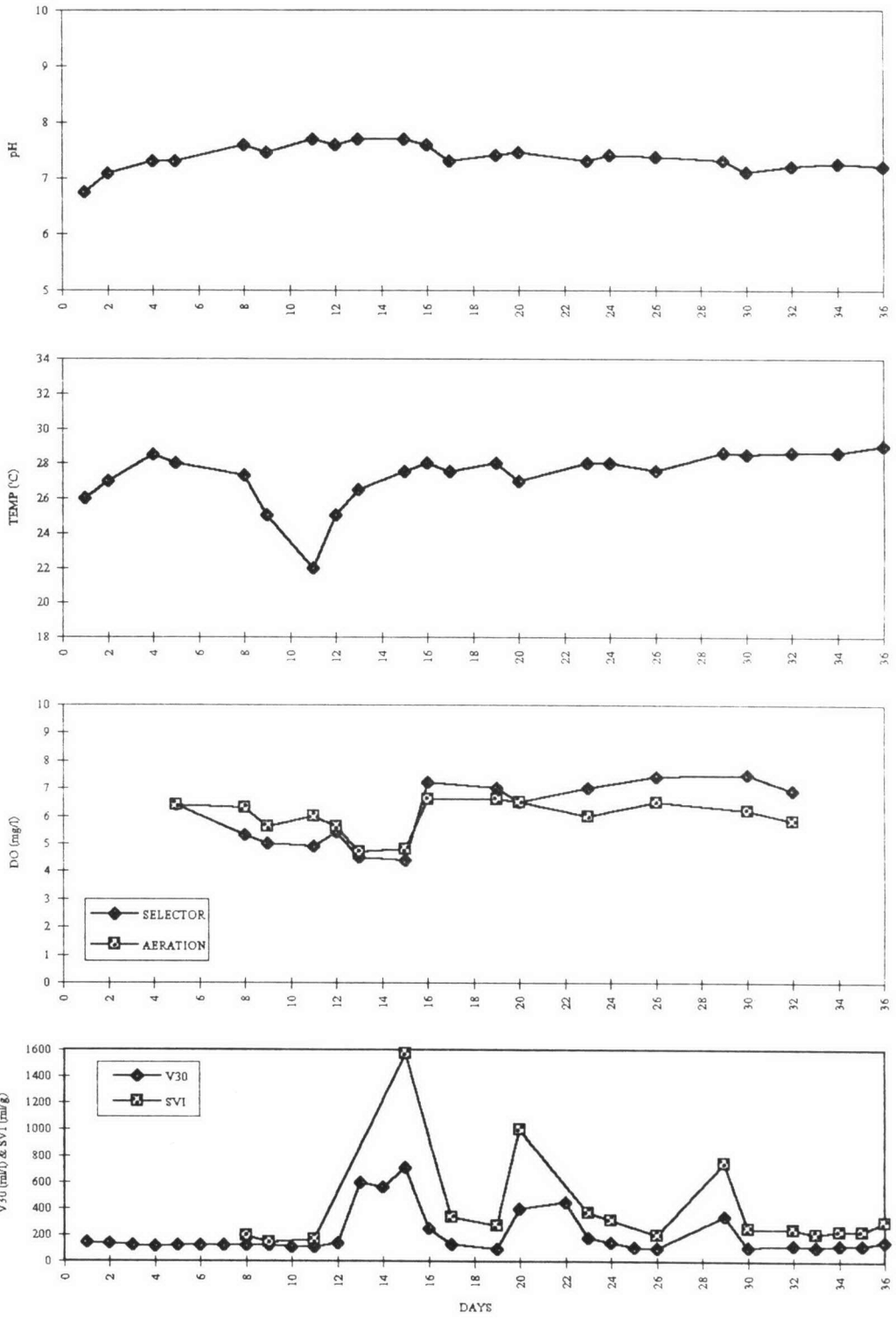
ลำดับวัน	FILTERED TOC (มก./ล.) ของน้ำเสีย	FILTERED TOC (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ	SS (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ	VSS (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ
32	224.8	13.29	362	348
33	217.3	13.76	336	334
34	212.1	13.28	292	282
35	234.6	13.47	318	310
36	219.8	12.97	314	294
จำนวนตัวอย่าง	5	5	5	5
เฉลี่ย	221.7	13.4	324.4	313.6
S.D.	8.5	0.3	26.2	27.4

5.1.2 ผลการทดลองย่อยที่ 1.2 (อายุสลัดจ์ 5 วัน)

ผลการวิเคราะห์ตัวแปรตามต่าง ๆ ของการทดลองย่อยที่ 1.2 ได้แสดงข้อมูลดิบไว้ในตารางที่ ค1-2 ของภาคผนวก ค. และนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟดังในภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.4 กราฟแสดงผลการทดลองย่อยที่ 1.2 (อายุสลัดจ์ 5 วัน)

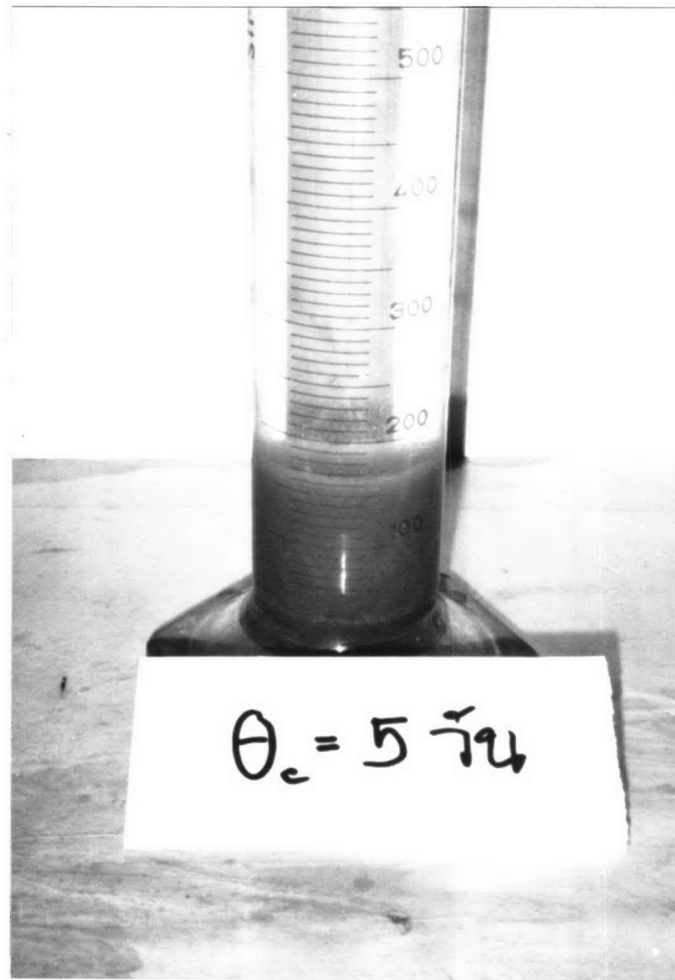


ภาพที่ 5.4 (ต่อ) กราฟแสดงผลการทดลองย่อยที่ 1.2 (อายุสัปดาห์ 5 วัน)

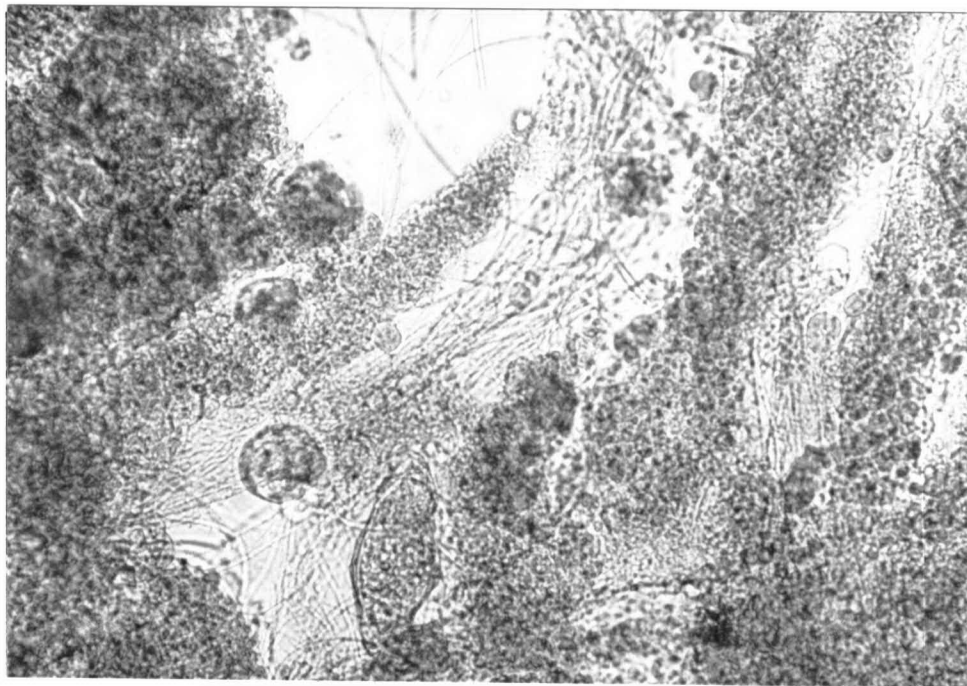
ตั้งในภาพที่ 5.4 เริ่มต้นเดินระบบที่ลำดับวันที่ 0 จนกระทั่งระบบเข้าสู่ภาวะคงตัวที่ลำดับวันที่ 32 และปิดการทดลองชุดนี้ที่ลำดับวันที่ 36 มีแนวโน้มของตัวแปรตามต่าง ๆ ดังนี้

- ค่า pH อยู่ในช่วง 6.7-7.7 ตลอดการทดลอง
- อุณหภูมิ อยู่ในช่วง 25-29 °C ตลอดการทดลอง ยกเว้นในลำดับวันที่ 11 ซึ่งอากาศเย็นกว่าปรกติ ทำให้อุณหภูมิของระบบอยู่ที่ 22 °C
- ออกซิเจนละลายน้ำ ได้ทำการเติมอากาศให้มากพอ ทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังคักพันธุ์และในถังเติมอากาศมีค่ามากกว่า 4 มก./ล. ตลอดทั้งการทดลอง
- ค่า V30, SVI และ SS ในน้ำทิ้ง สลัดจ์ที่ได้จากการทดลองมีความสามารถในการตกตะกอนค่อนข้างดี มีค่า V30 ส่วนใหญ่ประมาณ 90-250 มล./ล. จะมีค่าสูงกว่านี้บ้างเป็นบางช่วง แต่สูงสุดไม่เกิน 710 มล./ล. ดังแสดงในภาพที่ 5.5 เป็นภาพถ่ายการวัดค่า V30 ในช่วงท้าย ๆ ของการทดลอง จะเห็นว่าน้ำใสส่วนบนในการหาค่า V30 นั้นค่อนข้างใส ซึ่งสอดคล้องกับค่า SS ในน้ำทิ้ง ที่มีค่าค่อนข้างต่ำ (ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกิน 10 มก./ล.) ส่วน SVI มีค่าส่วนใหญ่ประมาณ 150-400 มล./ก. จะมีอยู่บ้างเป็นบางวันที่มีค่าสูงกว่านี้
- การส่องกล้องจุลทรรศน์ ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำสลัดจ์ไปส่องดูลักษณะของจุลชีพด้วยกล้องจุลทรรศน์ในช่วงท้ายของการทดลอง ดังที่แสดงในภาพที่ 5.6 เป็นภาพถ่ายบริเวณขอบ ๆ ของกลุ่มฟล็อก ลักษณะของสลัดจ์เป็นกลุ่มฟล็อกขนาดใหญ่ พบว่ามีจุลชีพเส้นใยอยู่ค่อนข้างมากแต่ก็ยังพบจุลชีพชนิดสร้างฟล็อกอยู่มากเช่นกัน (มากกว่าในการทดลองย่อยที่ 1.1)
- ในช่วงต้นของการทดลอง ไม่สามารถวิเคราะห์ค่า Filtered TOC ได้ เนื่องจากเครื่องวิเคราะห์เสียและต้องทำกราฟมาตรฐานใหม่ ทำให้ไม่มีข้อมูลของ Filtered TOC
- ในช่วงที่ระบบเข้าสู่ภาวะคงตัว (ลำดับวันที่ 32 ถึง 36) ได้ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ค่า Filtered TOC ของน้ำเสียเข้าระบบ และวิเคราะห์ค่า Filtered TOC , SS, VSS ในถังเติมอากาศ ดังแสดงในตารางที่ 5.2 ซึ่งสามารถสรุปเป็นค่าเฉลี่ยดังนี้

Filtered TOC ของน้ำเสีย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	221.7 มก./ล.
Filtered TOC ในถังเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	10.5 มก./ล.
ค่า SS ในถังเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	518.8 มก./ล.
ค่า VSS ในถังเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	490.8 มก./ล.



ภาพที่ 5.5 ภาพถ่ายการหาค่า V30 ในช่วงท้ายของการทดลองย่อยที่ 1.2 (อายุสัปดาห์ 5 วัน)



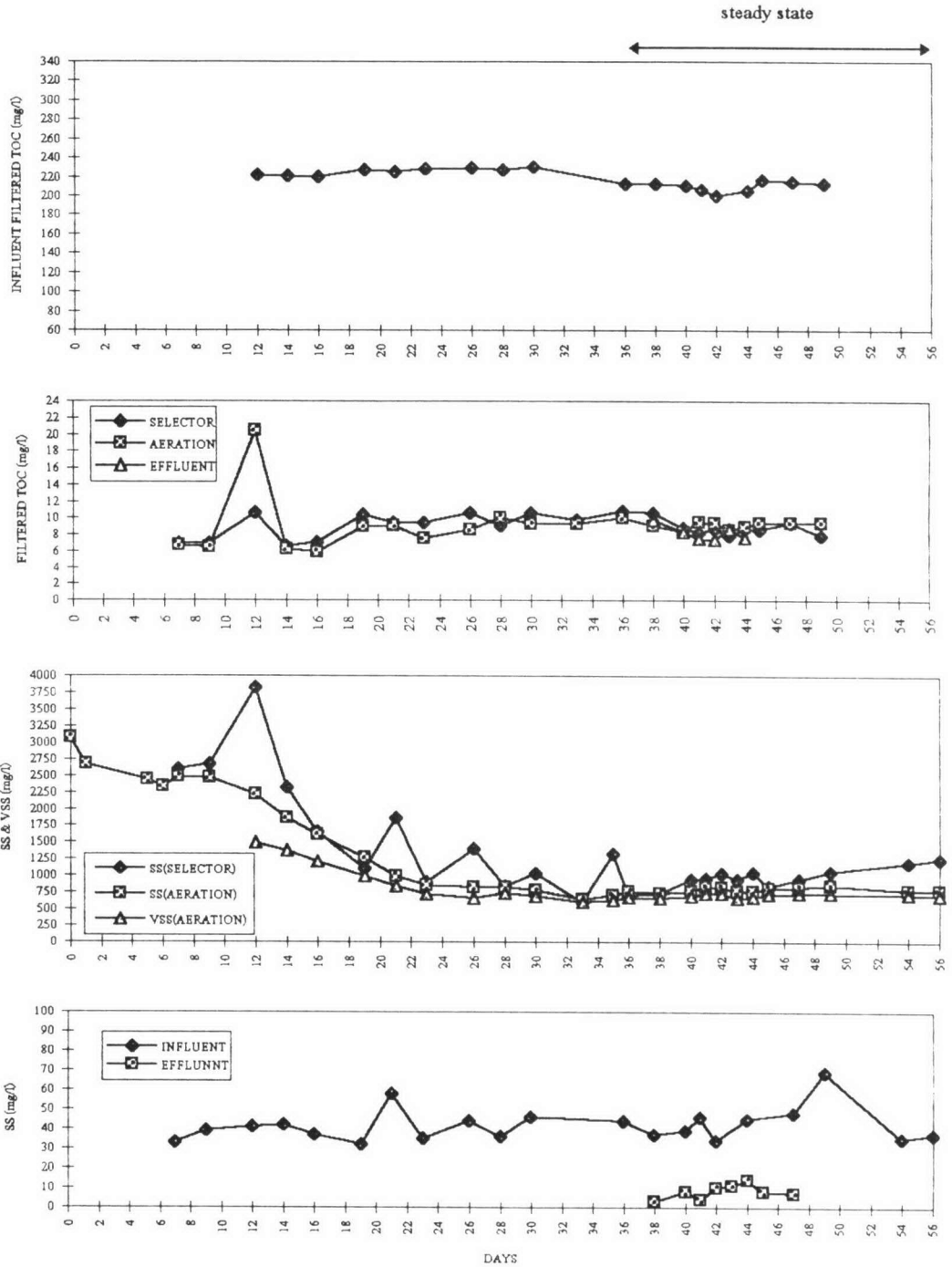
ภาพที่ 5.6 ภาพถ่ายจุลชีพ (บริเวณขอบ ๆ ของกลุ่มฟลอค) ในช่วงท้ายของการทดลองย่อยที่ 1.2 (อายุสัปดาห์ 5 วัน) ซึ่งถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์ ใช้กำลังขยาย 100 เท่า

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าเฉลี่ยที่สภาวะคงตัวของตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลองย่อยที่ 1.2 (อายุสัปดาห์ 5 วัน)

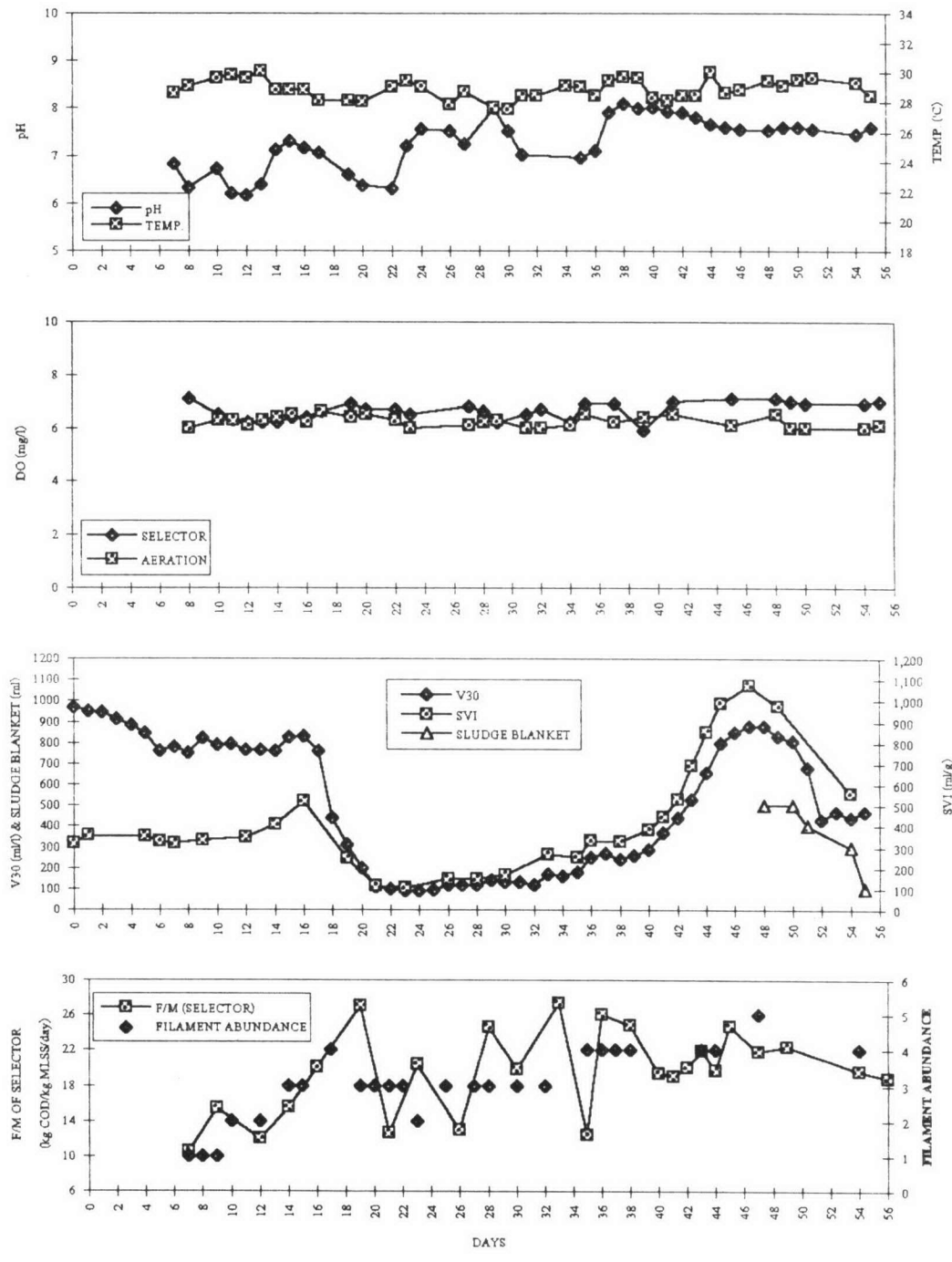
ลำดับวัน	FILTERED TOC (มก./ล.) ของน้ำเสีย	FILTERED TOC (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ	SS (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ	VSS (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ
32	224.8	11.21	494	458
33	217.3	10.65	542	516
34	212.1	10.27	526	508
35	234.6	9.89	534	512
36	219.8	10.34	498	460
จำนวนตัวอย่าง	5	5	5	5
เฉลี่ย	221.7	10.5	518.8	490.8
S.D.	8.5	0.5	21.6	29.2

5.1.3 ผลการทดลองย่อยที่ 1.3 (อายุสลักซ์ 9 วัน)

ผลการวิเคราะห์หัวแปรตามต่าง ๆ ของการทดลองย่อยที่ 1.3 ได้แสดงข้อมูลดิบไว้ในตารางที่ ก1-3 ของภาคผนวก ก. และนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟดังในภาพที่ 5.7



ภาพที่ 5.7 กราฟแสดงผลการทดลองย่อยที่ 1.3 (อายุสลักซ์ 9 วัน)



ภาพที่ 5.7 (ต่อ) กราฟแสดงผลการทดลองย่อยที่ 1.3 (อายุสัปดาห์ 9 วัน)

