

บทที่ 5

ผลการวิจัยและการวิจารณ์ผล

5.1 การเริ่มต้นเลี้ยงจุลชีพ (Start Up)

การเริ่มต้นเลี้ยงจุลชีพ ทำโดยนำเชื้อจุลชีพ (seed) จากถังหมักของโรงบำบัดน้ำเสีย บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด ที่หัวหมาก มาเลี้ยงไว้ในถังพลาสติกขนาด 80 ลิตร จากนั้นจึงทำการป้อนน้ำเสียที่นำมาจากโรงบำบัดน้ำเสียของ บริษัท ไทยน้ำทิพย์ ผสมกับน้ำเสียสังเคราะห์ที่จะใช้ในการทดลองครั้งนี้ ซึ่งใช้ค่า SCOD = 200 mg/l การป้อนน้ำเสียเข้าสู่ถังเลี้ยงเป็นแบบทีละเท (Batch type) โดยวิธี Withdrawal & fill ในอัตราส่วนน้ำเสียจริงต่อน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 80 : 20 เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นจึงเปลี่ยนอัตราส่วนเป็น 50 : 50 เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ และ 20 : 80 เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ตามลำดับ ซึ่งได้มีการให้อากาศสลับกับการหยุดให้อากาศลงไปจนถึงเลี้ยงนี้ จุดประสงค์เพื่อให้ปริมาณจุลชีพชนิดที่ต้องการมีปริมาณมากพอ และอยู่ในสภาพที่เหมาะสมสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ (Acclimatized)

5.2 ผลการวิจัยของกระบวนการแอกซิเวเคตสลัดจ์แบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก

การทดลองชุดนี้มีทั้งหมด 3 การทดลอง เป็นการทดลองแบบต่อเนื่อง (Continuous flow experiments) ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ พ.1 ถึง พ. 18 ในภาคผนวก ส่วนพารามิเตอร์ควบคุมที่สำคัญของการทดลองทั้ง 3 การทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 5.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ควบคุมที่สำคัญของการทดลองทั้ง 3 การทดลอง

การทดลอง	SCOD ที่เข้าระบบ (mg/l)		อัตราส่วนของ SCOD : PO ₄ -P	
	Pre-Set	Actual	Pre-Set	Actual
1	200	207.74	20 : 1	18.99 : 1
2	400	403.94	40 : 1	36.42 : 1
3	600	615.43	60 : 1	56.72 : 1

5.2.1 ผลของการทดลองในแต่ละการทดลอง

ผลของการทดลอง ซึ่งเป็นการทดลองแบบต่อเนื่อง (Continuous flow experiments) เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะ Steady - state ซึ่งสามารถสังเกตจากค่า PO₄-P, MLSS และ Px ของถังแอนแอโรบิก (Anaerobic tank) มีค่าเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก รายละเอียดของแต่ละการทดลองมีดังต่อไปนี้

5.2.1.1 การทดลองที่ 1 (SCOD ที่เข้าระบบ = 200 mg/l)

ในการทดลองนี้ กำหนดค่า SCOD ที่เข้าระบบเท่ากับ 200 mg/l แต่จากการวิเคราะห์ค่า SCOD ที่เข้าระบบจริง พบว่ามีค่าเฉลี่ยตลอดการทดลอง เท่ากับ 207.74 mg/l หลังจากพิจารณาค่า PO₄-P, MLSS และ Px ของการทดลองนี้แล้วพบว่า ระบบเข้าสู่สภาวะ Steady-state ระหว่างวันที่ 56 ถึง 72 ของการทดลอง ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่วิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.2 และแสดงกราฟไว้ในรูปที่ 5.1 ถึง 5.5

5.2.1.2 การทดลองที่ 2 (SCOD ที่เข้าระบบ = 400 mg/l)

ในการทดลองนี้ กำหนดค่า SCOD ที่เข้าระบบเท่ากับ 400 mg/l แต่จากการวิเคราะห์ค่า SCOD ที่เข้าระบบจริง พบว่ามีค่าเฉลี่ยตลอดการทดลอง เท่ากับ 403.94 mg/l และหลังจากพิจารณาค่า PO₄-P, MLSS และ Px ของการทดลองนี้แล้วพบว่า

ระบบเข้าสู่สภาวะ Steady-state ระหว่างวันที่ 54 ถึง 65 ของการทดลอง ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่วิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.3 และแสดงกราฟไว้ในรูปที่ 5.6 ถึง 5.10

5.2.1.3 การทดลองที่ 3 (SCOD ที่เข้าระบบ = 600 mg/l)

ในการทดลองนี้ กำหนดค่า SCOD ที่เข้าระบบเท่ากับ 600 mg/l แต่จากการวิเคราะห์ค่า SCOD ที่เข้าระบบจริง พบว่ามีค่าเฉลี่ยตลอดการทดลอง เท่ากับ 615.43 mg/l และหลังจากพิจารณาค่า $PO_4\text{-P}$, MLSS และ Px ของการทดลองนี้แล้วพบว่าระบบเข้าสู่สภาวะ Steady-State ระหว่างวันที่ 42 ถึง 63 ของการทดลองค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่วิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.4 และแสดงกราฟไว้ในรูปที่ 5.11 ถึง 5.15



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่วัดได้ตลอดการทดลองที่ 1 (SCOD = 200 mg/l) และแสดงค่าประสิทธิภาพในการกำจัด

พารามิเตอร์	จุดเก็บตัวอย่าง	ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย	
PO ₄ -P (mg/l)	INF	9.40-12.20	10.94	
	AN	8.30-20.50	14.58	
	AER	7.10-12.90	10.32	
	EFF	7.50-12.90	10.41	
	% PO ₄ -P removal	EFF	-	4.84
	SCOD (mg/l)	INF	188.16-247.71	207.74
AN		5.46- 63.00	14.85	
AER		3.65- 43.30	12.79	
EFF		2.58- 28.30	10.02	
% SCOD removal		EFF	-	95.18
SCOD : PO ₄ -P		INF	-	18.99 : 1
Px	AER	1.76-3.74	2.77	
MLSS (mg/l)	AER	1428-2540	1824	
NO ₂ -N (mg/l)	EFF	1.30-1.95	1.63	
NO ₃ -N (mg/l)	EFF	7.45-11.85	9.38	

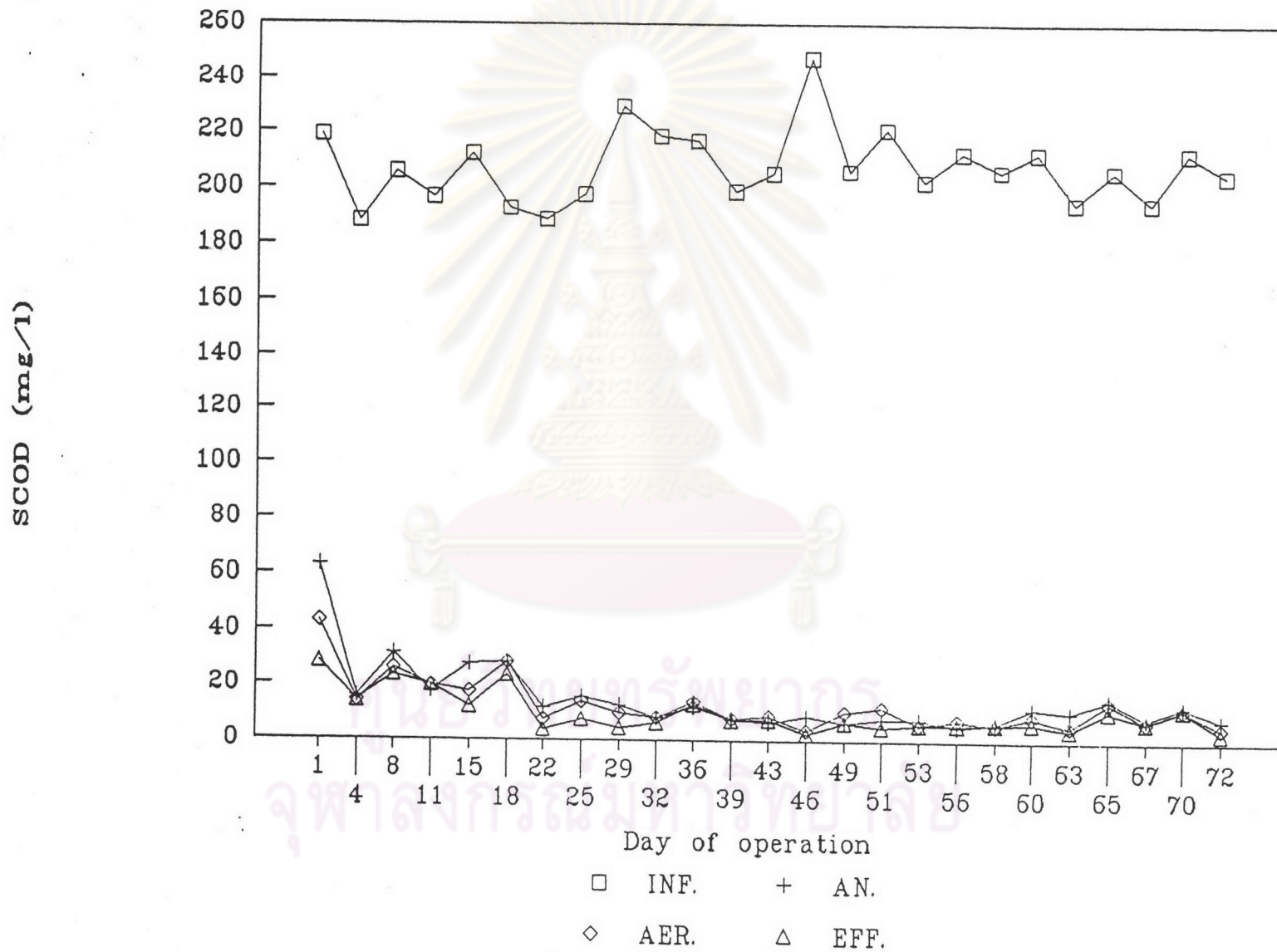
ตารางที่ 5.3 แสดงค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่วัดได้ตลอดการทดลองที่ 2 (SCOD = 400 mg/l) และแสดงค่าประสิทธิภาพในการกำจัด

พารามิเตอร์	จุดเก็บตัวอย่าง	ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
PO ₄ -P (mg/l)	INF	9.80-12.80	11.09
	AN	29.60-38.60	33.49
	AER	3.50- 8.90	6.68
	EFF	3.80- 9.30	7.54
	% PO ₄ -P removal	EFF	-
SCOD (mg/l)	INF	377.81-442.34	403.94
	AN	14.45- 34.99	22.96
	AER	6.54- 23.66	13.15
	EFF	5.38- 14.06	9.15
	% SCOD removal	EFF	-
SCOD : PO ₄ -P	INF	-	36.42 : 1
Px	AER	3.78-5.41	4.73
MLSS (mg/l)	AER	2574-3795	3014
NO ₂ -N (mg/l)	EFF	1.25-2.25	1.87
NO ₃ -N (mg/l)	EFF	9.20-12.45	10.38

