

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์

การทดลองนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีรีแอกทีฟชนิดอะโซ คาร์บอนอินทรีย์ และฟอสฟอรัสของน้ำเสียสังเคราะห์ โดยใช้กระบวนการเอสปีอาร์แบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก (หรือโฟรีด็อกซ์) ซึ่งมีระยะเวลาแอนแอโรบิกและความเข้มข้นและสารอาหารที่ต่างกันเพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบที่สภาวะต่างๆ ในการกำจัดสี ซึ่งผลการวิจัยที่ได้สามารถนำไปประยุกต์กับการปรับขนาดถังหมักเพื่อหมักแข็งในน้ำเสียจากโรงฟอกย้อมให้เป็นกรดไขมันระเหยง่าย ก่อนที่จะเข้าสู่ระบบ โดยมีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองดังแสดงในภาพที่ 4.1 ในการทดลองนี้ทำการแปรความเข้มข้นของสี โดยสีที่ใช้คือสี Remazol Black B ซึ่งเป็นสีรีแอกทีฟชนิดอะโซ ทำการทดลองที่ความเข้มข้น 3 ค่าคือ 10, 40 และ 80 มก/ล. และทำการแปรเวลาที่ใช้ในช่วงแอนแอโรบิก โดยทำการทดลองที่ระยะเวลาแอนแอโรบิก 4 ค่าคือ 0(ระบบแอโรบิก), 2, 4 และ 8 ชั่วโมง(ระบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก) นอกจากนี้ยังแปรชนิดของสารอาหาร โดยเปรียบเทียบระหว่างกลูโคสและนิวเทรียนบรอกกับโซเดียมอะซิเตดและนิวเทรียนบรอก โดยระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1 เมื่อเดินระบบจนถึงสถานะคงตัว ผลการทดลองพารามิเตอร์ต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.1 ถึง 4.15 (ข้อมูลดิบแสดงในภาคผนวก ก.) เมื่อแต่ละชุดการทดลองเข้าสู่สถานะคงตัวแล้ว ทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 5 วันเพื่อหาค่าเฉลี่ยดังแสดงในตารางที่ 4.2 ถึง 4.10 แล้ววัดค่าพารามิเตอร์ตามเวลาหรือโพรไฟล์ (ข้อมูลดิบแสดงในภาคผนวก ข.)



ภาพที่ 4.1 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ในการวิจัยนี้ได้เริ่มการทดลองตั้งแต่เดือนมกราคม 2541 และสิ้นสุดการทดลองในเดือนพฤศจิกายนในปีเดียวกัน รวมระยะเวลาที่ใช้ทดลองทั้งสิ้น 10 เดือนครึ่ง โดยในชุดทดลองกลุ่มแรก(กลุ่มชุดที่ 40 มก./ถ.ของ AER, ANA2 และ ANA4) ใช้เวลาในการทดลองนานที่สุด เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงการเดินระบบ โดยในช่วง 39 วันแรกของการทดลองมีขั้นตอนแอนีออกซิกันาน 2 ชั่วโมงต่อท้ายขั้นตอนแอโรบิกก่อนที่จะตกตะกอน แต่ในการทดลองเห็นว่าช่วงเวลาแอนีออกซิกันดังกล่าวไม่น่าจะเกิดประโยชน์ในการกำจัดไนโตรเจนในรูปไนไตรต์และไนเตรตมากนัก เนื่องจากสารอินทรีย์ในรูปซีโอไซด์ถูกกำจัดเหลือน้อยมากตั้งแต่ปลายขั้นตอนแอโรบิกแล้ว ปฏิบัติการในครีพิเคชันที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้จึงเป็นแบบใช้คาร์บอนที่มีอยู่ในเซลล์จุลินทรีย์เอง(เอ็นโดจีนีต) ซึ่งมีอัตราการกำจัดไนไตรต์และไนเตรตค่อนข้างต่ำมาก และน่าจะใช้เวลามากกว่า 2 ชั่วโมงเพื่อใช้ในการกำจัดให้ได้ประสิทธิภาพ จึงตัดขั้นตอนแอนีออกซิกันนี้ออกแล้วเดินระบบเป็นแอนเอโรบิก+แอโรบิกแทน แล้วจึงรอดูผลในการเข้าสู่สถานะคงตัวอีกระยะหนึ่ง ส่วนในการทดลองชุดต่อมาใช้เวลาในการเดินระบบสั้นลง เนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินงานของระบบและผู้วิจัยมีความชำนาญในการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆมากขึ้น

ตารางที่ 4.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองแต่ละชุดทดลอง

ชุดทดลอง		เดือน										
ชุดที่	ระบบ	มค.	กพ.	มีค.	เมษ.	พค.	มิย.	กค.	ตค.	กย.	ตค.	พย.
1	AER-GL-10						←→					
2	AER-GL-40	←→										
3	ANA2-GL-10						←→					
4	ANA2-SA-10								←→			→
5	ANA2-GL-40	←→										
6	ANA4-SA-10						←→					
7	ANA4-SA-40	←→										
8	ANA4-SA-80								←→			→
9	ANA8-SA-10								←→			→

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยข้อมูลชุดการทดลองที่ 1(AER-GL-10) ณ สถานะคงตัว

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยข้อมูล *				ร้อยละการกำจัด		
	น้ำเข้า	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	น้ำออก	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	ทั้งหมด
ออกซิเจนละลาย (มก/ล.)			4.2				
โออาร์พี(มิลลิโวลท์)			107				
อุณหภูมิ(เซลเซียส)			28.5				
พีเอช	7.12		7.25	7.26			
สภาพค่าง(มก/ล.)	221.5		120.8	118.7		45.5	46.4
ซีไอดี(มก/ล.)	523.4		21.1	19.3		96.0	96.3
ทีเคเอ็น(มก/ล.)	51.1		1.3	1.2		97.5	97.7
ฟอสฟอรัสละลาย(มก/ล.)**	15.2		6.2	6.2		59.2	59.2
ดี (เอสยู)	44.3		36.9	36.2		16.7	18.3
ดี (เอดีเอ็มไอ)	762		618	613		19	20
เอ็มแอลเอสเอส(มก/ล.)			1658				
เอ็มแอลวีเอสเอส(มก/ล.)			1478				
อัตราส่วนวีเอสเอสต่อเอสเอส(%)			89.1				
เอสเอสน้ำออก(มก/ล.)			18				
เอสวี 30(มก/ล.)			101				
เอสวีไอ(มก/ล.)			61.1				
ฟอสฟอรัสในสลัดจ์(%)			3.3				

* จำนวนตัวอย่าง (n) = 5

** ยกเว้นน้ำเข้าที่เป็นฟอสฟอรัสทั้งหมด

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยข้อมูลชุดการทดลองที่ 2 (AER-GL-40) ณ สถานะคงตัว

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยข้อมูล *				ร้อยละการกำจัด		
	น้ำเข้า	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	น้ำออก	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	ทั้งหมด
ออกซิเจนละลาย (มก/ล.)			3.1				
ไออาร์พี(มิลลิโวลท์)			115				
อุณหภูมิ(เซลเซียส)			31.0				
พีเอช	7.21		7.21	7.23			
สภาพค่าง(มก/ล.)	223.7		122.8	123.8		45.1	44.7
ซีไอดี(มก/ล.)	529.4		37.7	36.8		92.9	93.0
ทีเคเอ็น(มก/ล.)	52.4		2.1	2.0		96.0	96.2
ฟอสฟอรัสละลาย(มก/ล.)**	15.3		6.4	6.3		58.2	58.8
ที (เอสยู)	182.8		156.2	156.1		14.6	14.6
ที (เอเคเอ็มไอ)	3044		2422	2415		20.4	20.7
เอ็มแอลเอสเอส(มก/ล.)			1701				
เอ็มแอลวีเอสเอส(มก/ล.)			1492				
อัตราส่วนวีเอสเอสต่อเอสเอส(%)			87.8				
เอสเอสน้ำออก(มก/ล.)			10				
เอสวี 30(มก/ล.)			64				
เอสวีไอ(มก/ล.)			37.5				
ฟอสฟอรัสในสลัดจ์(%)			3.1				

* จำนวนตัวอย่าง (n) = 5

** ยกเว้นน้ำเข้าที่เป็นฟอสฟอรัสทั้งหมด

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยข้อมูลชุดการทดลองที่ 3 (ANA2-GL-10) ณ สถานะคงตัว

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยข้อมูล *				ร้อยละการกำจัด		
	น้ำเข้า	แอมแอมโรบิก	แอมโรบิก	น้ำออก	แอมแอมโรบิก	แอมโรบิก	ทั้งหมด
ออกซิเจนละลาย (มก/ล.)			4.3				
ไออาร์พี(มิลลิโวลท์)		-101	104				
อุณหภูมิ(เซลเซียส)		29.5	28.6				
พีเอช	7.12	6.85	7.37	7.42			
สภาพต่าง(มก/ล.)	221.5	257.7	151.4	151.8	-16.3	41.2	31.5
ซีไอดี(มก/ล.)	523.4	60.7	16.3	17.1	88.4	73.1	96.7
ทีเคเอ็น(มก/ล.)	51.1	21.6	1.4	1.2	57.7	93.5	97.7
ฟอสฟอรัสละลาย(มก/ล.)**	15.2	42.4	0.2	0.2	-178.9	99.5	98.7
ที (เอสยู)	44.3	31.7	28.2	28.0	28.4	11.0	36.8
ที (เอคิเอ็มไอ)	762	559	449	450	26.6	19.7	40.9
เอ็มแอลเอสเอส(มก/ล.)			1993				
เอ็มแอลวีเอสเอส(มก/ล.)			1616				
อัตราส่วนวีเอสเอสต่อเอสเอส(%)			81.1				
เอสเอสน้ำออก(มก/ล.)			7				
เอสวี 30(มก/ล.)			86				
เอสวีไอ(มก/ล.)			43.0				
ฟอสฟอรัสในสลักค์(%)			5.4				

* จำนวนตัวอย่าง (n) = 5

** ยกเว้นน้ำเข้าที่เป็นฟอสฟอรัสทั้งหมด

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยข้อมูลชุดการทดลองที่ 4 (ANA2-SA-10) ณ สถานะคงตัว

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยข้อมูล *				ร้อยละการกำจัด		
	น้ำเข้า	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	น้ำออก	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	ทั้งหมด
ออกซิเจนละลาย (มก/ล.)			5.6				
ไออาร์ที(มิลลิวัตต์)		-91	94				
อุณหภูมิ(เซลเซียส)		29.4	28.5				
ทีเอช	7.16	7.82	7.79	7.86			
สภาพค่า(mก/ล.)	348.2	457.7	352.6	350.1	-31.4	23.0	-0.5
ซีไอดี(mก/ล.)	511.1	46.0	20.7	20.1	91.0	55.0	96.1
ทีเคเอ็น(mก/ล.)	52.0	17.9	2.1	1.8	65.6	88.3	96.5
ฟอสฟอรัส(mก/ล.)**	15.1	40.4	0.6	0.6	-167.5	98.5	96.0
ดี (เอตยู)	45.1	29.2	25.2	25.7	35.3	13.7	43.0
ดี (เอเคเอ็มไอ)	745	456	348	343	38.8	23.7	54.0
เอ็มแอลเอสเอส(mก/ล.)			2010				
เอ็มแอลวีเอสเอส(mก/ล.)			1654				
อัตราส่วนวีเอสเอสต่อเอสเอส(%)			82.3				
เอสเอสน้ำออก(mก/ล.)			15				
เอสวี 30(mก/ล.)			63				
เอสวีไอ(mก/ล.)			31.5				
ฟอสฟอรัสในสัดจ์(%)			5.2				

* จำนวนตัวอย่าง (n) = 5

** ยกเว้นน้ำเข้าที่เป็นฟอสฟอรัสทั้งหมด

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยข้อมูลชุดการทดลองที่ 5 (ANA2-GL-40) ณ สถานะคงตัว

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยข้อมูล *				ร้อยละการกำจัด		
	น้ำเข้า	แอนแอรโรบิก	แอรโรบิก	น้ำออก	แอนแอรโรบิก	แอรโรบิก	ทั้งหมด
ออกซิเจนละลาย (มก/ล.)			3.1				
ไออาร์ที(มิลลิวัตต์)		-115	114				
อุณหภูมิ(เซลเซียส)		31.4	30.7				
พีเอช	7.21	6.90	7.30	7.32			
สภาพต่าง(มก/ล.)	223.7	263.1	156.7	156.9	-17.6	40.4	29.9
ซีไอดี(มก/ล.)	529.4	55.3	28.4	28.7	89.6	48.6	94.6
ทีเคเอ็น(มก/ล.)	52.4	19.4	2.3	2.2	63.0	88.1	95.8
ฟอสฟอรัสละลาย(มก/ล.)**	15.3	44.8	0.5	0.4	-192.8	98.9	97.4
ที (เอสยู)	182.8	133.4	118.5	118.4	27.0	11.2	35.2
ที (เอดีเอ็มไอ)	3044	2090	1515	1514	31.3	27.5	50.3
เอ็มแอลเอสเอส(มก/ล.)			1999				
เอ็มแอลวีเอสเอส(มก/ล.)			1591				
อัตราส่วนวีเอสเอสต่อเอสเอส(%)			79.6				
เอสเอสน้ำออก(มก/ล.)			15				
เอสวี 30(มก/ล.)			62				
เอสวีไอ(มก/ล.)			31.1				
ฟอสฟอรัสในสลัดจ์(%)			5.2				

* จำนวนตัวอย่าง (n) = 5

** ยกเว้นน้ำเข้าที่เป็นฟอสฟอรัสทั้งหมด

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยข้อมูลชุดการทดลองที่ 6 (ANA4-SA-10) ณ สถานะคงตัว

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยข้อมูล *				ร้อยละการกำจัด		
	น้ำเข้า	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	น้ำออก	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	ทั้งหมด
ออกซิเจนละลาย (มก/ล.)			4.0				
ไออาร์พี(มิลลิวัตต์)		-202	99				
อุณหภูมิ(เซลเซียส)		29.6	28.6				
พีเอช	7.12	7.45	7.69	7.71			
สภาพค่าง(มก/ล.)	356.1	457.6	345.6	345.9	-28.5	24.5	2.9
ซีไอดี(มก/ล.)	523.4	26.1	18.6	16.2	95.0	28.7	96.9
ทีเคเอ็น(มก/ล.)	51.1	20.0	1.4	1.1	60.9	93.0	97.8
ฟอสฟอรัสละลาย(มก/ล.)**	15.2	50.1	0.1	0.2	-229.6	99.8	98.7
ซี (เอสยู)	44.3	19.1	16.8	16.5	56.9	12.0	62.8
ซี (เอเคเอ็มไอ)	762	365	311	312	52.1	14.8	59.1
เอ็มแอลเอสเอส(มก/ล.)			2067				
เอ็มแอลวีเอสเอส(มก/ล.)			1637				
อัตราส่วนวีเอสเอสต่อเอสเอส(%)			79.2				
เอสเอสน้ำออก(มก/ล.)			7				
เอสวี 30(มก/ล.)			114				
เอสวีไอ(มก/ล.)			55.0				
ฟอสฟอรัสในสลัดจ์(%)			5.1				

* จำนวนตัวอย่าง (n) = 5

** ยกเว้นน้ำเข้าที่เป็นฟอสฟอรัสทั้งหมด

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยข้อมูลชุดการทดลองที่ 7 (ANA4-SA-40) ณ สถานะคงตัว

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยข้อมูล *				ร้อยละการกำจัด		
	น้ำเข้า	แอมแอมโรบิก	แอมโรบิก	น้ำออก	แอมแอมโรบิก	แอมโรบิก	ทั้งหมด
ออกซิเจนละลาย (มก/ล.)			3.0				
ไออาร์ที(มิลลิวัตต์)		-199	109				
อุณหภูมิ(เซลเซียส)		31.5	30.9				
พีเอช	7.25	7.30	7.68	7.68			
สภาพต่าง(มก/ล.)	360.5	473.8	348.4	349.6	-31.4	26.5	3.0
ซีไอดี(มก/ล.)	529.4	49.7	34.1	34.0	90.6	31.4	93.6
ทีเคเอ็น(มก/ล.)	52.4	19.9	2.3	2.2	62.0	88.4	95.8
ฟอสฟอรัสละลาย(มก/ล.)**	15.3	45.6	0.2	0.1	-198.0	99.6	99.3
ดี (เอสยู)	182.8	88.0	86.3	86.4	51.9	1.9	52.7
ดี (เอดีเอ็มไอ)	3044	1533	1248	1254	49.6	18.6	58.8
เอ็มแอลเอสเอส(มก/ล.)			2079				
เอ็มแอลวีเอสเอส(มก/ล.)			1597				
อัตราส่วนวีเอสเอสต่อเอสเอส(%)			76.8				
เอสเอสน้ำออก(มก/ล.)			9				
เอสวี 30(มก/ล.)			77				
เอสวีไอ(มก/ล.)			37.2				
ฟอสฟอรัสในสลัดจ์(%)			5.5				

* จำนวนตัวอย่าง (n) = 5

** ยกเว้นน้ำเข้าที่เป็นฟอสฟอรัสทั้งหมด

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยข้อมูลชุดการทดลองที่ 8 (ANA4-SA-80) ณ สถานะคงตัว