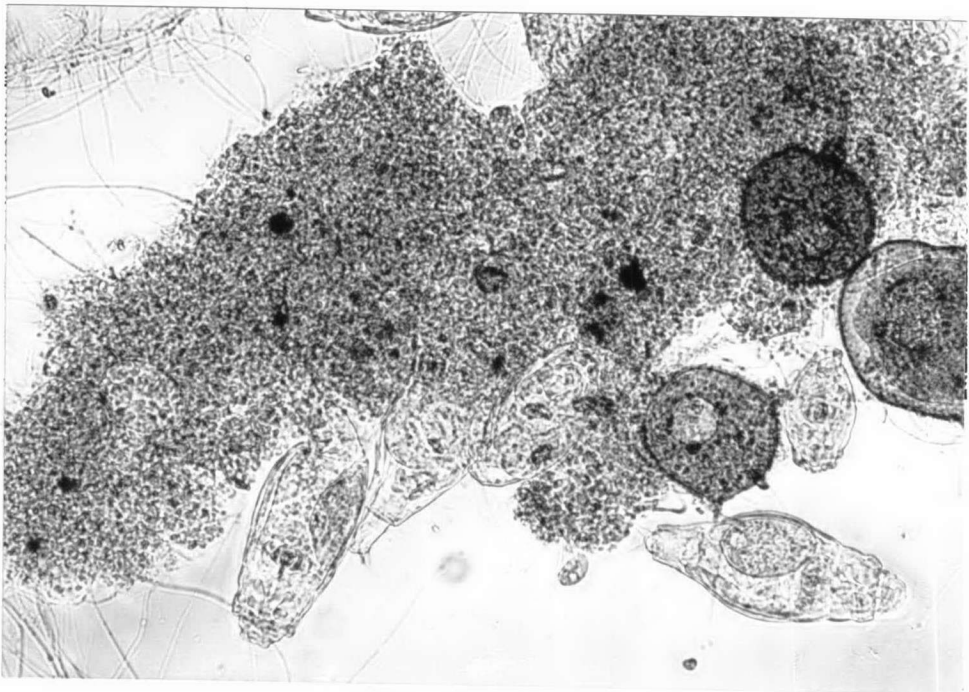
ดังในภาพที่ 5.7 เริ่มต้นเดินระบบที่ลำดับวันที่ 0 จนกระทั่งระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวที่ลำดับวันที่ 36 และปิดการทดลองชุดนี้ที่ลำดับวันที่ 56 มีแนวโน้มของตัวแปรตามต่าง ๆ ดังนี้

- ค่า pH อยู่ในช่วง 6.1-8.1 ตลอดการทดลอง
- อุณหภูมิ อยู่ในช่วง 27.5-30 °C ตลอดการทดลอง
- ออกซิเจนละลายน้ำ ได้ทำการเติมอากาศให้มากพอ ทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังคั้ดพันธุ้และในถังเติมอากาศมีค่ามากกว่า 5.5 มก./ล. ตลอดทั้งการทดลอง
- F/M ของถังคั้ดพันธุ้ ในการทดลองชุดนี้ได้มีการเก็บข้อมูลค่า F/M ของถังคั้ดพันธุ้ โดยพยายามควบคุมให้มีค่าประมาณ 20-25 กก.ซีโอดี/กก.เอ็มแอลเอสเอส-วัน ด้วยการปรับปริมาตรของถังคั้ดพันธุ้ ดังในกราฟของภาพที่ 5.7 จะเห็นว่าค่า F/M ของถังคั้ดพันธุ้นั้นมีค่าไม่คงที่ เนื่องจากว่าค่า MLSS ในถังคั้ดพันธุ้มีค่าขึ้น ๆ ลง ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดเมือกใส ๆ จับที่ผนังและหัวเติมอากาศของถังคั้ดพันธุ้ ทำให้มีสลัดจ์มาติดอยู่มาก และเกิดการกักของสลัดจ์ในถังคั้ดพันธุ้ ซึ่งผู้ทำวิจัยได้พยายามแก้ปัญหา นี้ให้ลดลงโดยการใช้แปรงขัดผนังภายในและหัวเติมอากาศของถังคั้ดพันธุ้ให้สะอาด โดยทำวันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น)
- การส่องกล้องจุลทรรศน์ ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำสลัดจ์ไปส่องดูลักษณะของจุลชีพด้วยกล้องจุลทรรศน์ตลอดช่วงการทดลอง ดังกราฟในภาพที่ 5.7 (กราฟ FILAMENT ABUNDANCE) เป็นการให้คะแนนตามระบบการนับแแต่้มในการวัดความอุดมสมบูรณ์ของเส้นใยจุลชีพ (ตามตารางที่ 2.3 ในหัวข้อ 2.5.3 การจำแนกความอุดมสมบูรณ์ของเส้นใยจุลชีพ) โดยส่วนใหญ่พบว่ามีจุลชีพชนิดเส้นใยอยู่มากพอสมควร คิดเป็นแแต่้มคะแนนอยู่ที่ 3-4 ดังในภาพที่ 5.8 เป็นภาพถ่ายของจุลชีพที่เก็บตัวอย่างในช่วงท้ายของการทดลองชุดนี้
- ค่า V30, SVI และปริมาตรของชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอน ในช่วงแรกของการทดลอง (ลำดับวันที่ 0-16) มีค่า V30 ค่อนข้างสูงประมาณ 750-970 มล./ล. และค่า SVI ประมาณ 300-400 มล./ก. จากนั้นทั้งสองค่านี้ก็มึค่าลดลง (ลำดับวันที่ 21-31) โดยมีค่า V30 ประมาณ 90-140 มล./ล. และ SVI ประมาณ 100-160 มล./ก. แต่ทั้งสองค่านี้ก็กลับมึค่าสูงขึ้นอีก โดยมีค่าสูงสุดในลำดับวันที่ 48 มีค่า V30 เท่ากับ 880 มล./ล. และ SVI มีค่ามากกว่า 1,000 มล./ก. แต่ระบบก็สามารถทำงานได้ตามปกติ ถึงตกตะกอนสามารถตกตะกอนสลัดจ์ได้โดยสลัดจ์ไม่ล้นออกไปกับน้ำทิ้ง (ในการทดลองได้ใช้กรวยอิมฮอฟที่ดัดแปลงเป็นถังตกตะกอน โดยกรวยมีปริมาตรเท่ากับ 1.68 ล.

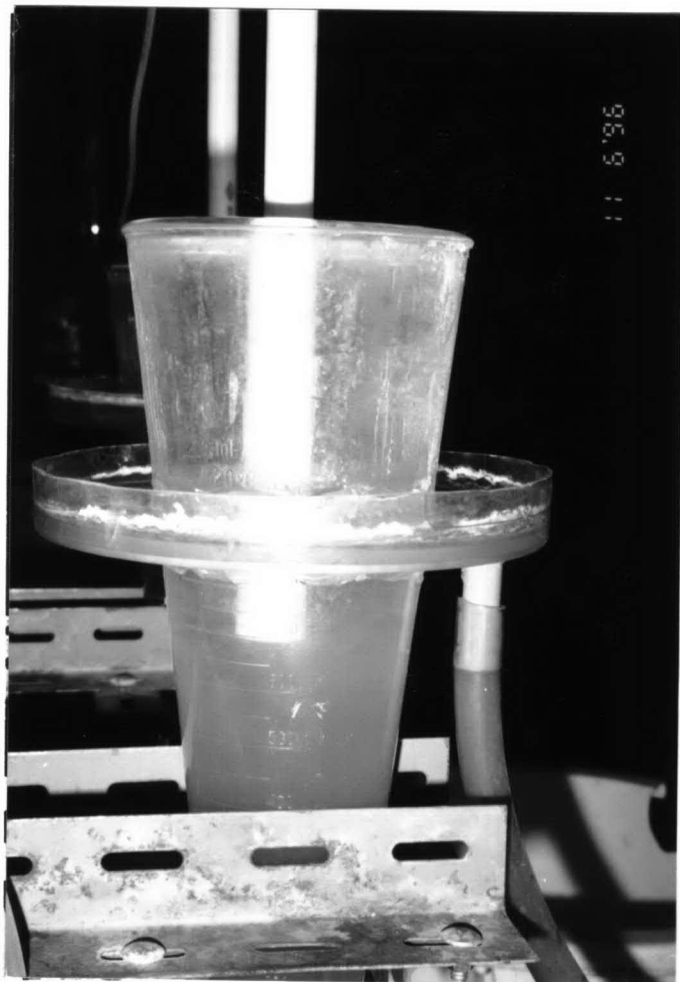
และมีพื้นที่ของปากกรวยซึ่งนำส้นออกเท่ากับ 109.3 ตร.ซม. คิดเป็นเวลาถักน้ำเท่ากับ 2.7 ชม. และอัตรานำส้นผิวเท่ากับ 1.37 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน) ดังในภาพที่ 5.9 เป็นภาพถ่ายชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอนที่ถ่ายไว้ในช่วงบ่าของลำดับวันที่ 48 โดยมีปริมาตรของชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอนประมาณ 500 มล. และในกราฟของภาพที่ 5.7 (กราฟ SLUDGE BLANKET) เป็นการวัดปริมาตรชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอนของช่วงบ่าลำดับวันที่ 48-55 มีปริมาตรของชั้นสลัดจ์อยู่ที่ 100-500 มล. ภาพที่ 5.10 เป็นภาพถ่ายการหาค่า V30 ที่วันสุดท้ายของการทดลอง มีค่า V30 ประมาณ 500 มล./ล.

- ในช่วงที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว (ลำดับวันที่ 36 ถึง 56) ได้ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ค่า Filtered TOC ของน้ำเสียเข้าระบบ และวิเคราะห์ค่า Filtered TOC , SS, VSS ในถังเติมอากาศ ดังแสดงในตารางที่ 5.3 ซึ่งสามารถสรุปเป็นค่าเฉลี่ยดังนี้

Filtered TOC ของน้ำเสีย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	209.8	มก./ล.
Filtered TOC ในถังเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	9.2	มก./ล.
ค่า SS ในถังเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	793	มก./ล.
ค่า VSS ในถังเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	709	มก./ล.



ภาพที่ 5.8 ภาพถ่ายจุลชีพในช่วงท้ายของการทดลองย่อยที่ 1.3 (อายุสลัดจ์ 9 วัน) ซึ่งถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์ ใช้กำลังขยาย 100 เท่า



ภาพที่ 5.9 ภาพถ่ายชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอน ที่ลำดับวันที่ 48 ของการทดลองย่อยที่ 1.3 (อายุสลัดจ์ 9 วัน)



ภาพที่ 5.10 ภาพถ่ายการหาค่า V30 ในวันสุดท้ายของการทดลองย่อยที่ 1.3 (อายุสลัดจ์ 9 วัน)

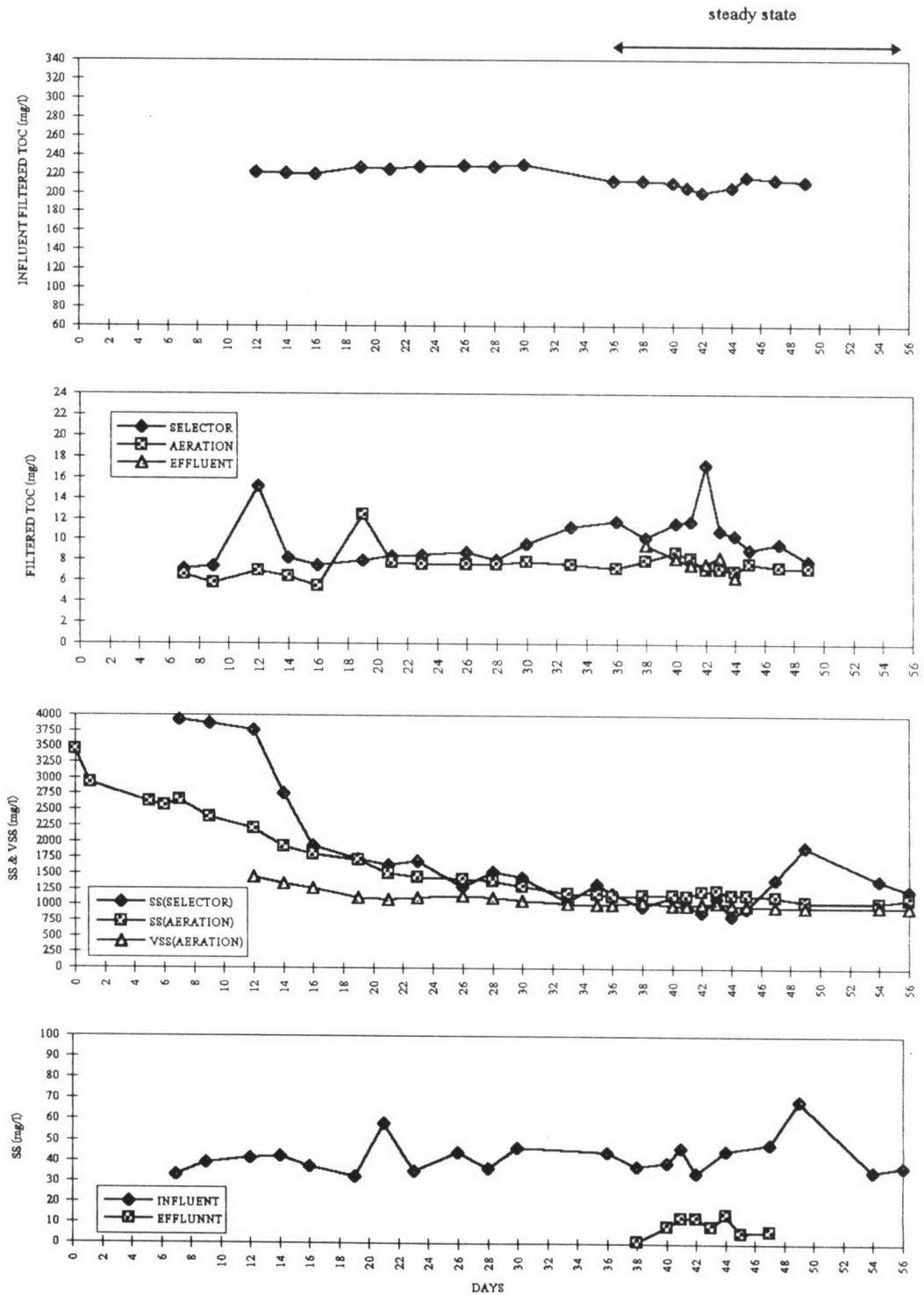
ตารางที่ 5.3 แสดงค่าเฉลี่ยที่สภาวะคงตัวของตัวแปรต่างๆ ในการทดลองย่อยที่ 1.3 (อายุสัปดาห์ 9 วัน)

ลำดับวัน	FILTERED TOC (มก./ล.) ของน้ำเสีย	FILTERED TOC (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ	SS (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ	VSS (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ
36	212.5	10.04	761	684
37	--	--	--	--
38	212.2	9.03	731	667
39	--	--	--	--
40	212.2	8.31	762	695
41	205.9	9.53	837	743
42	200.2	9.41	832	741
43	--	8.58	769	662
44	205.4	9.00	769	682
45	216.3	9.42	812	724
46	--	--	--	--
47	214.0	9.41	822	732
48	--	--	--	--
49	211.9	9.47	854	742
50	--	--	--	--
51	--	--	--	--
52	--	--	--	--
53	--	--	--	--
54	--	--	786	730
55	--	--	--	--
56	--	--	780	706
จำนวนตัวอย่าง	9	10	12	12
เฉลี่ย	209.8	9.2	793	709
S.D.	5.1	0.5	37.6	30.1

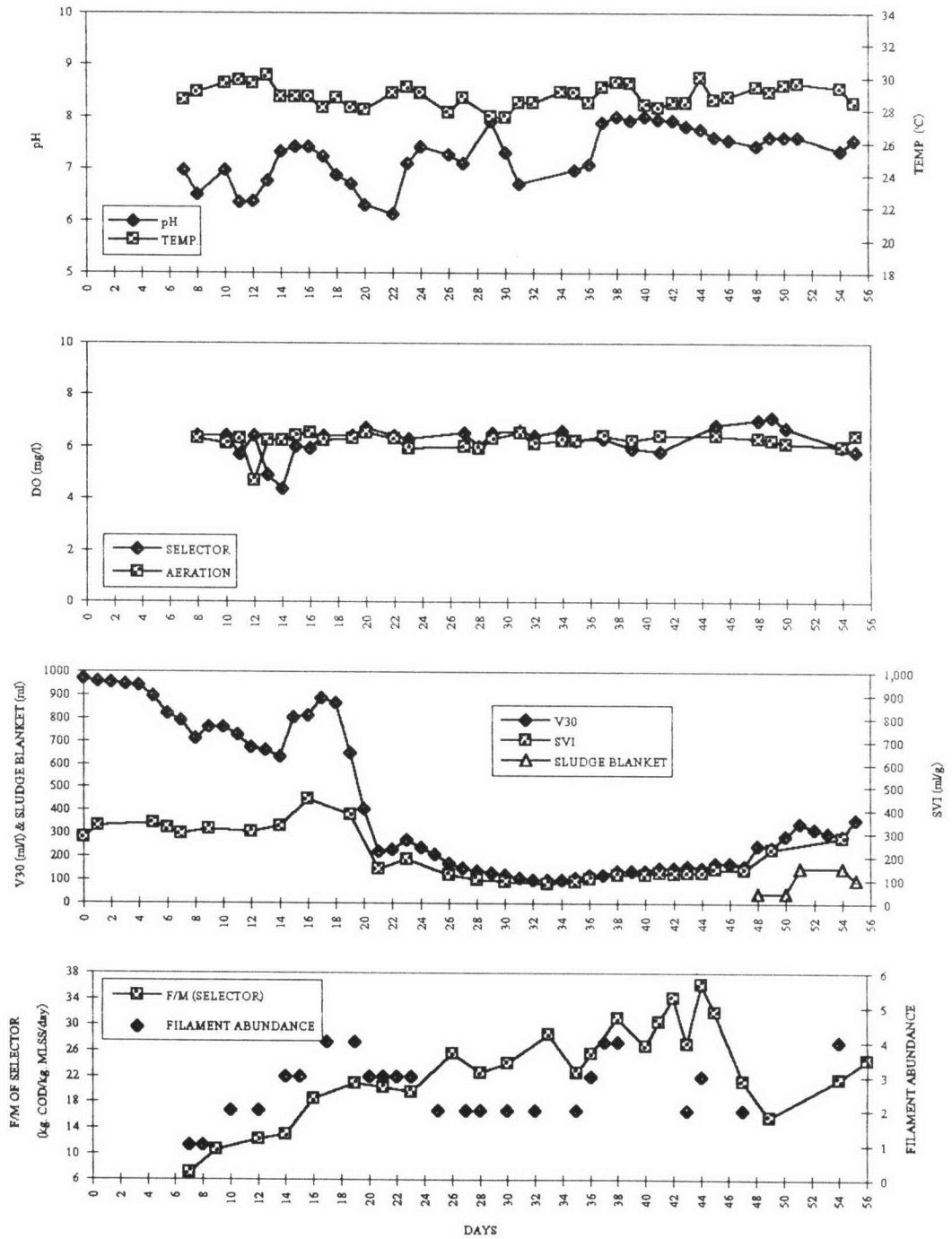
หมายเหตุ : -- หมายถึงไม่ได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง

5.1.4 ผลการทดลองย่อยที่ 1.4 (อายุสลัดจ์ 15 วัน)

ผลการวิเคราะห์หัวแปรตามต่าง ๆ ของการทดลองย่อยที่ 1.4 ได้แสดงข้อมูลดิบไว้ในตารางที่ ค1-4 ของภาคผนวก ค. และนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟดังในภาพที่ 5.11



ภาพที่ 5.11 กราฟแสดงผลการทดลองย่อยที่ 1.4 (อายุสลัดจ์ 15 วัน)



ภาพที่ 5.11 (ต่อ) กราฟแสดงผลการทดลองย่อยที่ 1.4 (อายุสัปดาห์ 15 วัน)

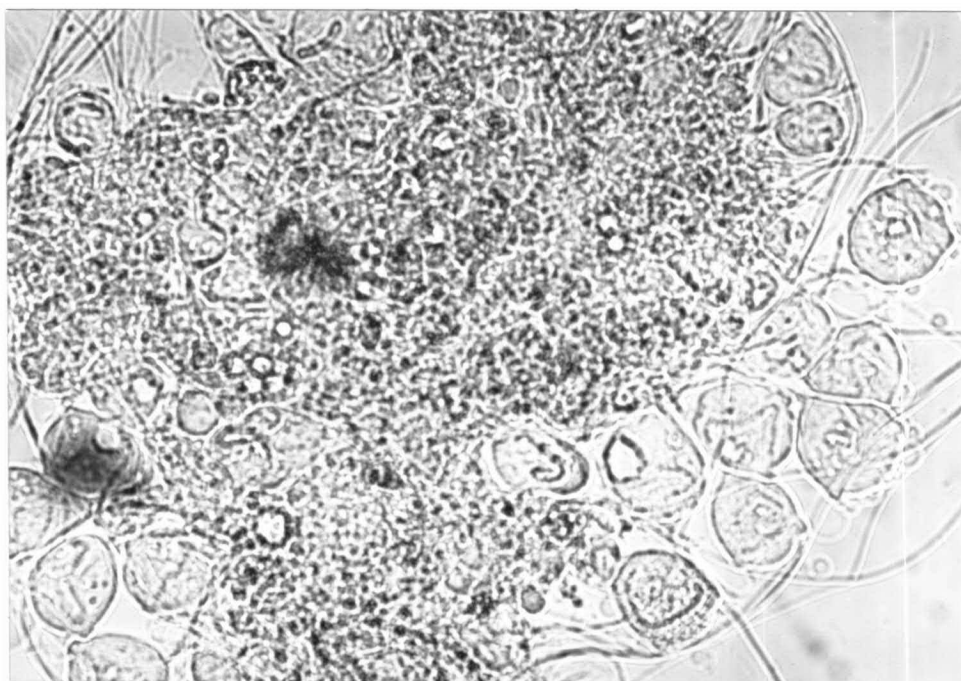
ดังในภาพที่ 5.11 เริ่มต้นเดินระบบที่ลำดับวันที่ 0 จนกระทั่งระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวที่ลำดับวันที่ 36 และปิดการทดลองชุดนี้ที่ลำดับวันที่ 56 มีแนวโน้มของตัวแปรตามต่าง ๆ ดังนี้