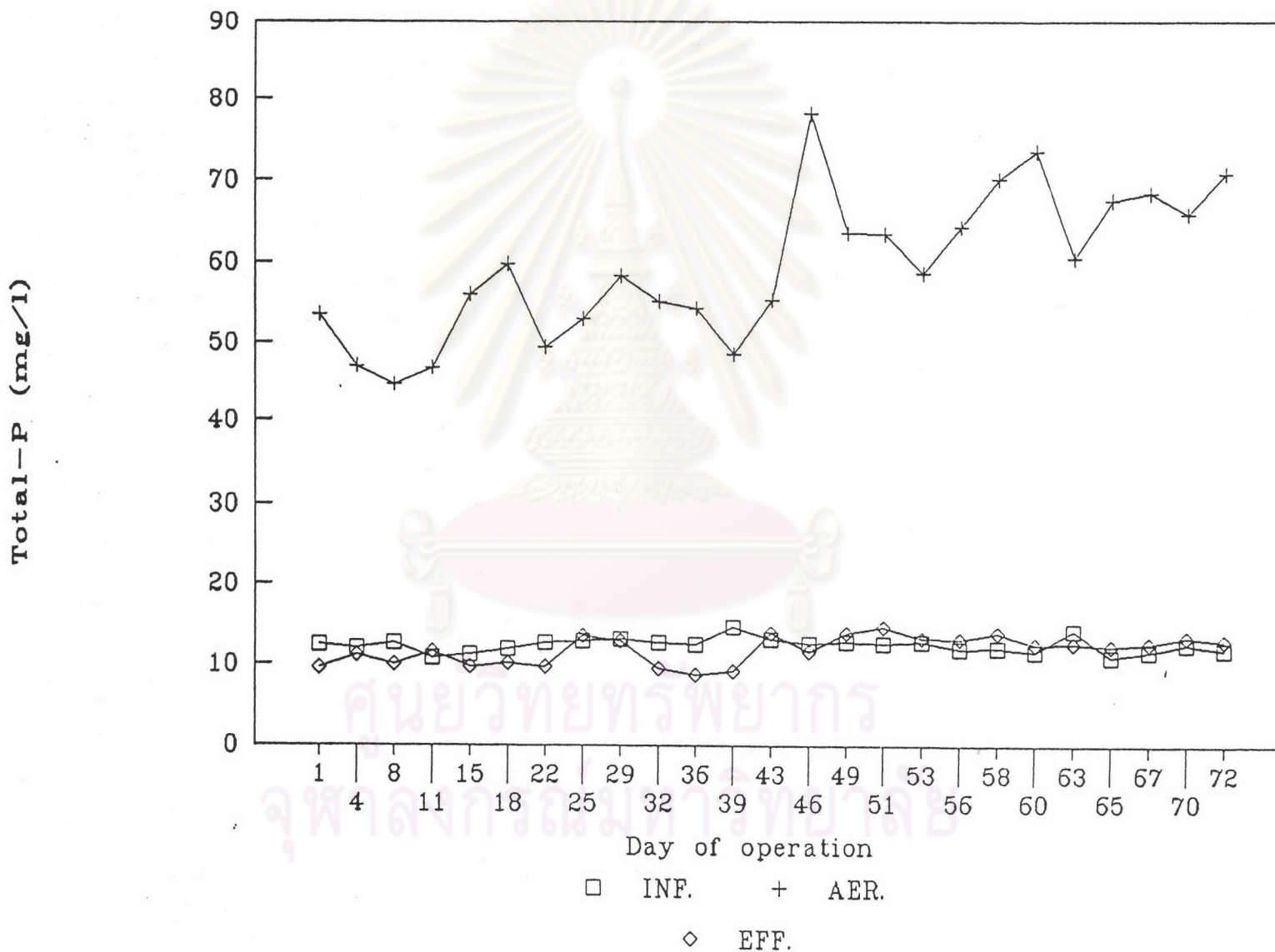
ตารางที่ 5.4 แสดงค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่วัดได้ตลอดการทดลองที่ 3 (SCOD = 600 mg/l) และแสดงค่าประสิทธิภาพในการกำจัด

พารามิเตอร์	จุดเก็บตัวอย่าง	ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
PO ₄ -P (mg/l)	INF	9.70-12.50	10.85
	AN	28.70-55.20	39.67
	AER	2.90-11.40	5.93
	EFF	1.70-11.30	5.52
	% PO ₄ -P removal	EFF	-
SCOD (mg/l)	INF	588.24-663.51	615.43
	AN	17.92-111.66	38.64
	AER	8.64- 51.46	19.46
	EFF	6.17- 24.76	11.57
	% SCOD removal	EFF	-
SCOD : PO ₄ -P	INF	-	56.72 : 1
Px	AER	4.09-6.82	5.46
MLSS (mg/l)	AER	2522-4238	3484
NO ₂ -N (mg/l)	EFF	4.85-9.00	7.12
NO ₃ -N (mg/l)	EFF	9.35-13.80	12.03

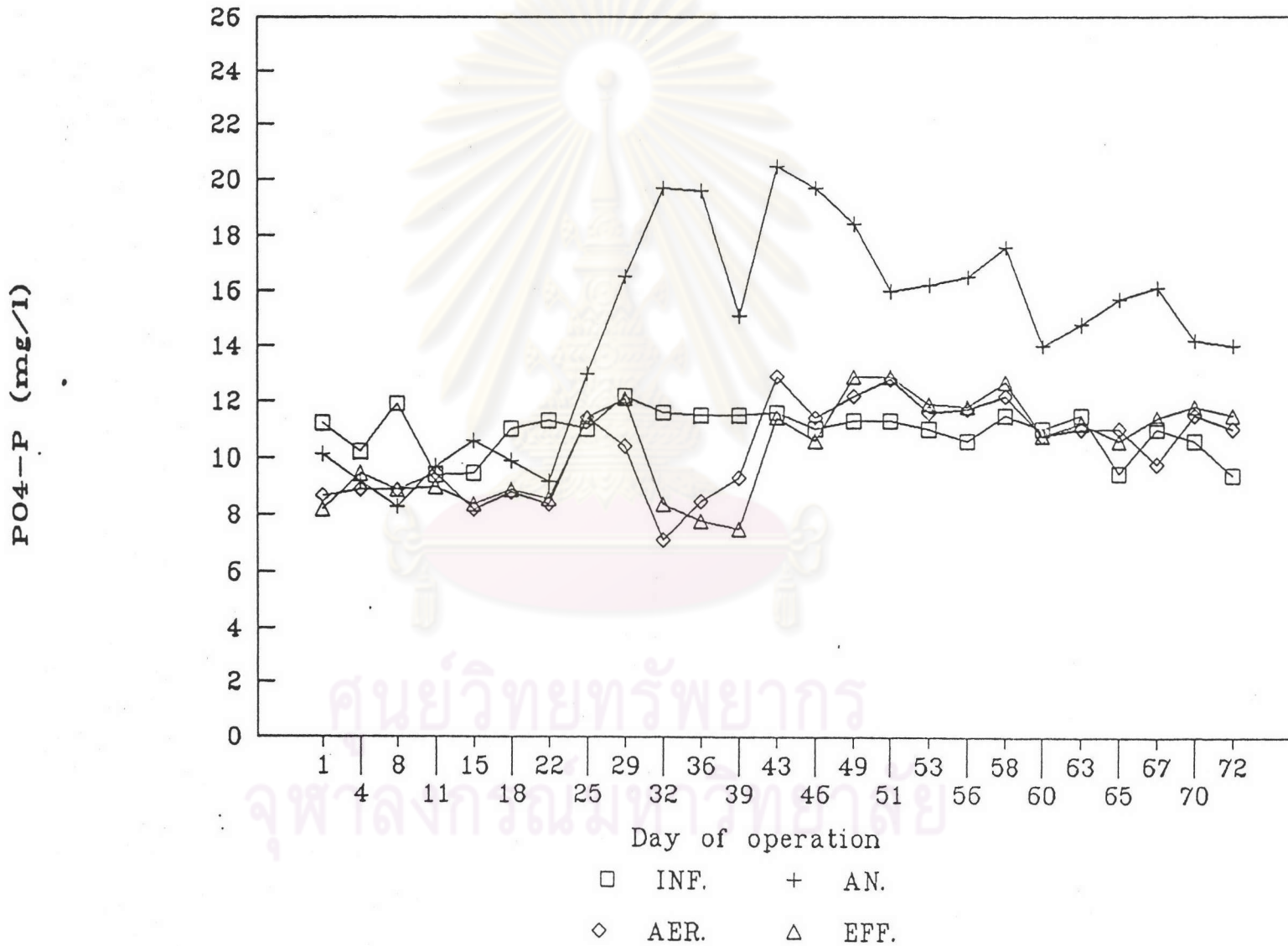
รูปที่ 5.1 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่า ซีโอดี ที่ตำแหน่งต่าง ๆ
ของการทดลองที่ 1



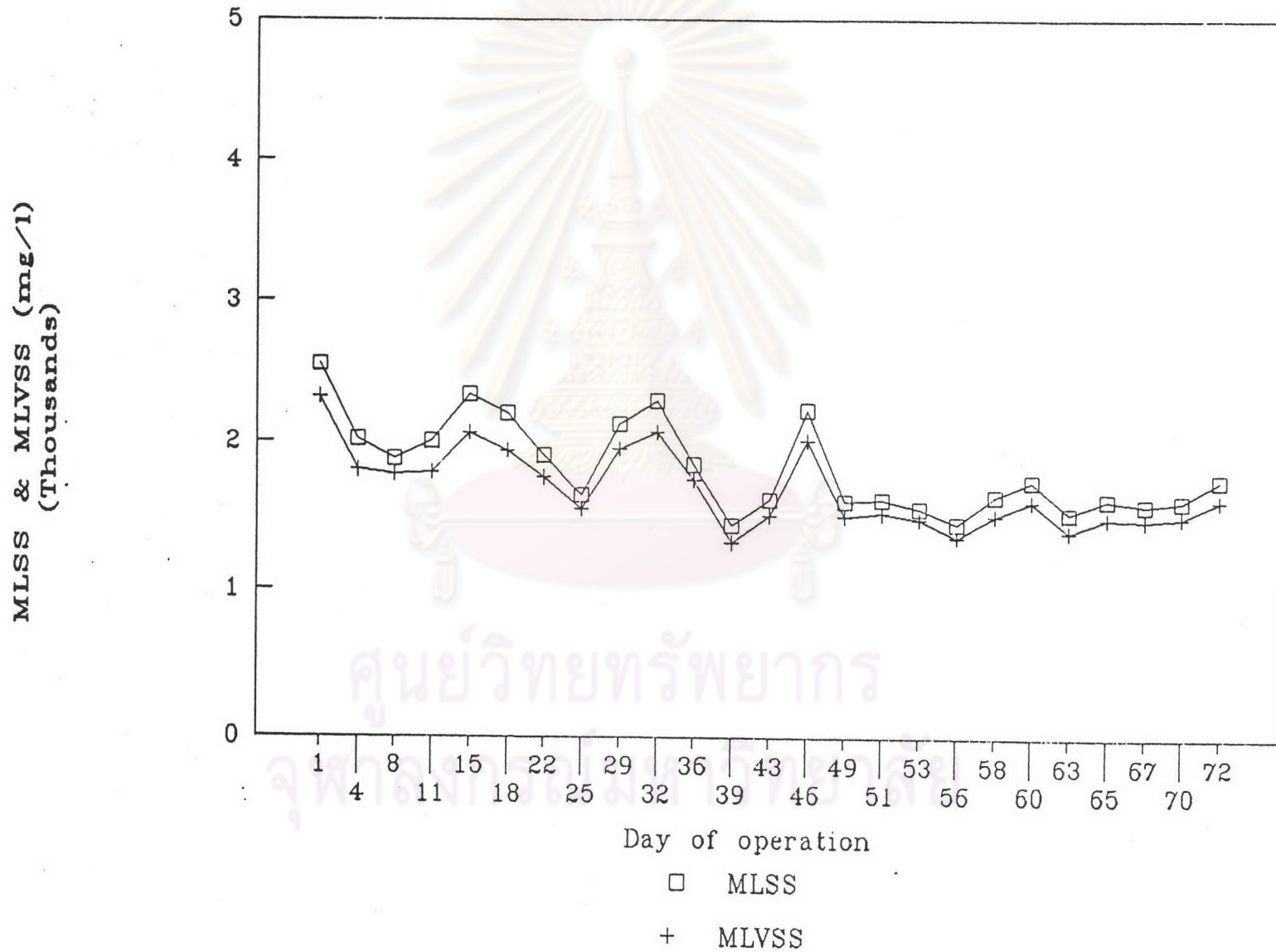
รูปที่ 5.2 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ตำแหน่งต่าง ๆ
ของการทดลองที่ 1