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยข้อมูล *				ร้อยละการกำจัด		
	น้ำเข้า	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	น้ำออก	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	ทั้งหมด
ออกซิเจนละลาย (มก/ล.)			5.4				
ไออาร์ที(มิลลิวัตต์)		-176	93				
อุณหภูมิ(เซลเซียส)		29.4	28.6				
ทีเอช	7.16	7.64	7.81	7.84			
สภาพต่าง(มก/ล.)	348.2	463.2	346.7	343.7	-33.0	25.2	1.3
ซีไอดี(มก/ล.)	511.1	84.6	53.0	58.1	83.4	37.4	88.6
ทีเคเอ็น(มก/ล.)	52.0	20.4	3.1	3.5	60.8	84.8	93.3
ฟอสฟอรัสละลาย(มก/ล.)**	15.1	39.4	0.3	0.4	-160.9	99.2	97.4
ซี (เอสยู)	347.2	174.5	157.7	158.1	49.7	9.6	54.5
ซี (เอซีเอ็มไอ)	6038	3034	2826	2870	49.8	6.9	52.5
เอ็มแอลเอสเอส(มก/ล.)			2103				
เอ็มแอลวีเอสเอส(มก/ล.)			1686				
อัตราส่วนวีเอสเอสต่อเอสเอส(%)			80.2				
เอสเอสน้ำออก(มก/ล.)			14				
เอสวี 30(มก/ล.)			64				
เอสวีไอ(มก/ล.)			30.7				
ฟอสฟอรัสในสลัดจ์(%)			5.0				

* จำนวนตัวอย่าง (n) = 5

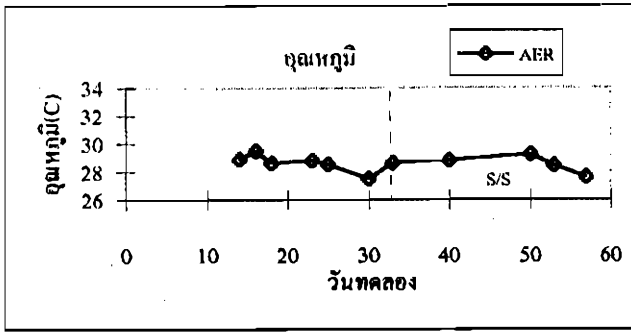
** ยกเว้นน้ำเข้าที่เป็นฟอสฟอรัสทั้งหมด

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยข้อมูลชุดการทดลองที่ 9 (ANA8-SA-10) ณ สถานะคงตัว

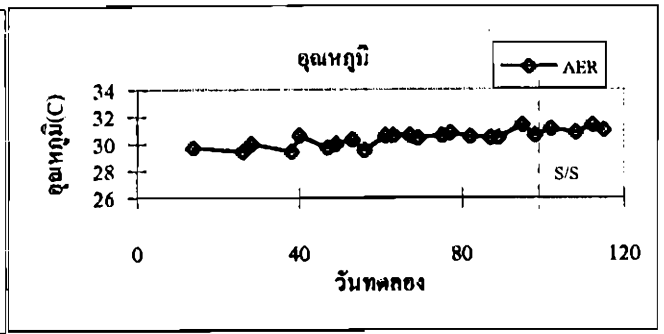
พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยข้อมูล *				ร้อยละการกำจัด		
	น้ำเข้า	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	น้ำออก	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	ทั้งหมด
ออกซิเจนละลาย (มก/ล.)			5.5				
ไออาร์พี(มิลลิโวลท์)		-242	95				
อุณหภูมิ(เซลเซียส)		29.6	28.7				
พีเอช	7.16	7.37	7.91	8.00			
สภาพต่าง(มก/ล.)	348.2	483.8	381.1	383.5	-38.9	21.2	-10.1
ซีไอดี(มก/ล.)	511.1	24.9	21.1	20.9	95.1	15.3	95.9
ทีเคเอ็น(มก/ล.)	52.0	16.1	1.5	1.4	69.0	90.7	97.3
ฟอสฟอรัสละลาย(มก/ล.)	15.1	44.5	0.5	0.3	-194.7	98.9	98.0
ดี (เอชยู)	45.1	17.8	17.2	16.9	60.5	3.4	62.5
ดี (เอเคเอ็มไอ)	745	322	297	301	56.8	7.8	59.6
เอ็มแอลเอสเอส(มก/ล.)			2386				
เอ็มแอลวีเอสเอส(มก/ล.)			1977				
อัตราส่วนวีเอสเอสต่อเอสเอส(%)			82.9				
เอสเอสน้ำออก(มก/ล.)			11				
เอสวี 30(มก/ล.)			281				
เอสวีไอ(มก/ล.)			117.6				
ฟอสฟอรัสในสลัดจ์(%)			4.8				

* จำนวนตัวอย่าง (n) = 5

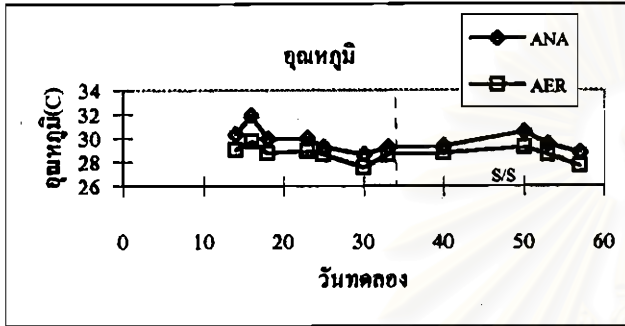
** ยกเว้นน้ำเข้าที่เป็นฟอสฟอรัสทั้งหมด



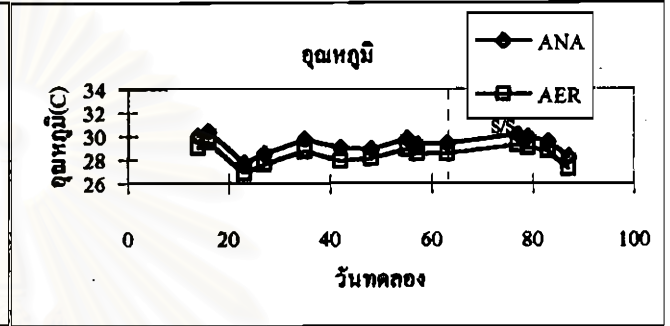
RUN 1 AER-GL-10



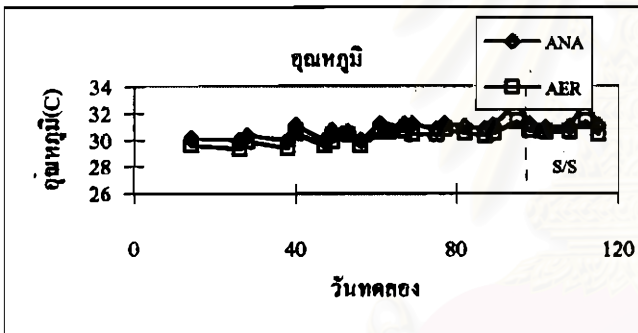
RUN 2 AER-GL-40



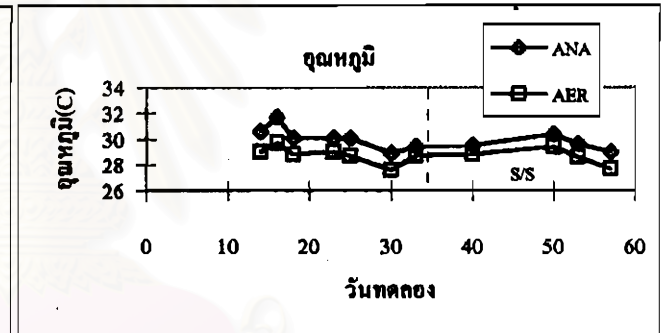
RUN 3 ANA2-GL-10



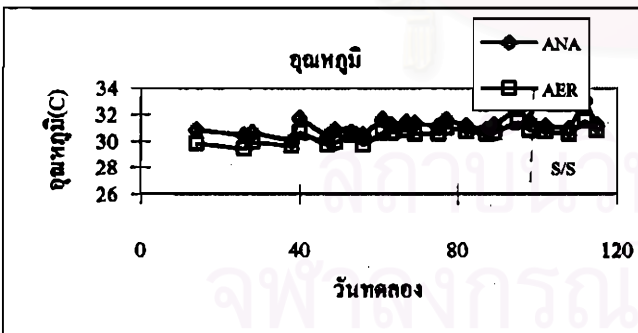
RUN 4 ANA2-SA-10



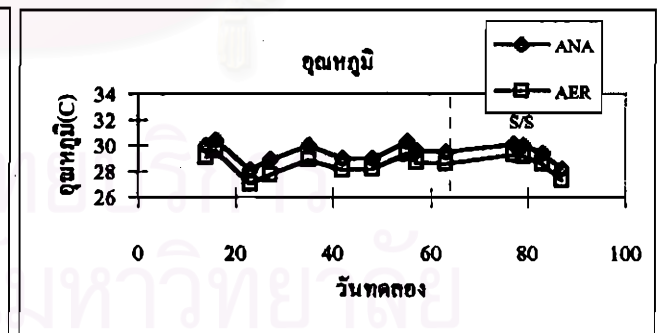
RUN 5 ANA2-GL-40



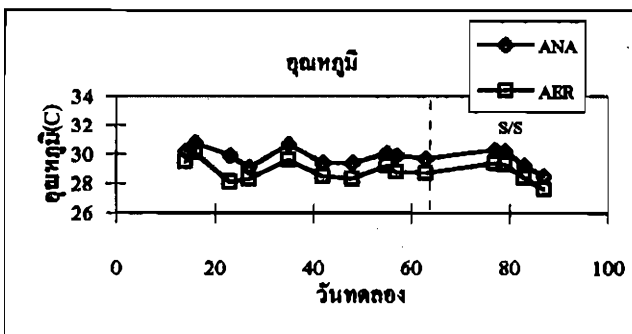
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40

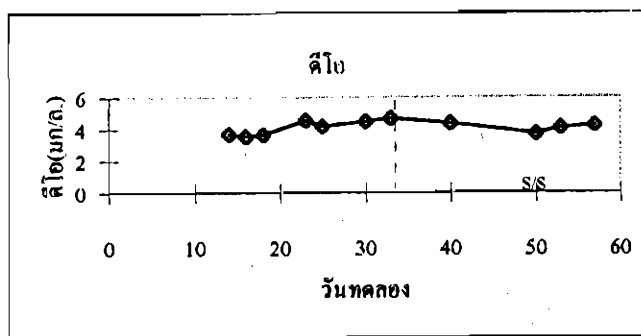


RUN 8 ANA4-SA-80

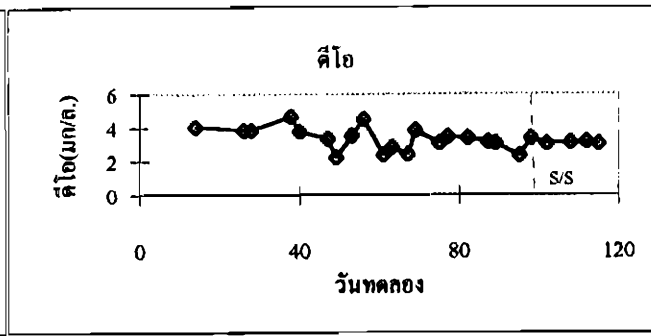


RUN 9 ANA8-SA-10

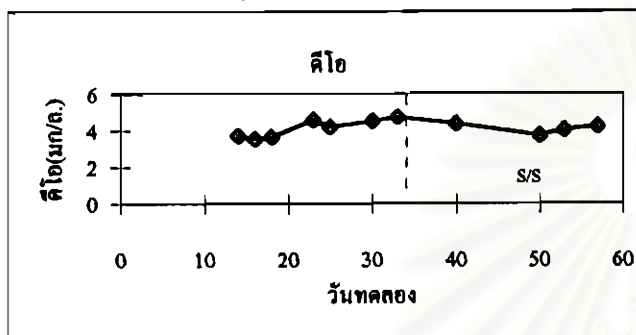
รูปที่ 4.1 ข้อมูลรายวันของอุณหภูมิ



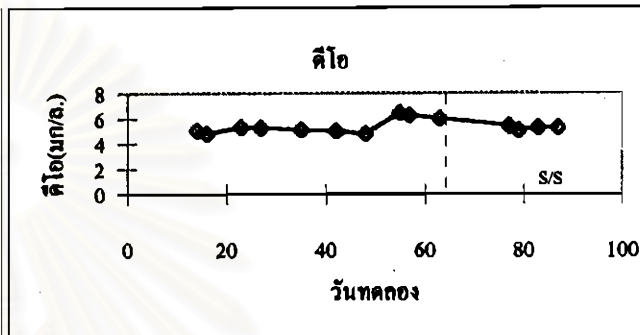
RUN 1 AER-GL-10



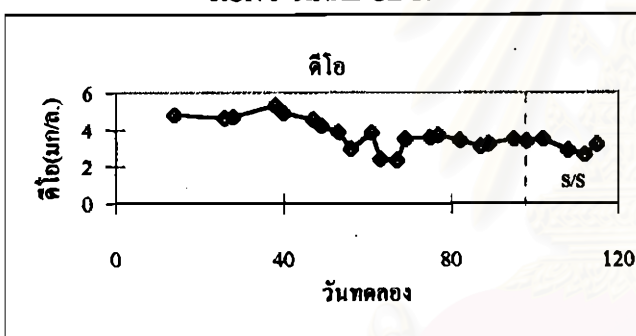
RUN 2 AER-GL-40



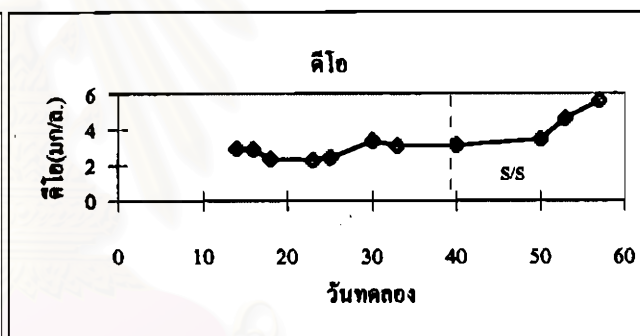
RUN 3 ANA2-GL-10



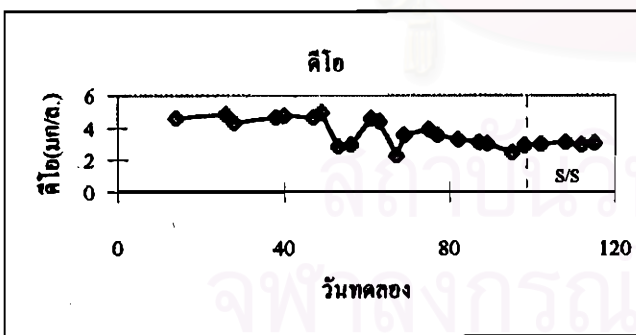
RUN 4 ANA2-SA-10



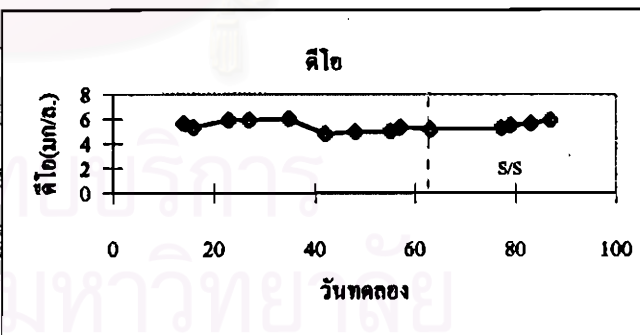
RUN 5 ANA2-GL-40



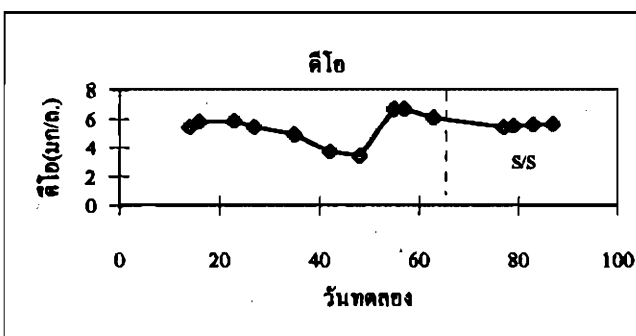
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40