- ค่า pH อยู่ในช่วง 6.1-8.0 ตลอดการทดลอง
- อุณหภูมิ อยู่ในช่วง 27.5-30 °C ตลอดการทดลอง
- ออกซิเจนละลายน้ำ ได้ทำการเติมอากาศให้มากพอ ทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังกักพันธุ์และในถังเติมอากาศมีค่ามากกว่า 4.5 มก./ล. ตลอดทั้งการทดลอง
- F/M ของถังกักพันธุ์ ในการทดลองชุดนี้ได้มีการเก็บข้อมูลค่า F/M ของถังกักพันธุ์ โดยพยายามควบคุมให้มีค่าประมาณ 20-25 กก.ซีโอดี/กก.เอ็มแอลเอสเอส-วัน ด้วยการปรับปริมาตรของถังกักพันธุ์ ดังในกราฟของภาพที่ 5.11 จะเห็นว่าค่า F/M ของถังกักพันธุ์นั้นมีค่าไม่คงที่ เนื่องจากว่าค่า MLSS ในถังกักพันธุ์มีค่าขึ้น ๆ ลง ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดเมือกใส ๆ จับที่ผนังและหัวเติมอากาศของถังกักพันธุ์ ทำให้มีสลัดจ์มาติดอยู่มาก และเกิดการกักของสลัดจ์ในถังกักพันธุ์ ซึ่งผู้ทำวิจัยได้พยายามแก้ปัญหานี้ให้ลดลงโดยการใช้แปรงขัดผนังภายในและหัวเติมอากาศของถังกักพันธุ์ให้สะอาด โดยทำวันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น)
- การส่องกล้องจุลทรรศน์ ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำสลัดจ์ไปส่องดูลักษณะของจุลชีพด้วยกล้องจุลทรรศน์ตลอดช่วงการทดลอง ดังกราฟในภาพที่ 5.11 (กราฟ FILAMENT ABUNDANCE) เป็นการให้คะแนนตามระบบการนับแต้มในการวัดความอุดมสมบูรณ์ของเส้นใยจุลชีพ (ตามตารางที่ 2.3 ในหัวข้อ 2.5.3 การจำแนกความอุดมสมบูรณ์ของเส้นใยจุลชีพ) โดยส่วนใหญ่พบว่าจุลชีพชนิดเส้นใยอยู่น้อยคิดเป็นแต้มคะแนนอยู่ที่ 2-3 ดังในภาพที่ 5.12 เป็นภาพถ่ายของจุลชีพที่เก็บตัวอย่างในช่วงท้ายของการทดลองชุดนี้
- ค่า V30, SVI และปริมาตรของชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอน ในช่วงแรกของการทดลอง (ลำดับวันที่ 0-18) มีค่า V30 ค่อนข้างสูงประมาณ 630-970 มล./ล. และค่า SVI ประมาณ 280-450 มล./ก. จากนั้นทั้งสองค่านี้ก็มีการลดลง (ลำดับวันที่ 26-47) โดยมีค่า V30 ประมาณ 100-170 มล./ล. และ SVI ประมาณ 85-150 มล./ก. จากนั้นค่า V30 และ SVI ก็เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงท้ายการทดลอง ที่เวลาบ่ายของลำดับวันที่ 48-55 ได้ทำการวัดปริมาตรของชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอน (กราฟ SLUDGE BLANKET ของภาพที่ 5.11) พบว่ามีการสะสมของชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอนน้อย มีปริมาตรของชั้นสลัดจ์อยู่ในช่วง 40-150 มล./ล. ดังในภาพที่ 5.13 เป็นภาพถ่ายชั้นสลัดจ์ในถังตก

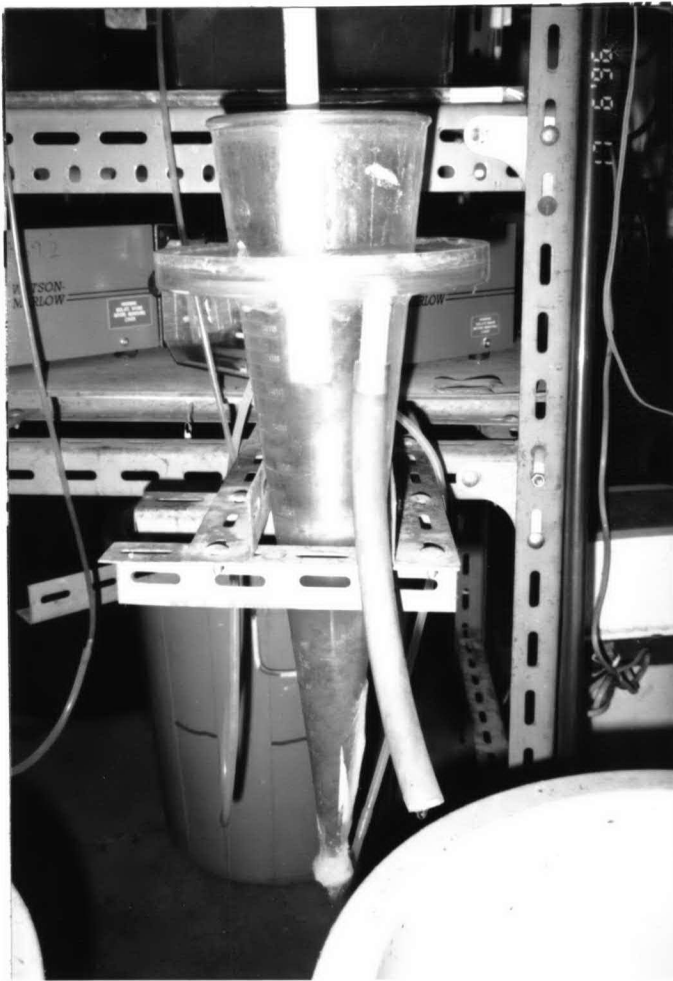
ตะกอนที่ถ่ายไว้ในช่วงบ่ายของลำดับวันที่ 54 โดยมีปริมาตรของชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอนประมาณ 150 มล. ภาพที่ 5.14 เป็นภาพถ่ายการหาค่า V30 ที่วันสุดท้ายของการทดลอง มีค่า V30 ประมาณ 370 มล./ล.

- ในช่วงที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว (ลำดับวันที่ 36 ถึง 56) ได้ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ค่า Filtered TOC ของน้ำเสี้ยวในระบบ และวิเคราะห์ค่า Filtered TOC , SS, VSS ในถังเติมอากาศ ดังแสดงในตารางที่ 5.4 ซึ่งสามารถสรุปเป็นค่าเฉลี่ยดังนี้

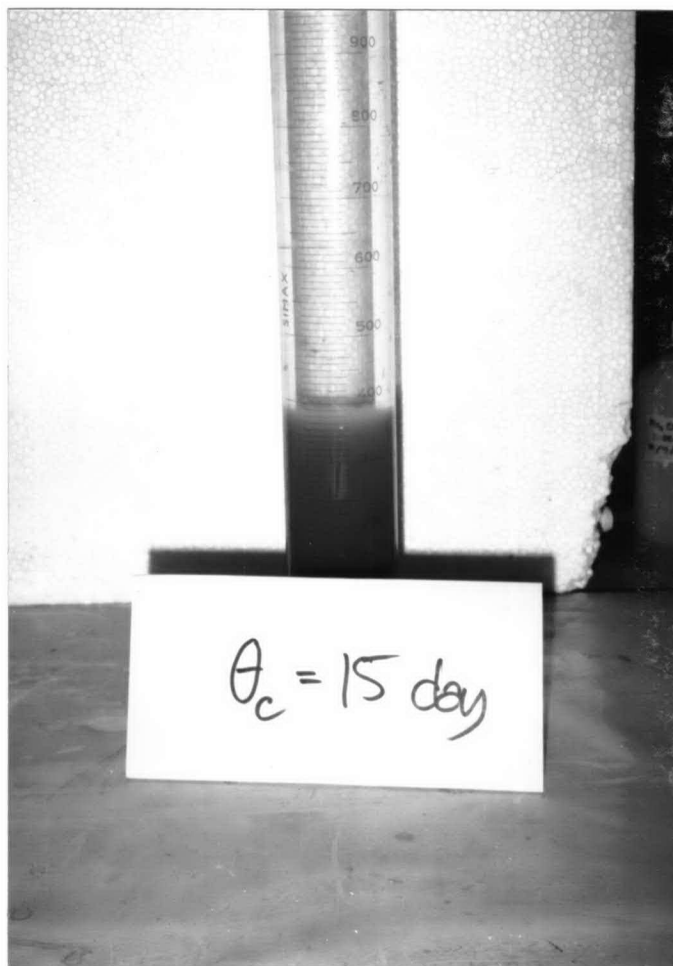
Filtered TOC ของน้ำเสี้ยว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	209.8	มก./ล.
Filtered TOC ในถังเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	7.6	มก./ล.
ค่า SS ในถังเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1135	มก./ล.
ค่า VSS ในถังเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	994.8	มก./ล.



ภาพที่ 5.12 ภาพถ่ายจุลชีพในช่วงท้ายของการทดลองย่อยที่ 1.4 (อายุสลัดจ์ 15 วัน) ซึ่งถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้กำลังขยาย 100 เท่า



ภาพที่ 5.13 ภาพถ่ายชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอน ที่ลำดับวันที่ 54 ของการทดลองย่อยที่ 1.4 (อายุสลัดจ์ 15 วัน)



ภาพที่ 5.14 ภาพถ่ายการหาค่า V30 ในวันสุดท้ายของการทดลองย่อยที่ 1.4 (อายุสลัดจ์ 15 วัน)

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าเฉลี่ยที่สภาวะคงตัวของตัวแปรต่างๆ ในการทดลองย่อยที่ 1.4 (อายุสัปดาห์ 15 วัน)

ลำดับวัน	FILTERED TOC (มก./ล.) ของน้ำเสีย	FILTERED TOC (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ	SS (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ	VSS (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ
36	212.5	7.24	1142	998
37	--	--	--	--
38	212.2	7.98	1152	1046
39	--	--	--	--
40	212.2	8.78	1148	996
41	205.9	8.18	1140	986
42	200.2	7.14	1214	1024
43	--	7.12	1226	1032
44	205.4	6.97	1148	998
45	216.3	7.71	1156	982
46	--	--	--	--
47	214.0	7.30	1118	970
48	--	--	--	--
49	211.9	7.25	1048	960
50	--	--	--	--
51	--	--	--	--
52	--	--	--	--
53	--	--	--	--
54	--	--	1040	980
55	--	--	--	--
56	--	--	1090	966
จำนวนตัวอย่าง	9	10	12	12
เฉลี่ย	209.8	7.6	1135	994.8
S.D.	5.1	0.6	56.1	27.0

หมายเหตุ : -- หมายถึงไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์

5.1.5 ประเมินหาค่าสัมประสิทธิ์ทางจลนศาสตร์

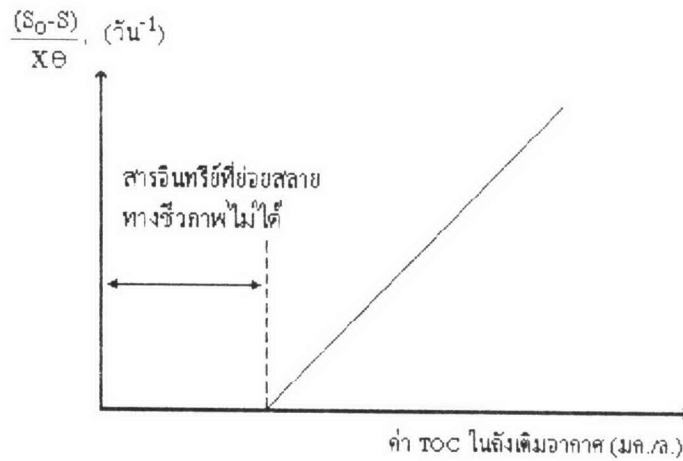
จากผลการทดลองย่อยที่ 1.1 ถึง 1.4 ในตารางที่ 5.1 ถึง 5.4 ข้างต้น สามารถสรุปรวมเป็นผลการทดลองที่อายุสลักซ์ต่าง ๆ เพื่อใช้หาค่าสัมประสิทธิ์ทางจลนศาสตร์ได้ดังแสดงในตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 สรุปผลการทดลองที่ค่าอายุสลักซ์ต่าง ๆ

อายุสลักซ์ θ_c (วัน)	FILTERED TOC (มก./ล.) ของน้ำเสีย	FILTERED TOC (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ	SS (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ	VSS (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ
3	221.7	13.4	324.4	313.6
5	221.7	10.5	518.8	490.8
9	209.8	9.2	792.9	709.0
15	209.8	7.6	1135.2	994.8

ในการประเมินหาค่าสัมประสิทธิ์ทางจลนศาสตร์ของน้ำเสียตามที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อ 2.4 นั้น สารอินทรีย์ในน้ำเสียที่มีผลต่อกระบวนการย่อยสลายของจุลชีพในระบบจะต้องเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ (biodegradable) เท่านั้น แต่เนื่องจากในการทดลองได้วัดความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียในรูปของค่า TOC ซึ่งเป็นการวัดค่าความเข้มข้นที่เป็นผลรวมของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ และสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพไม่ได้ (nonbiodegradable) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องหาค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพไม่ได้ เพื่อนำมาหักลบออกจากค่า TOC ที่ได้จากการทดลอง ซึ่งจะได้ค่าสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ มาใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์ทางจลนศาสตร์

จากความจริงที่ว่าอัตราการใช้สารอาหารของจุลชีพจะเป็นศูนย์เมื่อความเข้มข้นของสารอาหารที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้เป็นศูนย์ (Grady และ Henry, 1980) ดังนั้นหากพล็อตกราฟระหว่างค่าอัตราการใช้สารอาหารและค่า TOC ของน้ำเสียในถังเติมอากาศ โดยให้อัตราการใช้สารอาหารเป็นแกน Y และค่า TOC ของน้ำเสียในถังเติมอากาศเป็นแกน X ดังแสดงในภาพที่ 5.15 ก็จะได้จุดตัดที่แกน X เป็นค่าสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพไม่ได้



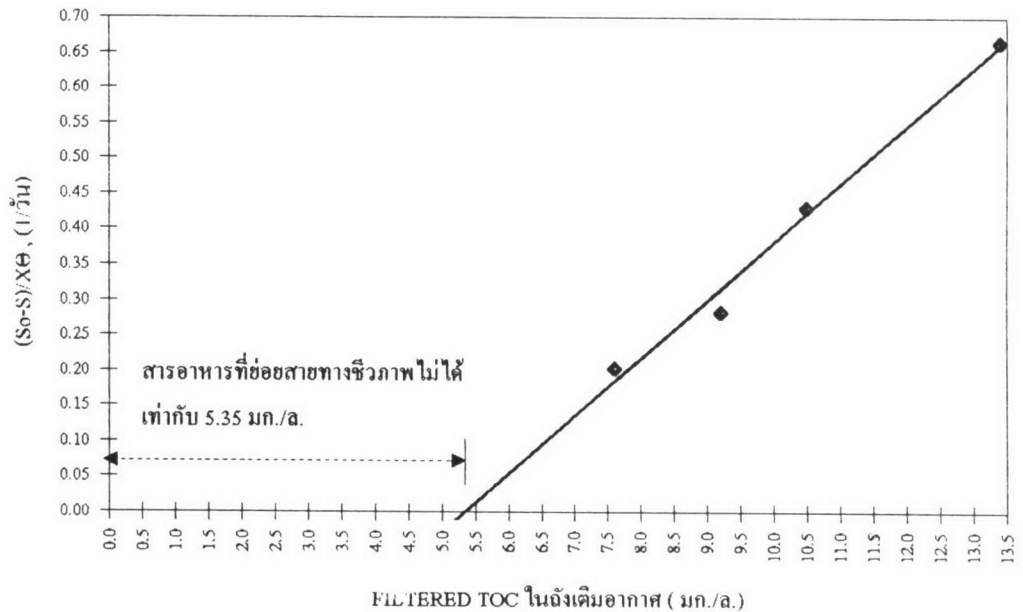
ภาพที่ 5.15 แสดงการหาค่าสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพไม่ได้ (อ้างจาก Grady และ Henry, 1980)

หาค่าสารอาหารที่ย่อยสลายทางชีวภาพไม่ได้

จากข้อมูลผลการทดลองในตารางที่ 5.5 ใช้คำนวณหาอัตราการใช้สารอาหารสำหรับแต่ละค่าอายุสลัดจ์ ดังในตารางที่ 5.6 แสดงข้อมูลอัตราการใช้สารอาหารและ Filtered TOC ในถังเติมอากาศ เพื่อใช้ในการหาค่าสารอาหารที่ย่อยสลายทางชีวภาพไม่ได้โดยการพล็อตกราฟ ให้ค่า Filtered TOC ในถังเติมอากาศเป็นแกน X และค่าอัตราการใช้สารอาหารเป็นแกน Y ดังแสดงในภาพที่ 5.16

ตารางที่ 5.6 แสดงข้อมูลอัตราการใช้สารอาหารและ Filtered TOC ในถังเติมอากาศเพื่อใช้ในการหาค่าสารอาหารที่ย่อยสลายทางชีวภาพไม่ได้

อายุสลัดจ์ θ_c (วัน)	อัตราการใช้สารอาหาร $(S_0 - S) / (X\theta)$ (วัน ⁻¹)	FILTERED TOC ในถังเติมอากาศ (มก./ล.)
3	0.664	13.4
5	0.430	10.5
9	0.283	9.2
15	0.203	7.6



ภาพที่ 5.16 แสดงกราฟระหว่างอัตราการใช้สารอาหารและค่า Filtered TOC ในถังเติมอากาศจากการทดลอง เพื่อหาค่าสารอาหารที่ย่อยสลายทางชีวภาพไม่ได้

จากกราฟในภาพที่ 5.16 ข้างต้น จะได้จุดตัดแกน X เป็นค่าสารอาหารที่ย่อยสลายทางชีวภาพไม่ได้ มีค่าเท่ากับ 5.35 มก./ล. นำค่านี้ไปหักลบออกจากค่า Filtered TOC ของน้ำเสียที่เข้าระบบ และค่า Filtered TOC ของน้ำเสียในถังเติมอากาศ ก็จะได้ค่า S_0 และ S ที่ใช้ในการประเมินหาค่าสัมประสิทธิ์ทางจลนศาสตร์ตามที่กล่าวถึงในหัวข้อ 2.4

หาค่าสัมประสิทธิ์ทางจลนศาสตร์ของน้ำเสีย

จากข้อมูลผลการทดลองในตารางที่ 5.5 และค่าสารอาหารที่ย่อยสลายทางชีวภาพไม่ได้ เราสามารถสรุปให้อยู่ในรูปของค่าส่วนกลับของอายุสลัดจ์, อัตราการใช้สารอาหาร, ส่วนกลับของอัตราการใช้สารอาหาร และส่วนกลับของความเข้มข้นของสารอาหารในถังเดิมอากาศ ดังแสดงในตารางที่ 5.7 เพื่อที่จะนำข้อมูลเหล่านี้ไปพล็อตกราฟหาค่าสัมประสิทธิ์ทางจลนศาสตร์ของน้ำเสีย ตามวิธีการที่กล่าวถึงในหัวข้อ 2.4 (วิธีประเมินหาค่าสัมประสิทธิ์ทางจลนศาสตร์ของน้ำเสีย) โดยพล็อตเป็นกราฟดังที่แสดงในภาพที่ 5.17 และ 5.18

ตารางที่ 5.7 แสดงค่าอายุสลัดจ์, ส่วนกลับของอายุสลัดจ์, อัตราการใช้สารอาหาร, ส่วนกลับของอัตราการใช้สารอาหาร และส่วนกลับของความเข้มข้นของสารอาหารในถังเดิมอากาศของการทดลองชุดที่ 1

อายุสลัดจ์	ส่วนกลับของอายุสลัดจ์	อัตราการใช้สารอาหาร	ส่วนกลับของอัตราการใช้สารอาหาร	ส่วนกลับของความเข้มข้นของสารอาหารในถังเดิมอากาศ
θ_c (วัน)	$1/\theta_c$ (วัน ⁻¹)	$(S_0 - S)/(x\theta)$ (วัน ⁻¹)	$(x\theta)/(S_0 - S)$ (วัน)	$1/S$ (มก./ล. ⁻¹)
3	0.333	0.664	1.506	0.124
5	0.200	0.430	2.324	0.194
9	0.111	0.283	3.534	0.260
15	0.067	0.203	4.920	0.445

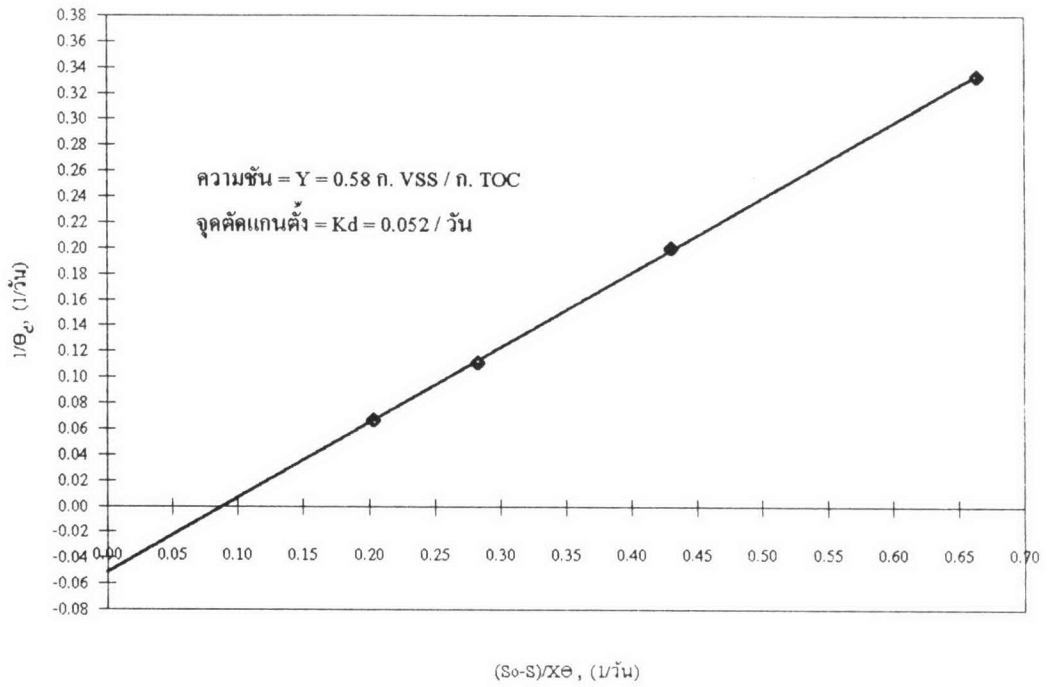
ดังกราฟในภาพที่ 5.17 และ 5.18 สามารถสรุปค่าสัมประสิทธิ์ทางจลนศาสตร์ของน้ำเสียได้ดังนี้

$$Y = 0.58 \text{ ก. VSS / ก. TOC}$$

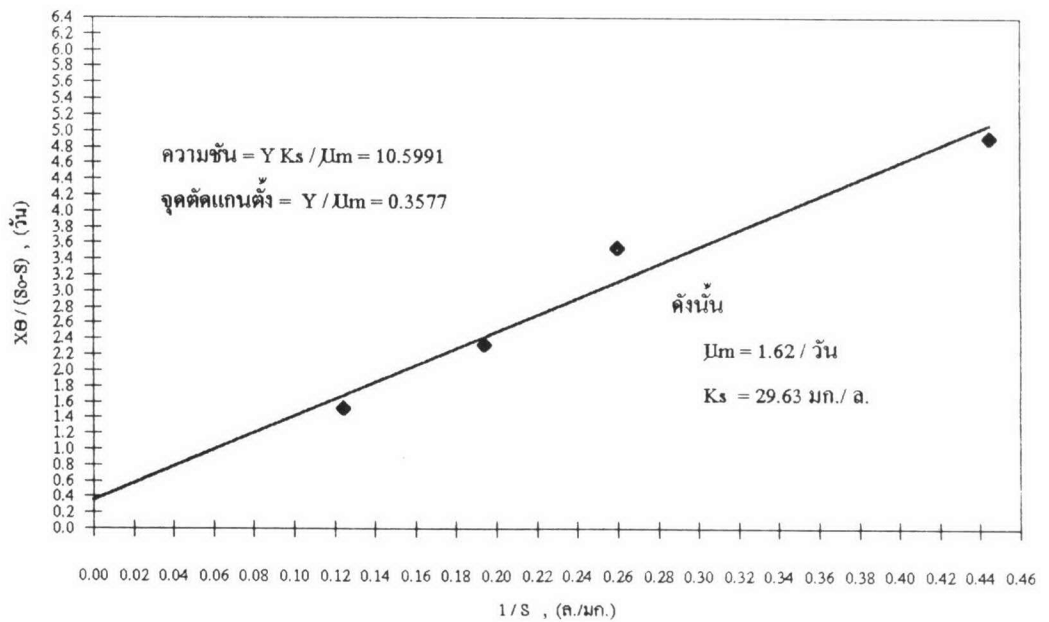
$$K_d = 0.052 \text{ วัน}^{-1}$$

$$\mu_m = 1.62 \text{ วัน}^{-1}$$

$$K_s = 29.63 \text{ มก. TOC / ล.}$$



ภาพที่ 5.17 กราฟแสดงค่า Y และ K_d ที่ได้จากการทดลองที่ 1



ภาพที่ 5.18 กราฟแสดงค่า μ_m และ K_s ที่ได้จากการทดลองที่ 1

5.2 การทดลองชุดที่ 2 (ทาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอาหารและมวลจุลชีพในถึงปฏิกิริยาของระบบเอสปีอาร์)