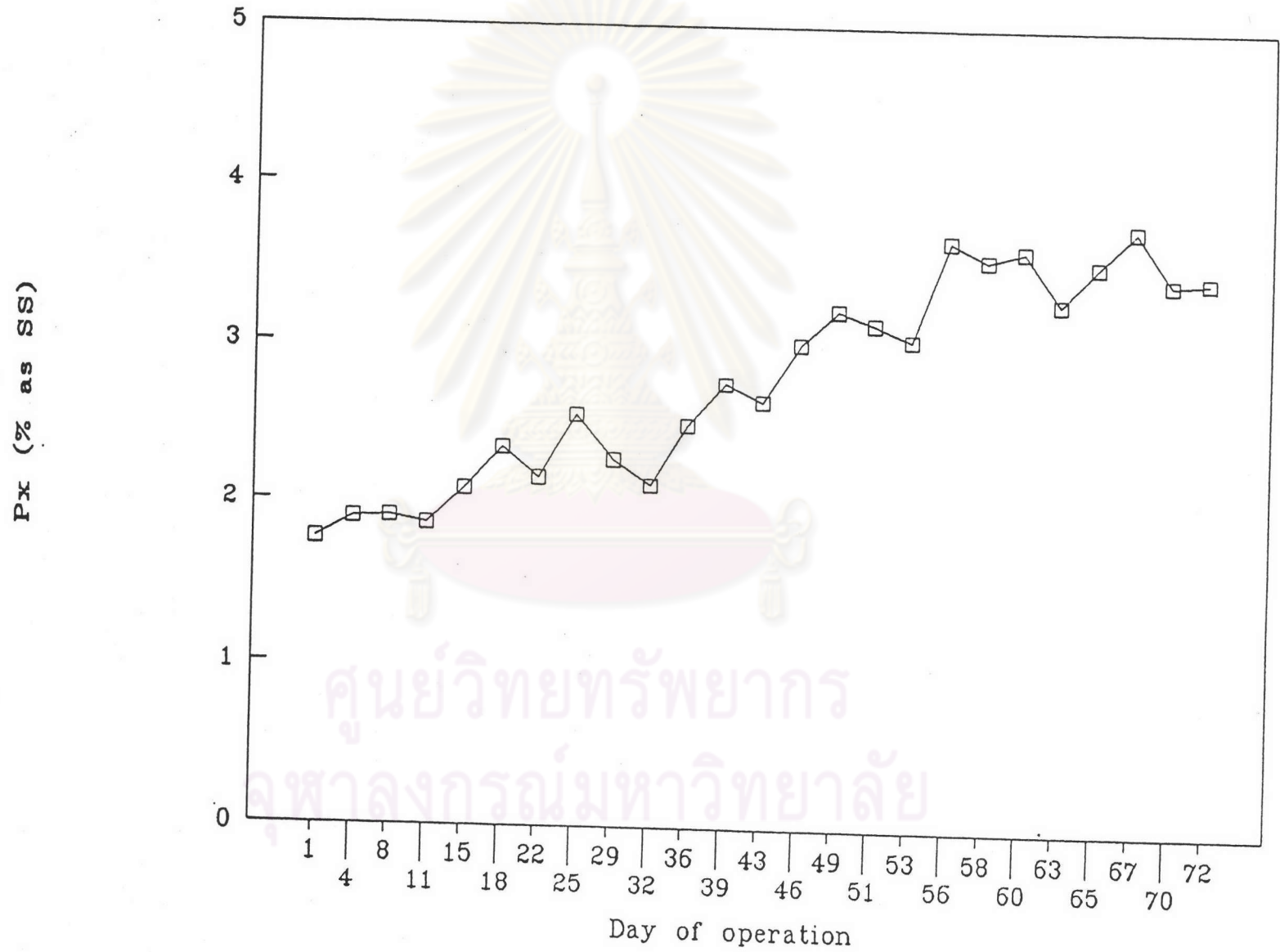
รูปที่ 5.3 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าออร์โธฟอสเฟตที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลองที่ 1



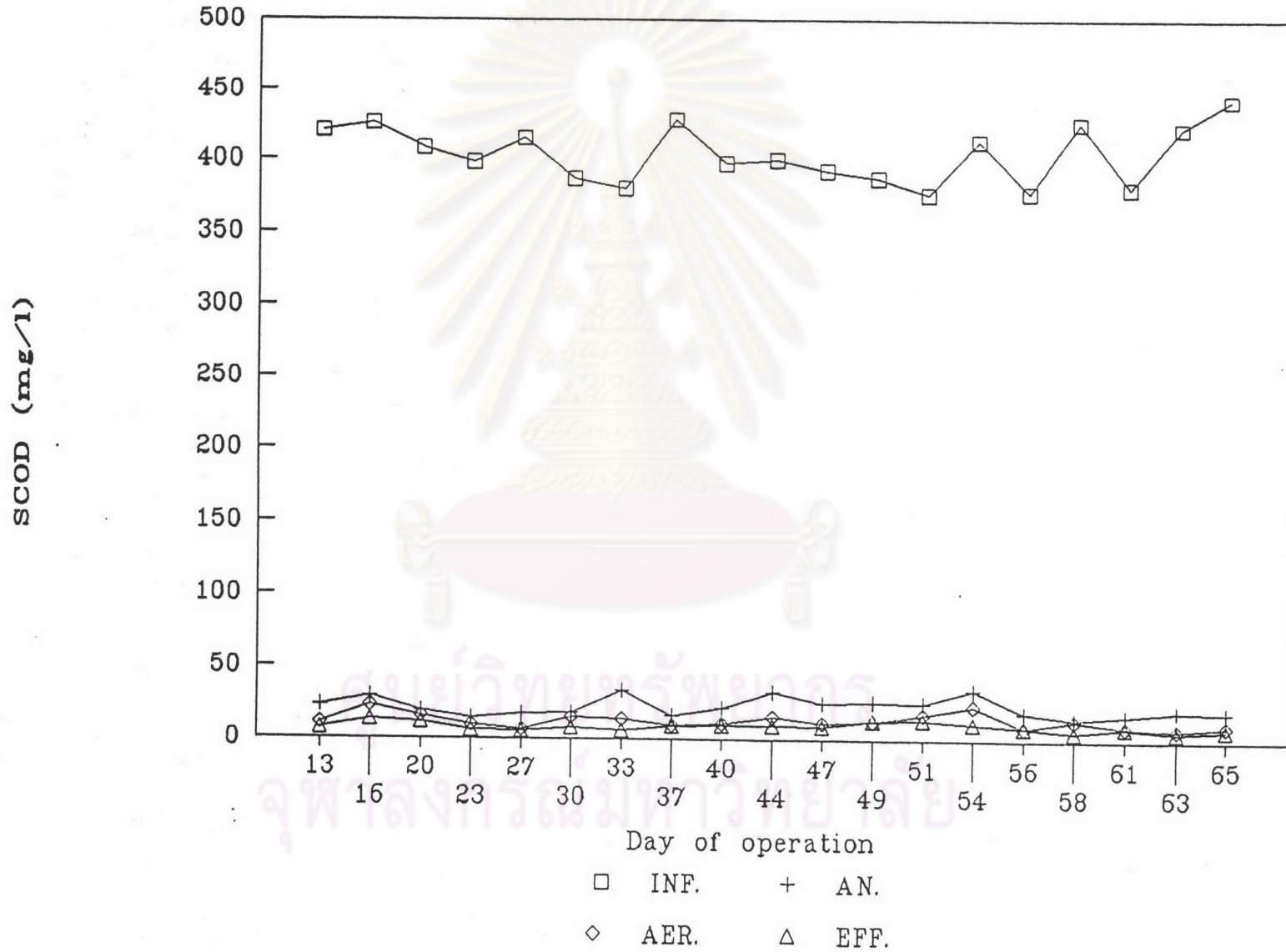
รูปที่ 5.4 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลองที่ 1



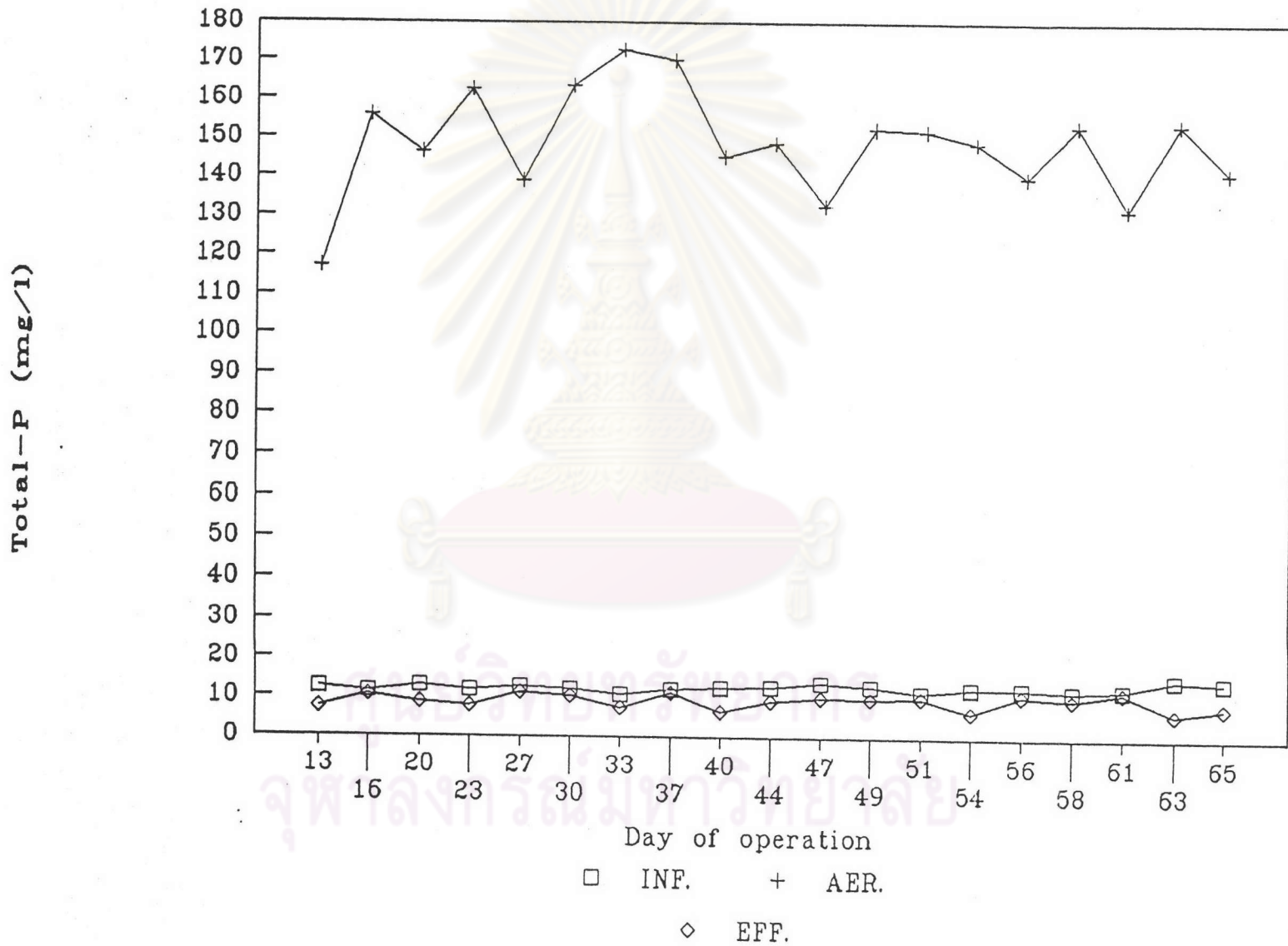
รูปที่ 5.5 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่า Phosphorus content ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลองที่ 1