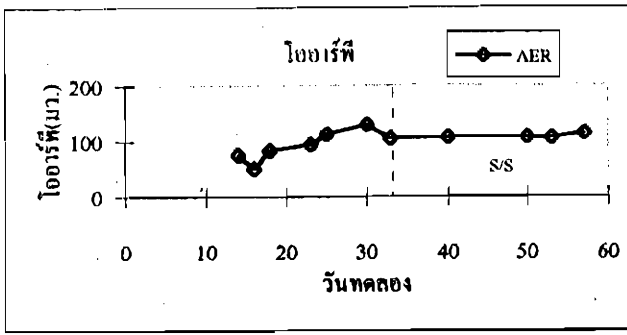


RUN 8 ANA4-SA-80

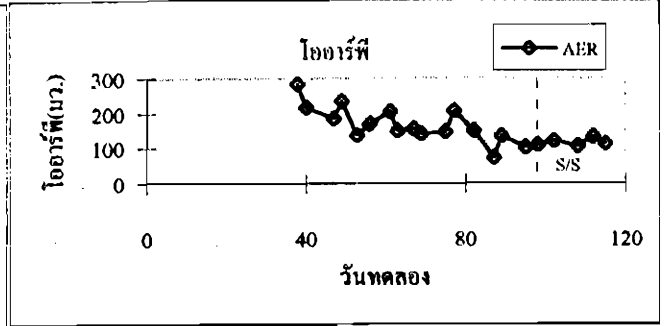


RUN 9 ANA8-SA-10

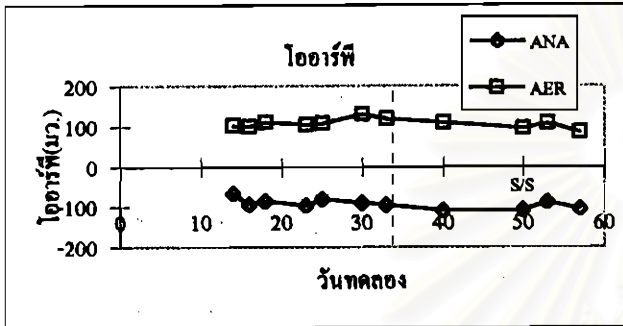
รูปที่ 4.2 ข้อมูลรายวันของดีโอ



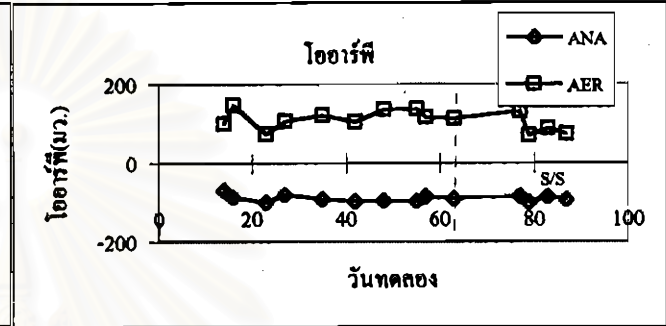
RUN 1 AER-GL-10



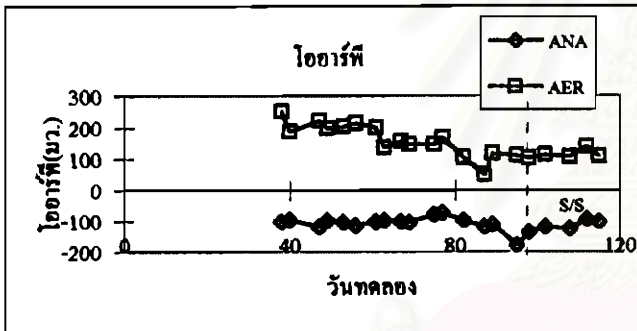
RUN 2 AER-GL-40



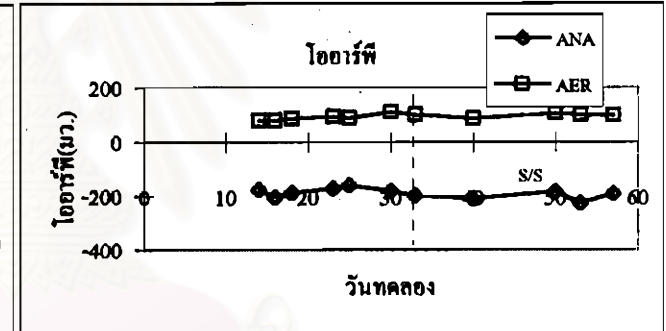
RUN 3 ANA2-GL-10



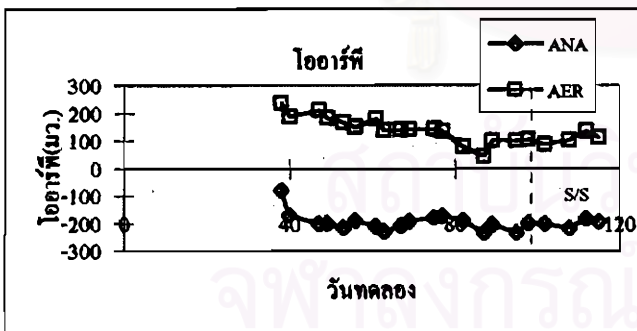
RUN 4 ANA2-SA-10



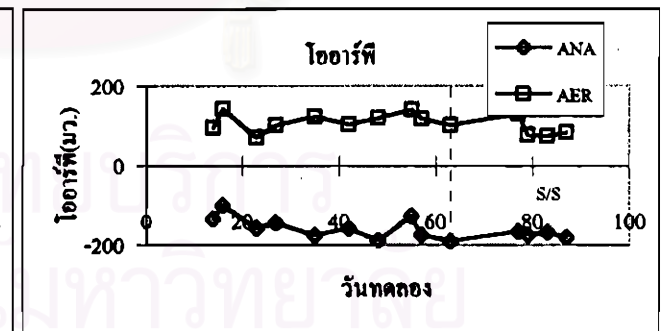
RUN 5 ANA2-GL-40



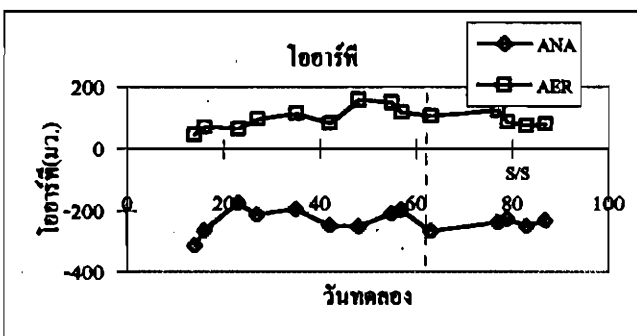
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40

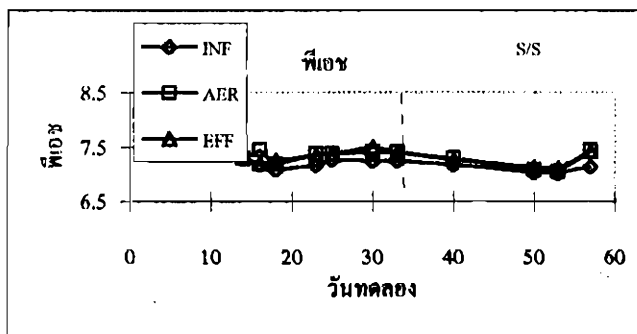


RUN 8 ANA4-SA-80

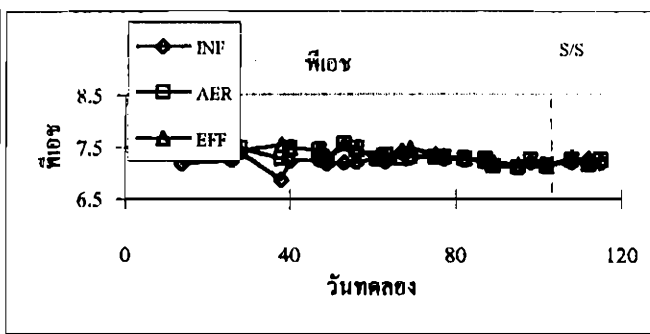


RUN 9 ANA8-SA-10

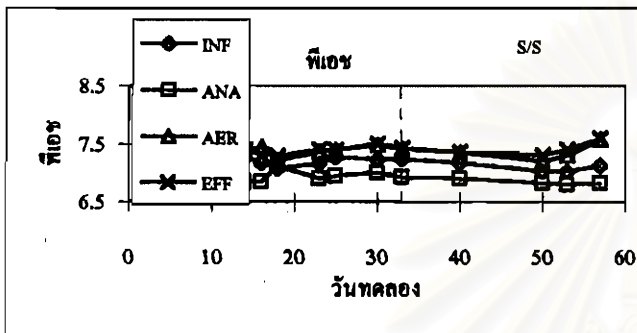
รูปที่ 4.3 ข้อมูลรายวันของโอดาร์พี



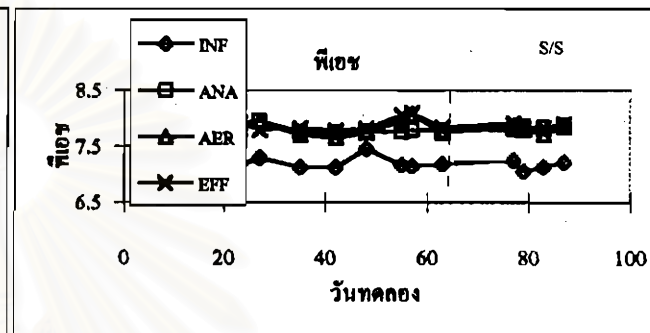
RUN 1 AER-GL-10



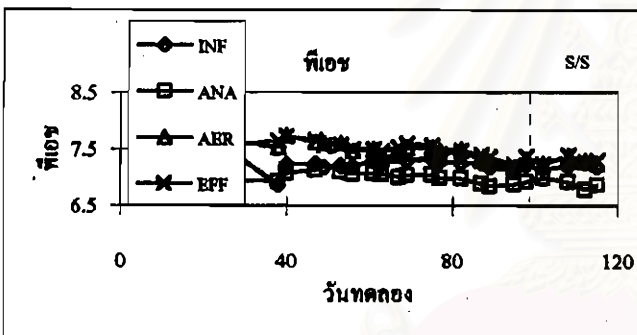
RUN 2 AER-GL-40



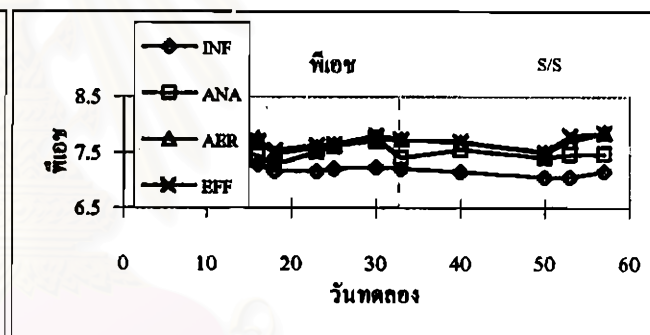
RUN 3 ANA2-GL-10



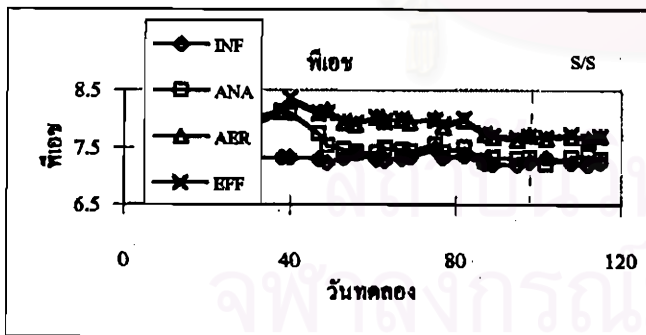
RUN 4 ANA2-SA-10



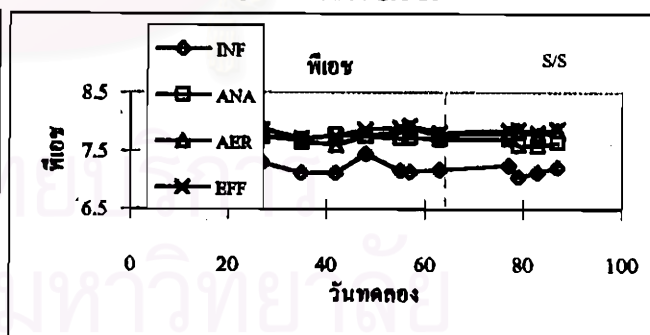
RUN 5 ANA2-GL-40



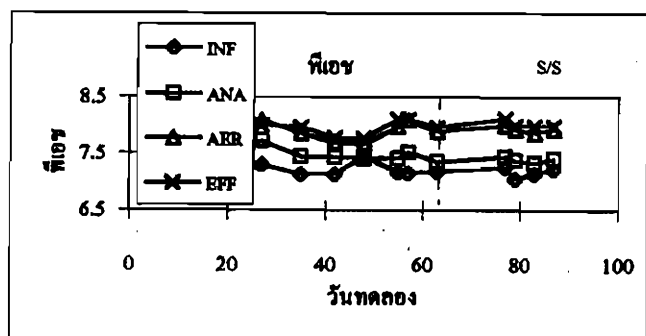
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40

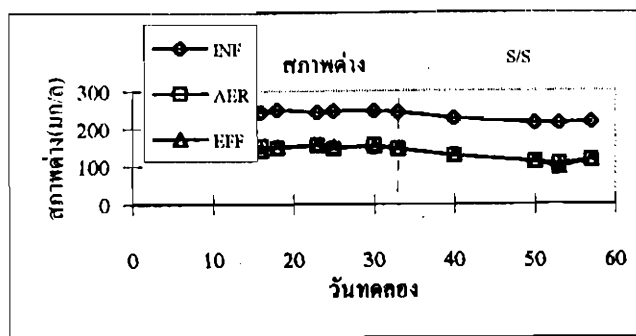


RUN 8 ANA4-SA-80

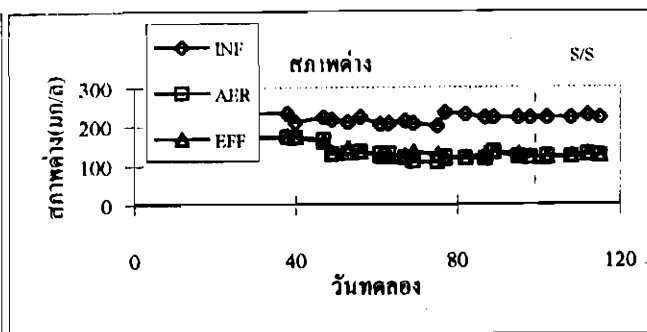


RUN 9 ANA8-SA-10

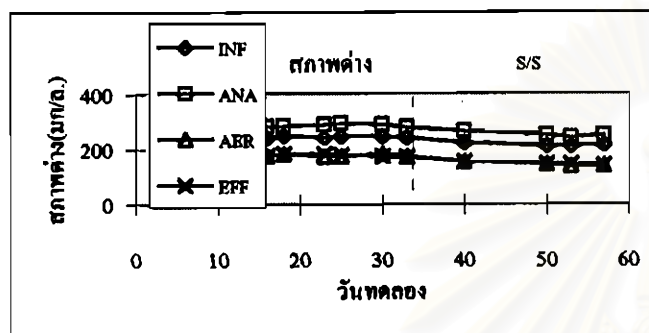
รูปที่ 4.4 ข้อมูลรายวันของฟิโชน



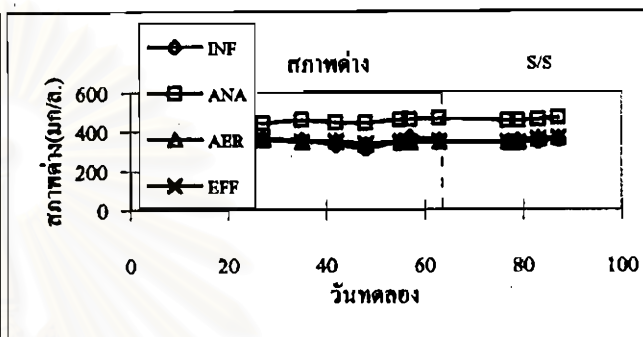
RUN 1 AER-GL-10



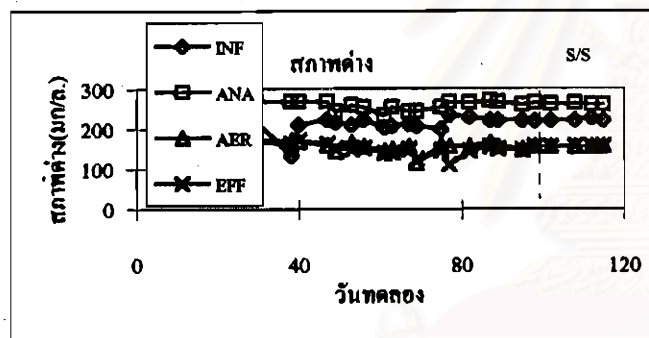
RUN 2 AER-GL-40



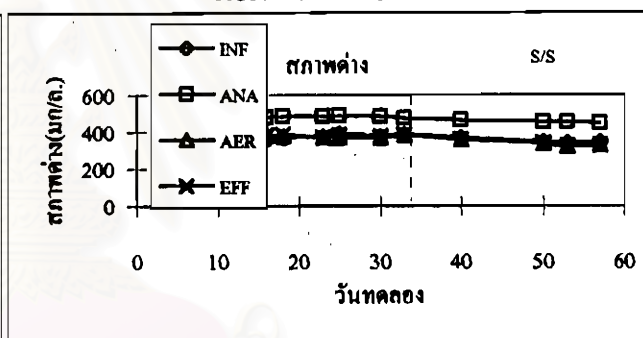
RUN 3 ANA2-GL-10



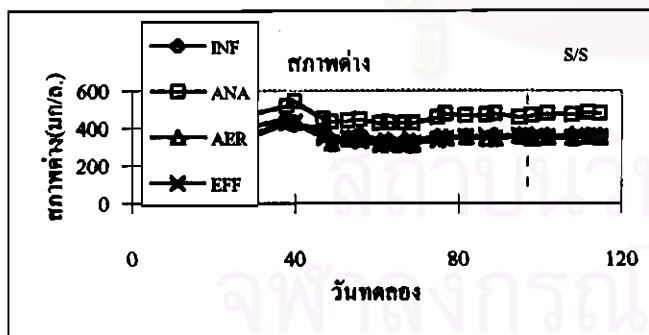
RUN 4 ANA2-SA-10



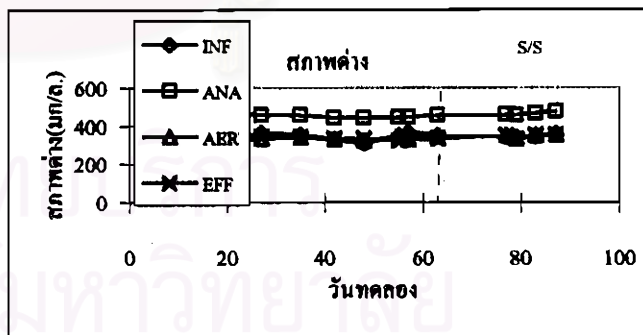
RUN 5 ANA2-GL-40



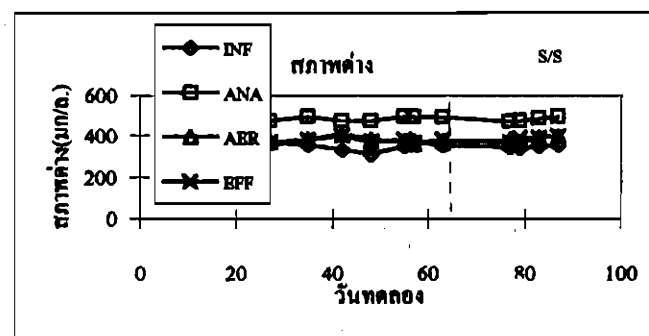
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40