ได้ใช้อุปกรณ์การทดลองดังที่แสดงในภาพที่ 4.2 จำนวน 1 ชุด ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 55 วัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ก. ทำการทดลองเลี้ยงจุลชีพโดยควบคุมค่าอายุสลัดจ์ 10 วัน ป้อนน้ำเสียที่ TOC ประมาณ 210 มก./ล. ตามการทดลองย่อยที่ 2.1 ใช้เวลาทั้งสิ้น 26 วัน (12 กรกฎาคม 2539 ถึง 7 สิงหาคม 2539)

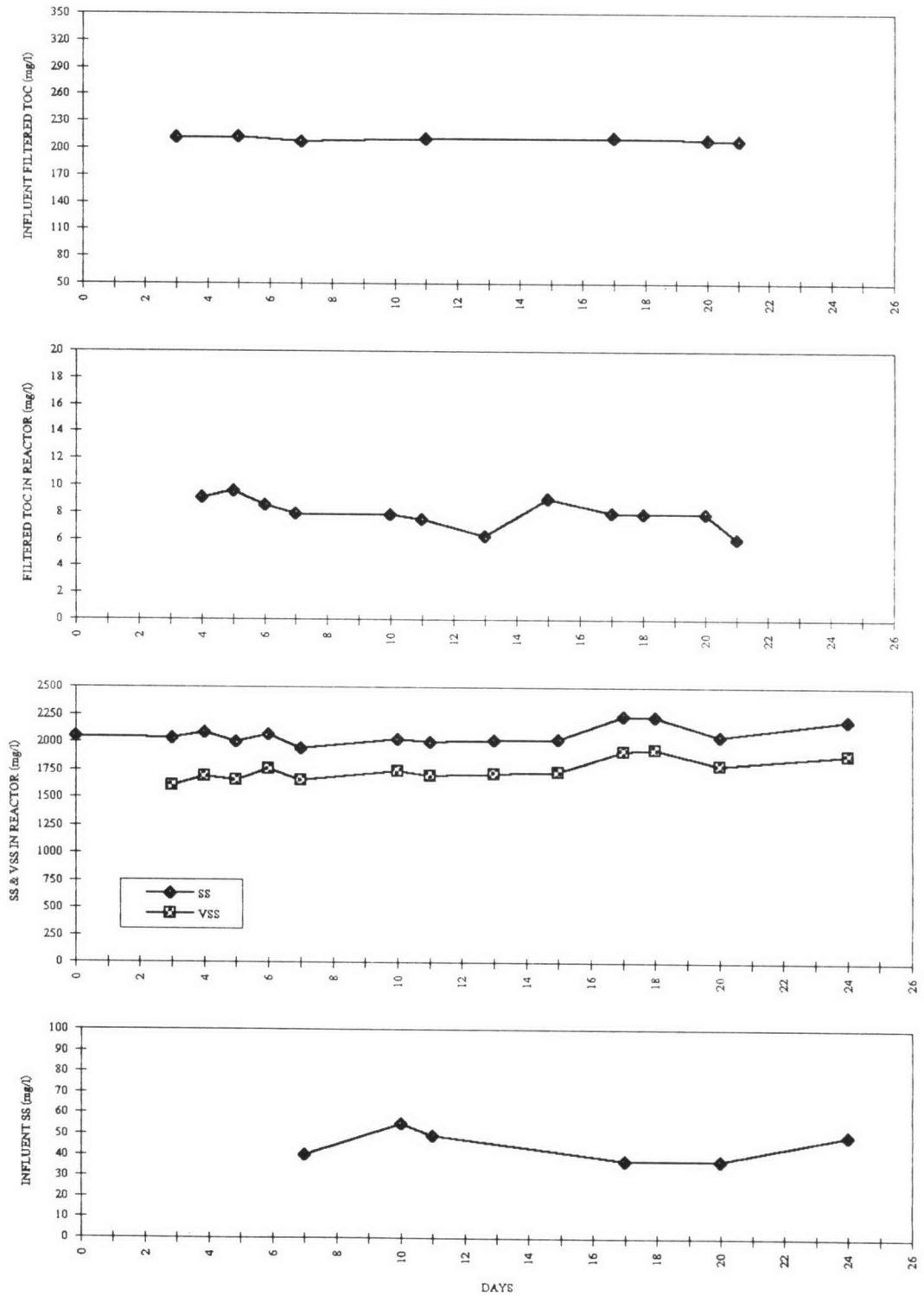
ข. ทำการทดลองเลี้ยงจุลชีพโดยควบคุมค่าอายุสลัดจ์ 4 วัน ป้อนน้ำเสียที่ TOC ประมาณ 610 มก./ล.ตามการทดลองย่อยที่ 2.2 ใช้เวลาทั้งสิ้น 18 วัน (14 สิงหาคม 2539 ถึง 31 สิงหาคม 2539)

ค. ทำการทดลองเลี้ยงจุลชีพโดยควบคุมค่าอายุสลัดจ์ 1.25 วัน ป้อนน้ำเสียที่ TOC ประมาณ 610 มก./ล.ตามการทดลองย่อยที่ 2.3 ใช้เวลาทั้งสิ้น 11 วัน (1 กันยายน 2539 ถึง 11 กันยายน 2539)

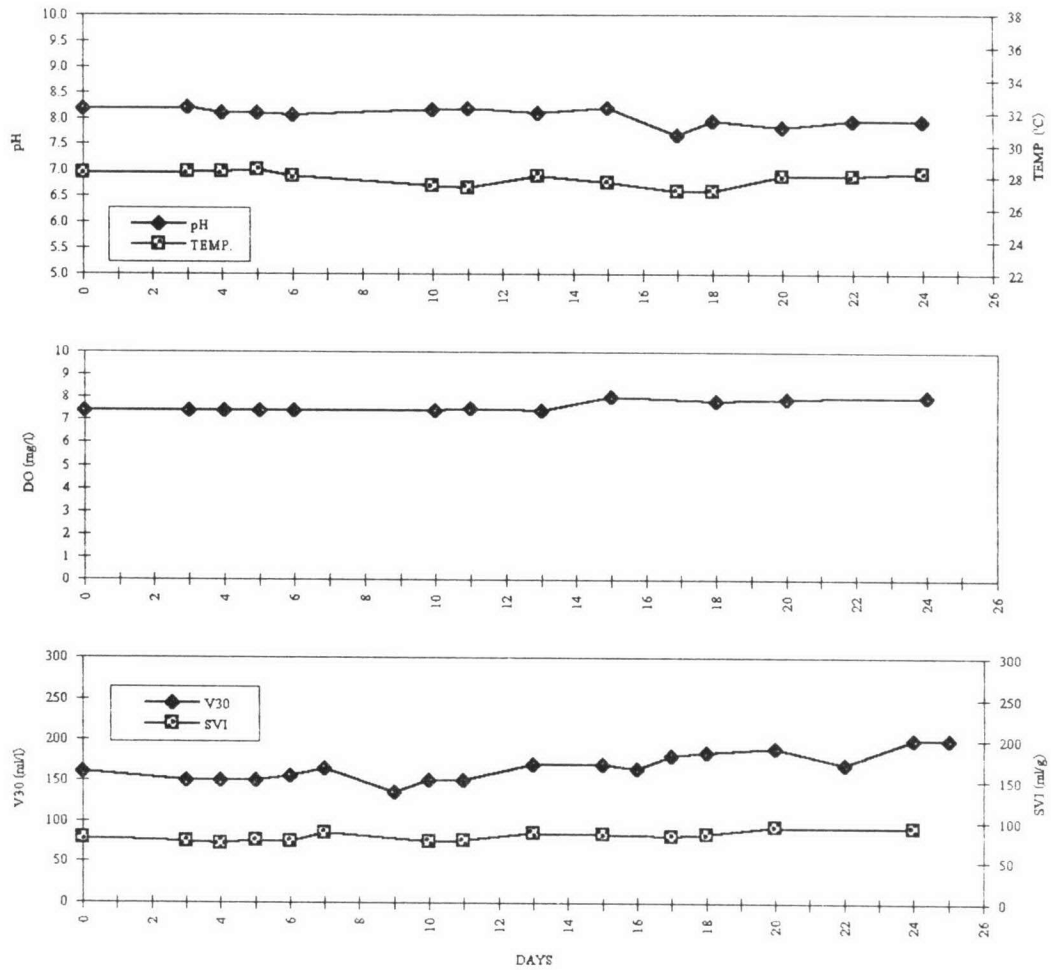
การทดลองทั้ง 3 ชุดข้างต้น ได้ทำการวิเคราะห์ค่าตัวแปรตามต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4.4 ได้ผลการวิเคราะห์เป็นข้อมูลดิบดังที่ได้แสดงในรูปของตารางไว้ในภาคผนวก ก. และนำข้อมูลมาพล็อตในรูปกราฟเพื่อที่จะได้เห็นแนวโน้มของข้อมูลในแต่ละการทดลอง

5.2.1 ผลการทดลองย่อยที่ 2.1 (อายุสลักซ์ 10 วัน)

ผลการวิเคราะห์ตัวแปรตามต่าง ๆ ของการทดลองย่อยที่ 2.1 ได้แสดงข้อมูลดิบไว้ในตารางที่ ก2-1 ในภาคผนวก ก.และนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟดังในภาพที่ 5.19



ภาพที่ 5.19 กราฟแสดงผลการทดลองย่อยที่ 2.1 (อายุสลักซ์ 10 วัน)



ภาพที่ 5.19 (ต่อ) กราฟแสดงผลการทดลองย่อยที่ 2.1 (อายุสลัดจ์ 10 วัน)

ดังในภาพที่ 5.19 มีแนวโน้มของตัวแปรตามต่าง ๆ ดังนี้

- ค่า pH อยู่ในช่วง 7.6-8.2
- อุณหภูมิ อยู่ในช่วง 27-28.5 °C
- ออกซิเจนละลายน้ำ ได้ทำการเติมอากาศให้มากเกินไป ทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (วัดในช่วงท้ายของการเติมอากาศ) มากกว่า 7 มก./ล.
- ค่า V30, SVI และการส่องกล้องจุลทรรศน์ สลัดจ์ที่ได้จากการทดลองมีความสามารถในการตกตะกอนที่ดี มีค่า V30 อยู่ในช่วง 135-200 มล./ล. และค่า SVI อยู่ในช่วง 70-95 มล./ก. ซึ่งสอดคล้องกับการส่องจุลทรรศน์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่าจุลชีพส่วนใหญ่เป็นชนิดสร้างฟล็อก ส่วนจุลชีพชนิดเส้นใยนั้นมีน้อยมาก หากให้คะแนนตามระบบการนับแต้มในการวัดความอุดมสมบูรณ์ของเส้นใยจุลชีพ (ตามตารางที่ 2.3 ในหัวข้อ 2.5.3 การจำแนกความอุดมสมบูรณ์ของเส้นใยจุลชีพ) จะอยู่ที่แต้มคะแนน 1

- คุณภาพน้ำทิ้งที่บำบัดได้ (เก็บตัวอย่างในช่วงท้ายการเติมอากาศ) มีค่า Filtered TOC อยู่ในช่วง 6-9 มก./ล.
- MLSS และ MLVSS ในถังปฏิกริยา (เก็บตัวอย่างในช่วงท้ายของการเติมอากาศ) มีค่า MLSS ประมาณ 2,170 มก./ล. และค่า MLVSS ประมาณ 1,900 มก./ล. คิดเป็นอัตราส่วน $MLVSS/MLSS = 0.87$

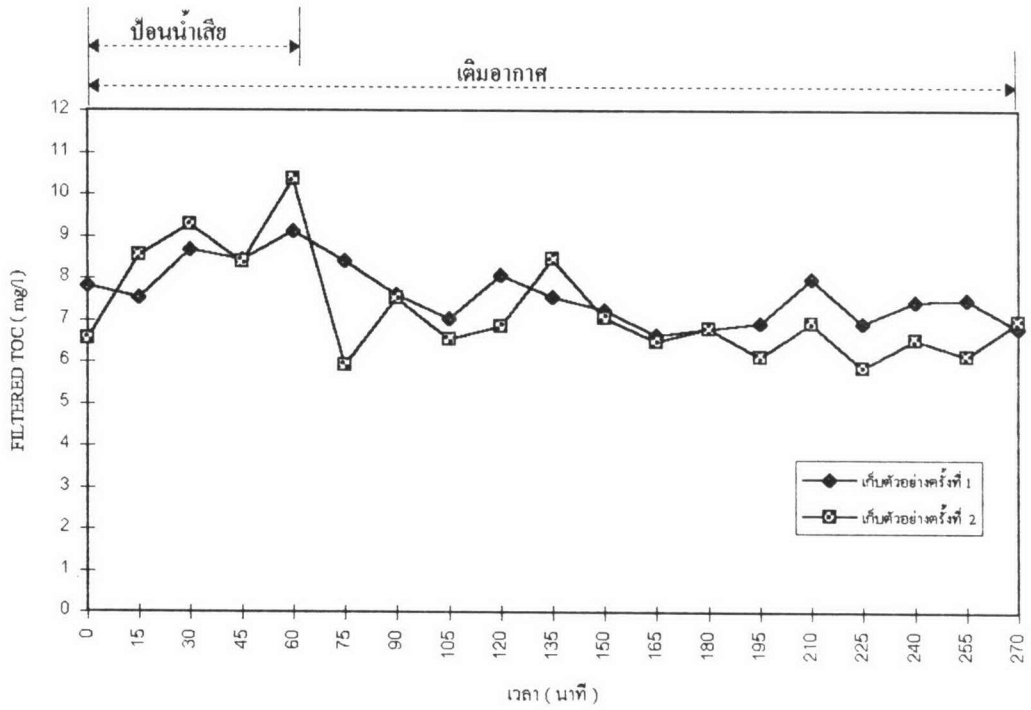
เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว จึงเริ่มเก็บตัวอย่างเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC และ MLVSS ในถังปฏิกริยา โดยทำการเก็บตัวอย่างทุก ๆ 15 นาทีตลอดช่วงระยะเวลาของการเติมอากาศ (270 นาที) ได้ข้อมูลของ Filtered TOC และ MLVSS ดังแสดงในตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC และ MLVSS ในการทดลองย่อยที่ 2.1 (อายุสลักจ์ 10 วัน)

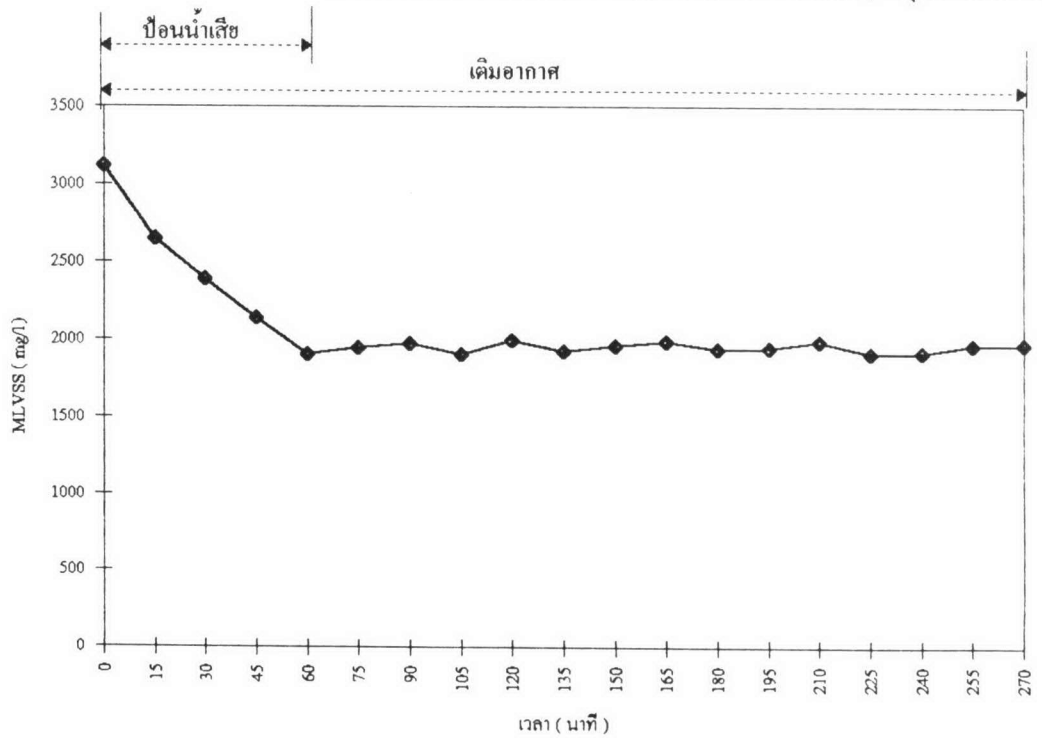
เวลา (นาที)	FILTERED TOC (มก./ล.) ครั้งที่ 1	FILTERED TOC (มก./ล.) ครั้งที่ 2	MLVSS (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ
0	7.83	6.55	3116
15	7.52	8.54	2652
30	8.67	9.27	2392
45	8.44	8.39	2140
60	9.12	10.37	1904
75	8.41	5.93	1948
90	7.61	7.53	1972
105	7.04	6.55	1904
120	8.07	6.85	1992
135	7.57	8.47	1924
150	7.24	7.07	1956
165	6.66	6.50	1984
180	--	6.82	1936
195	6.93	6.13	1944
210	8.01	6.92	1988
225	6.95	5.87	1908
240	7.45	6.54	1916
255	7.51	6.15	1968
270	6.82	6.99	1976

หมายเหตุ : -- หมายถึงไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์

ข้อมูลจากตารางที่ 5.8 ข้างต้น สามารถนำมาพล็อตเป็นกราฟได้ดังแสดงในภาพที่ 5.20 และ 5.21 ดังนี้



ภาพที่ 5.20 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC สำหรับการทดลองย่อยที่ 2.1 (อายุสัปดาห์ 10 วัน)

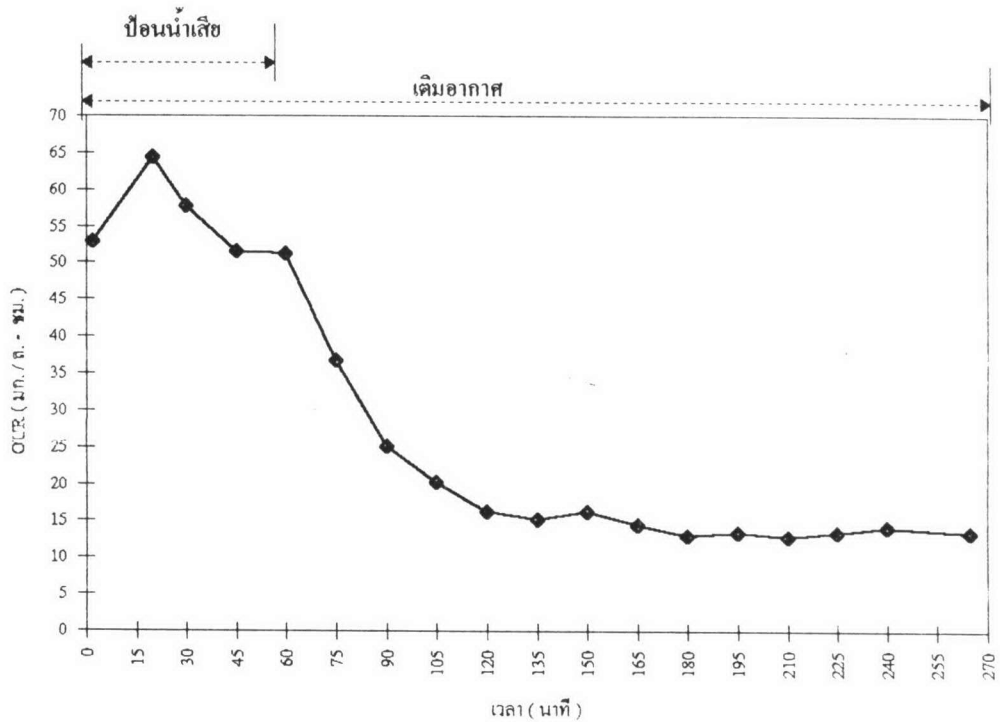


ภาพที่ 5.21 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ MLVSS สำหรับการทดลองย่อยที่ 2.1 (อายุสัปดาห์ 10 วัน)

ภาพที่ 5.20 เป็นกราฟการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC ในถังปฏิกริยา ซึ่งได้ทำการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์สองครั้ง จะเห็นว่าค่า Filtered TOC ในถังปฏิกริยามีแนวโน้มค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ในขณะที่ป้อนน้ำเสีย จนมีค่าสูงสุดที่นาทีที่ 60 มีค่า Filtered TOC ประมาณ 9.7 มก./ล. จากนั้นก็จะลดลงจนค่อนข้างคงที่ที่ประมาณ 7 มก./ล. หลังจากหยุดป้อนน้ำเสีย อนึ่งจากผลการวัดค่า Filtered TOC ในภาพที่ 5.20 จะเห็นว่าความแตกต่างของค่า Filtered TOC ในขณะป้อนน้ำเสียและหลังป้อนน้ำเสียมีค่าต่างกันน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในขณะป้อนน้ำเสีย อัตราการป้อนสารอาหารเข้าสู่ถังปฏิกริยามีค่าต่ำกว่าอัตราที่จุลชีพใช้สารอาหารมาก ทำให้ค่า Filtered TOC ในถังปฏิกริยาในขณะป้อนน้ำเสียไม่สูงขึ้นมากนัก และความละเอียดของผลการวิเคราะห์ค่า Filtered TOC มีไม่เพียงพอ ทำให้มองเห็นภาพการเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจนนัก จึงได้พยายามปรับแก้ในการทดลองชุดต่อไป โดยควบคุมให้จุลชีพต้องรับภาระในการบำบัดสารอาหารมากขึ้น ด้วยการเพิ่มความเข้มข้น Filtered TOC ของน้ำเสียที่ป้อน จาก 210 มก./ล. เป็น 610 มก./ล. และควบคุมให้มีปริมาณจุลชีพในระบบน้อยลง (ควบคุมค่าอายุสลัดจ์ต่ำลง) โดยในการทดลองย่อยที่ 2.2 ควบคุมค่าอายุสลัดจ์ 4 วัน และการทดลองย่อยที่ 2.3 ควบคุมค่าอายุสลัดจ์ 1.25 วัน