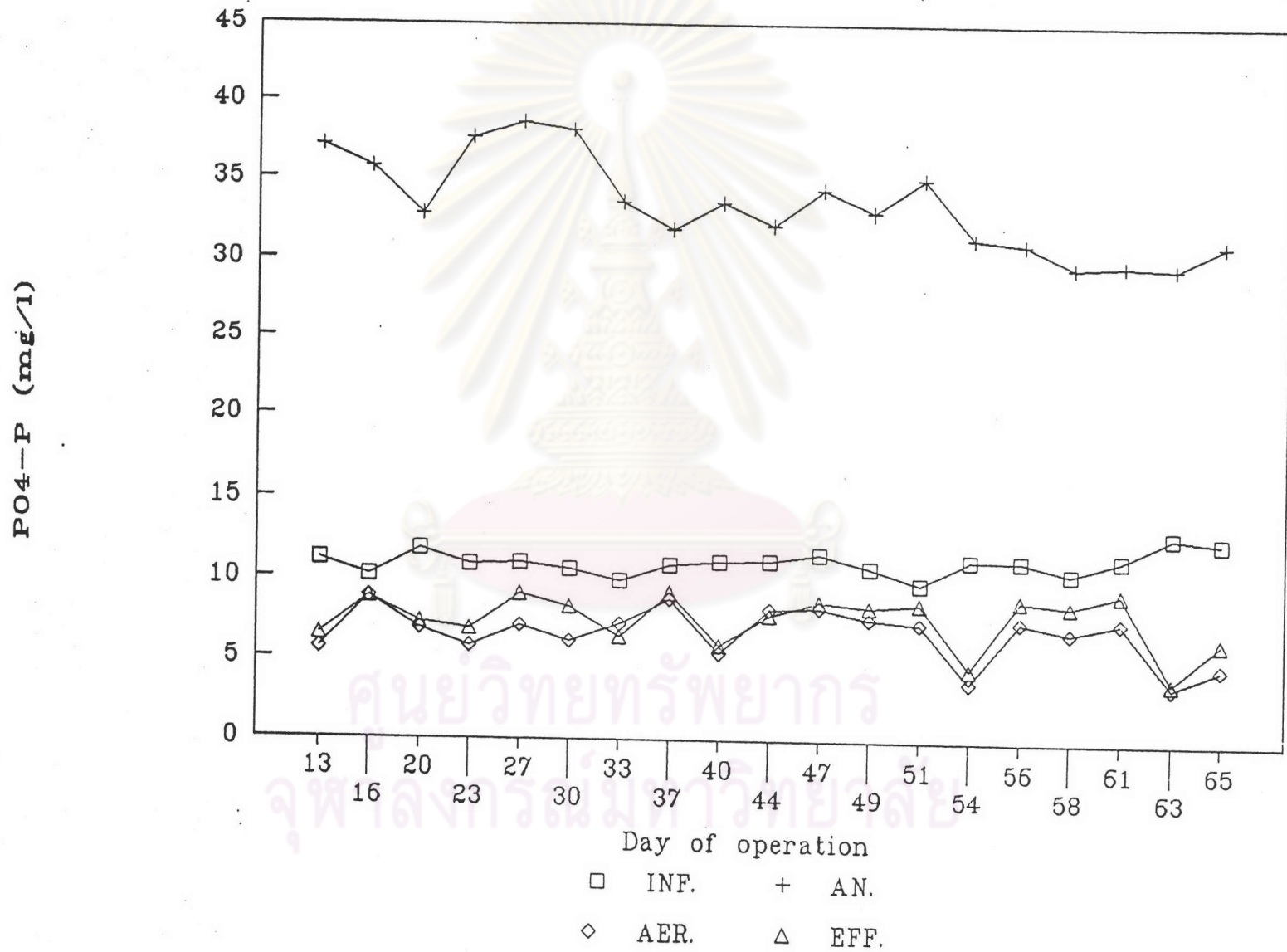
รูปที่ 5.6 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่า ซีโอดี ที่ตำแหน่งต่าง ๆ
ของการทดลองที่ 2



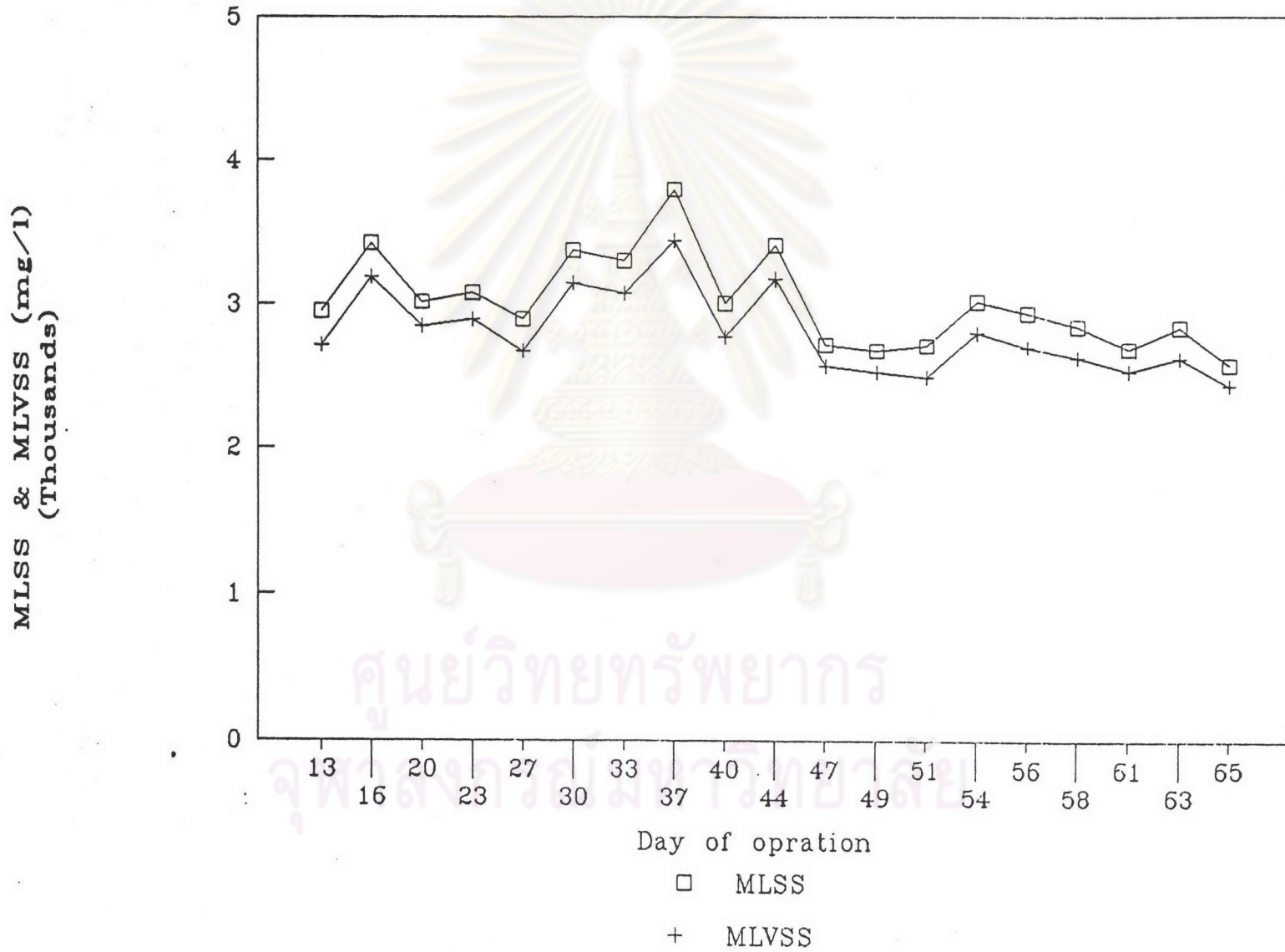
รูปที่ 5.7 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ตำแหน่งต่าง ๆ
ของการทดลองที่ 2



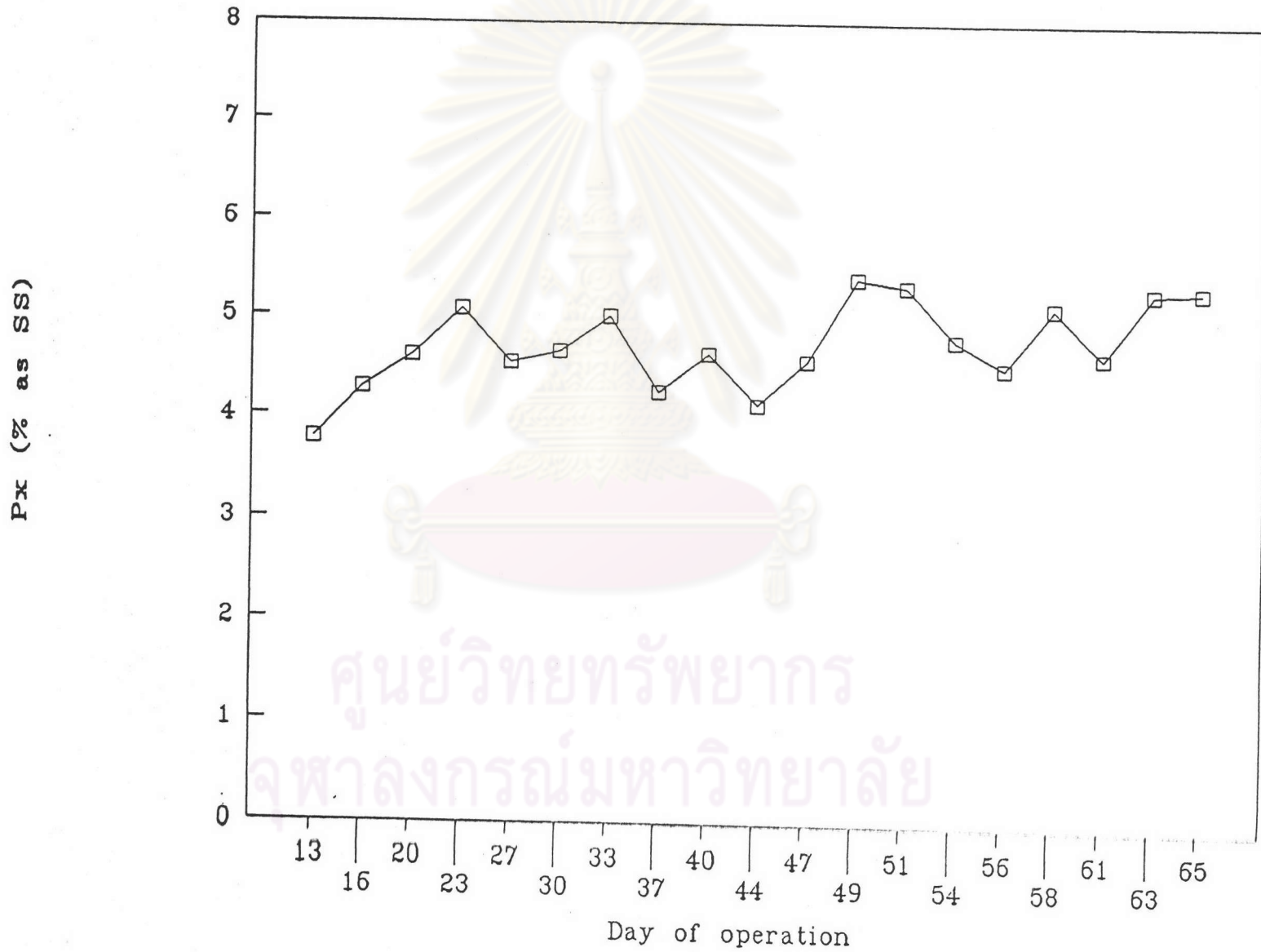
รูปที่ 5.8 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าออร์โธฟอสเฟตที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลองที่ 2