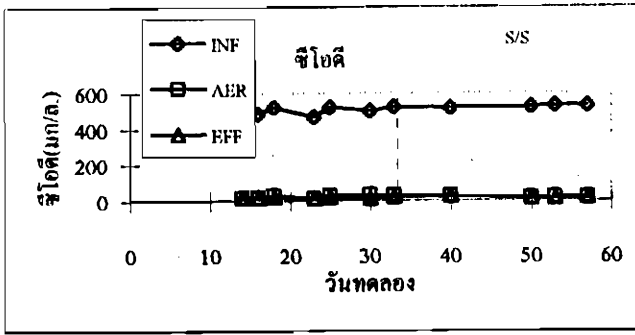


RUN 8 ANA4-SA-80

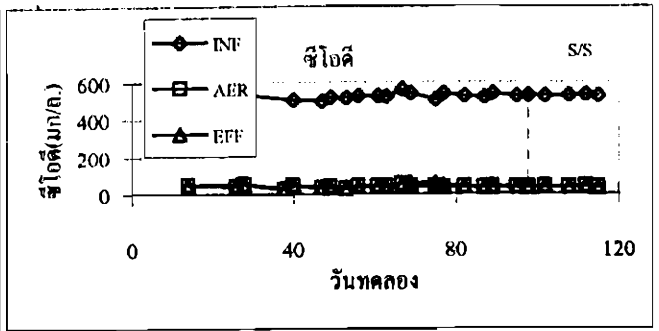


RUN 9 ANA8-SA-10

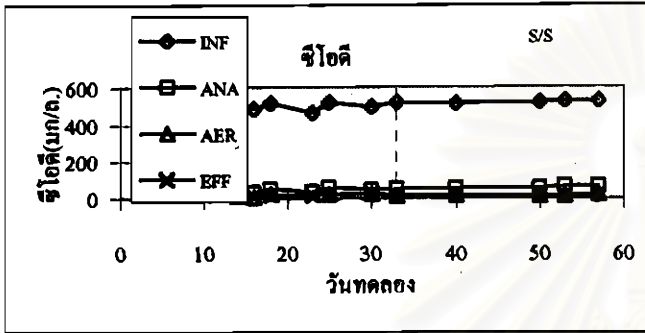
รูปที่ 4.5 ข้อมูลรายวันของสภาพต่าง



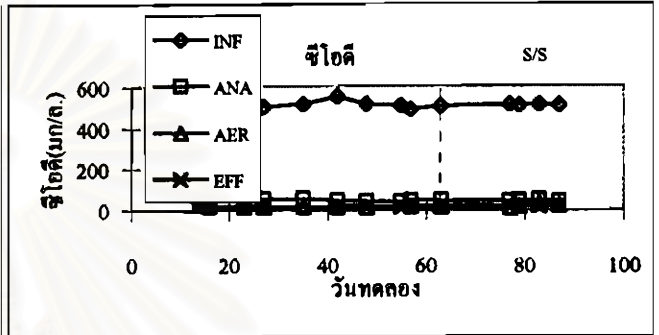
RUN 1 AER-GL-10



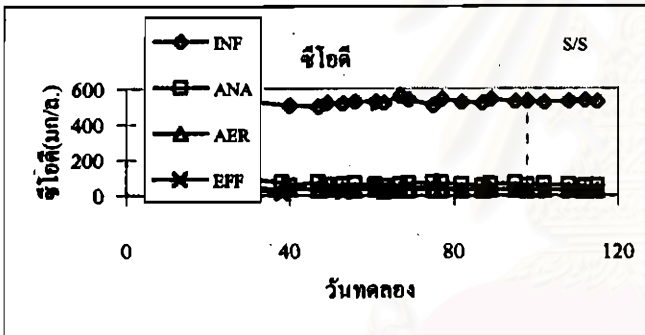
RUN 2 AER-GL-40



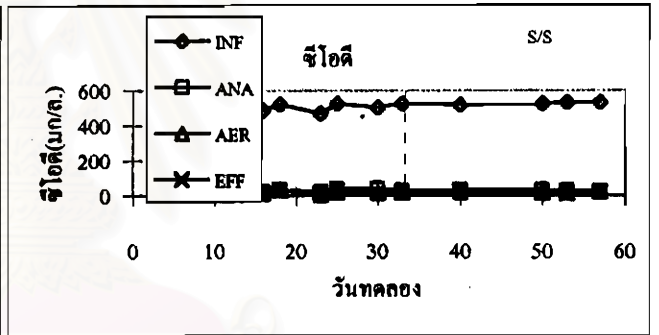
RUN 3 ANA2-GL-10



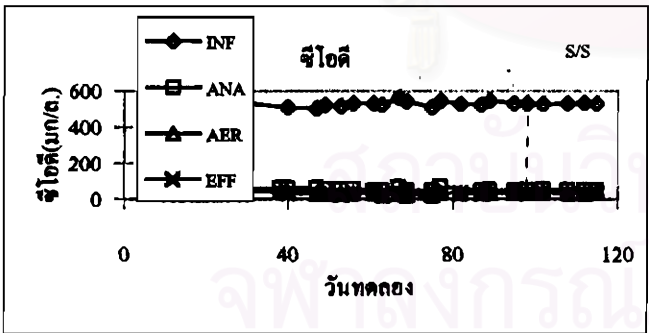
RUN 4 ANA2-SA-10



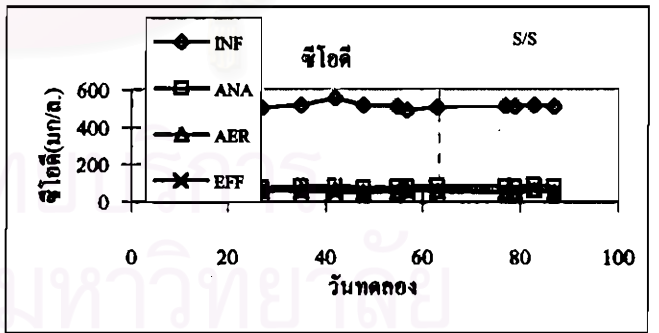
RUN 5 ANA2-GL-40



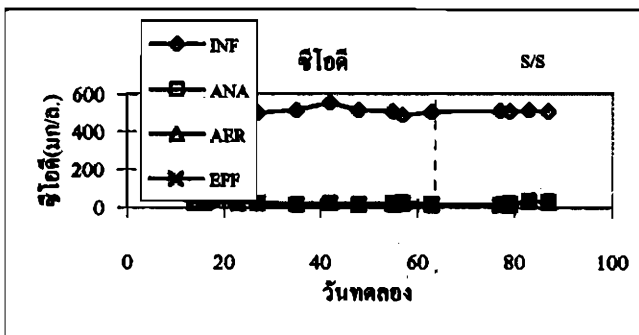
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40

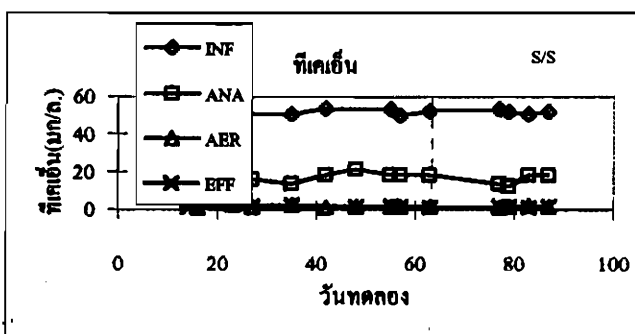
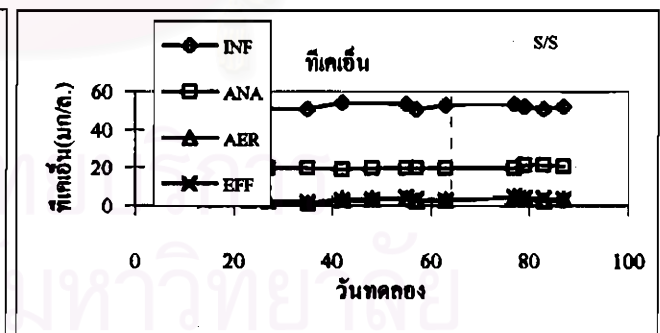
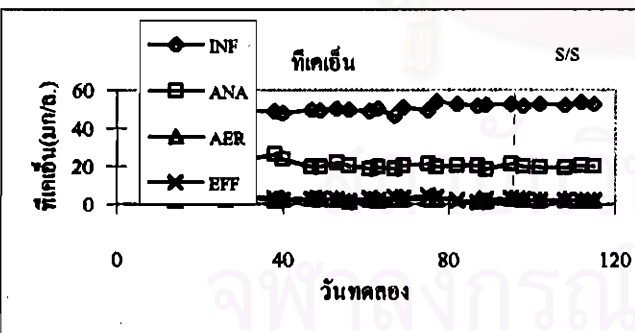
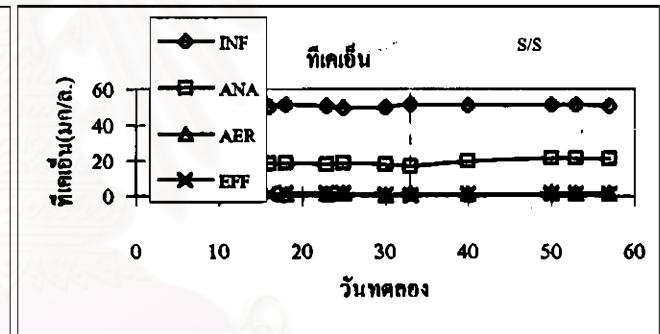
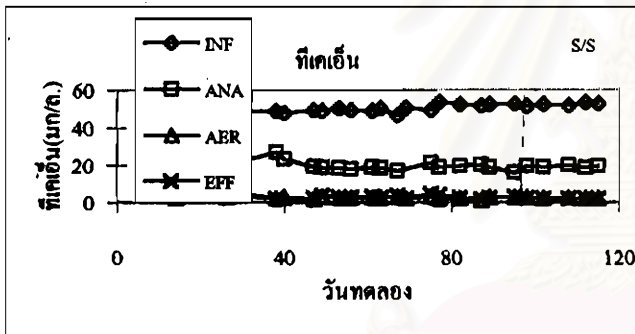
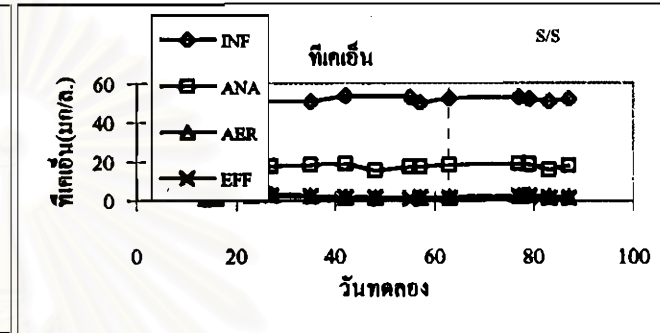
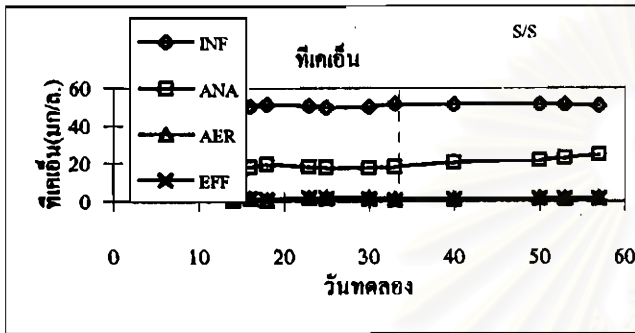
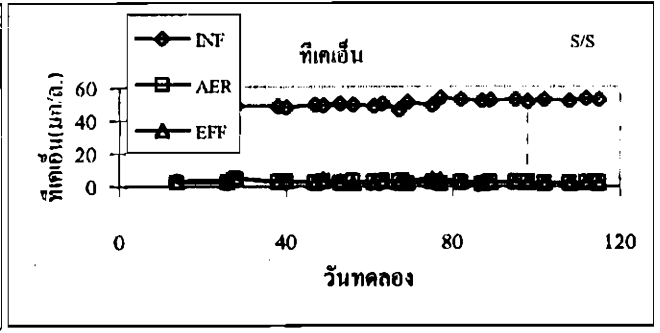
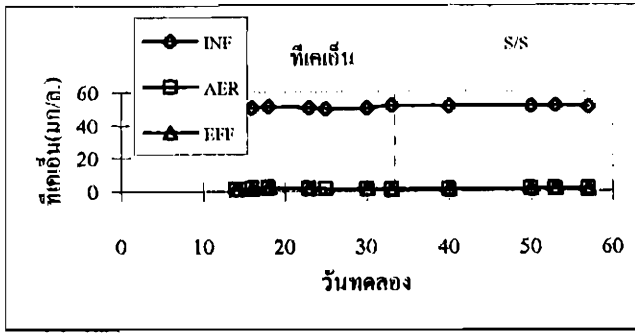