ภาพที่ 5.21 เป็นกราฟการเปลี่ยนแปลงของ MLVSS ในถังปฏิกริยา โดยก่อนป้อนน้ำเสียมีค่า MLVSS ประมาณ 3,120 มก./ล. และค่อย ๆ ลดลงในขณะป้อนน้ำเสีย จนกระทั่งมีค่าคงที่ที่ประมาณ 1,950 มก./ล. ภายหลังจากหยุดป้อนน้ำเสีย ซึ่งการลดลงของ MLVSS ในถังปฏิกริยาในขณะป้อนน้ำเสียนี้มีผลส่วนใหญ่มาจากการเจือจางด้วยน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ถังปฏิกริยา

จากนั้นได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำสลัดจ์เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของ OUR ตลอดช่วงเวลาของการเติมอากาศ ดังแสดงในภาพที่ 5.22

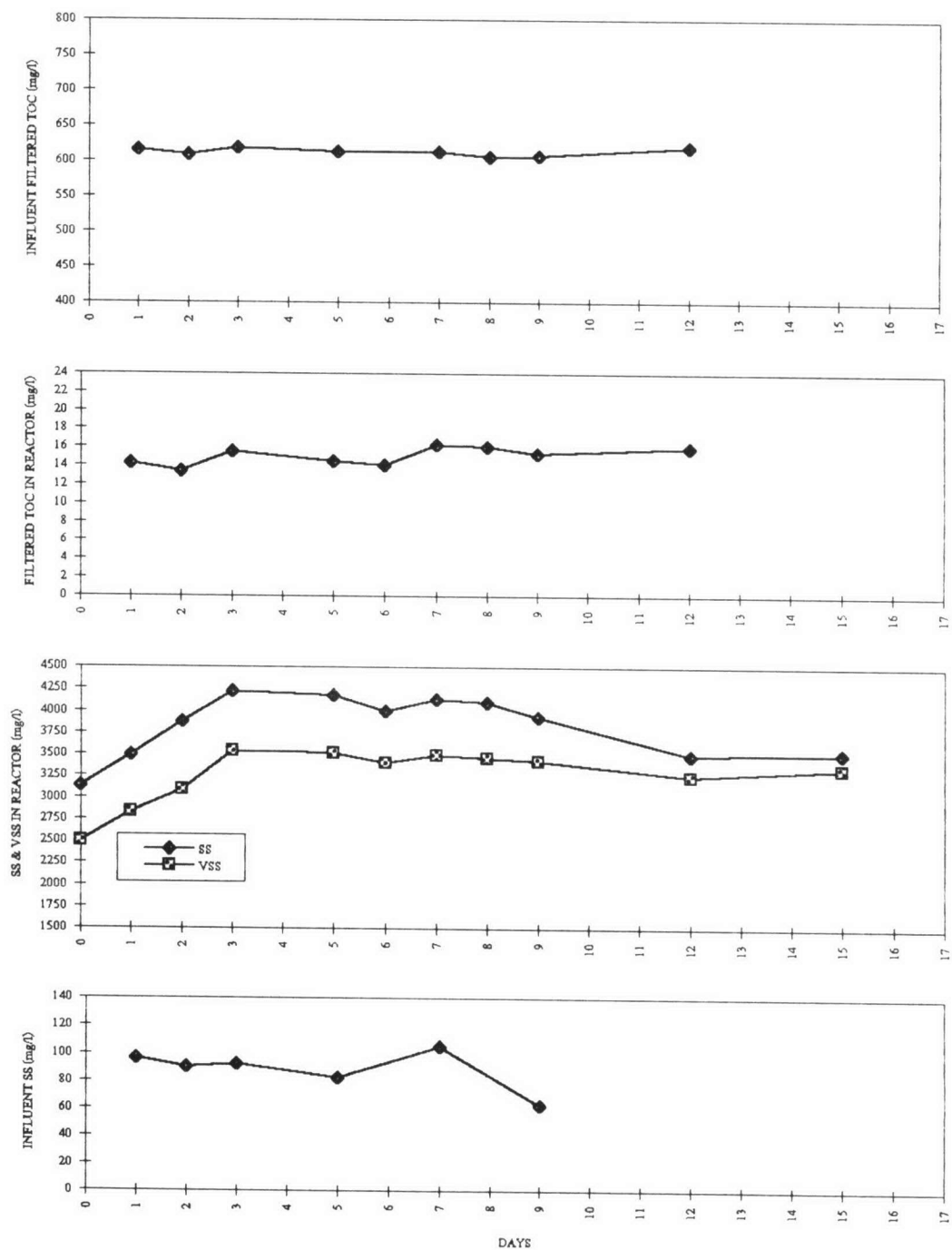


ภาพที่ 5.22 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ OUR สำหรับการทดลองย่อยที่ 2.1 (อายุสลัดจ์ 10 วัน)

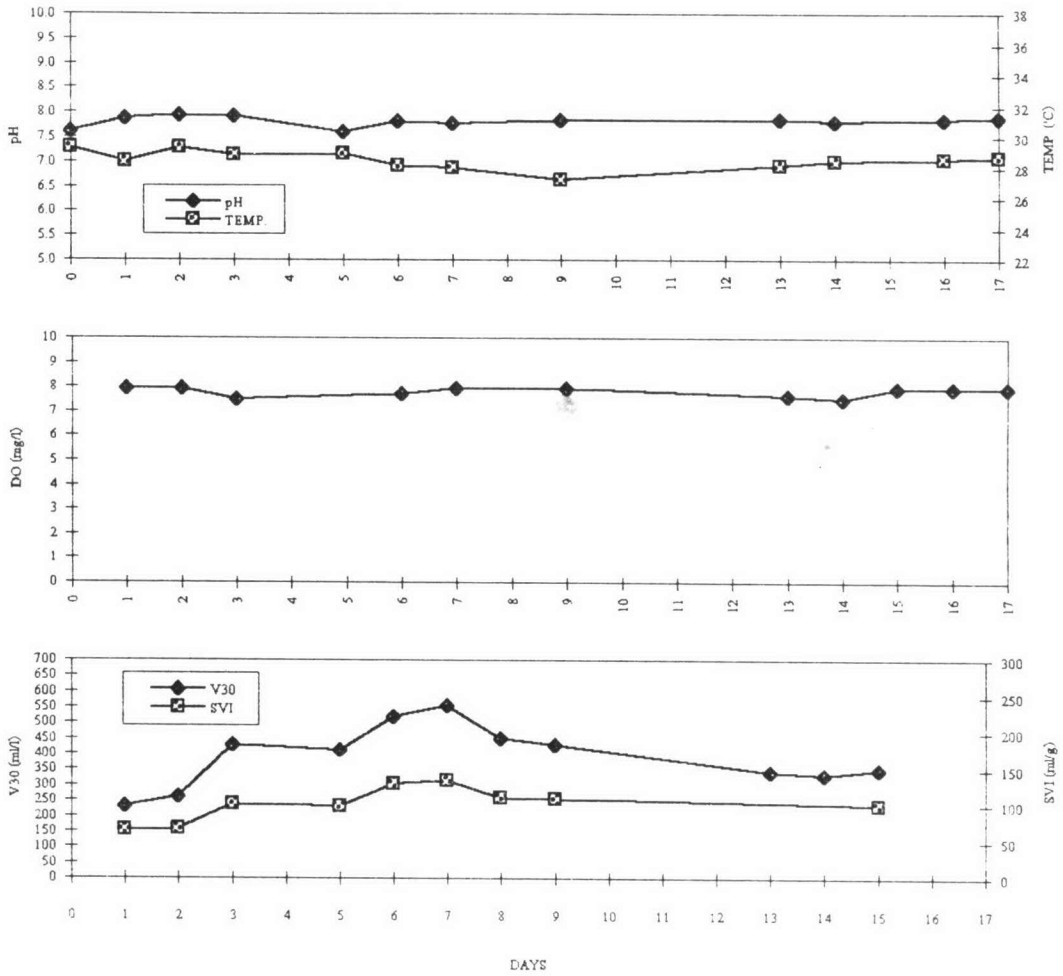
ในภาพที่ 5.22 จะเห็นว่าในช่วงระหว่างป้อนน้ำเสีย มีค่า OUR ประมาณ 50-65 มก./ล.-ชม. ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารอาหารในน้ำเสียที่ป้อนส่วนใหญ่ จะถูกกำจัดหมดลง ในขณะที่ป้อนน้ำเสีย จุลชีพต้องใช้ออกซิเจนในการออกซิไดส์สารอาหารมาก ทำให้มีค่า OUR ที่สูง และจากนั้นเมื่อหยุดป้อนน้ำเสีย OUR จะลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งมีแนวโน้มคงที่ที่นาทีที่ 165-270 ซึ่งสารอาหารที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้น่าจะถูกย่อยสลายหมดแล้ว สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC ในภาพที่ 5.20 จะเห็นว่าในช่วงเวลานี้มีค่า Filtered TOC ในถังปฏิกริยาก่อนข้างคงที่

5.2.2 ผลการทดลองย่อยที่ 2.2 (อายุสัปดาห์ 4 วัน)

ผลการวิเคราะห์หัวแปรตามต่าง ๆ ของการทดลองย่อยที่ 2.2 ได้แสดงข้อมูลดิบไว้ในตารางที่ ค2-2 ในภาคผนวก ค.และนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟดังในภาพที่ 5.23



ภาพที่ 5.23 กราฟแสดงผลการทดลองย่อยที่ 2.2 (อายุสัปดาห์ 4 วัน)



ภาพที่ 5.23 (ต่อ) กราฟแสดงผลการทดลองย่อยที่ 2.2 (อายุสลักซ์ 4 วัน)

ดังในภาพที่ 5.23 มีแนวโน้มของตัวแปรตามต่าง ๆ ดังนี้

- ค่า pH อยู่ในช่วง 7.6-8.0
- อุณหภูมิ อยู่ในช่วง 27-29.5 °C
- ออกซิเจนละลายน้ำ ได้ทำการเติมอากาศให้มากเกินพอ ทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (วัดในช่วงท้ายของการเติมอากาศ) มากกว่า 7 มก./ล.
- ค่า V30, SVI และการส่องกล้องจุลทรรศน์ สลัดซ์ที่ได้จากการทดลองมีความสามารถในการตกตะกอนที่ดี มีค่า V30 อยู่ในช่วง 230-550 มล./ล. และค่า SVI อยู่ในช่วง 65-135 มล./ก. ซึ่งสอดคล้องกับการส่องดูจุลชีพด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่าจุลชีพส่วนใหญ่เป็นชนิดสร้างฟล็อก ส่วนจุลชีพชนิดเส้นใยนั้นมีน้อยมาก หากให้คะแนนตามระบบการนับแต้มในการวัดความอุดมสมบูรณ์ของเส้นใยจุลชีพ (ตามตารางที่ 2.3 ในหัวข้อ 2.5.3 การจำแนกความอุดมสมบูรณ์ของเส้นใยจุลชีพ) จะอยู่ที่แต้มคะแนน 1

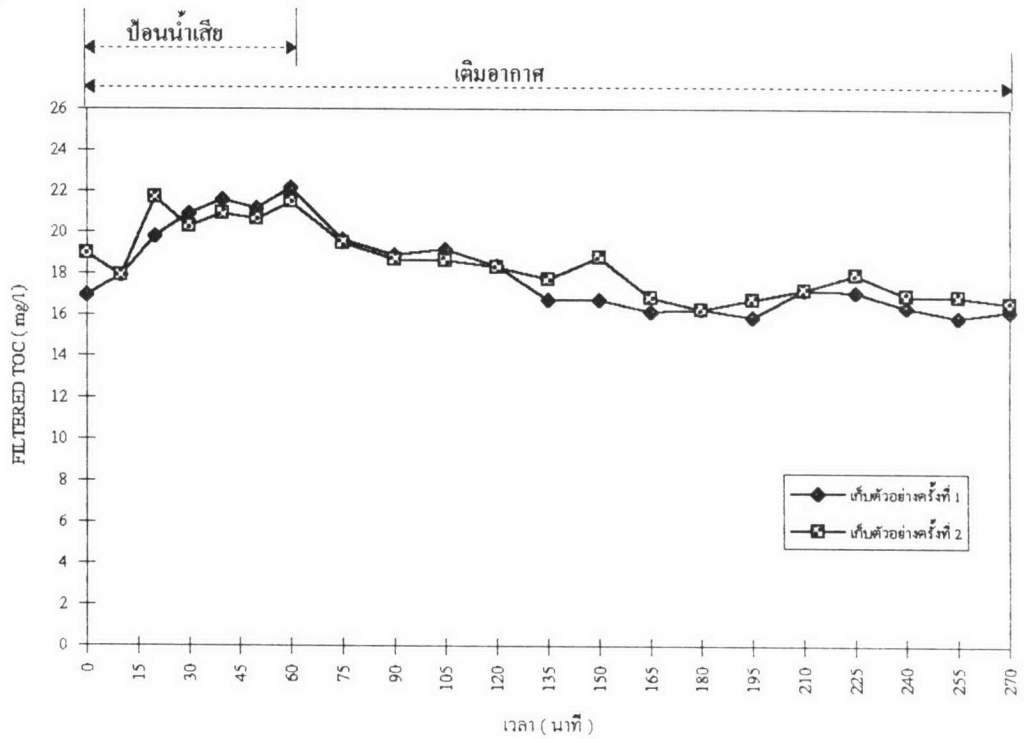
- คุณภาพน้ำทิ้งที่บำบัดได้ (เก็บตัวอย่างในช่วงท้ายการเติมอากาศ) มีค่า Filtered TOC อยู่ในช่วง 14-16 มก./ล.
- MLSS และ MLVSS ในถังปฏิกรณ์ (เก็บตัวอย่างในช่วงท้ายของการเติมอากาศ) มีค่า MLSS ประมาณ 3,850 มก./ล. และค่า MLVSS ประมาณ 3,400 มก./ล. คิดเป็นอัตราส่วน $MLVSS/MLSS = 0.88$

เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว จึงเริ่มเก็บตัวอย่างเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC และ MLVSS ในถังปฏิกรณ์ โดยทำการเก็บตัวอย่างทุก ๆ 10 นาทีตลอดช่วงเวลาของการป้อนน้ำเสีย และทุก ๆ 15 นาทีตลอดช่วงเวลาหลังการป้อนน้ำเสีย ได้ข้อมูลของ Filtered TOC และ MLVSS ดังแสดงในตารางที่ 5.9

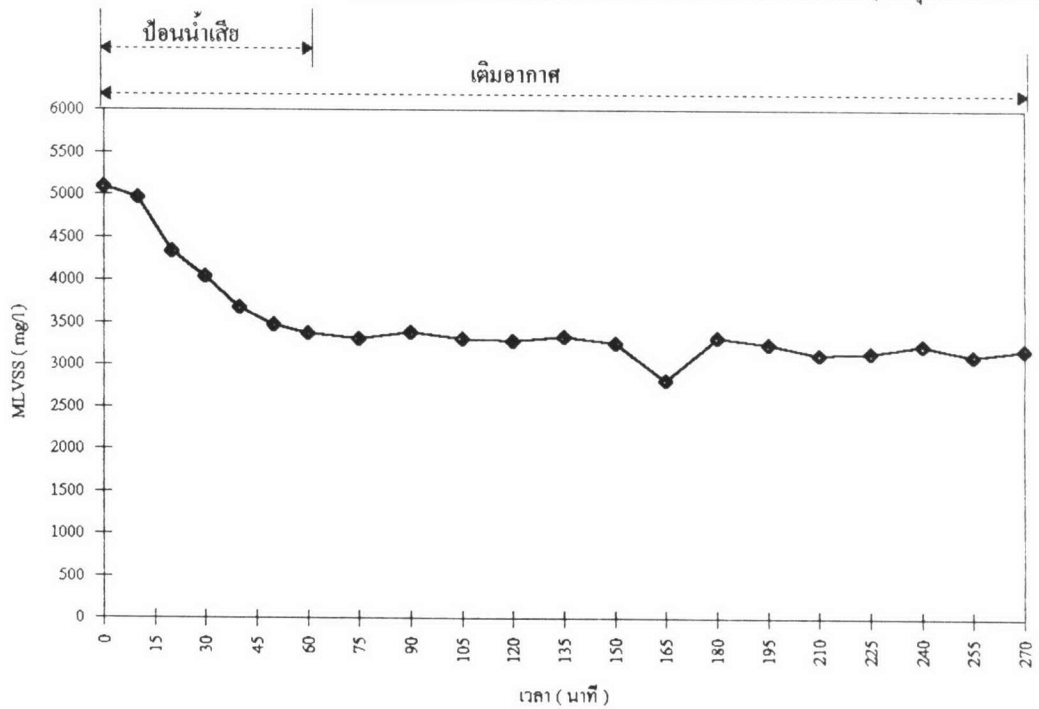
ตารางที่ 5.9 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC และ MLVSS ในการทดลองย่อยที่ 2.2 (อายุสัปดาห์ 4 วัน)

เวลา (นาที)	FILTERED TOC (มก./ล.) ครั้งที่ 1	FILTERED TOC (มก./ล.) ครั้งที่ 2	MLVSS (มก./ล.) ในถังเติมอากาศ
0	16.96	18.98	5084
10	17.93	17.89	4956
20	19.82	21.69	4332
30	20.91	20.28	4036
40	21.61	20.88	3676
50	21.17	20.63	3464
60	22.18	21.48	3368
75	19.64	19.47	3300
90	18.92	18.68	3380
105	19.18	18.63	3304
120	18.36	18.35	3276
135	16.76	17.76	3332
150	16.77	18.79	3248
165	16.17	16.87	2804
180	16.28	16.29	3320
195	15.93	16.74	3244
210	17.24	17.24	3116
225	17.13	17.98	3144
240	16.39	16.94	3224
255	15.92	16.90	3104
270	16.25	16.58	3176

ข้อมูลจากตารางที่ 5.9 ข้างต้น สามารถนำมาพล็อตเป็นกราฟได้ดังแสดงในภาพที่ 5.24 และ 5.25



ภาพที่ 5.24 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC สำหรับการทดลองย่อยที่ 2.2 (อายุสัปดาห์ 4 วัน)

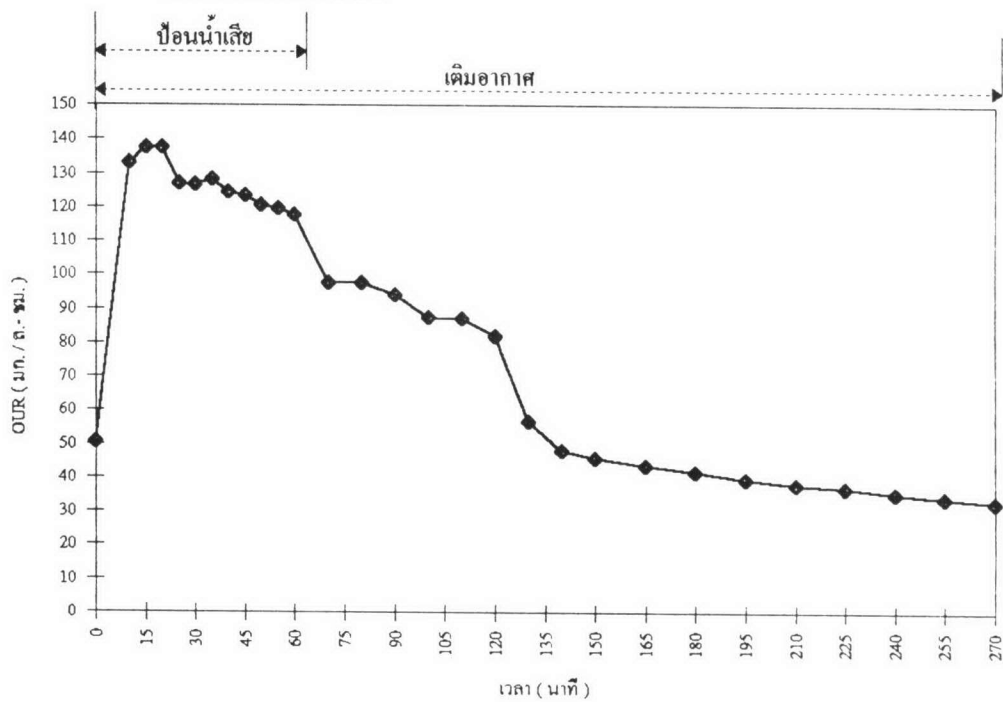


ภาพที่ 5.25 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ MLVSS สำหรับการทดลองย่อยที่ 2.2 (อายุสัปดาห์ 4 วัน)

ภาพที่ 5.24 เป็นกราฟการเปลี่ยนแปลงของ Filtrared TOC ในถังปฏิกริยา ซึ่งได้ทำการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์สองครั้ง จะเห็นว่าค่า Filtrared TOC ในถังปฏิกริยาค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในขณะที่ป้อนน้ำเสียจนมีค่าสูงสุดที่นาทีที่ 60 มีค่า Filtrared TOC ประมาณ 21.8 มก./ล. จากนั้นก็จะลดลงจนคงที่ที่ประมาณ 16 มก./ล. หลังจากหยุดป้อนน้ำเสีย จะเห็นได้ว่าความแตกต่างของค่า Filtrared TOC ในขณะที่ป้อนน้ำเสียและหลังป้อนน้ำเสีย มีค่าต่างกันมากกว่าในการทดลองย่อยที่ 2.1 เนื่องจากจุลชีพต้องรับภาระในการกำจัดสารอาหารมากขึ้น

ภาพที่ 5.25 เป็นกราฟการเปลี่ยนแปลงของ MLVSS ในถังปฏิกริยา โดยก่อนป้อนน้ำเสียมีค่า MLVSS ประมาณ 5,100 มก./ล. และค่อย ๆ ลดลงในขณะป้อนน้ำเสีย จนกระทั่งมีค่าคงที่ที่ประมาณ 3,200 มก./ล. ภายหลังจากหยุดป้อนน้ำเสีย ซึ่งการลดลงของ MLVSS ในถังปฏิกริยาในขณะที่ป้อนน้ำเสียนี้มีผลส่วนใหญ่มาจากการเจือจางด้วยน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ถังปฏิกริยา

จากนั้นได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำสลัดจ์เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของ OUR ตลอดช่วงเวลาการเติมอากาศ ดังแสดงในภาพที่ 5.26



ภาพที่ 5.26 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ OUR สำหรับการทดลองย่อยที่ 2.2 (อายุสลัดจ์ 4 วัน)