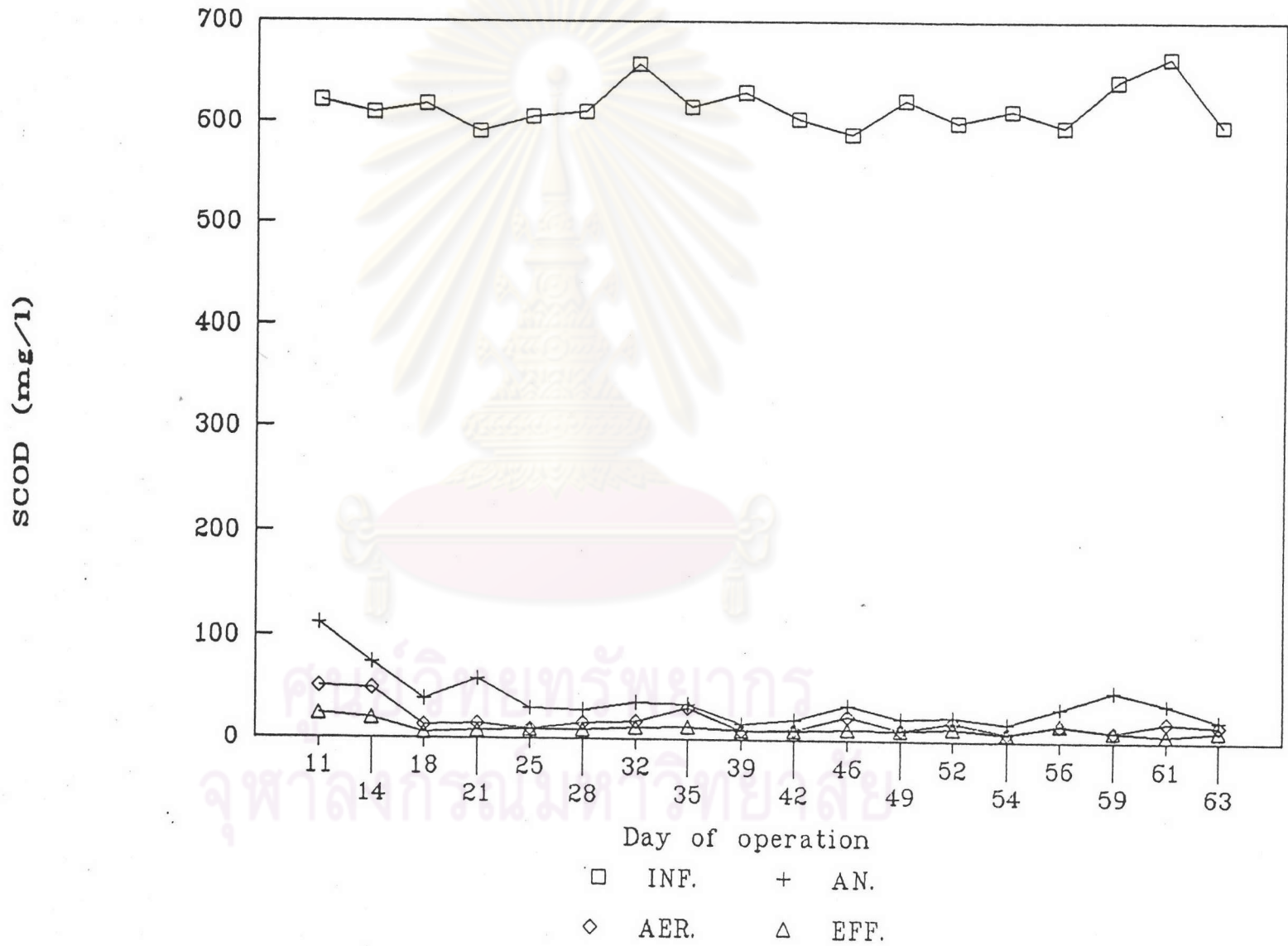
รูปที่ 5.9 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลองที่ 2



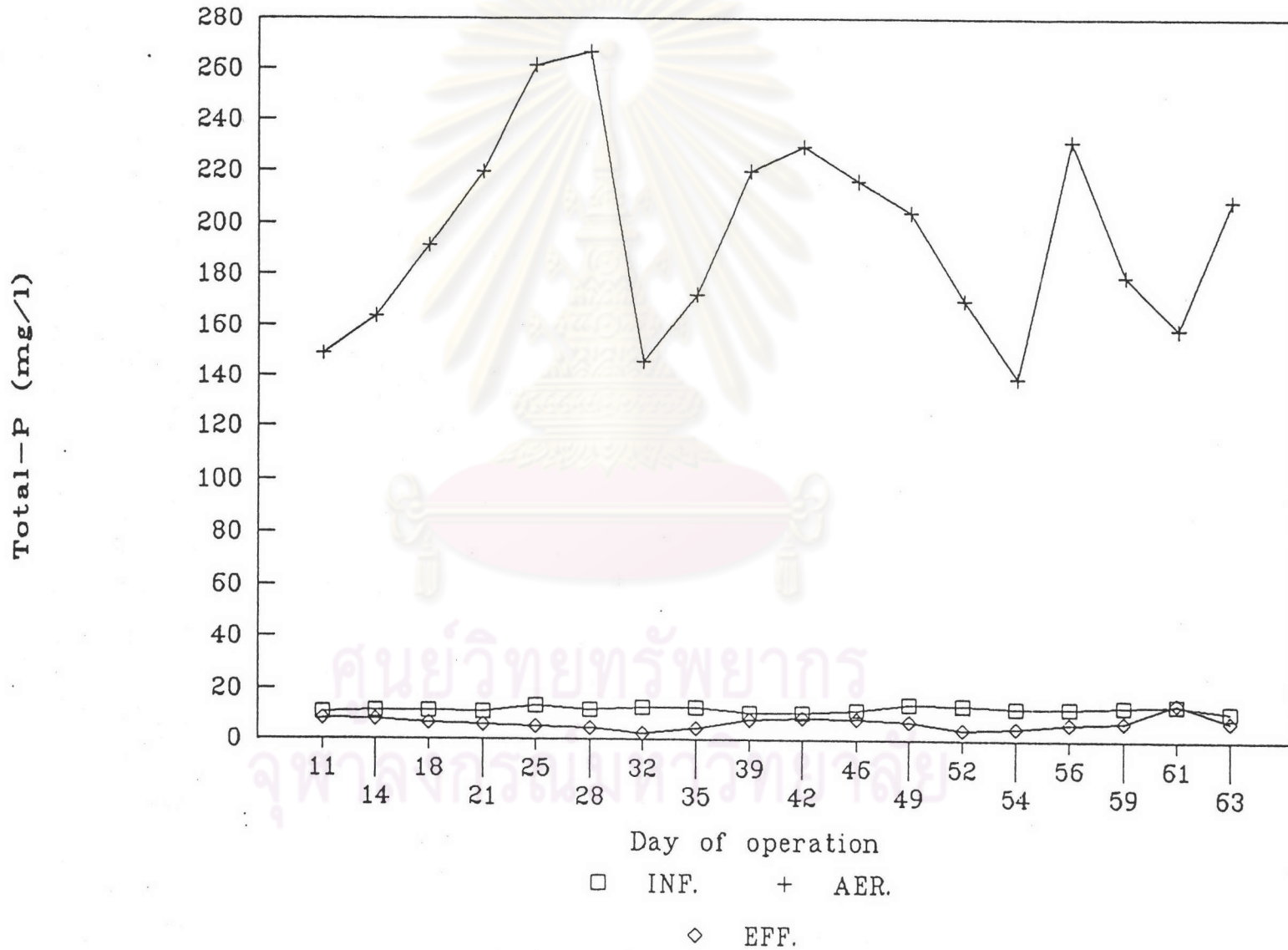
รูปที่ 5.10 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่า Phosphorus content ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลองที่ 2



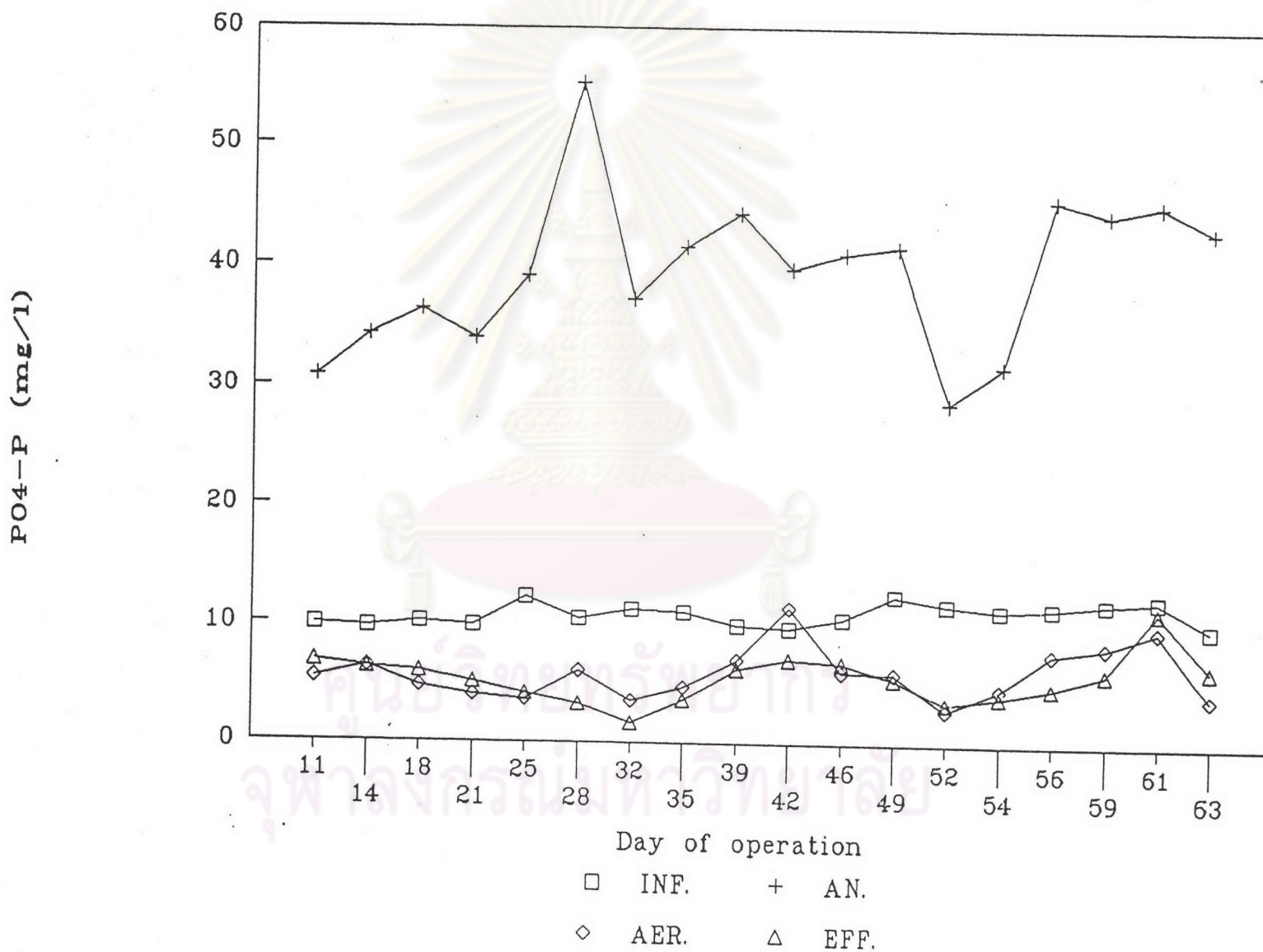
รูปที่ 5.11 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่า ซีโอดี ที่ตำแหน่งต่าง ๆ
ของการทดลองที่ 3