RUN 8 ANA4-SA-80

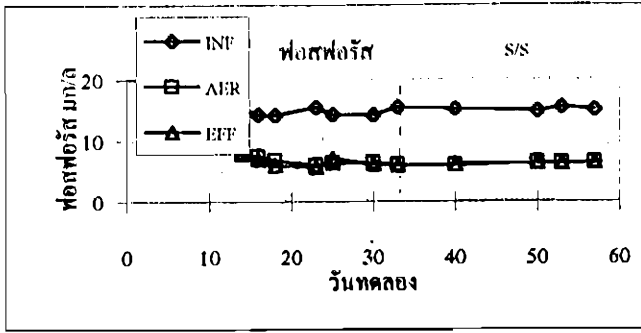


RUN 9 ANA8-SA-10

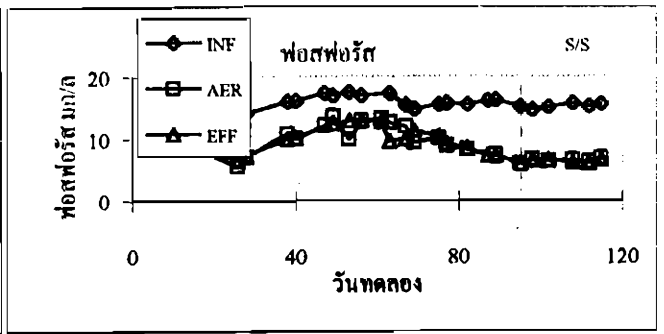
รูปที่ 4.6 ข้อมูลรายวันของชีโอดี



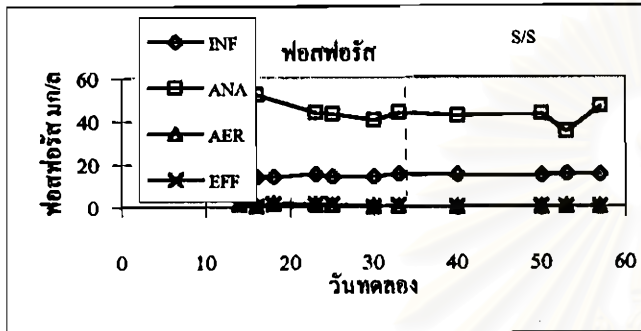
รูปที่ 4.7 ข้อมูลรายวันของทีเคเอ็น



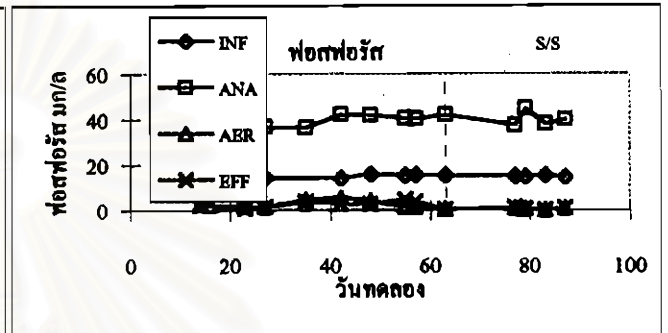
RUN 1 AER-GL-10



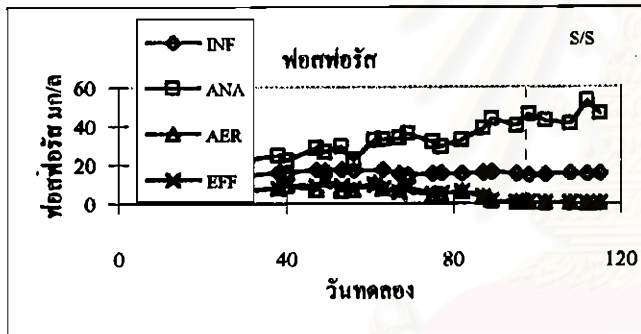
RUN 2 AER-GL-40



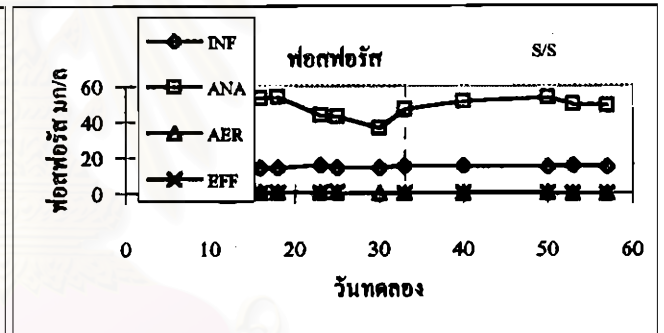
RUN 3 ANA2-GL-10



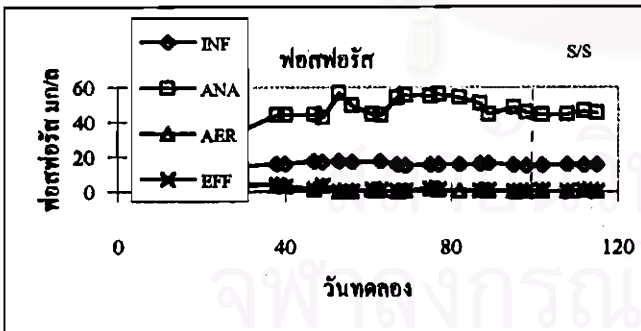
RUN 4 ANA2-SA-10



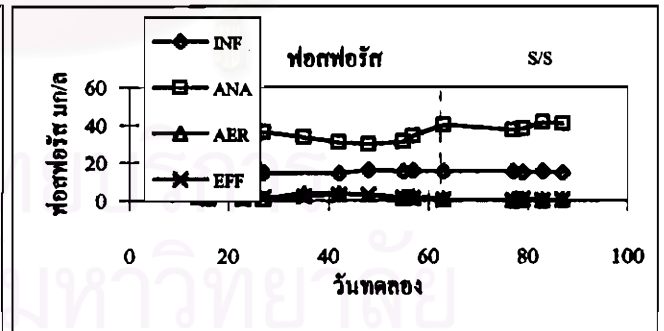
RUN 5 ANA2-GL-40



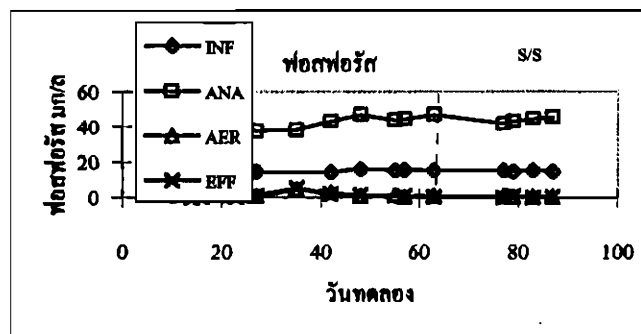
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40

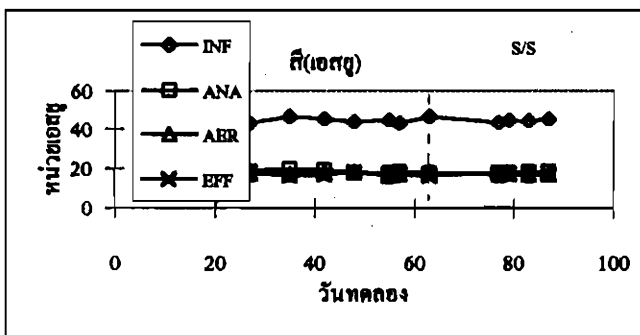
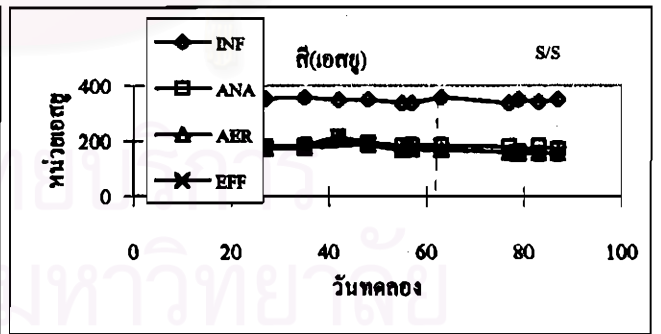
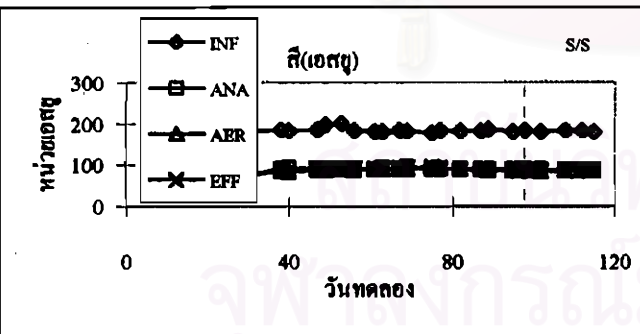
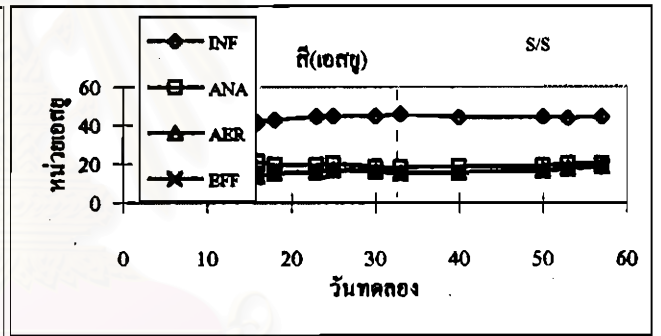
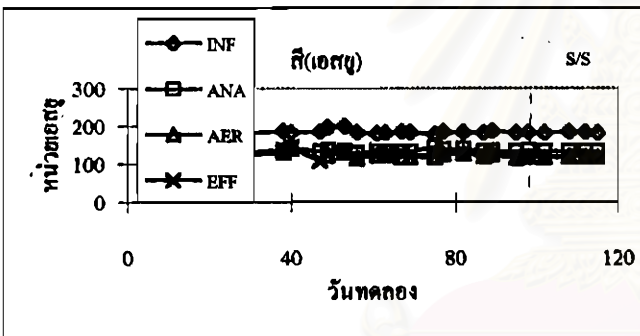
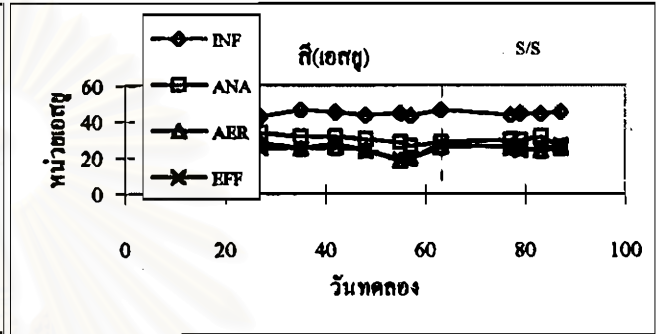
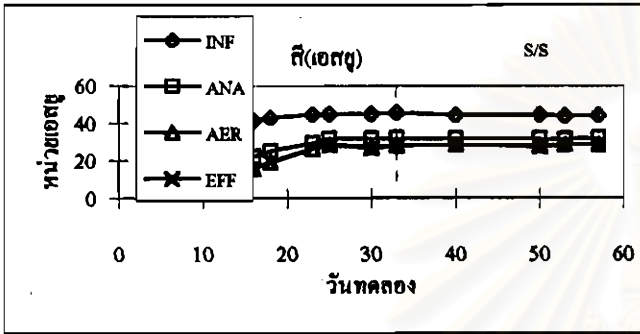
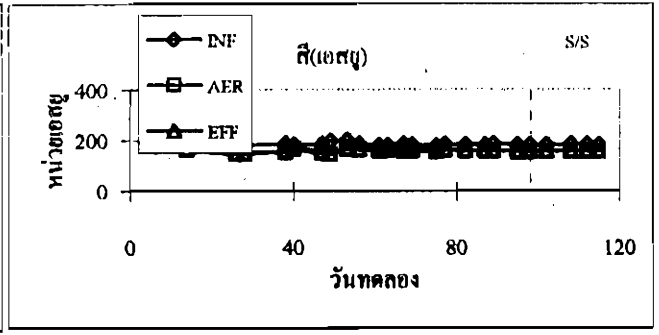
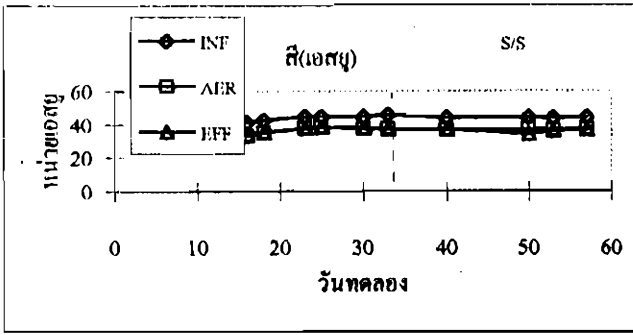


RUN 8 ANA4-SA-80

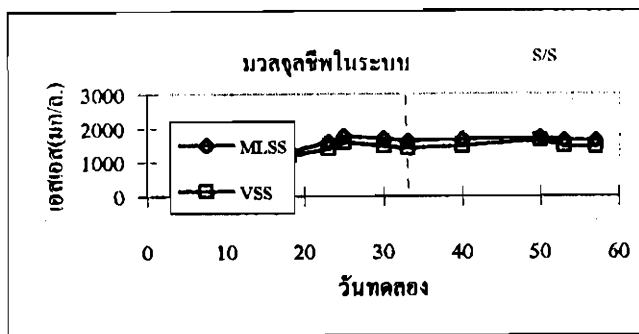


RUN 9 ANA8-SA-10

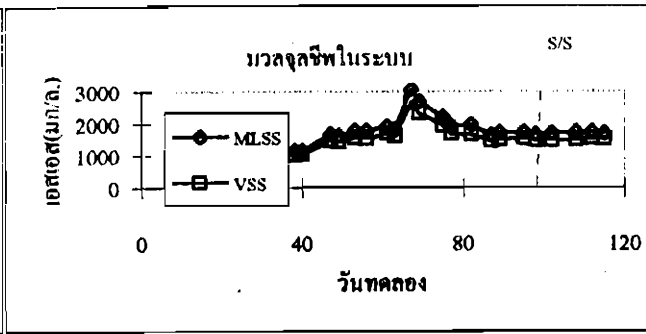
รูปที่ 4.8 ข้อมูลรายวันของพอสพ้อร์



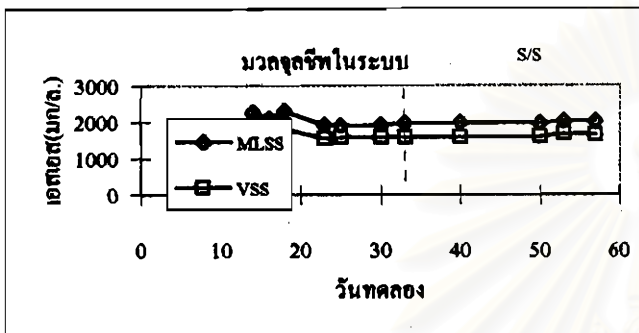
รูปที่ 4.9 ข้อมูลรายวันของที(เอสยู)



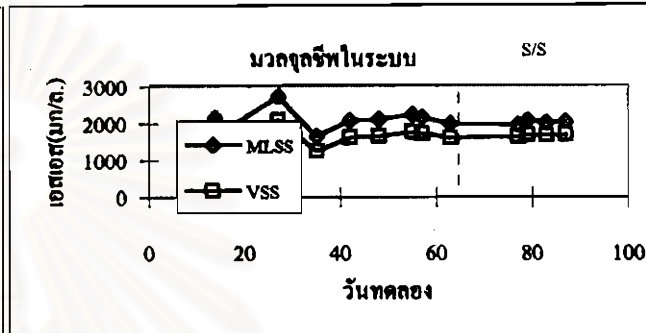
RUN 1 AER-GL-10



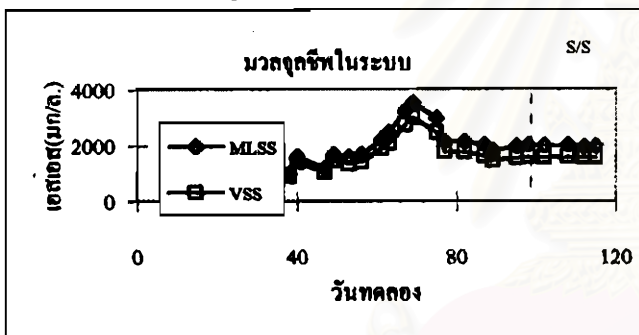
RUN 2 AER-GL-40



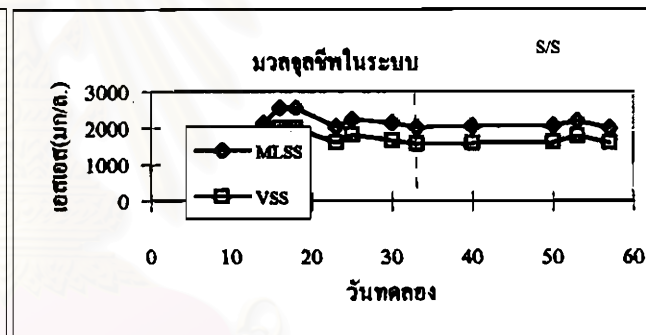
RUN 3 ANA2-GL-10



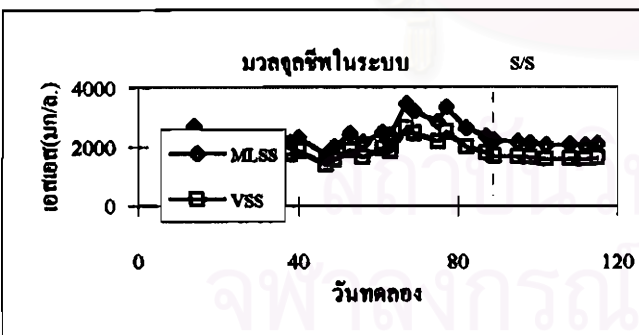
RUN 4 ANA2-SA-10



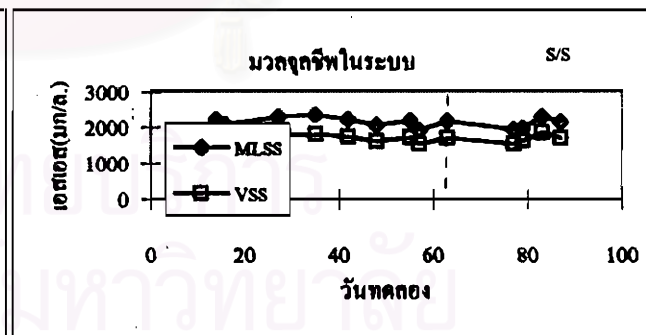
RUN 5 ANA2-GL-40



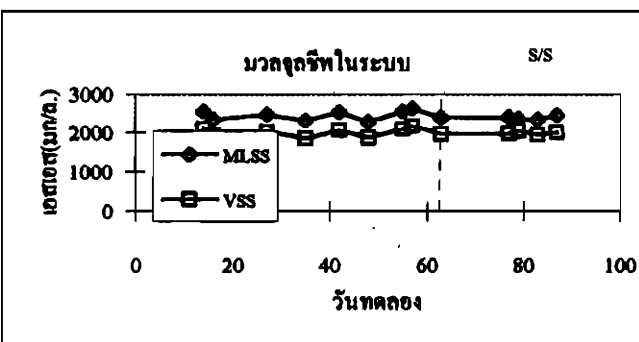
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40