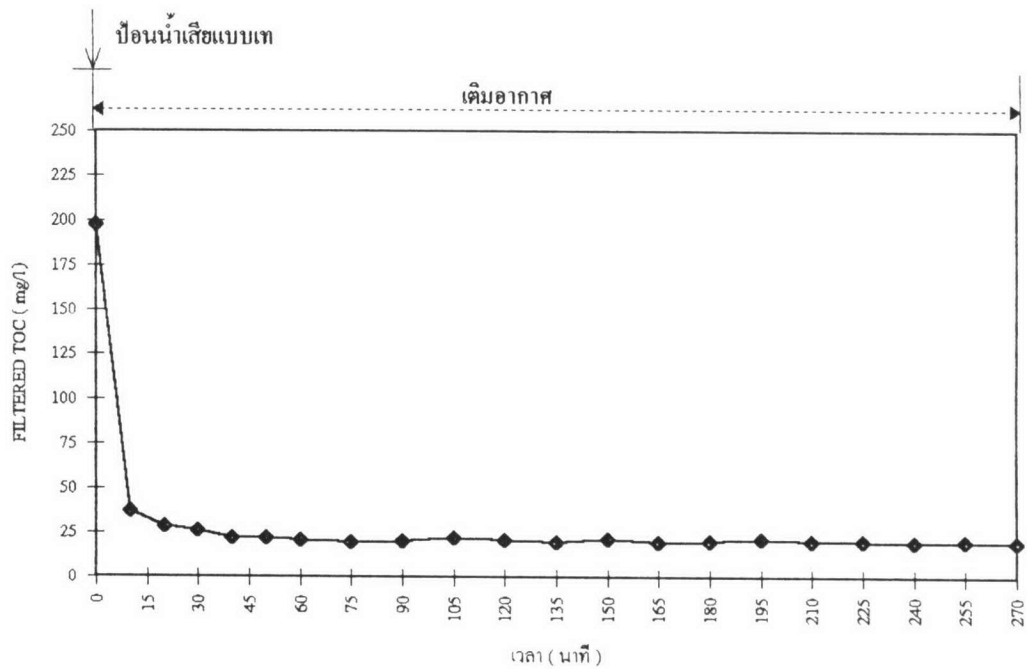
ดังในภาพที่ 5.26 จะเห็นว่าในช่วงระหว่างป้อนน้ำเสีย มีค่า OUR ประมาณ 120-140 มก./ล.-ชม. จากนั้นเมื่อหยุดป้อนน้ำเสียค่า OUR จะลดลงจนกระทั่งมีแนวโน้มคงที่ที่นาทีที่ 150-270 สารอาหารที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้นำจะถูกย่อยสลายหมดแล้ว สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของ Filtrared TOC ในภาพที่ 5.24 จะเห็นว่าในช่วงเวลานี้มีค่า Filtrared TOC ในถังปฏิกริยาค่อนข้างคงที่

ในช่วงท้ายของการทดลองย่อยที่ 2.2 นี้ ได้ทำการทดลองเพิ่มเติมโดยทำการป้อนน้ำเสียแบบเท ในช่วง 60 นาทีแรกหลังจากป้อนน้ำเสียได้ทำการเก็บตัวอย่างทุก ๆ 10 นาที หลังจากนั้นทำการเก็บตัวอย่างทุก ๆ 15 นาทีจนกระทั่งสิ้นสุดการเติมอากาศ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC ได้ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC ในท้ายการทดลองย่อยที่ 2.2 (ทำการป้อนน้ำเสียแบบเท)

เวลา (นาที)	FILTERED TOC (มก./ล.)
0	197.5
10	36.92
20	28.72
30	25.98
40	21.71
50	21.64
60	20.77
75	19.57
90	20.05
105	22.00
120	20.96
135	19.35
150	21.20
165	19.33
180	19.89
195	21.19
210	19.94
225	19.91
240	19.44
255	20.18
270	19.27

ข้อมูลจากตารางที่ 5.10 ข้างต้นสามารถนำมาพล็อตเป็นกราฟได้ดังแสดงในภาพที่ 5.27

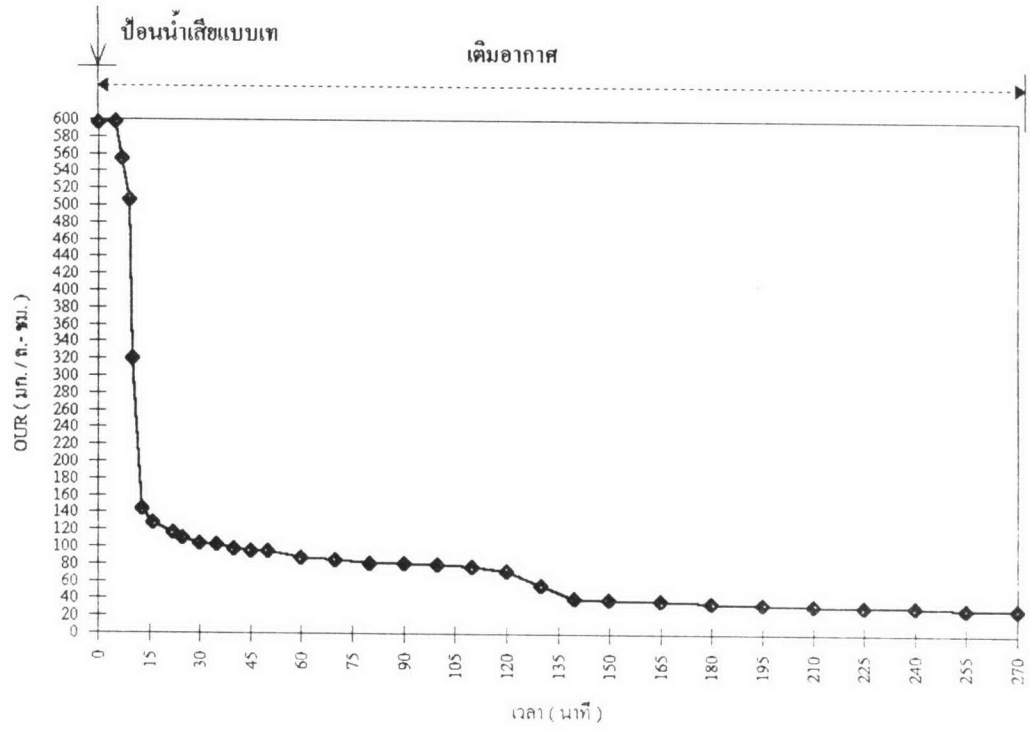


ภาพที่ 5.27 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC สำหรับท้ายการทดลองย่อยที่ 2.2(ป้อนน้ำเสียแบบเท)

ภาพที่ 5.27 เป็นภาพการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC ในถังปฏิกรณ์ จะเห็นว่าที่นาที่ที่ 0 มีค่า Filtered TOC ประมาณ 198 มก./ล. และมีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารอาหารถูกกำจัดลงอย่างรวดเร็วโดยใช้เวลาเพียง 10 นาทีค่า Filtered TOC ลดลงเหลือเพียง 37 มก./ล. และค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งคงที่ที่ประมาณ 20 มก./ล.

จากนั้นได้ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของ OUR ตลอดช่วงเวลากการเติมอากาศ ดังแสดงในภาพที่ 5.28 จะเห็นว่าในช่วง 10 นาทีแรกหลังจากป้อนน้ำเสียมีค่า OUR ค่อนข้างสูง แสดงว่าจุลชีพต้องการใช้ออกซิเจนในการออกซิไดส์สารอาหารในอัตราที่สูง ทำให้สารอาหารในถังปฏิกรณ์ลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงอย่างรวดเร็วของ Filtered TOC ในภาพที่ 5.27 จากนั้นค่า OUR จะลดลงอย่างรวดเร็วจนมีแนวโน้มคงที่ที่ประมาณ 80-100 มก./ล.-ชม. (นาที่ที่ 30-120) ซึ่งการใช้ออกซิเจนของจุลชีพในช่วงนี้น่าจะเป็นการย่อยสลายอนุภาคสารอาหารที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ช้า (slow biodegradable particulate) อ้างจาก Ekama, Dold และ Marais (1986) จากนั้น OUR ก็ลดลงอีกจนมีแนวโน้มคงที่ที่ประมาณ 30-40 มก./ล.-ชม. (นาที่ที่ 150-270) ซึ่งสารอาหารที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้น่าจะถูกย่อยสลายหมดแล้ว สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลง

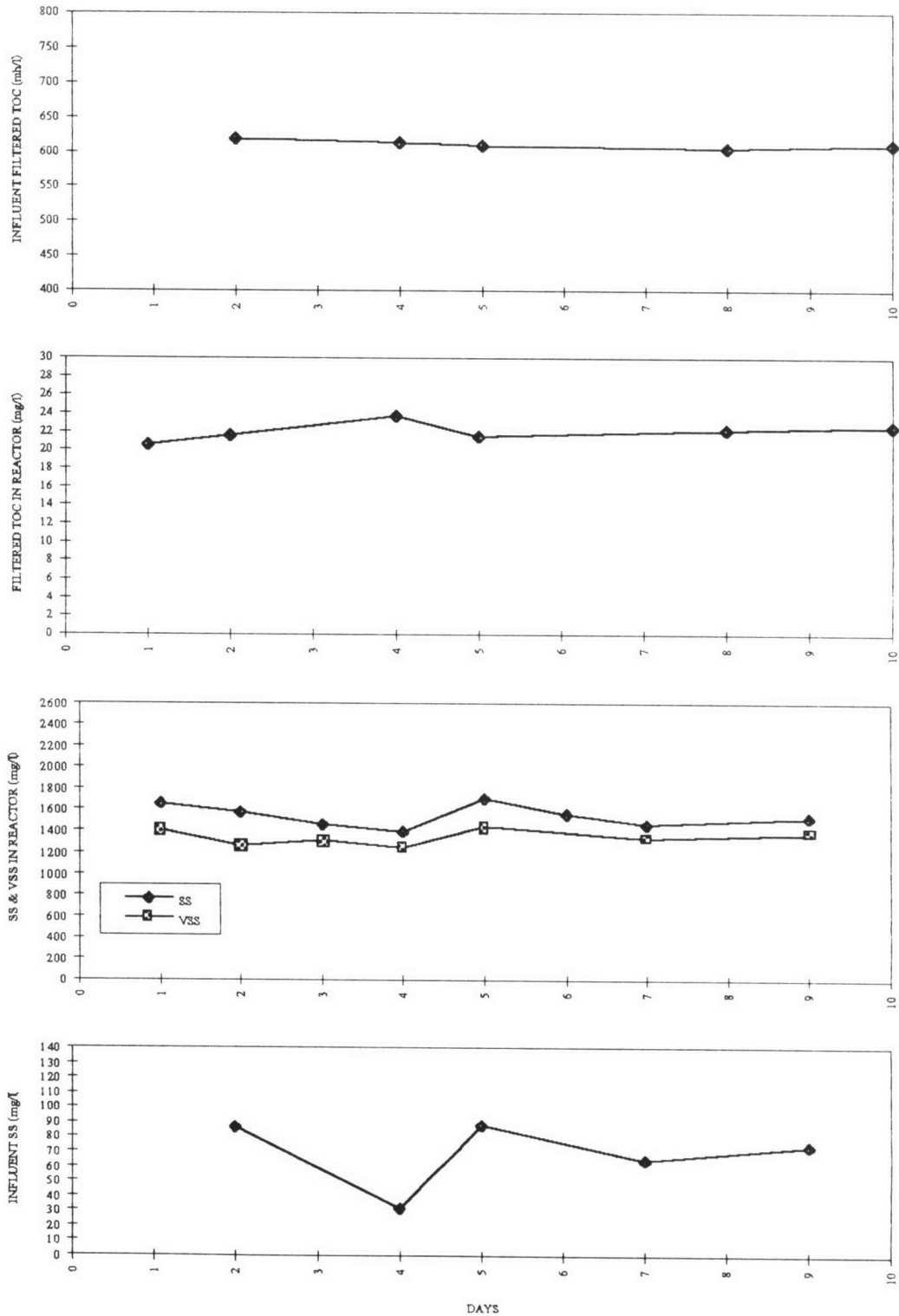
ของ Filtered TOC ในภาพที่ 5.27 จะเห็นว่าในช่วงเวลานี้ค่า Filtered TOC ในถังปฏิกิริยาค่อนข้างคงที่



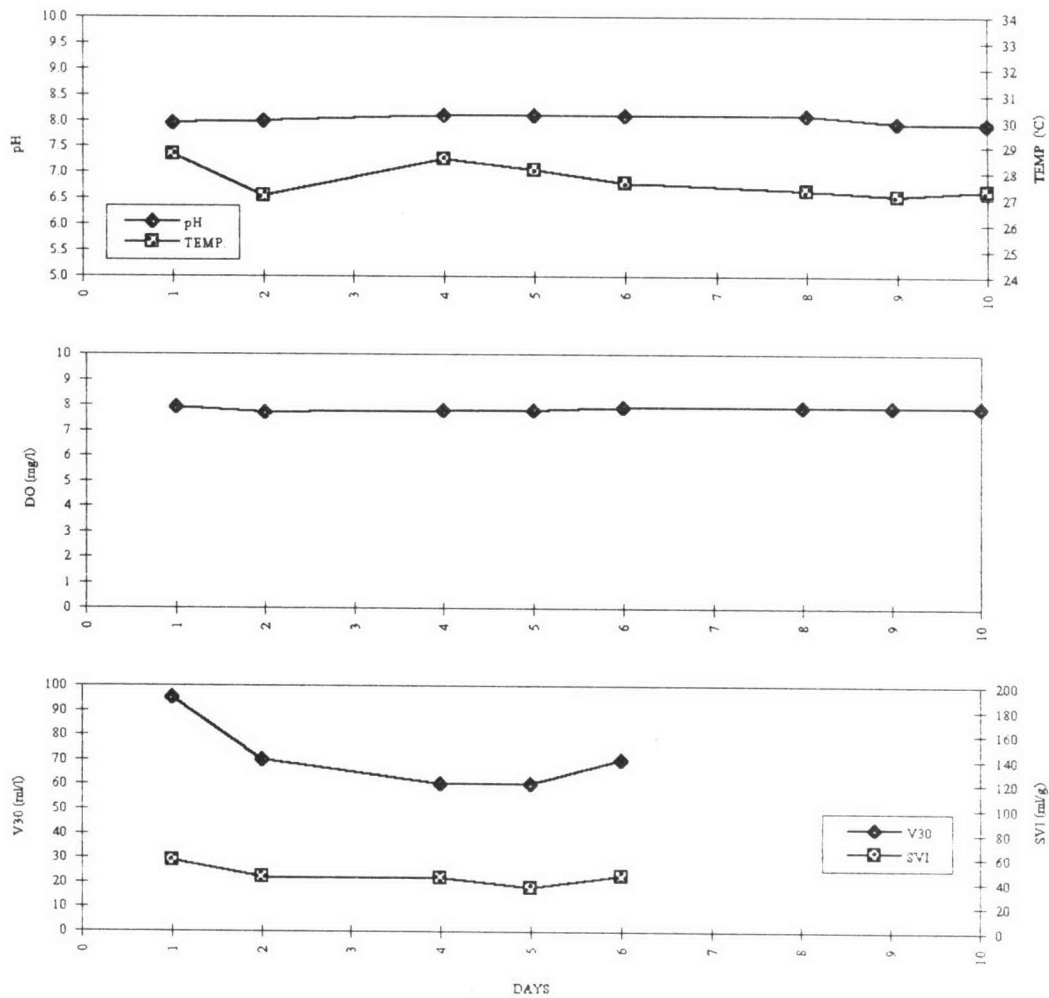
ภาพที่ 5.28 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ OUR สำหรับท้ายการทดลองย่อยที่ 2.2 (ป้อนน้ำเสียแบบเท)

5.2.3 ผลการทดลองย่อยที่ 2.3 (อายุสัปดาห์ 1.25 วัน)

ผลการวิเคราะห์หัตถ์แปรตามต่าง ๆ ของการทดลองย่อยที่ 2.3 ได้แสดงข้อมูลดิบไว้ในตารางที่ ค2-3 ในภาคผนวก ค.และนำข้อมูลมาพล็อตเป็นกราฟดังในภาพที่ 5.29



ภาพที่ 5.29 กราฟแสดงผลการทดลองย่อยที่ 2.3 (อายุสัปดาห์ 1.25 วัน)



ภาพที่ 5.29 (ต่อ) กราฟแสดงผลการทดลองย่อยที่ 2.3 (อายุสลัดจ์ 1.25 วัน)
 ดังในภาพที่ 5.29 มีแนวโน้มของตัวแปรตามต่าง ๆ ดังนี้

- ค่า pH อยู่ในช่วง 7.9-8.1
- อุณหภูมิ อยู่ในช่วง 27-29 °C
- ออกซิเจนละลายน้ำ ได้ทำการเติมอากาศให้มากเกินพอ ทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (วัดในช่วงท้ายของการเติมอากาศ) มากกว่า 7 มก./ล.
- ค่า V30, SVI และการส่องกล้องจุลทรรศน์ สลัดจ์ที่ได้จากการทดลองมีความสามารถในการตกตะกอนดี มีค่า V30 อยู่ในช่วง 60-95 มล./ล. และค่า SVI อยู่ในช่วง 35-60 มล./ก. แต่น้ำใสที่บำบัดแล้วหลังการตกตะกอนค่อนข้างขุ่น ซึ่งสอดคล้องกับการส่องจุลชีพด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่าจุลชีพส่วนใหญ่เป็นชนิดสร้างฟล็อก (ขนาดฟล็อกเล็ก ๆ) และมีเซลล์อิสระอยู่มาก ส่วนจุลชีพชนิดเส้นใยนั้นมีน้อยมาก หากให้คะแนนตามระบบการนับแต้มในการวัดความอุดมสมบูรณ์ของเส้นใยจุลชีพ (ตามตารางที่ 2.3 ในหัวข้อ 2.5.3 การจำแนกความอุดมสมบูรณ์ของเส้นใยจุลชีพ) จะอยู่ที่แต้มคะแนน 1

- คุณภาพน้ำทิ้งที่บำบัดได้ (เก็บตัวอย่างในช่วงท้ายการเติมอากาศ) มีค่า Filtered TOC ประมาณ 22 มก./ล.
- MLSS และ MLVSS ในถังปฏิกริยา (เก็บตัวอย่างในช่วงท้ายของการเติมอากาศ) มีค่า MLSS ประมาณ 1,540 มก./ล. และค่า MLVSS ประมาณ 1,340 มก./ล. คิดเป็นอัตราส่วน $MLVSS/MLSS = 0.87$

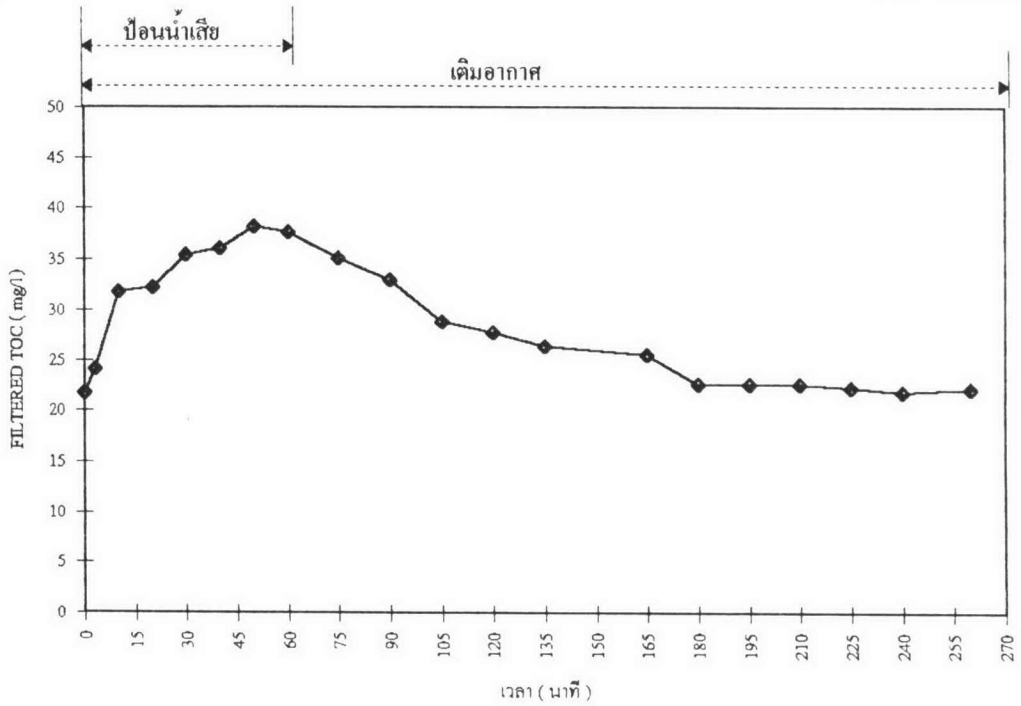
เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะคงตัว จึงเริ่มเก็บตัวอย่างเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC และ MLVSS ในถังปฏิกริยา โดยทำการเก็บตัวอย่างทุก ๆ 10 นาทีตลอดช่วงเวลาของการป้อนน้ำเสีย และทุก ๆ 15 นาทีตลอดช่วงเวลาหลังการป้อนน้ำเสีย ได้ข้อมูลของ Filtered TOC และ MLVSS ดังแสดงในตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC และ MLVSS ในการทดลองย่อยที่ 2.3

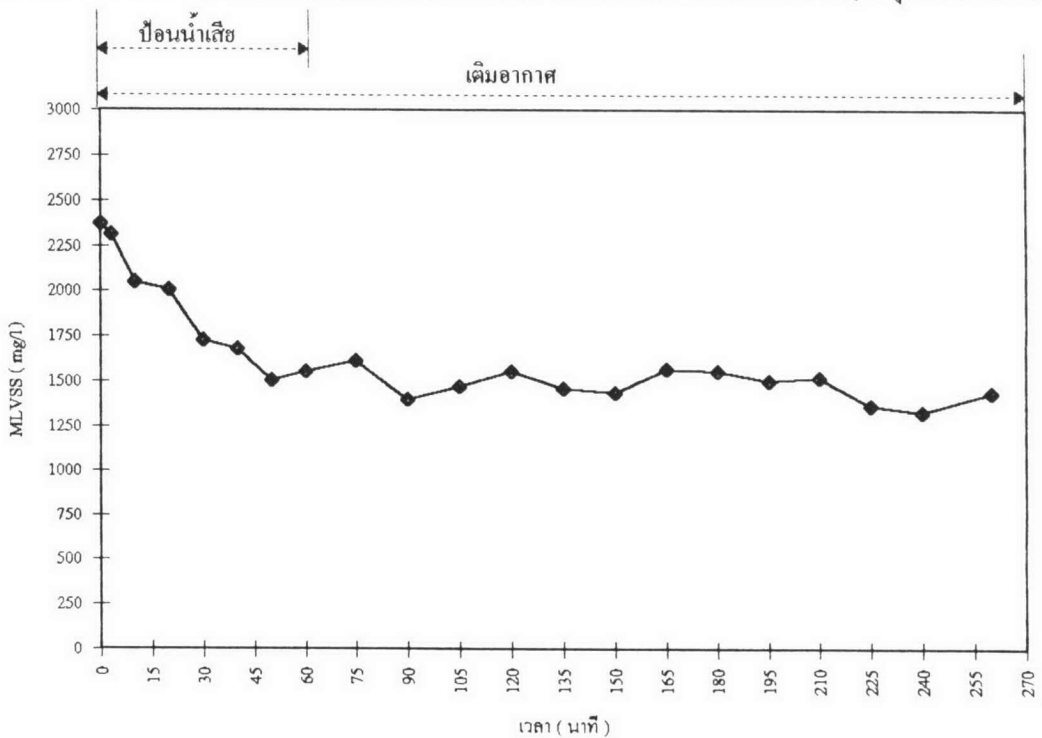
(อายุสัปดาห์ 1.25 วัน)