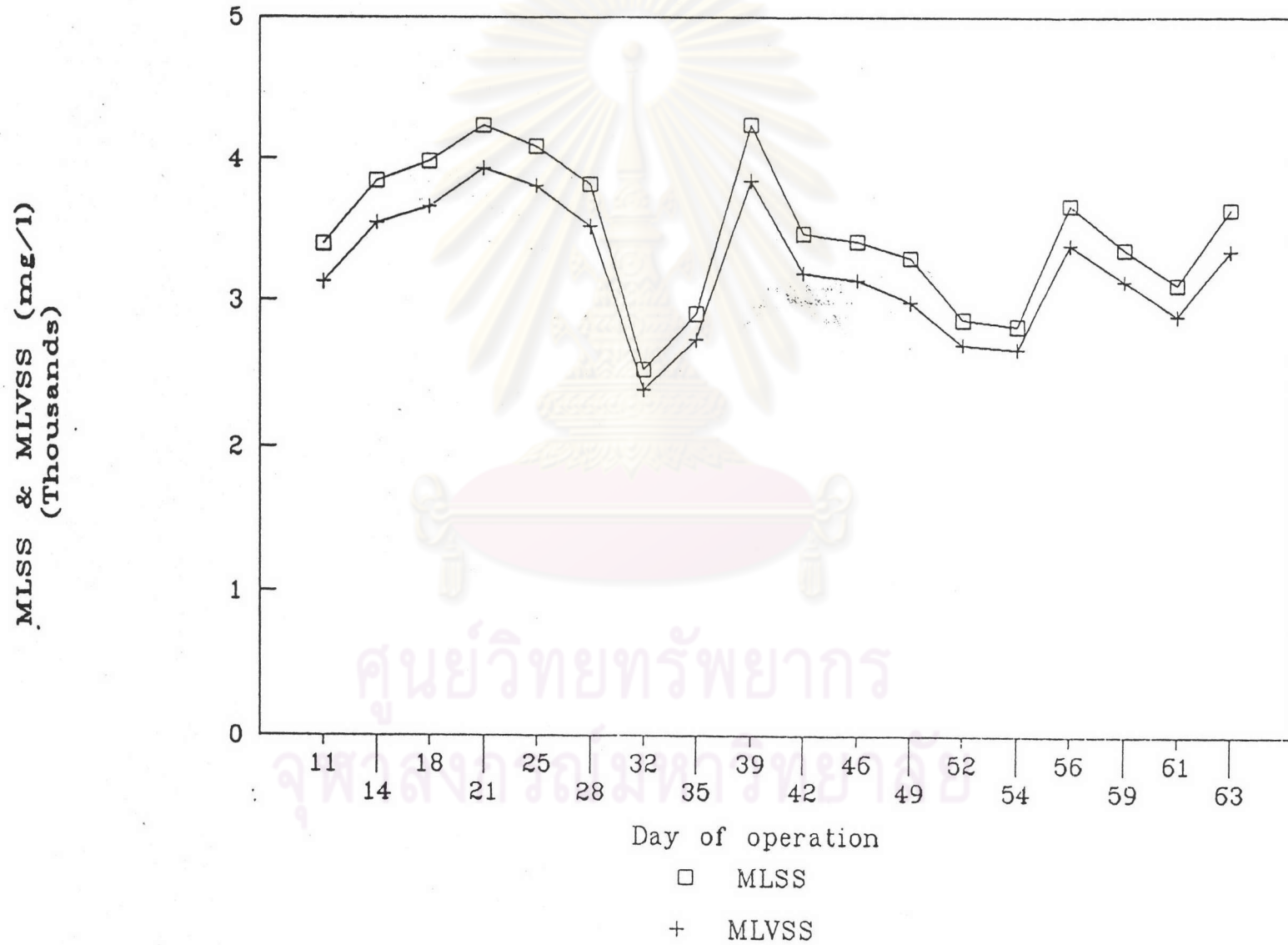
รูปที่ 5.12 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ตำแหน่งต่าง ๆ
ของการทดลองที่ 3



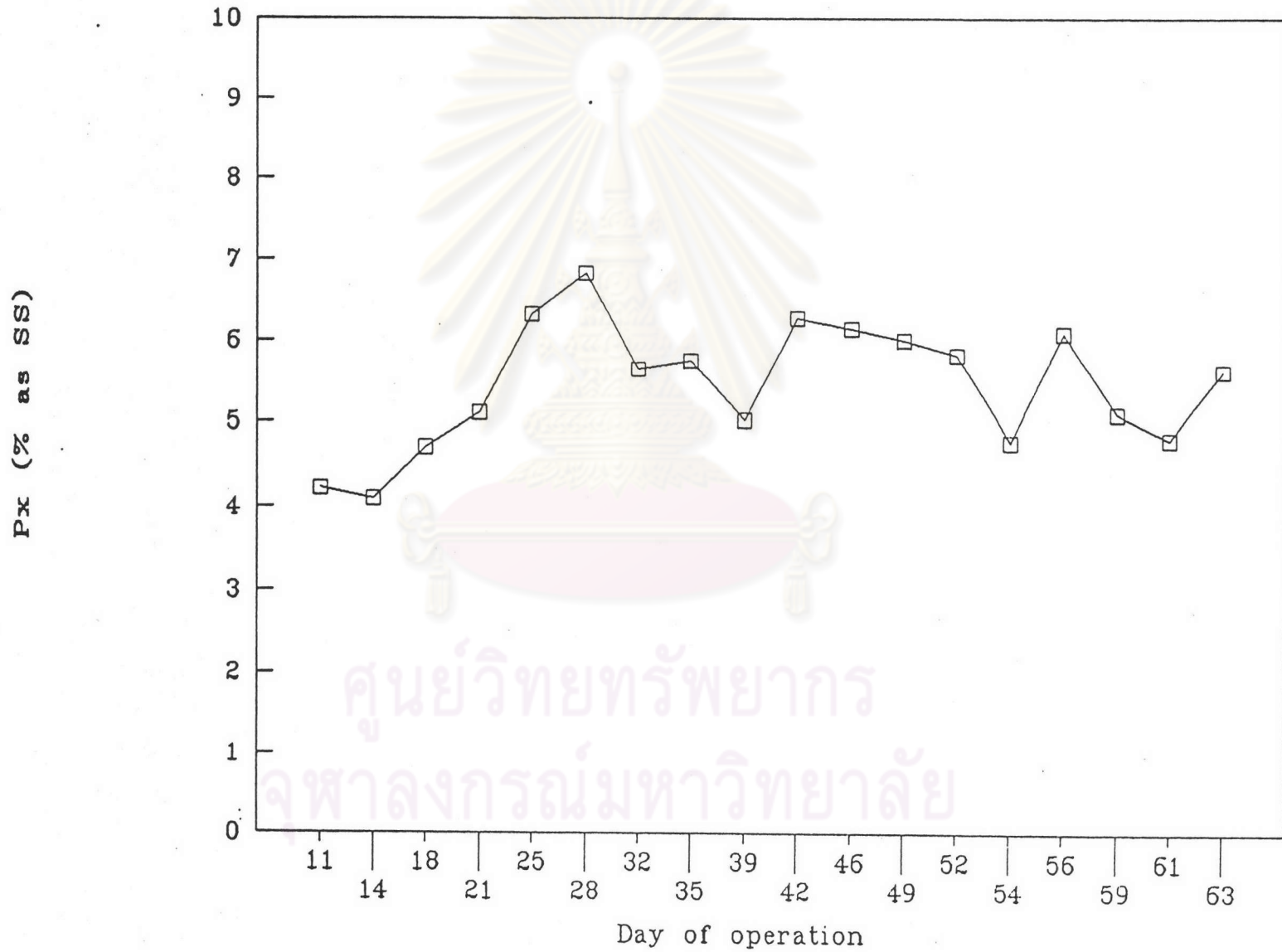
รูปที่ 5.13 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าออร์โธฟอสเฟตที่ตำแหน่งต่าง ๆ
ของการทดลองที่ 3



รูปที่ 5.14 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลองที่ 3



รูปที่ 5.15 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่า Phosphorus content ที่ตำแหน่งต่าง ๆ
ของการทดลองที่ 3



5.3 ซีไอดี และประสิทธิภาพในการกำจัด ซีไอดี

ซีไอดี เป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญของการทดลองนี้ เนื่องจากเป็นพารามิเตอร์ที่มีผลโดยตรงต่อการกำจัดฟอสฟอรัส ของกระบวนการออกซิเดชันแบบแอนแอโรบิก - แอโรบิก นอกจากนั้นยังสามารถบอกถึงประสิทธิภาพในการกำจัด ซีไอดี ของกระบวนการได้อีกด้วย

ประสิทธิภาพในการกำจัด ซีไอดี ของกระบวนการสามารถแยกพิจารณาได้ 3 ส่วนคือ ประสิทธิภาพในการกำจัด ซีไอดี ของถังแอนแอโรบิก ประสิทธิภาพในการกำจัด ซีไอดี ของถังแอโรบิก และประสิทธิภาพในการกำจัด ซีไอดี ของระบบรวม

ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการกำจัด ซีไอดี ของการทดลองทั้ง 3 การทดลองสรุปไว้ในตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 แสดงว่าเฉลี่ย ซีไอดี ที่เข้าระบบจริง และประสิทธิภาพในการกำจัด ซีไอดี ของถังแอนแอโรบิก ถังแอโรบิก และระบบรวม

การทดลองที่	ถังแอนแอโรบิก		ถังแอโรบิก		ระบบรวม
	SCOD ที่เข้าระบบ (mg/l)	SCOD removal %	SCOD ที่เข้าระบบ (mg/l)	SCOD removal %	SCOD removal %
1	207.74	92.85	14.85	13.87	95.18
2	403.94	94.32	22.96	42.73	97.73
3	615.43	93.72	38.64	49.64	98.12

จากผลการทดลองทั้ง 3 การทดลอง เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดี พบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัด ซีไอดี ของถังแอนแอโรบิก มีค่าสูงอยู่ระหว่าง 92.85% ถึง 94.32 % ถึงแม้ว่าในถังแอนแอโรบิก จะมีระยะเวลาพักเก็บรวมเท่ากับ 2 ชั่วโมงเท่านั้น ส่วน ประสิทธิภาพในการกำจัด ซีไอดี ของถังแอโรบิกนั้น มีค่าอยู่ระหว่าง 13.87 % ถึง 49.64 % แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการกำจัด ซีไอดี รวมของทั้งระบบ ก็มีค่าสูงอยู่ระหว่าง 95.18 % ถึง 98.12 %

ข้อสังเกตประการหนึ่ง คือ ระบบแอกติเวตเตดสลัดจ์ แบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก ที่ใช้ในการทดลองนี้ ส่วนที่เป็นแอนแอโรบิก (Anaerobic zone) สามารถกำจัดซีไอดีได้สูง อีกทั้ง จุลชีพในระบบก็พบว่า มีจุลชีพชนิดเส้นใยเกิดขึ้นน้อยมาก เอื้ออำนวยต่อการควบคุมการทำงานของระบบ ได้น้ำที่ผ่านออกจากถังตกตะกอนใสมาก

5.4 ฟอสฟอรัสและประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัส

เนื่องจากการทดลองนี้ค่าฟอสฟอรัสเป็นพารามิเตอร์ ที่สำคัญที่สุดที่บ่งบอกถึงผลการ ทำงานของระบบ การหาค่าฟอสฟอรัส สำหรับการทดลองทั้ง 3การทดลองจะวัดค่าฟอสฟอรัสใน 2 ฟอรัม คือ ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total-Phosphorus) และออร์โธฟอสเฟต (Ortho-Phosphate)

5.4.1 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total-Phosphorus)

การวัดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total-Phosphorus) ก็เพื่อให้ทราบถึงปริมาณ ฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในตัวของจุลชีพในระบบ ซึ่งเกิดจากการดูดกลืน (Uptake)ฟอสฟอรัสที่มีอยู่ใน น้ำเสียเข้าไปไว้ในเซลล์ของมัน และเพื่อนำค่าไปใช้ในการวิเคราะห์หาค่า Phosphorus content (Px) ของระบบในแต่ละการทดลอง ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป ตำแหน่งที่ใช้ สังเกตค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (T-P) ก็คือ ถังแอโรบิก (Aerobic tank)