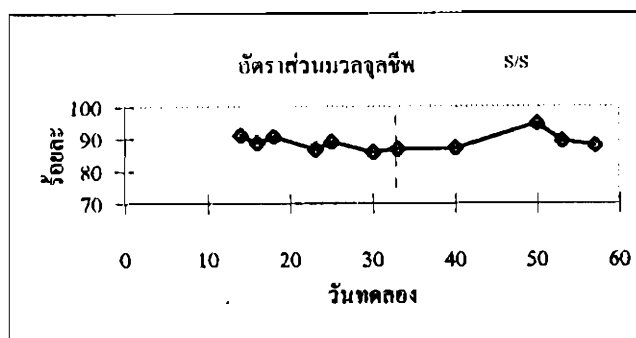


RUN 8 ANA4-SA-80

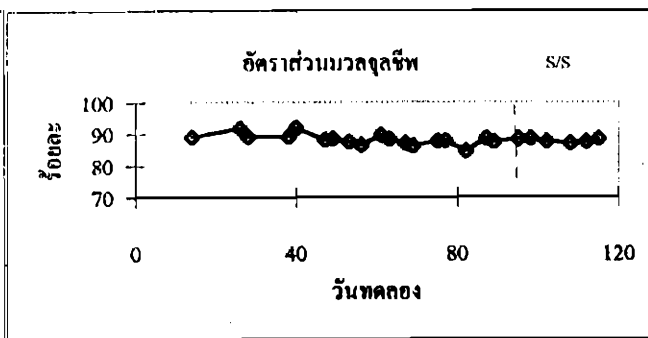


RUN 9 ANA8-SA-10

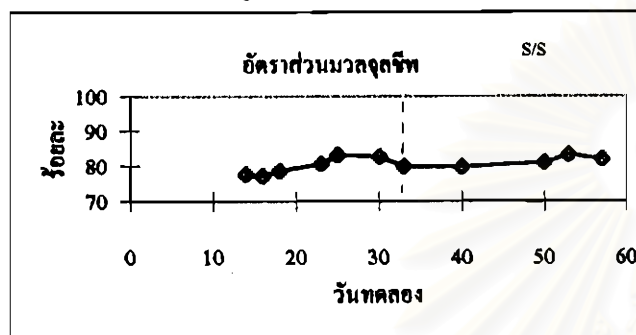
รูปที่ 4.11 ข้อมูลรายวันของเอ็มแอลเอสเอส และเอ็มแอลวีเอสเอส



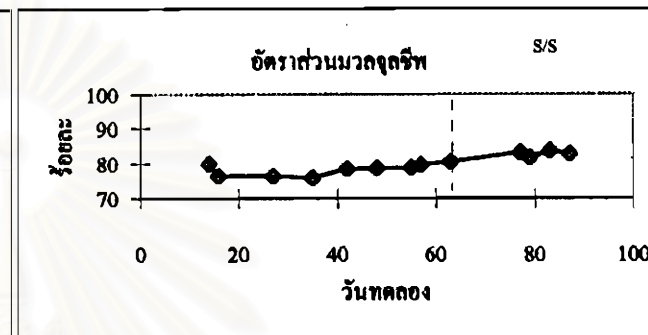
RUN 1 AER-GL-10



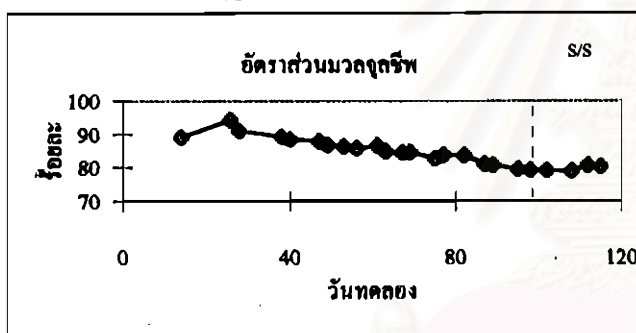
RUN 2 AER-GL-40



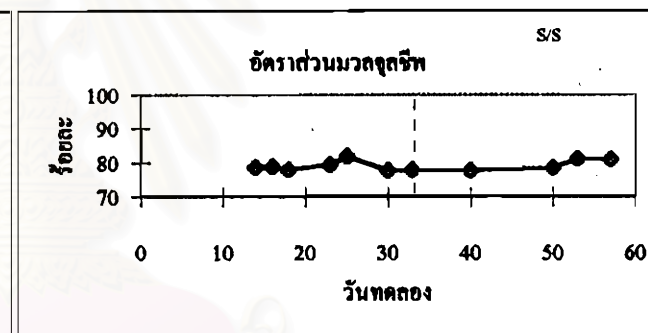
RUN 3 ANA2-GL-10



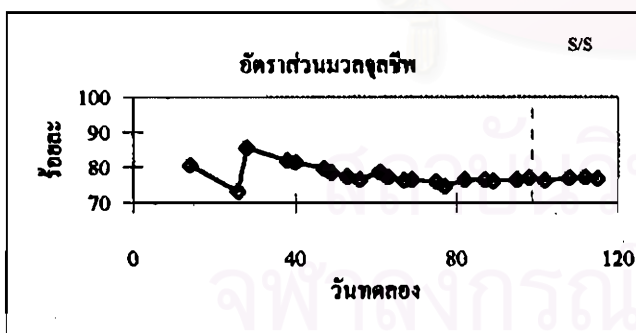
RUN 4 ANA2-SA-10



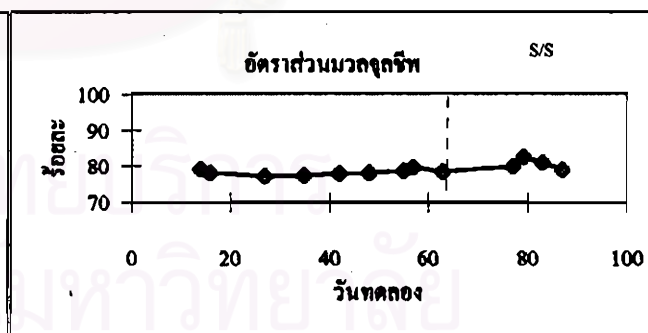
RUN 5 ANA2-GL-40



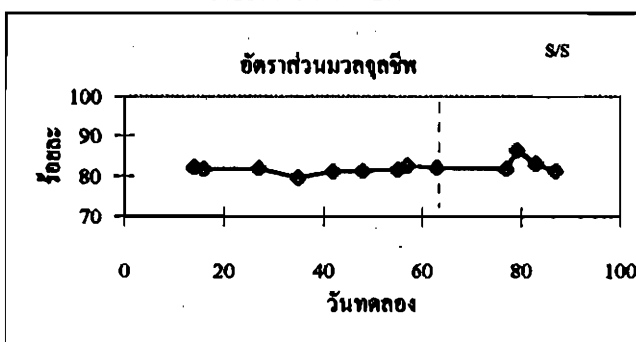
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40

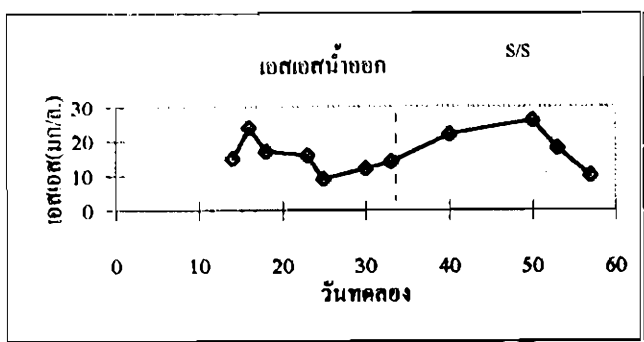


RUN 8 ANA4-SA-80

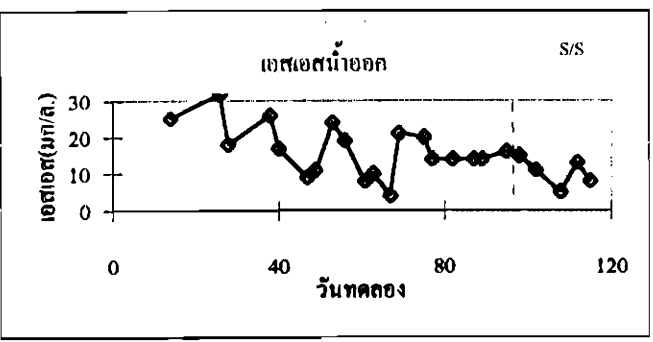


RUN 9 ANA8-SA-10

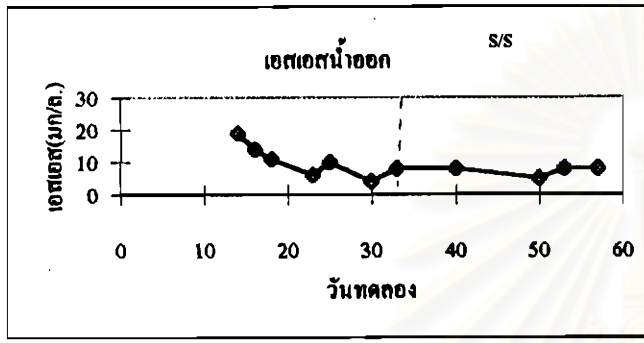
รูปที่ 4.12 ข้อมูลรายวันของร้อยละอัตราส่วนของ
เอ็มแอลวีเอสต่อเอ็มแอลเอส



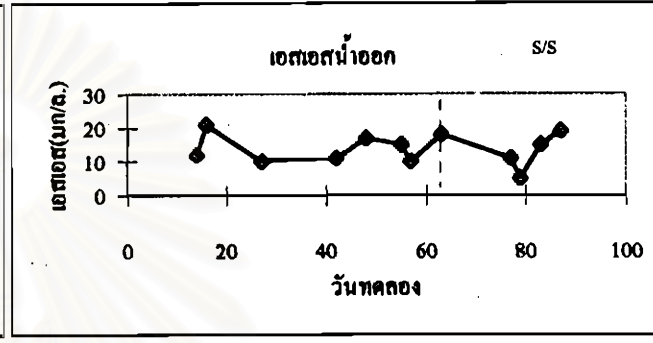
RUN 1 AER-GL-10



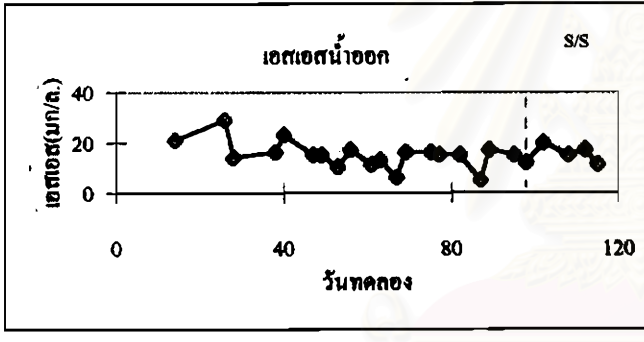
RUN 2 AER-GL-40



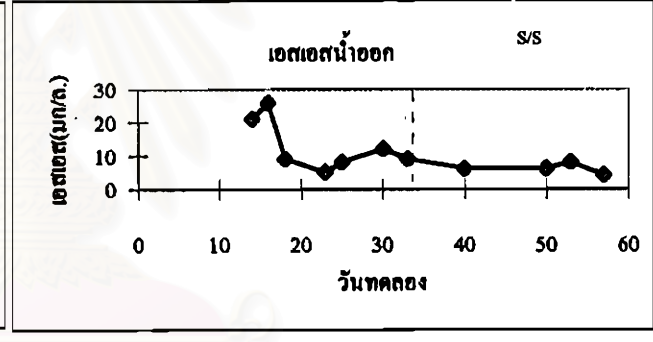
RUN 3 ANA2-GL-10



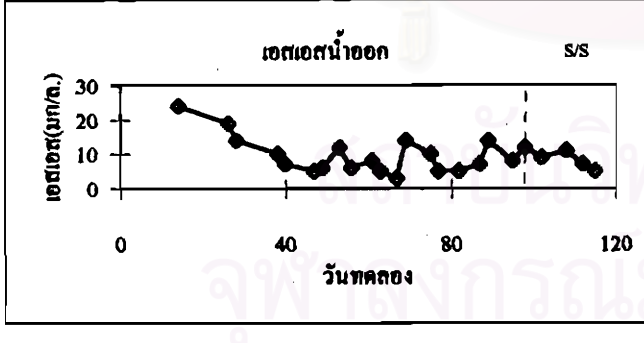
RUN 4 ANA2-SA-10



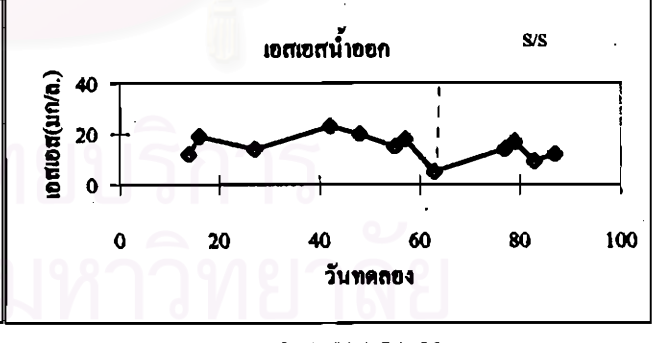
RUN 5 ANA2-GL-40



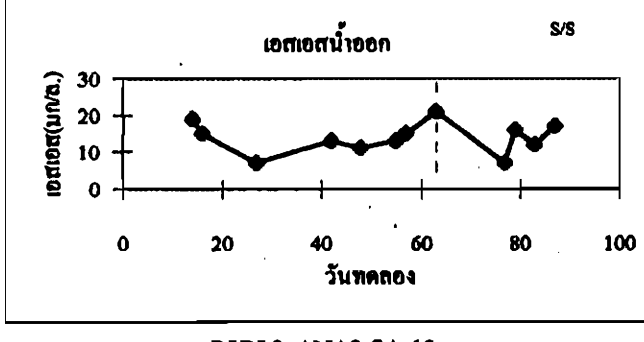
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40

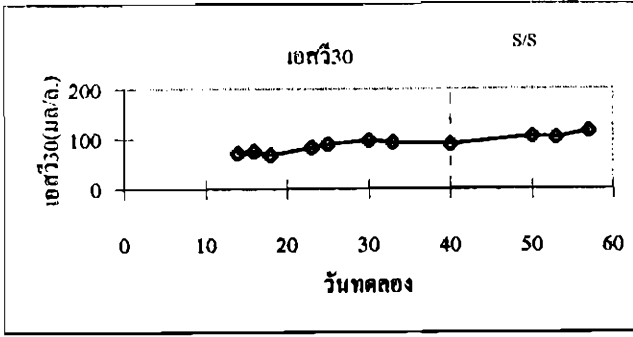


RUN 8 ANA4-SA-80

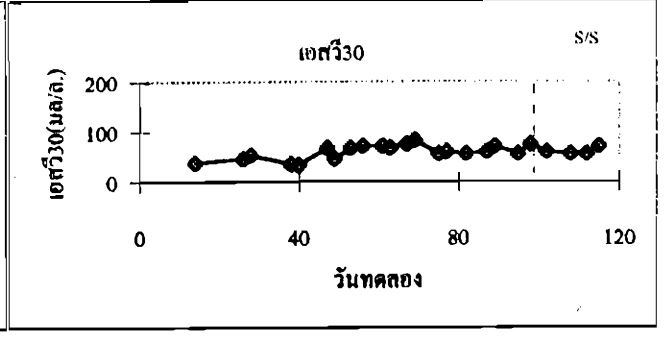


RUN 9 ANA8-SA-10

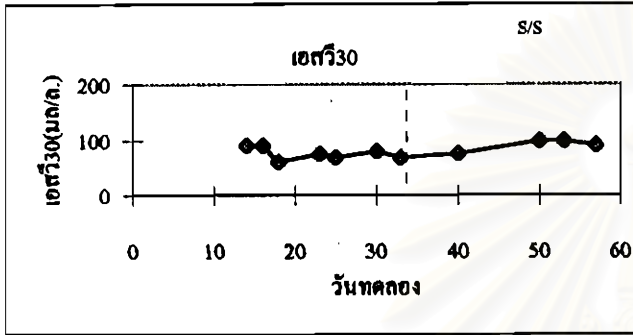
รูปที่ 4.13 ข้อมูลรายวันของเอสเอสน้ำออก



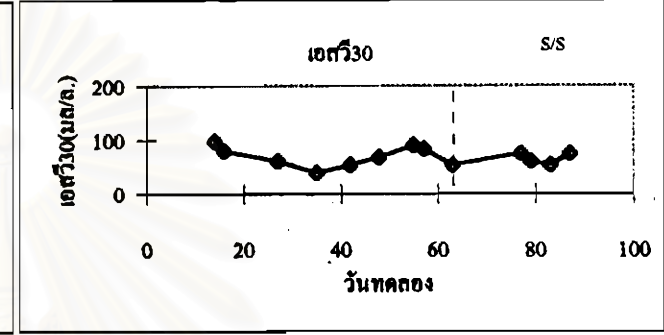
RUN 1 AER-GL-10



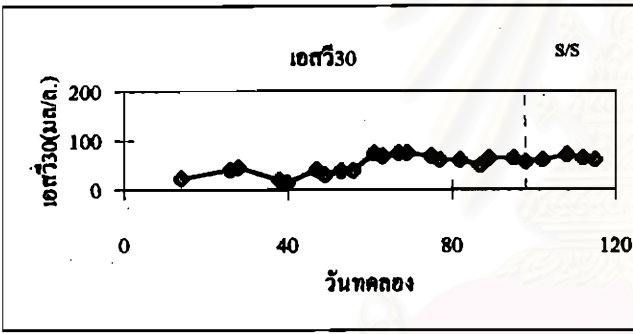
RUN 2 AER-GL-40



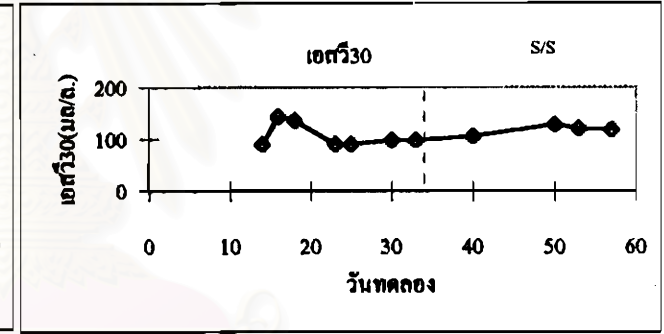
RUN 3 ANA2-GL-10



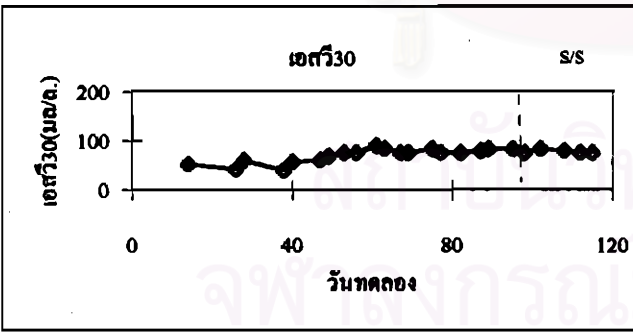
RUN 4 ANA2-SA-10



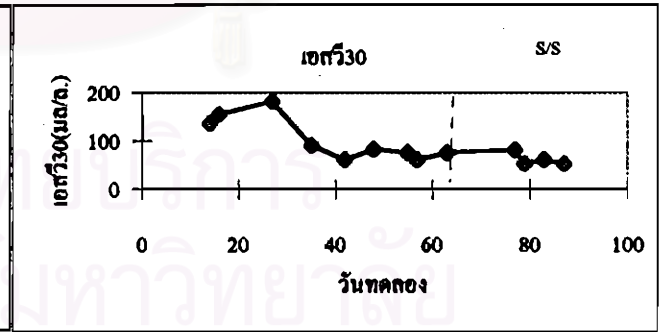
RUN 5 ANA2-GL-40



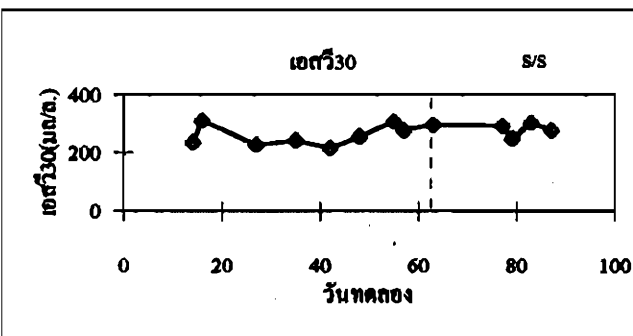
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40