เวลา (นาที)	FILTERED TOC (มก./ล.)	MLVSS (มก./ล.)
0	21.72	2370
3	24.11	2310
10	31.80	2050
20	32.25	2005
30	35.46	1730
40	36.11	1680
50	38.17	1508
60	37.65	1556
75	35.15	1612
90	32.97	1400
105	28.83	1468
120	27.71	1552
135	26.29	1456
150	--	1436
165	25.50	1568
180	22.64	1556
195	22.63	1500
210	22.56	1516
225	22.32	1364
240	21.88	1328
260	22.12	1436

ข้อมูลจากตารางที่ 5.11 ข้างต้น สามารถนำมาพล็อตเป็นกราฟได้ดังแสดงในภาพที่ 5.30 และ 5.31



ภาพที่ 5.30 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC สำหรับการทดลองย่อยที่ 2.3 (อายุสัตจจ์ 1.25 วัน)

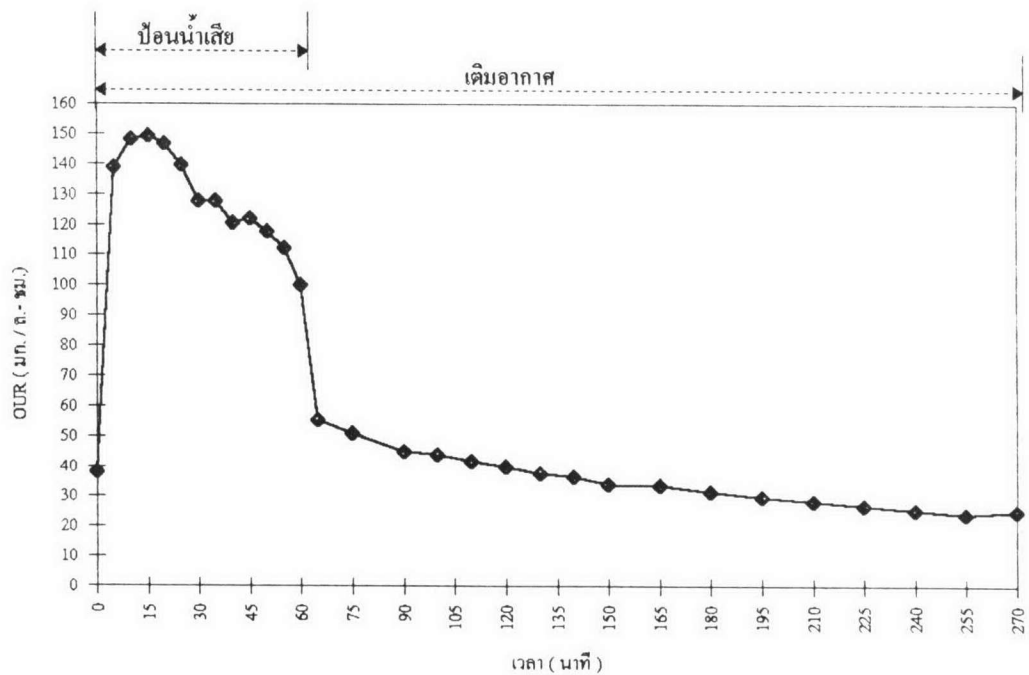


ภาพที่ 5.31 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ MLVSS สำหรับการทดลองย่อยที่ 2.3 (อายุสัตจจ์ 1.25 วัน)

ภาพที่ 5.30 เป็นกราฟการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC ในถังปฏิกรณ์ จะเห็นว่าค่า Filtered TOC ในถังปฏิกรณ์ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในขณะที่ป้อนน้ำเสียจนมีค่าสูงสุดที่นาทีที่ 50 มีค่า Filtered TOC ประมาณ 38.2 มก./ล. จากนั้นก็จะลดลงจนคงที่ที่ประมาณ 22 มก./ล. หลังจากหยุดป้อนน้ำเสีย จะเห็นได้ว่าความแตกต่างของค่า Filtered TOC ในขณะป้อนน้ำเสียและหลังป้อนน้ำเสีย มีค่าต่างกันมากกว่าในการทดลองย่อยที่ 2.1 เนื่องจากจุลชีพต้องรับภาระในการกำจัดสารอาหารมากขึ้น

ภาพที่ 5.31 เป็นกราฟการเปลี่ยนแปลงของ MLVSS ในถังปฏิกรณ์ โดยก่อนป้อนน้ำเสีย มีค่า MLVSS ประมาณ 2,400 มก./ล. และค่อย ๆ ลดลงในขณะป้อนน้ำเสีย จนกระทั่งมีค่าคงที่ที่ประมาณ 1,460 มก./ล. ภายหลังจากหยุดป้อนน้ำเสีย ซึ่งการลดลงของ MLVSS ในถังปฏิกรณ์ในขณะป้อนน้ำเสียนี้ มีผลส่วนใหญ่มาจากการเจือจางด้วยน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ถังปฏิกรณ์

จากนั้นได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำสลัดซ์เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของ OUR ตลอดช่วงเวลาการเติมอากาศ ดังแสดงในภาพที่ 5.32



ภาพที่ 5.32 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ OUR สำหรับการทดลองย่อยที่ 2.3 (อายุสลัดซ์ 1.25 วัน)

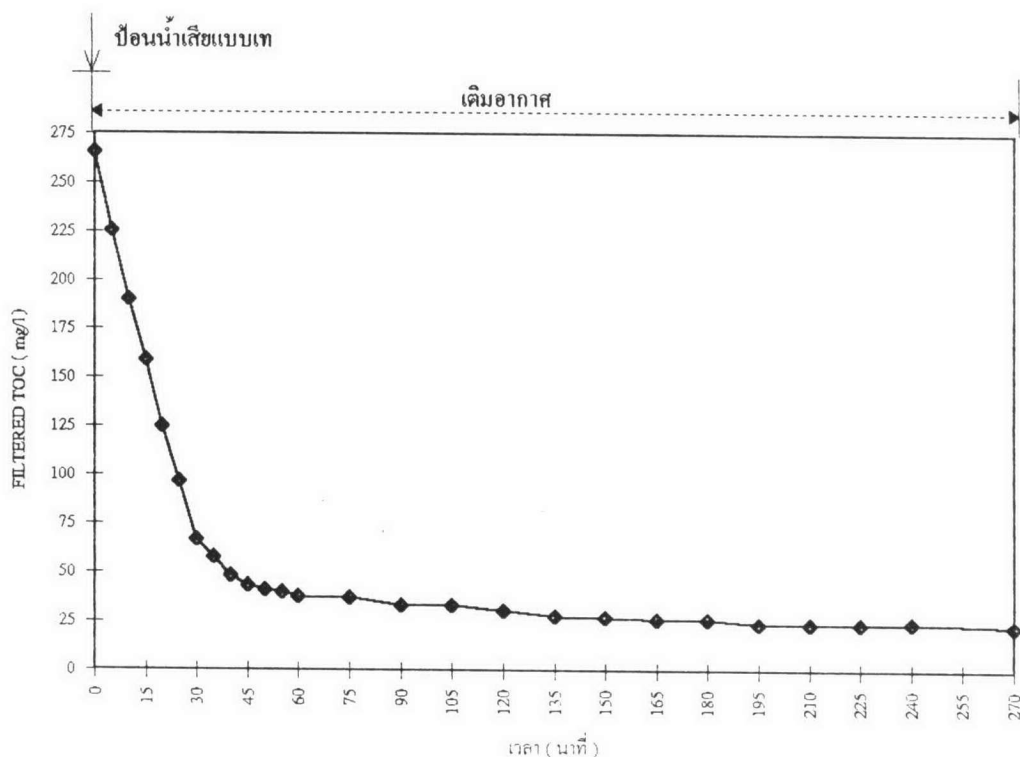
ดังในภาพที่ 5.32 จะเห็นว่าในช่วงระหว่างการป้อนน้ำเสีย มีค่า OUR ประมาณ 100-150 มก./ล.-ชม. จากนั้นเมื่อหยุดป้อนน้ำเสีย OUR จะมีค่าลดลงจนกระทั่งมีแนวโน้มคงที่ที่นาทีที่ 165 ซึ่งสารอาหารที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้น่าจะถูกย่อยสลายหมดแล้ว (ค่า OUR ในช่วงเวลานี้ใกล้เคียงกับ OUR ที่เวลา 0 ซึ่งเป็นช่วงเริ่มป้อนน้ำเสีย) สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC ในภาพที่ 5.30 จะเห็นว่าช่วงเวลานี้มีค่า Filtered TOC ในถังปฏิกรณ์ค่อนข้างคงที่

ในช่วงท้ายของการทดลองย่อยที่ 2.3 นี้ ได้ทำการทดลองเพิ่มเติมโดยทำการป้อนน้ำเสียแบบเท ในช่วง 60 นาทีแรกหลังจากป้อนน้ำเสียได้ทำการเก็บตัวอย่างทุก ๆ 5 นาที หลังจากนั้นทำการเก็บตัวอย่างทุก ๆ 15 นาที จนกระทั่งสิ้นสุดการเติมอากาศ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC ได้ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.12 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC ในท้ายการทดลองย่อยที่ 2.3 (ทำการป้อนน้ำเสียแบบเท)

เวลา (นาที)	FILTERED TOC (มก./ล.)
0	265.7
5	225.3
10	190.1
15	159.1
20	124.9
25	96.42
30	66.79
35	57.67
40	48.40
45	43.11
50	40.86
55	39.98
60	38.05
75	37.33
90	33.07
105	33.12
120	30.82
135	27.98
150	27.47
165	26.08
180	26.38
195	24.13
210	23.91
225	23.82
240	24.52
270	22.58

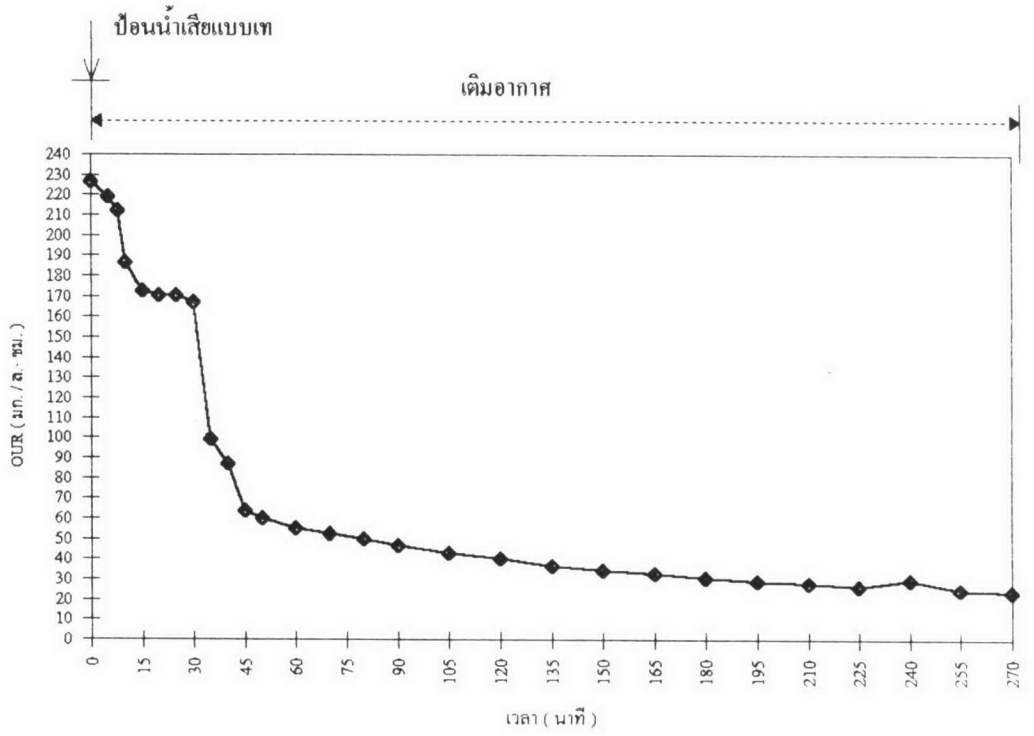
ข้อมูลจากตารางที่ 5.12 ข้างต้น สามารถนำมาพล็อตเป็นกราฟได้ดังแสดงในภาพที่ 5.33



ภาพที่ 5.33 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC สำหรับท้ายการทดลองย่อยที่ 2.3(ป้อนน้ำเสียแบบเท)

ภาพที่ 5.33 เป็นภาพการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC ในถังปฏิกรณ์ จะเห็นว่าที่นาทีที่ 0 มีค่า Filtered TOC ประมาณ 266 มก./ล. จากนั้นก็มีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว โดยใช้เวลาเพียง 30 นาทีค่า Filtered TOC ลดลงเหลือเพียง 67 มก./ล. และค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งคงที่ที่ประมาณ 23 มก./ล.

จากนั้นได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำสลัดจ์ เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของ OUR ตลอดช่วงของการเติมอากาศ ดังแสดงในภาพที่ 5.34 จะเห็นว่าในช่วง 30 นาทีแรกหลังจากป้อนน้ำเสียนั้นมีค่า OUR ค่อนข้างสูง แสดงว่าจุลชีพต้องการใช้ออกซิเจนในการออกซิไดส์สารอาหารในอัตราที่สูง ทำให้สารอาหารในถังปฏิกรณ์ลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงอย่างรวดเร็วของ Filtered TOC ในภาพที่ 5.33 จากนั้นค่า OUR จะลดลงอย่างรวดเร็วจนมีค่าประมาณ 60 มก./ล.-ชม. ที่นาทีที่ 45 และค่อย ๆ ลดลงทีละน้อยจนสิ้นสุดการเติมอากาศ



ภาพที่ 5.34 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ OUR สำหรับท้ายการทดลองย่อยที่ 2.3 (ป้อนน้ำเสียแบบเท)

5.3 เปรียบเทียบโมเดลทางคณิตศาสตร์ของการกำจัดอาหารของระบบเอสบีอาร์กับการเปลี่ยนแปลงที่วัดได้จริง

จากโมเดลทางคณิตศาสตร์ที่ใช้คำนวณหาการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของสารอาหารและมวลจุลชีพเทียบกับเวลาของระบบเอสบีอาร์ ดังที่ได้แสดงไว้ในสมการที่ 2.29, 2.30, 2.35 และ 2.36 ดังนี้

ช่วงขณะทำการป้อนน้ำเสีย

$$\frac{dS}{dt} = \frac{Q}{V_0 + Q t} (S_0 - S) - \frac{\mu_m}{Y} \frac{S X}{K_s + S} \quad (2.29)$$

$$\frac{dX}{dt} = \frac{-Q X}{V_0 + Q t} + \mu_m \frac{S X}{K_s + S} - K_d X \quad (2.30)$$

ช่วงหลังป้อนน้ำเสียเรียบร้อยแล้ว

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{\mu_m}{Y} \frac{S X}{K_s + S} \quad (2.35)$$

$$\frac{dX}{dt} = \mu_m \frac{S X}{K_s + S} - K_d X \quad (2.36)$$

และจากค่าสัมประสิทธิ์ทางจลนศาสตร์ที่ได้จากการทดลองชุดที่ 1 คือ

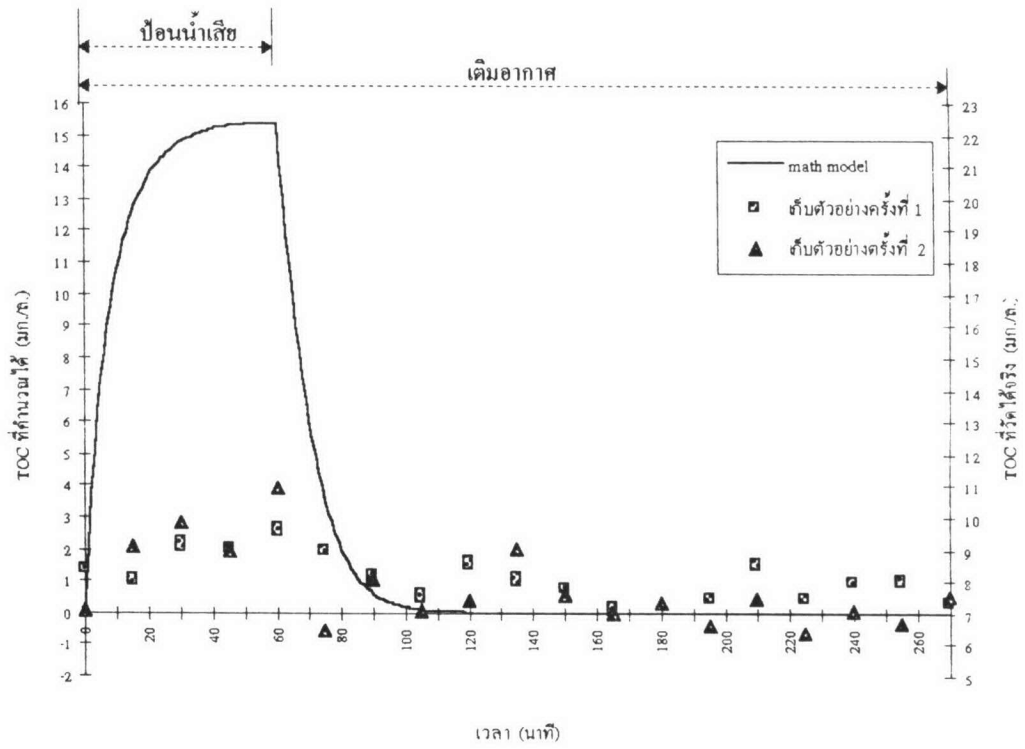
$$Y = 0.58 \text{ ก. VSS / ก. TOC}$$

$$K_d = 0.052 \text{ วัน}^{-1}$$

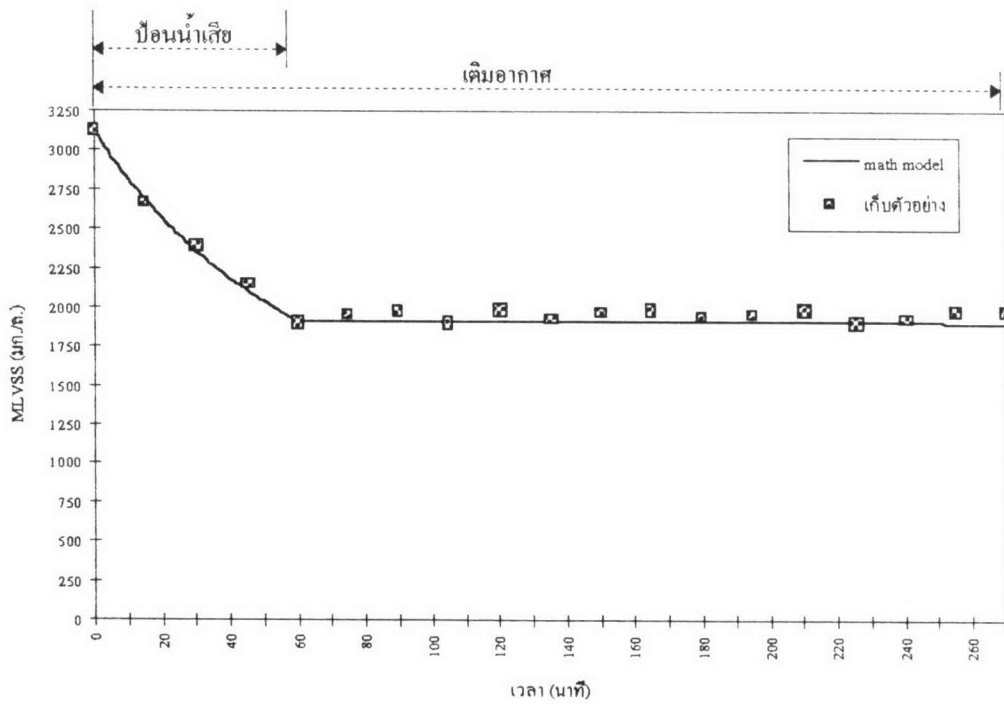
$$\mu_m = 1.62 \text{ วัน}^{-1}$$

$$K_s = 29.63 \text{ มก. TOC / ล.}$$

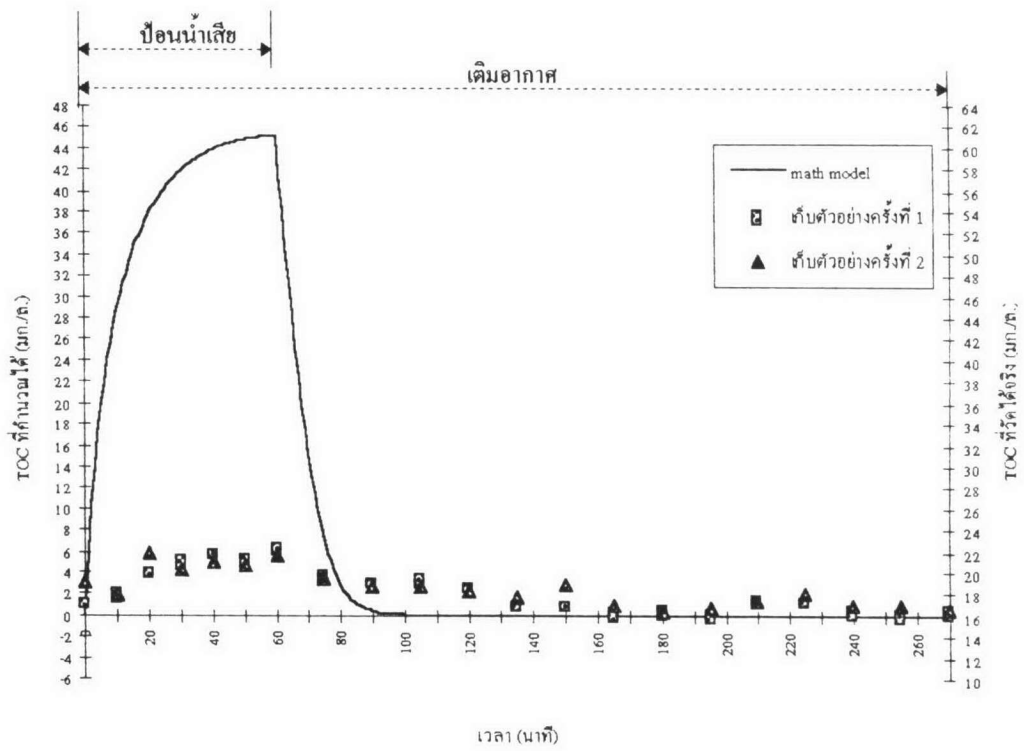
นำค่าสัมประสิทธิ์ทางจลนศาสตร์ข้างต้น, ค่าความเข้มข้นของสารอาหารและจุลชีพเริ่มต้น (S และ X ในถังปฏิกรณ์ที่เวลา t = 0) ของแต่ละการทดลองย่อยในการทดลองชุดที่ 2, ค่าความเข้มข้นของสารอาหารในน้ำเสียที่ใช้ แทนในสมการที่ 2.29, 2.30, 2.35 และ 2.36 และใช้ Fourth-Order-Runge Kutta Method ในการคำนวณโมเดลตามสมการข้างต้น (รายละเอียดของ Fourth-Order-Runge Kutta Method ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก.) แล้วนำผลที่ได้มาพล็อตเป็นกราฟเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จริงจากการทดลองย่อยที่ 2.1, 2.2 และ 2.3 ดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 5.35(ก,ข), 5.36(ก,ข,ค) และ 5.37(ก,ข,ค) ตามลำดับ