จากรูปที่ 5.2 จะเห็นว่า ค่า T-P ของ Aerobic ในช่วงวันที่ 1-43 ของ การทดลองที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วง 44.60 - 58.30 mg/l หลังจากวันที่ 43 จนถึงวันที่ 72 ของ การทดลอง จะมีค่าสูงขึ้นคือ อยู่ระหว่าง 58.70 - 78.20 mg/l แสดงให้เห็นว่า จุลชีพใน ระบบได้มีการดูดกลืน (Uptake) ฟอสฟอรัส เข้าไปสะสมอยู่ในเซลล์ของมันบ้างเล็กน้อย

จากรูปที่ 5.7 จะเห็นว่าค่า T-P ของ Aerobic ตลอดการทดลองที่ 2 นี้ มีค่าอยู่ระหว่าง 117.10 - 172.80 mg/l ซึ่งสูงกว่าค่าของการทดลองที่ 1 อย่างเห็นได้ชัด

จากรูปที่ 5.12 จะเห็นว่าค่า T-P ของ Aerobic ตลอดการทดลองที่ 3 นี้ มีค่าอยู่ระหว่าง 136.50 - 266.60 mg/l ก็เป็นค่าที่สูงขึ้นกว่าการทดลองที่ 2 เช่นกัน

5.4.2 ออร์โธฟอสเฟต (Ortho-Phosphate)

การวัดค่าออร์โธฟอสเฟต (Ortho-Phosphate) ก็เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัสของระบบซึ่งจะคิดจากปริมาณออร์โธฟอสเฟตที่วัดจากน้ำที่ทิ้งออกจากระบบ (Treated effluent) และเพื่อให้ทราบถึงปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกปลดปล่อย (Release) ออกมาจากตัวของจุลชีพในถังแอนแอโรบิก ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่จะเป็นถึงผลการทำงานของระบบ

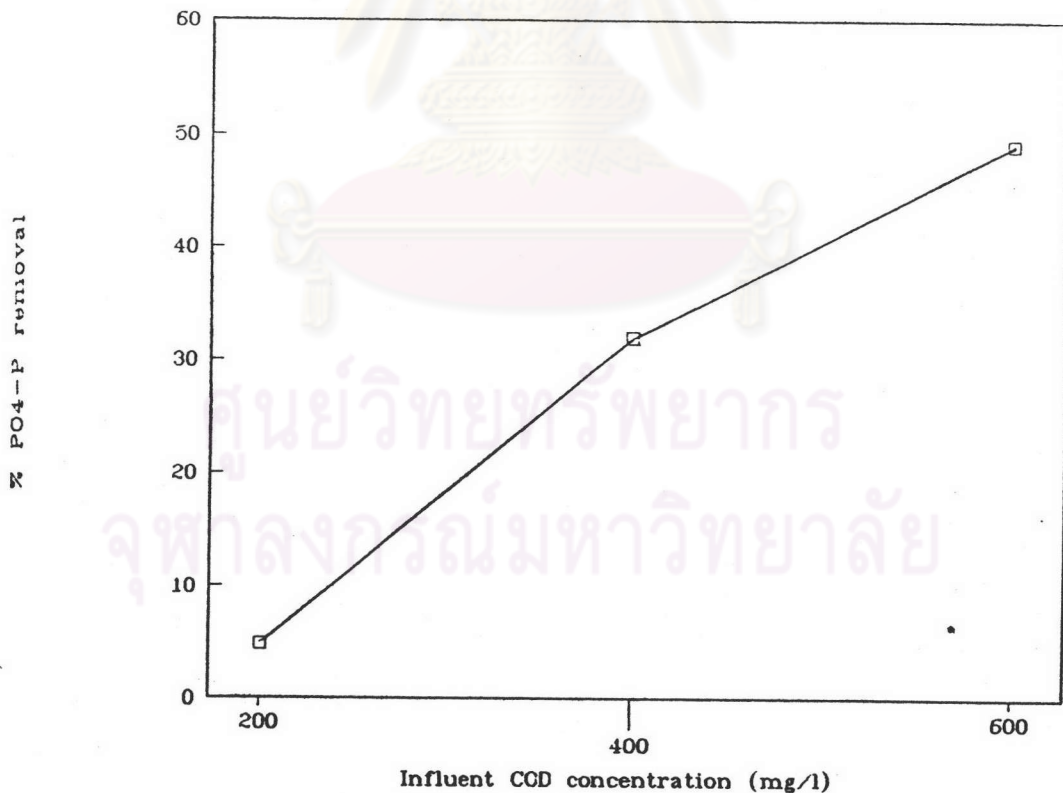
จากรูปที่ 5.3 จะเห็นว่าในช่วงแรก คือตั้งแต่วันที่ 1-22 ของการทดลองที่ 1 ค่า PO_4-P ของ Anaerobic จะมีค่าใกล้เคียงกับ PO_4-P ของ Influent แสดงว่า จุลชีพในระบบไม่อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการทำงาน จึงยังไม่เกิดการปลดปล่อย (Release) ฟอสฟอรัสออกมาในถังแอนแอโรบิก แต่หลังจากนั้นค่า PO_4-P ของ Anaerobic ก็เพิ่มขึ้นเล็กน้อยด้วยค่าสูงสุดเท่ากับ 20.50 mg/l ที่วันที่ 43 ของการทดลองที่ 1 ส่วนค่า PO_4-P ของ Aerobic ตลอดการทดลองที่ 1 นี้มีค่าอยู่ระหว่าง 7.10 - 12.90 mg/l และค่า PO_4-P ของ Treated effluent ตลอดการทดลองที่ 1 นี้มีค่าอยู่ระหว่าง 7.50 - 12.90 mg/l ดังนั้นประสิทธิภาพการกำจัดของฟอสฟอรัสของการทดลองที่ 1 นี้มีค่าเท่ากับ 4.84 % เท่านั้น ซึ่งถือว่า เป็นค่าที่ต่ำมาก

จากรูปที่ 5.8 จะเห็นว่า เมื่อเริ่มเก็บค่าน้ำตัวอย่างจากถัง Anaerobic ในวันที่ 13 ของการทดลองที่ 2 ไบโกลีแอสค่า PO_4-P จะได้เท่ากับ 37.10 mg/l และตลอดการทดลองที่ 2 นี้ ค่า PO_4-P ของ Anaerobic อยู่ระหว่าง 29.60 - 38.60 mg/l ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงขึ้นกว่าการทดลองที่ 2 แสดงให้เห็นว่าจุลชีพในระบบได้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมและปลดปล่อย (Release) ฟอสฟอรัสออกมาในช่วงที่เป็นสภาพแอนแอโรบิกแล้ว ส่วนค่า PO_4-P ของ Aerobic ตลอดการทดลองที่ 2 นี้มีค่าอยู่ระหว่าง 3.50 - 8.90 mg/l และค่า PO_4-P ของ Treated effluent ตลอดการทดลองที่ 2 นี้มีค่าอยู่ระหว่าง 3.80 - 9.30 mg/l ทำให้คำนวณประสิทธิภาพของระบบสำหรับการทดลองที่ 2 นี้มีค่าเท่ากับ 32.01 %

จากรูปที่ 5.13 จะเห็นว่า ค่า $\text{PO}_4\text{-P}$ ของ Anaerobic ตลอดการทดลองที่ 3 มีค่าอยู่ระหว่าง 28.10 - 55.20 mg/l และมีค่า $\text{PO}_4\text{-P}$ ของ Anaerobic ตลอดการทดลองที่ 3 เท่ากับ 2.90 - 11.40 mg/l ส่วนค่า $\text{PO}_4\text{-P}$ ของ Treated effluent ตลอดการทดลองที่ 3 มีอยู่ระหว่าง 1.70 - 11.30 mg/l และประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสของระบบสำหรับการทดลองที่ 3 มีค่าเท่ากับ 49.12 %

ข้อสังเกตประการอีกประการหนึ่ง คือ จากผลของการวิเคราะห์ ค่า $\text{PO}_4\text{-P}$ จะเห็นว่า ในบางข้อมูลนั้น ค่า $\text{PO}_4\text{-P}$ ของ Treated effluent มีค่าสูงกว่าค่า $\text{PO}_4\text{-P}$ ของ Aerobic เนื่องจากจุลชีพที่อยู่ในถังตกตะกอน (Sedimentation tank) ซึ่งบางครั้งอาจอยู่ในสภาพเริ่มจะเป็นแอนแอโรบิก จึงมีการปลดปล่อยฟอสฟอรัส ออกมาบ้างเล็กน้อย

จากผลการทดลองทั้ง 3 การทดลอง จะเห็นว่า ประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัส เท่ากับ 4.84 % , 32.01 % และ 49.12 % สำหรับค่า Influent COD concentration เท่ากับ 200 , 400 และ 600 mg/l ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 5.16



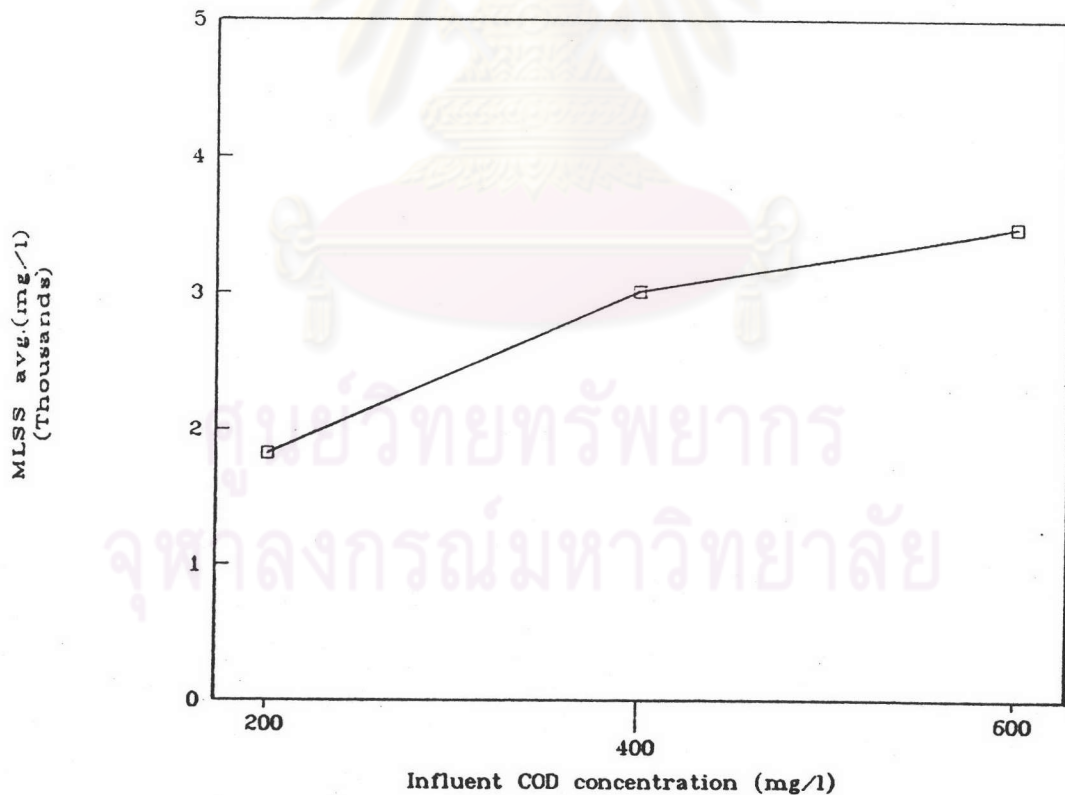
รูปที่ 5.16 แสดงค่าประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสของการทดลองทั้ง 3 การทดลอง

5.5 ตะกอนแขวนลอย (MLSS)

เนื่องจากการทดลองทั้ง 3 การทดลองนี้ควบคุมโดยค่า SRT = 6 วัน ส่วนค่าความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยนั้น ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.4 , 5.9 และ 5.14