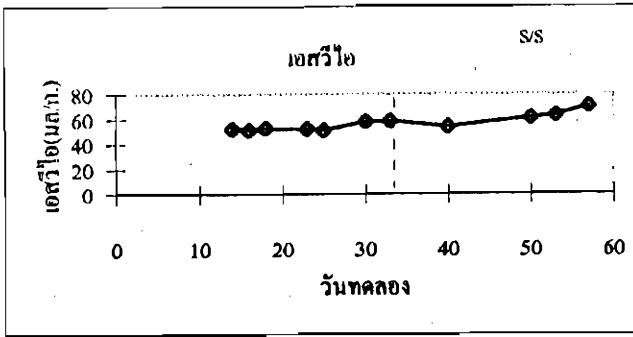


RUN 8 ANA4-SA-80

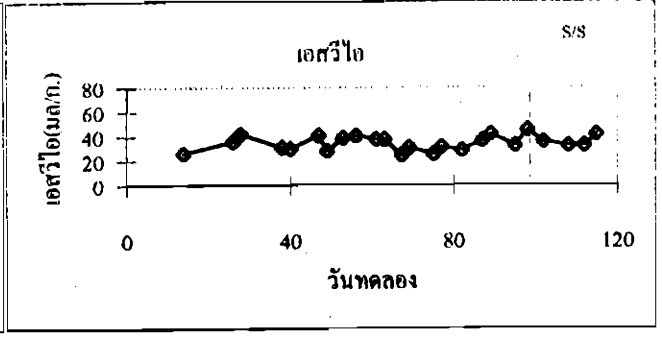


RUN 9 ANA8-SA-10

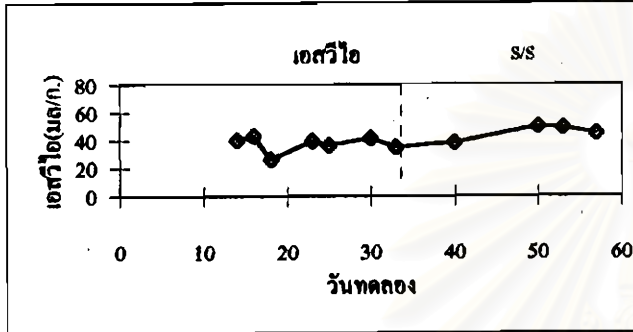
รูปที่ 4.14 ข้อมูลรายวันของเฉลี่ย 30



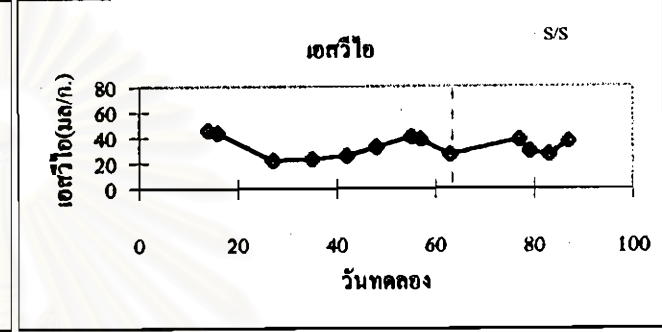
RUN 1 AER-GL-10



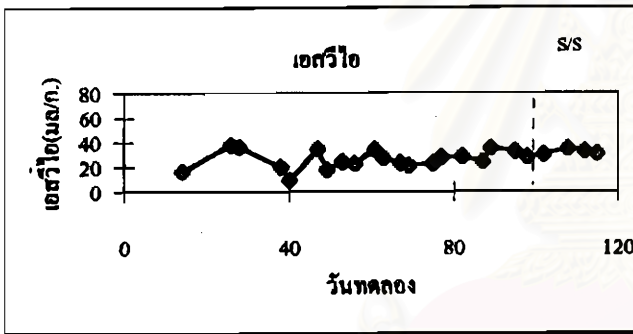
RUN 2 AER-GL-40



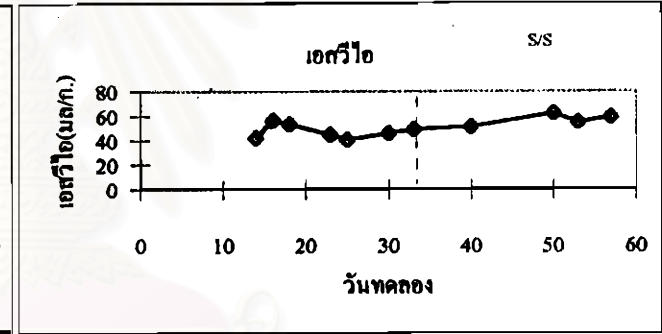
RUN 3 ANA2-GL-10



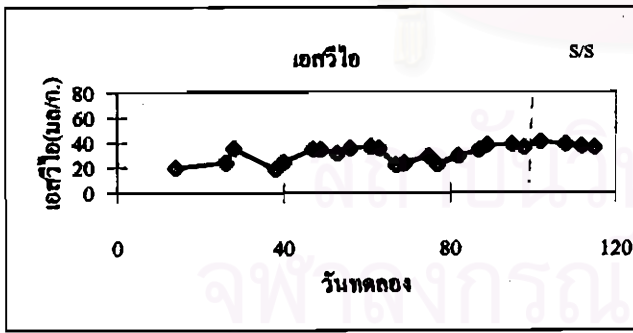
RUN 4 ANA2-SA-10



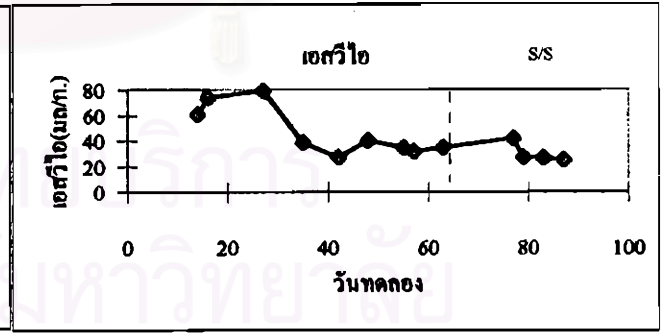
RUN 5 ANA2-GL-40



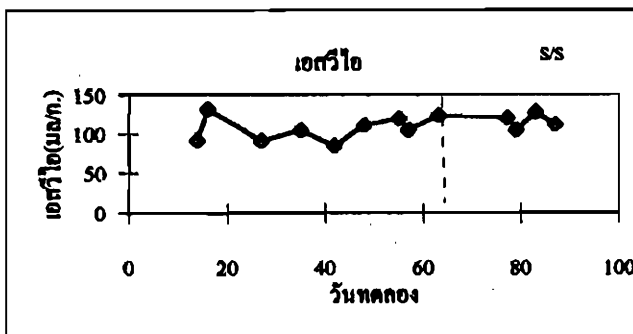
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40



RUN 8 ANA4-SA-80

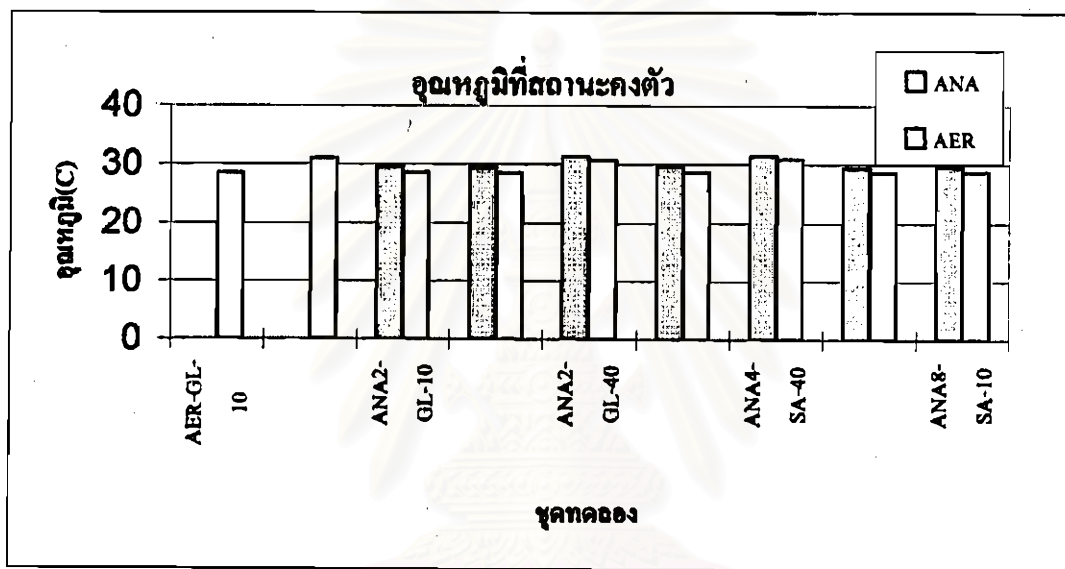


RUN 9 ANA8-SA-10

รูปที่ 4.15 ข้อมูลรายวันของเอสวีโอ

4.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของระบบอยู่ระหว่าง 28.5 - 31.5 °C ดังรูปที่ 4.16 ซึ่งเป็นอุณหภูมิในช่วงที่จุลชีพไนตริฟายเออร์(Randall และคณะ,1992)และดีไนตริฟายเออร์(WEF และ ASCE,1992) เจริญเติบโตได้ดี ส่วน PAO ก็พบว่าเจริญเติบโตได้ (Mamais และ Jenkins, 1992; ปรีชดา และคณะ, 2541) ทั้งนี้ค่าอุณหภูมิที่ต่างกันน่าจะเป็นผลจากฤดูกาลที่แตกต่างกัน โดยกลุ่มชุดทดลองที่สี 40 มก/ล. มีอุณหภูมิของระบบสูงกว่าชุดอื่นเล็กน้อย เนื่องจากทำการเดินระบบในช่วงฤดูร้อน

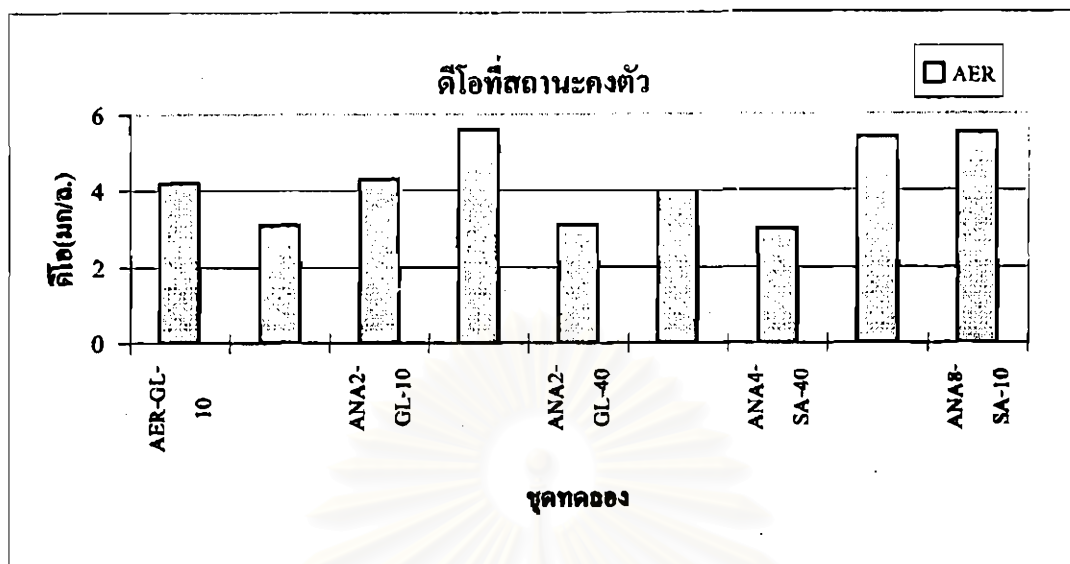


รูปที่ 4.16 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่ปลายแอนแอโรบิกและแอโรบิก

4.2 ดีไอ

ค่าดีไอของแต่ละชุดการทดลองที่ปลายแอโรบิกอยู่ระหว่าง 3.0-5.5 มก/ล. ดังรูปที่ 4.17 โดยได้ลดปริมาณอากาศที่เติมในช่วงท้ายของขั้นตอนแอโรบิก(ชั่วโมงที่ 8-11) ของรอบโคชไมโครโปรเซสเซอร์โดยการปิดเครื่องเติมอากาศ 1 เครื่อง(ทั้งหมด 2 เครื่อง) เพื่อลดผลของดีไอที่จะมีต่อช่วงแอนแอโรบิกในรอบถัดไป จากค่าดีไอข้างต้นแสดงว่ามีออกซิเจนเพียงพอแก่สภาพแอโรบิก ทั้งนี้ค่าดีไอที่ต่างกันนั้นไม่ได้สัมพันธ์กับค่าความเข้มข้น, ระยะเวลาแอนแอโรบิกหรือชนิดของสารอาหารเลย แต่น่าจะเป็นผลมาจากประสิทธิภาพของเครื่องเติมอากาศมากกว่าที่จะแสดงถึงผลจากการทำงานของจุลชีพ

จากโพรไฟล์ดีไอ ดังรูปที่ 4.18 ค่าน้ำออกของระบบซึ่งเหลือ 1.5-3.5 มก/ล. ทำให้ลดผลกระทบของดีไอที่มีต่อช่วงต้นของแอนแอโรบิกในรอบถัดไปพอสมควร



รูปที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยดีไอที่ปลายแอโรบิก

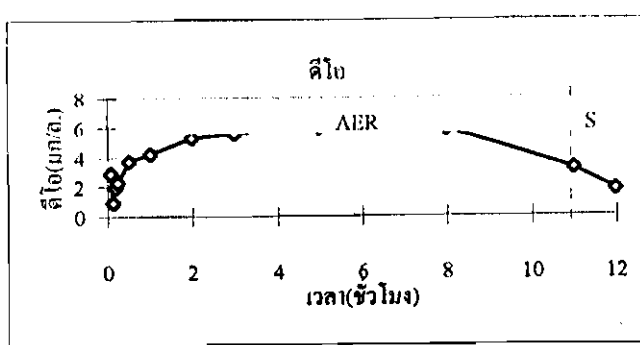
ค่าดีไอในช่วงต้นของการทดลองสองชุดแรก (คือระบบแอโรบิก) มีค่าลดลงน้อยกว่า 2 มก/ล. ในช่วง 15 นาทีแรกของระบบ แล้วกลับเพิ่มขึ้นมากกว่า 4 มก/ล. ในเวลาต่อมา น่าจะเนื่องมาจากในช่วงแรกจุลชีพกินอาหารอย่างรวดเร็วจนปริมาณออกซิเจนในน้ำมีไม่พอ

ค่าดีไอของระบบแอนแอโรบิก-แอโรบิกจะลดลงเหลือ 0.1 มก/ล. ภายใน 12 นาทีแรกของช่วงแอนแอโรบิก โดยที่ค่าดีไอในน้ำออกอยู่ระหว่าง 1.2-3.5 มก/ล. แสดงว่าค่าดีไอในช่วงแรกทำให้ระบบยังไม่เป็นแอนออกซิกหรือแอนแอโรบิกที่แท้จริง