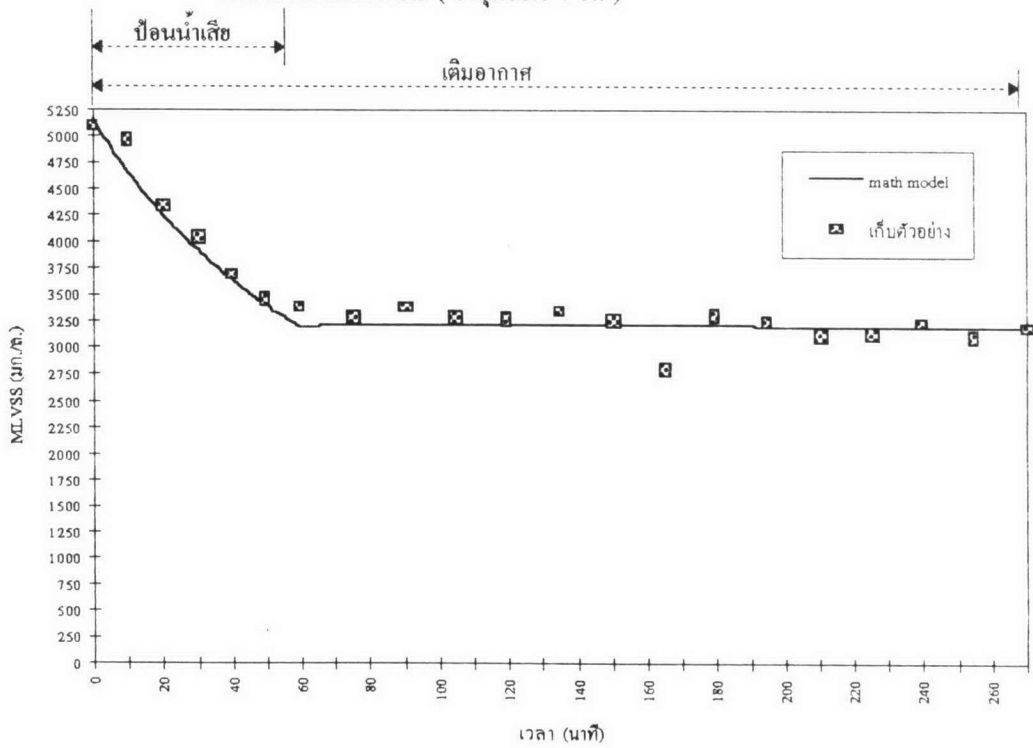
ภาพที่ 5.35 (ก) กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ TOC เทียบกับ โมเดลทางคณิตศาสตร์ของการทดลองย่อยที่ 2.1 (อายุสัปดาห์ 10 วัน)



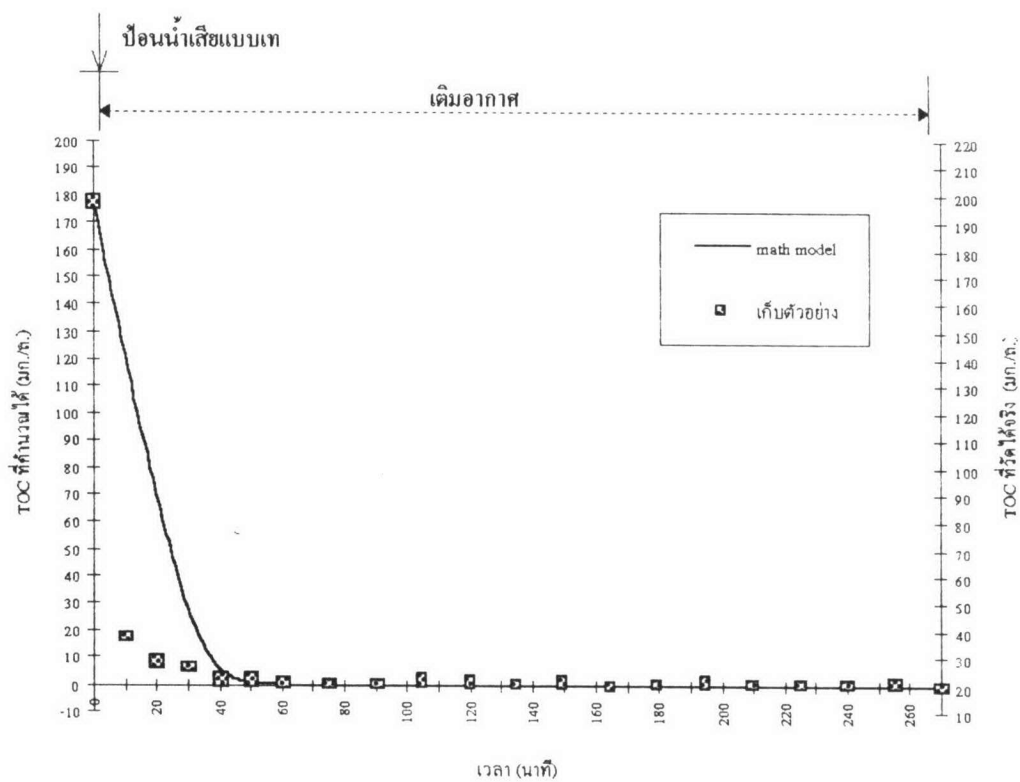
ภาพที่ 5.35(ข) กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ MLVSS เทียบกับ โมเดลทางคณิตศาสตร์ของ การทดลองย่อยที่ 2.1(อายุสัปดาห์ 10 วัน)



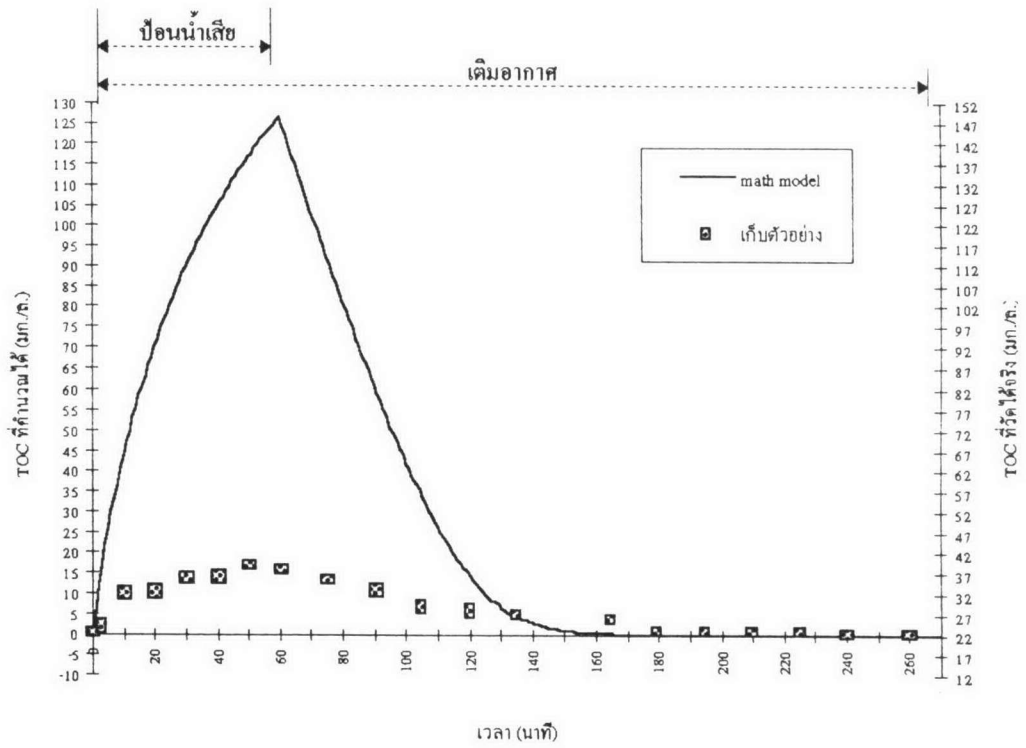
ภาพที่ 5.36 (ก) กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ TOC เทียบกับ โมเดลทางคณิตศาสตร์ของ การทดลองย่อยที่ 2.2 (อายุสลักจ์ 4 วัน)



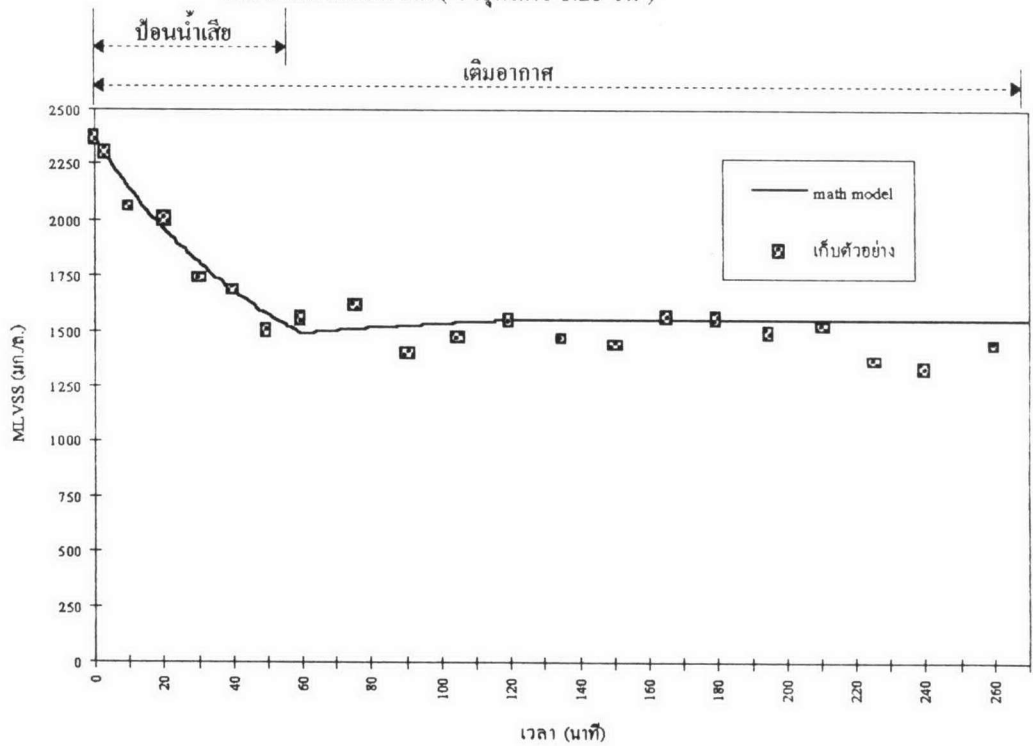
ภาพที่ 5.36 (ข) กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ MLVSS เทียบกับ โมเดลทางคณิตศาสตร์ของ การทดลองย่อยที่ 2.2 (อายุสลักจ์ 4 วัน)



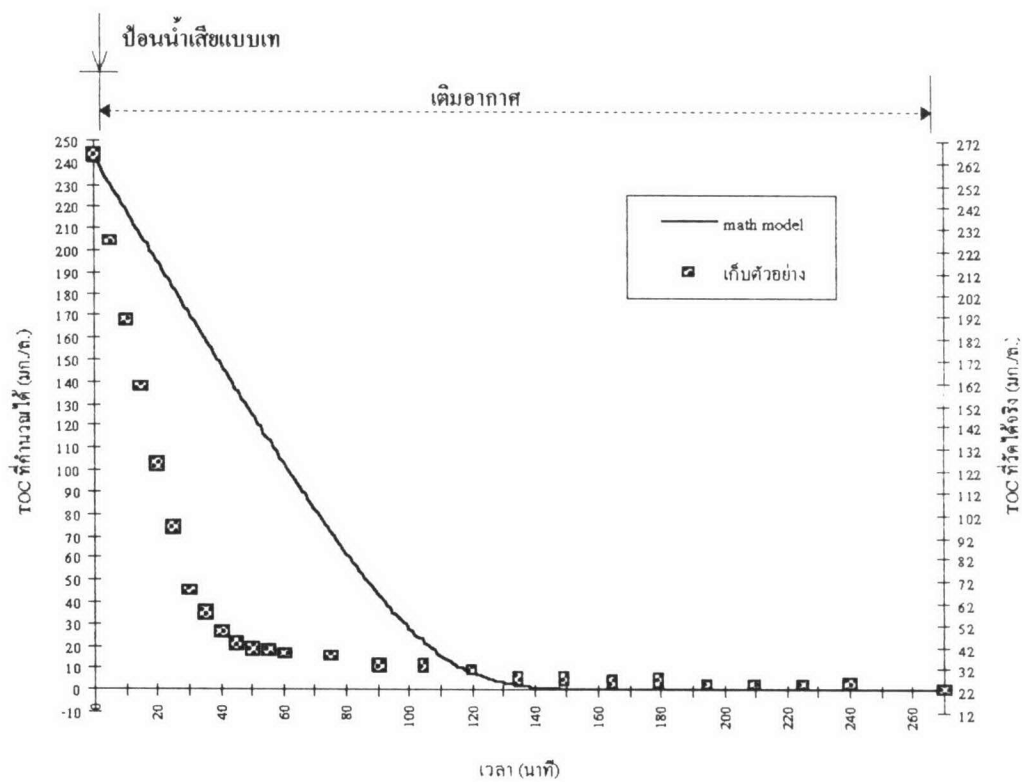
ภาพที่ 5.36 (ก) กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ TOC เทียบกับ โมเดลทางคณิตศาสตร์สำหรับ
 ทั่วยการ ทดลองย่อยที่ 2.2 (อายุสลักจ์ 4 วัน) โดยทำการป้อนน้ำเสียแบบเท



ภาพที่ 5.37 (ก) กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ TOC เทียบกับ โมเดลทางคณิตศาสตร์ของ การทดลองย่อยที่ 2.3 (อายุสลัดจ์ 1.25 วัน)



ภาพที่ 5.37 (ข) กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ MLVSS เทียบกับ โมเดลทางคณิตศาสตร์ของ การทดลองย่อยที่ 2.3 (อายุสลัดจ์ 1.25 วัน)



ภาพที่ 5.37 (ก) กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของ TOC เทียบกับ โมเดลทางคณิตศาสตร์สำหรับ
 ท้ายการทดลองย่อยที่ 2.3 (อายุสลักซ์ 1.25 วัน) โดยทำการป้อนน้ำเสียแบบเท

จากผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นสารอาหารและมวลจุลชีพเทียบกับที่คำนวณได้จากโมเดลทางคณิตศาสตร์ ดังในภาพที่ 5.35, 5.36 และ 5.37 ข้างต้นพบว่า

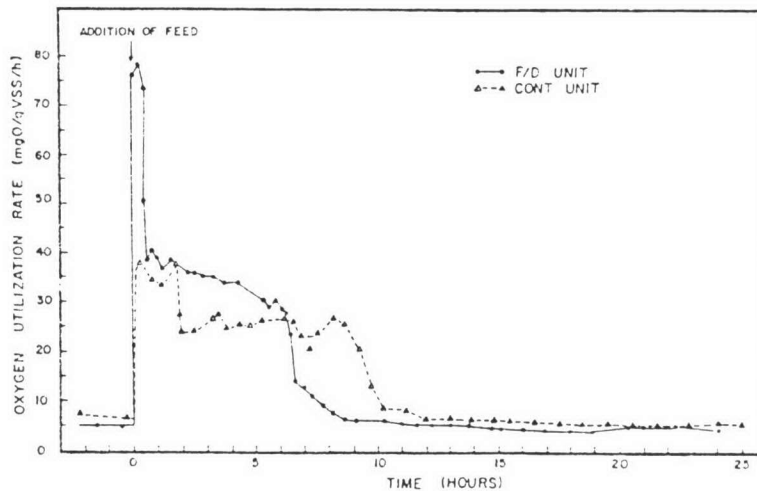
1. ผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ MLVSS จะเห็นว่ามีความสอดคล้องกันดี ความเข้มข้นของ MLVSS ในถังปฏิกริยาลดลงในขณะที่ป้อนน้ำเสียและมีค่าค่อนข้างคงที่หลังป้อนน้ำเสีย การที่การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นส่วนใหญ่เกิดขึ้นในขณะที่ป้อนน้ำเสียนั้น พอจะกล่าวได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ทางจลนศาสตร์ โดยเฉพาะค่า Y และ K_d มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ MLVSS น้อยมาก การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเนื่องมาจากการเจือจางของน้ำเสียที่เข้าสู่ถังปฏิกริยามากกว่า

2. เนื่องจากค่า TOC ที่ใช้คำนวณในโมเดลทางคณิตศาสตร์จะเป็นค่าสารอาหารที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้เท่านั้น ดังจะเห็นว่าในช่วงท้ายของการเติมอากาศ ค่า TOC ที่คำนวณได้จะมีค่าเป็นศูนย์ แต่ในการทดลองจริงนั้น ค่า TOC ที่ได้ในช่วงท้ายของการเติมอากาศมีค่าประมาณ 7, 16 และ 22 มก./ล. สำหรับการทดลองย่อยที่ 2.1, 2.2 และ 2.3 ตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากสารอาหารที่ย่อยสลายทางชีวภาพไม่ได้ และ by product ที่เกิดจากปฏิกริยาชีวสังเคราะห์ของจุลชีพ จึงไม่สามารถที่จะนำค่า TOC ที่ได้จากการคำนวณมาเปรียบเทียบโดยตรงกับค่า TOC ที่ได้จากการทดลอง เนื่องจากเปรียบเทียบคนละฐานทำให้กราฟไม่ตรงกัน ดังนั้นในการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงจึงต้องหักลบค่าเหล่านี้ออกจากค่า TOC ที่วัดได้ ก่อนที่จะนำไปเปรียบเทียบกับโมเดลทางคณิตศาสตร์ ดังที่ได้แสดงในภาพที่ 5.35(ก), 5.36(ก), 5.36(ค), 5.37(ก), 5.37(ค) อ้างตาม Irvine และ Davis (1971)

3. การติดตามการเปลี่ยนแปลงของ Filtered TOC Filtered TOC มีค่าสูงขึ้นในขณะที่ป้อนน้ำเสีย จากนั้นเมื่อสิ้นสุดการป้อนน้ำเสียจะมีค่าลดลงจนกระทั่งค่อนข้างคงที่ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงมีความแตกต่างกันมากระหว่างโมเดลทางคณิตศาสตร์และค่าที่ได้จากการทดลอง โดยค่า Filtered TOC ที่ได้จากการทดลองมีค่าต่ำกว่ามาก (โดยเฉพาะในช่วงเวลาการป้อนน้ำเสีย)

งานวิจัยของ Still และคณะ (1985) อ้างใน Ekama, Dold และ Marais (1986) ได้ศึกษาถึงผลของรูปแบบการป้อนน้ำเสียที่มีต่ออัตราการเติบโตของจุลชีพและความสามารถในการตกตะกอนของสลัดจ์ โดยทำการทดลองเดินระบบสองแบบคือ a) ระบบแบบกวนสมบรูณ์ที่มีอัตราการป้อนน้ำเสียคงที่ b) ระบบแบบเติมเข้า-ถ่ายออก ซึ่งทั้งสองระบบนี้ได้ทำการป้อนน้ำเสียเดียวกันและควบคุมอายุสลัดจ์ที่ 20 วันเท่ากัน นำสลัดจ์จากทั้งสองระบบนี้มาทำการทดสอบแบบเท โดยใช้น้ำเสียเดิมและมีค่า F/M เท่ากัน ทำการวัดอัตราการใช้ออกซิเจนจำเพาะของจุลชีพ (OUR ต่อหน่วยความเข้มข้น VSS ในถังปฏิกริยา) ดังแสดงในภาพที่ 5.38 จะเห็นว่าอัตราการใช้ออกซิเจนจำเพาะที่เวลา $t = 0$ ของสลัดจ์จากระบบแบบกวนสมบรูณ์ที่มีอัตราการป้อนน้ำเสียคงที่นั้นมีค่าต่ำ

กว่าจากระบบแบบเติมเข้า-ถ่ายออกมาก ซึ่งชี้ให้เห็นว่าอัตราการใช้อุณหภูมิสูงสุดจำเพาะ (K_m) หรืออัตราการเติบโตสูงสุดจำเพาะของจุลชีพ (μ_m) ของระบบแบบกวนผสมที่มีอัตราการป้อนน้ำเสียคงที่นั้น มีค่าต่ำกว่า 50% เมื่อเทียบกับระบบแบบเติมเข้า-ถ่ายออก



ภาพที่ 5.38 แสดงผลของอัตราการใช้ออกซิเจนจำเพาะในการทดสอบแบบเพชของสลัดจ์จากระบบแบบกวนผสมที่มีอัตราการป้อนน้ำเสียคงที่ และระบบแบบเติมเข้า-ถ่ายออก

ดังนั้นสาเหตุส่วนหนึ่งที่ทำให้ค่า Filtered TOC ที่ได้จากการทดลองจริงมีค่าต่ำกว่าที่ได้จากโมเดลทางคณิตศาสตร์ อาจเนื่องมาจากอัตราการใช้อุณหภูมิของจุลชีพที่เกิดขึ้นจริงในระบบเอสปีอาร์ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับระบบแบบเติมเข้า-ถ่ายออก มีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดใช้ในโมเดลทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้มาจากระบบระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์แบบกวนผสม

สาเหตุอีกส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากกลไกการดูดติดผิว (adsorption) ซึ่งเกิดขึ้นในขณะที่น้ำเสียสัมผัสกับกลุ่มจุลชีพ ทำให้สารอาหารส่วนหนึ่งถูกกำจัดออกจากรน้ำเสียโดยที่ยังไม่ถูกออกซิไดซ์ เป็นผลให้ Filtered TOC ที่เหลือในถังปฏิกริยามีค่าต่ำกว่าแบบจำลอง โดย Eckenfelder และ Grau (1992) ได้กล่าวถึงกลไกการดูดติดผิวและการดูดกลืน (absorption) ซึ่งมีผลให้มีการกำจัด total COD ในน้ำเสียชุมชนได้ถึง 85% ภายใน 10-15 นาทีที่น้ำเสียสัมผัสกับสลัดจ์ ซึ่งปรากฏการณ์นี้เป็นหลักการพื้นฐานในการพัฒนากระบวนการปรับเสถียรสัมผัส (contact-stabilization process)