จากรูปที่ 5.4 จะเห็นว่าค่า MLSS อยู่ระหว่าง 1428 - 2540 mg/l ส่วนรูปที่ 5.9 แสดงให้เห็นว่า ค่า MLSS อยู่ระหว่าง 2574 - 3795 mg/l และรูปที่ 5.14 แสดงให้เห็นว่าค่า MLSS อยู่ระหว่าง 2522 - 4227 mg/l จากผลการทดลองอธิบายได้ว่าเมื่อควบคุมค่า SRT = 6 วันเท่ากัน ดังกล่าวแล้ว ค่า Influent COD concentration เพิ่มขึ้น ทำให้ค่า MLSS เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับที่ได้อธิบายไว้โดย Metcalf และ Eddy (1972)

จากผลการทดลองทั้ง 3 การทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย (MLSS) มีค่าเท่ากับ 1824 , 3014 และ 3484 mg/l สำหรับค่า Influent COD concentration ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 5.17



รูปที่ 5.17 แสดงค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยของการทดลองทั้ง 3 การทดลอง

5.6 Phosphorus Content (Px)

ค่า Phosphorus Content หรือ Px นั้น เป็นพารามิเตอร์ซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

$$Px = \frac{TP - SOP}{MLSS} \times 100$$

โดย Px = Phosphorus Content , %

TP = Total-Phosphorus , mg/l

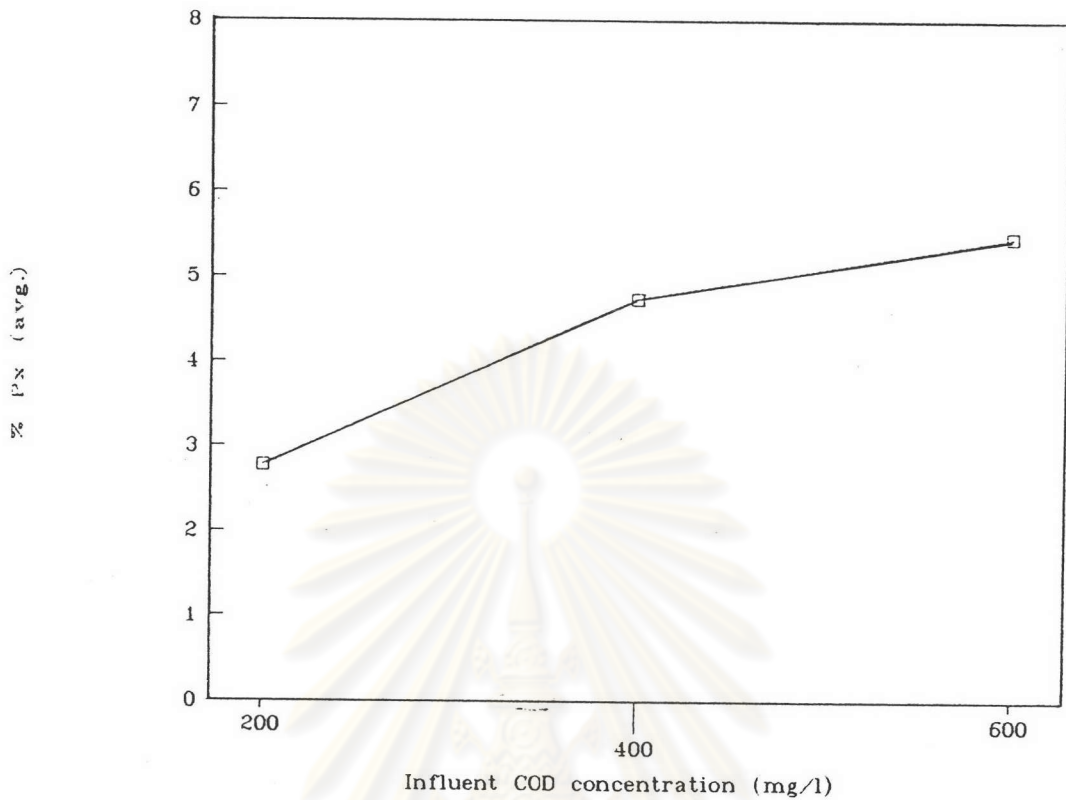
SOP = Soluble Orthophosphate , mg/l

MLSS = Mixed liquor suspended solids , mg/l

ซึ่งโดยปกติแล้วหากนำตะกอนจุลชีพ (Sludge) จากระบบแอกติเวตเตดสลัดจ์ธรรมดา มาวิเคราะห์หาค่า Px พบว่า จะมีค่าอยู่ระหว่าง 2-3 %

จากการทดลองทั้ง 3 การทดลอง แสดงค่าไว้ในรูปที่ 5.5 , 5.10 และ 5.15 รูปที่ 5.5 แสดงให้เห็นว่าในช่วงวันที่ 1-43 ของการทดลองที่ 1 ค่า Px มีค่าอยู่ระหว่าง 1.67% ถึง 2.75 % ซึ่งเป็นค่าของ Px ของระบบแอกติเวตเตดสลัดจ์ธรรมดาหลังจากนั้นค่า Px มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 3.74 % ที่วันที่ 67 ของการทดลองที่ 1 ส่วนรูปที่ 5.10 จะเห็นว่าค่า Px มีค่าอยู่ระหว่าง 3.78 % ถึง 5.41 % จะเห็นว่า ค่า Px ของการทดลองที่ 2 นี้มีค่าสูงขึ้นกว่าการทดลองที่ 1 มาก แสดงว่า ในเซลล์ของจุลชีพที่มีอยู่ในระบบมีการสะสมฟอสฟอรัสเข้าไปมากขึ้น ส่วนรูปที่ 5.15 จะเห็นว่า ค่า Px มีค่าอยู่ระหว่าง 4.09 % ถึง 6.82 % ก็เป็นค่าที่สูงขึ้นกว่าการทดลองที่ 2 เช่นกัน

ข้อสังเกตประการหนึ่ง คือ กระบวนการแอกติเวตเตดสลัดจ์แบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก นั้น เมื่อระบบถูกควบคุมให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลชีพแล้ว ค่า Px จะมีค่าสูงกว่ากระบวนการแอกติเวตเตดสลัดจ์แบบธรรมดา และค่า Px ที่เพิ่มขึ้นอีกในการทดลองที่ 3 นั้น อาจจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ทำการทดลองก็ได้ เพราะการทดลองเป็นการทดลองแบบต่อเนื่อง และค่า Influent COD concentration ไม่มีผลโดยตรงต่อค่า Px เท่าไรนัก แต่มีผลต่อค่าความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย (MLSS) ของระบบ จากการทดลองทั้ง 3 การทดลอง พบว่า ค่า Px เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2.77 % , 4.73 % และ 5.46 % สำหรับค่า Influent COD concentration ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 5.18



รูปที่ 5.18 แสดงค่า Phosphorus content เฉลี่ยของการทดลองทั้ง 3 การทดลอง

5.7 ลักษณะของจุลินทรีย์ที่พบในการทดลอง

จากการศึกษาลักษณะของจุลินทรีย์ขณะทำการทดลอง โดยสังเกตความเปลี่ยนแปลง เมื่อทำการวัดการตกตะกอนที่เวลา 30 นาที และการตกตะกอนในถังตกตะกอน ร่วมกับการใช้กล้องจุลทรรศน์ ตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของประชาจุลินทรีย์ พบว่า ประชาจุลินทรีย์ในระบบแอกติเวตเตด-สลัดจ์แบบแอนแอโรบิก-แอโรบิกของการทดลองทั้ง 3 การทดลองนี้พอจะจำแนกได้ดังนี้

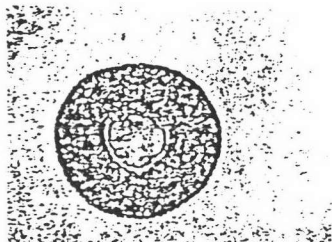
ถังแอนแอโรบิกที่ 1 ซึ่งเป็นถังที่มีการป้อนน้ำเสียสังเคราะห์เข้า และมีตะกอนเวียนกลับ เมื่อสังเกตชั้นน้ำใสในกระบอกทรงกลมหลังจากทิ้งให้ตกตะกอนนาน 30 นาที มีลักษณะขุ่นเล็กน้อย ส่วนตะกอนมีสีน้ำตาลเข้มกว่าในถังแอโรบิก เมื่อนำตะกอนไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีเซลล์แบคทีเรียแบบแพร่กระจายลอยอยู่ทั่วไป และพบจุลินทรีย์ชั้นสูงขึ้น เช่น โรติเฟอร์ (Rotifer) และโปรโตซัว (Protozoa) ได้แก่ พวก Vorticella, Stalked ciliates แต่มีจำนวนไม่มากนัก คาดว่าเป็นจุลินทรีย์ที่มาพร้อมกับตะกอนเวียนกลับจากถังตกตะกอน และในบางครั้งพบพวกหนอน (Nematode worms) อีกด้วย

ถังแวนแอโรบิกที่ 2 พบชนิดของจุลชีพในลักษณะใกล้เคียงกับถังแวนแอโรบิกที่ 1 ซึ่งมีปริมาณมากกว่าเล็กน้อย แต่น้อยกว่าที่พบในถังแอโรบิก ซึ่งสรุปได้จากการวัดค่าความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย (MLSS) ของถังทั้ง 3 ใบ และนำใส่ในกระบอกตวงภายหลังจากทิ้งให้ตกตะกอนนาน 30 นาที ที่มีลักษณะใสขึ้น ส่วนตะกอนมีสีน้ำตาลเข้มกว่าในถังแวนแอโรบิกที่ 1

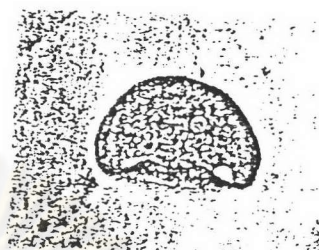
ถังแอโรบิก เมื่อทำการทดลองหาค่าการตกตะกอนที่เวลา 30 นาที ปรากฏว่าได้น้ำใสที่ใสมากและสีของชั้นตะกอนเป็นสีน้ำตาลแดง เมื่อนำน้ำตะกอนไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่า ประชาจุลชีพที่เป็นส่วนประกอบหลักในถังนี้ ได้แก่ Zooglea remigera ซึ่งเป็นแบคทีเรียชนิดสร้างฟลอคจับตัวกันเป็นก้อนแน่น และพบจุลชีพชั้นสูงอื่น เช่น โรติเฟอร์ (Rotifer) ได้แก่ Plulodina roscola , Squatinella motica , และจุลชีพแบบกึ่งก้าน (Stalked ciliated) ได้แก่ Epistylis Sp. , Opercularia Sp. และจุลชีพที่เคลื่อนที่แบบอิสระ (Free swimming ciliated) ได้แก่ Arcella , Astasia นอกจากนี้ยังพบหนอน (Nematode worms) อีกทั้งพบหอยขนาดเล็กมากเกิดขึ้นในบางช่วงของการทดลองด้วย

รูปที่ 5.19 และ 5.20 เป็นรูปที่แสดงชนิดและลักษณะของจุลชีพที่พบในการทดลองทั้ง 3 การทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



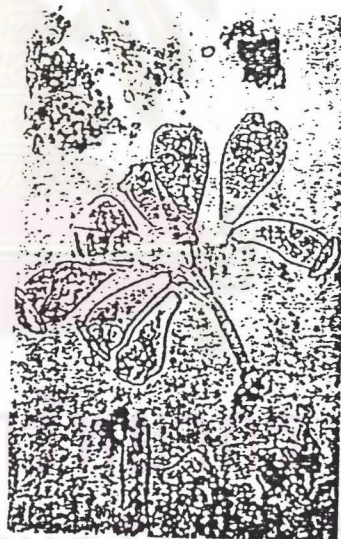
Arcella spp.
(TOP VIEW)



Arcella spp.
(ANOTHER VIEW)



Epistylis spp.



Epistylis spp.

รูปที่ 5.19 แสดงลักษณะของจูลรีที่พบในการทดลอง

Rotifer (Sketched from Microscope)



Philodina spp.

Nematode Worm (Sketched from Microscope)



Diplogasteroides spp.

รูปที่ 5.20 แสดงลักษณะของจุลชีพที่พบในการทดลอง