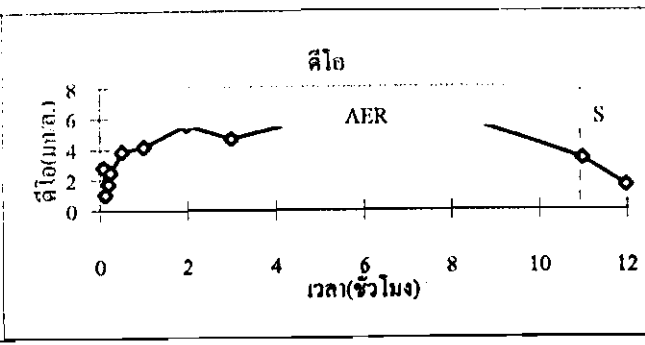
จากค่าไฟรฟต์ดีไอแสดงให้เห็นว่า มีการเติมอากาศในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของจุลชีพตลอดช่วงแอโรบิก ทำให้จุลชีพสแตทอโรโทर्फและไนตริฟายเออร์เจริญเติบโตและทำงานได้ดี ดังจะเห็นได้จากค่าซีไอคิและทีเคเอ็นคิงจะ ได้กล่าวต่อไป เว้นแต่ในระบบแอโรบิกที่ดีไอในช่วงแรกไม่เพียงพอ ซึ่งมีผลต่อการทำงานของจุลชีพได้ด้วยดังจะกล่าวถึงในส่วนที่พิจารณาถึงพารามิเตอร์ฟอสฟอรัสต่อไป

4.3 โออาร์พี

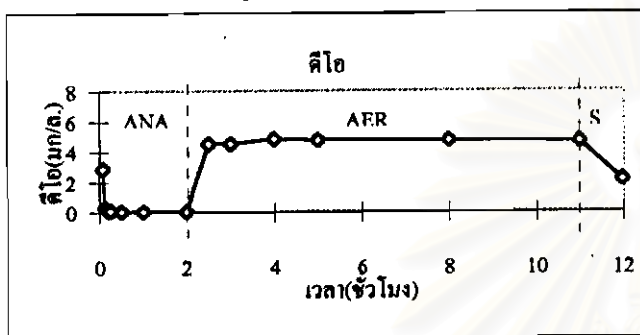
ค่าโออาร์พีที่ปลายแอนแอโรบิกเท่ากับ -91 ถึง -115 (ANA2), -176 ถึง -202 (ANA4) และ -242 (ANA8) ดังรูปที่ 4.19 โดยค่าโออาร์พีมีแนวโน้มลดลง(หรือเป็นลบมากขึ้น)เมื่อค่าระยะเวลาแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้น



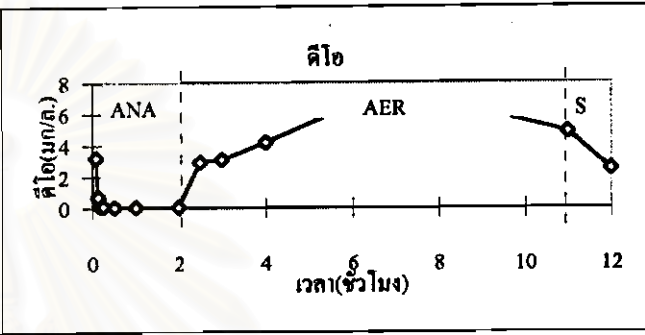
RUN 1 AER-GL-10



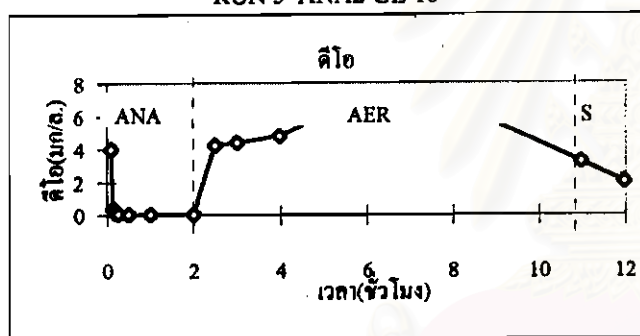
RUN 2 AER-GL-40



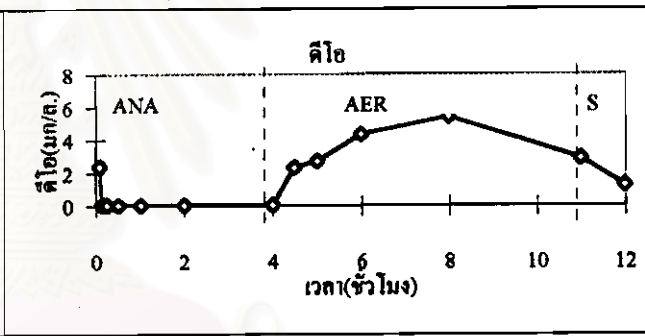
RUN 3 ANA2-GL-10



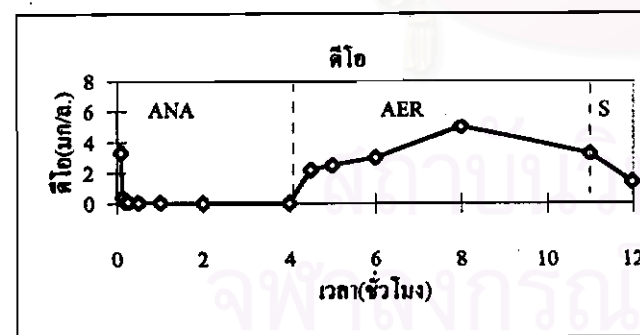
RUN 4 ANA2-SA-10



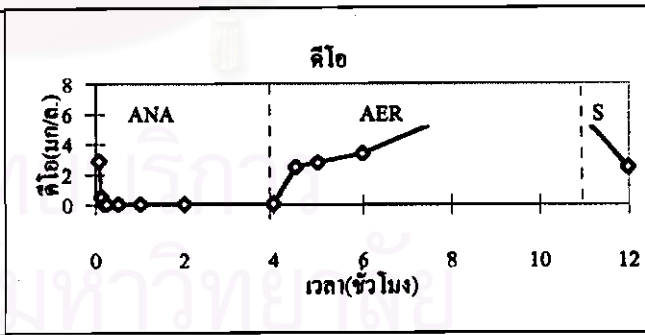
RUN 5 ANA2-GL-40



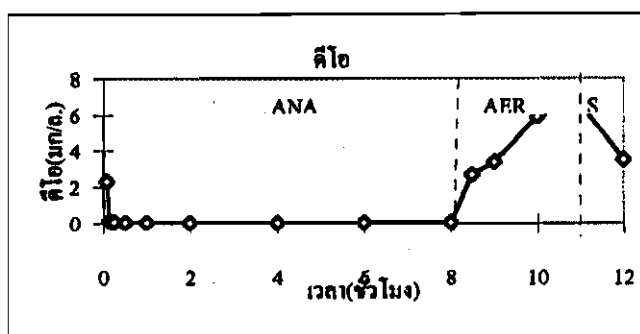
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40

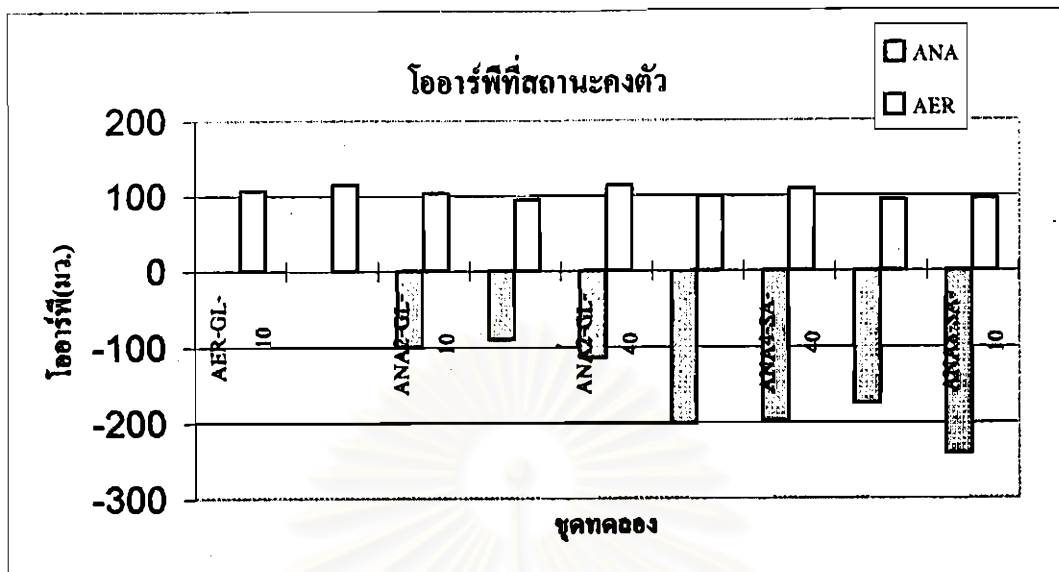


RUN 8 ANA4-SA-80



RUN 9 ANA8-SA-10

รูปที่ 4.18 โพรไฟล์ค่าดีโอที่เชื่อมตามเวลา



รูปที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยไออาร์พีที่ปลายทางแอนแอโรบิกและแอโรบิก

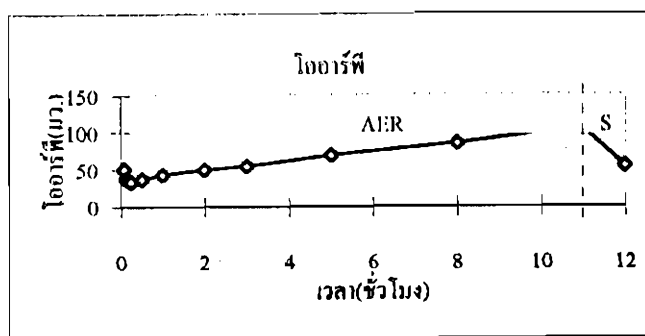
ค่าไออาร์พีที่ปลายทางแอนแอโรบิกทุกการทดลองอยู่ระหว่าง 93-115 มิลลิวัตต์ ซึ่งเป็นค่าที่ไม่สูงมากนักทั้งๆที่มีระยะเวลาติมอากาศนานพอสมควร (7-11 ชั่วโมง ยกเว้นชุด ANA8 ซึ่งเท่ากับ 3 ชั่วโมง) และดีไอสูงถึง 3.0-5.5 มก/ล. ทั้งนี้ ปริมาณสารอินทรีย์(ในรูปซีไอดี)ในช่วงแอนแอโรบิกได้เหลือเพียงเล็กน้อยแล้ว อย่างไรก็ตาม จากค่าไออาร์พีที่ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าระบบทำงานเป็นช่วงแอนแอโรบิกและแอโรบิกได้สมบูรณ์ตามต้องการ

ความเข้มข้นและสารอาหารไม่มีผลชัดเจนต่อค่าไออาร์พี หรือไออาร์พีไม่ได้บ่งชี้ถึงความสามารถในการลดดี

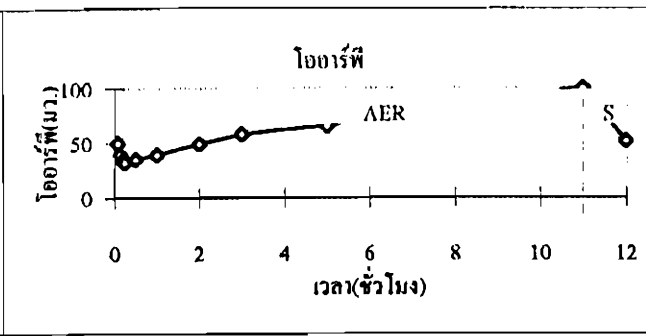
ค่าโพรไฟล์ไออาร์พีของระบบแอนแอโรบิกลดลงเล็กน้อยในช่วงชั่วโมงแรกแล้วค่อยๆเพิ่มจาก 50 เป็น 100 มิลลิวัตต์ในชั่วโมงต่อมา ดังรูปที่ 4.20 ซึ่งสัมพันธ์กับค่าดีไอที่ลดลงในช่วงแรกด้วยเช่นกัน ดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วนั่นเอง

4.4 ทีเอช

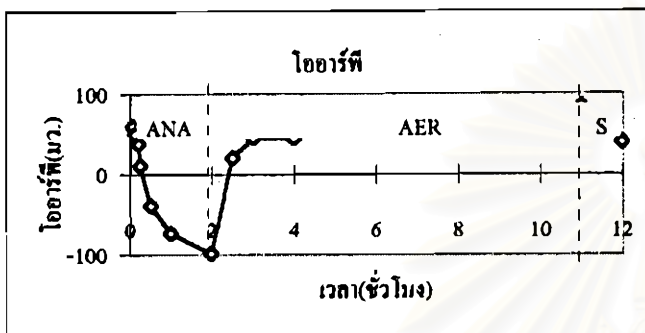
ทีเอชที่ปลายทางแอนแอโรบิกของชุด GL+NB มีค่าลดลง คือจาก 7.12-7.26 ในน้ำเข้าเป็น 6.85-6.90 ดังรูปที่ 4.21 อาจเนื่องจากมีกรดไขมันระเหยง่าย(VFA)เพิ่มขึ้นจากการหมักของกลูโคสและนิวเทรียนบรอก



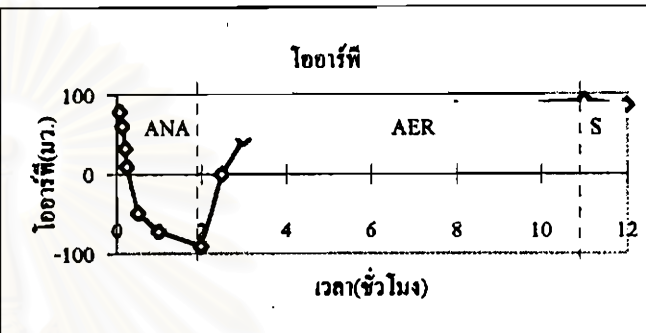
RUN 1 AER-GL-10



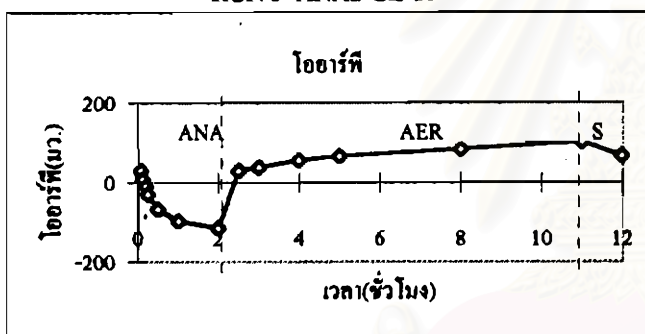
RUN 2 AER-GL-40



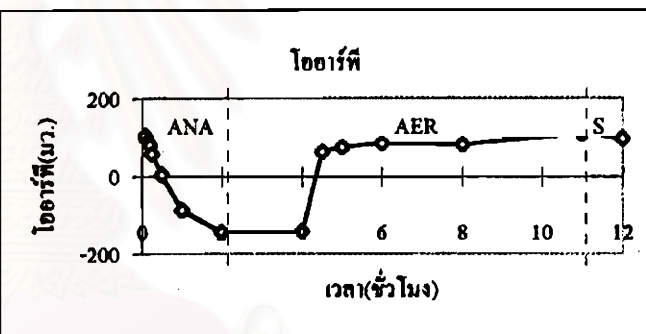
RUN 3 ANA2-GL-10



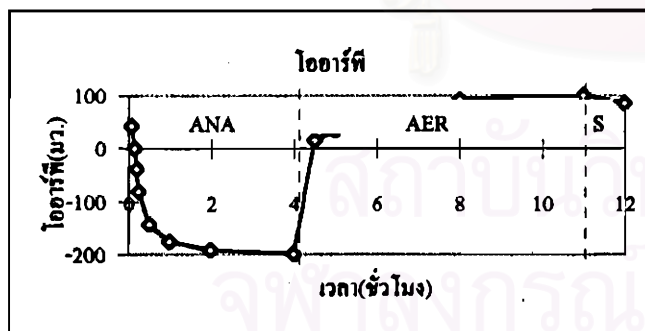
RUN 4 ANA2-SA-10



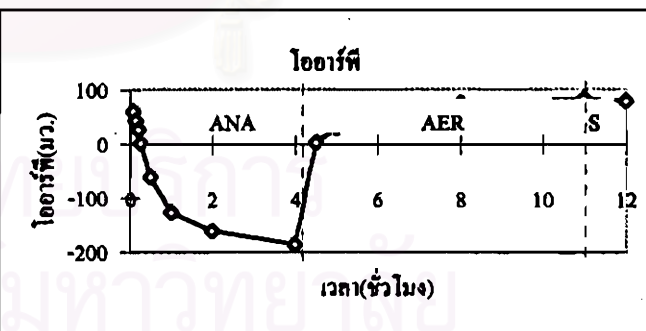
RUN 5 ANA2-GL-40



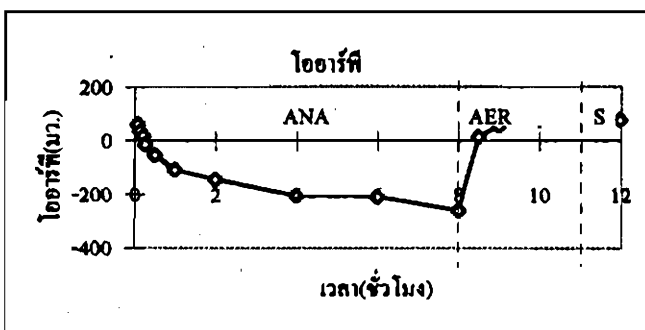
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40

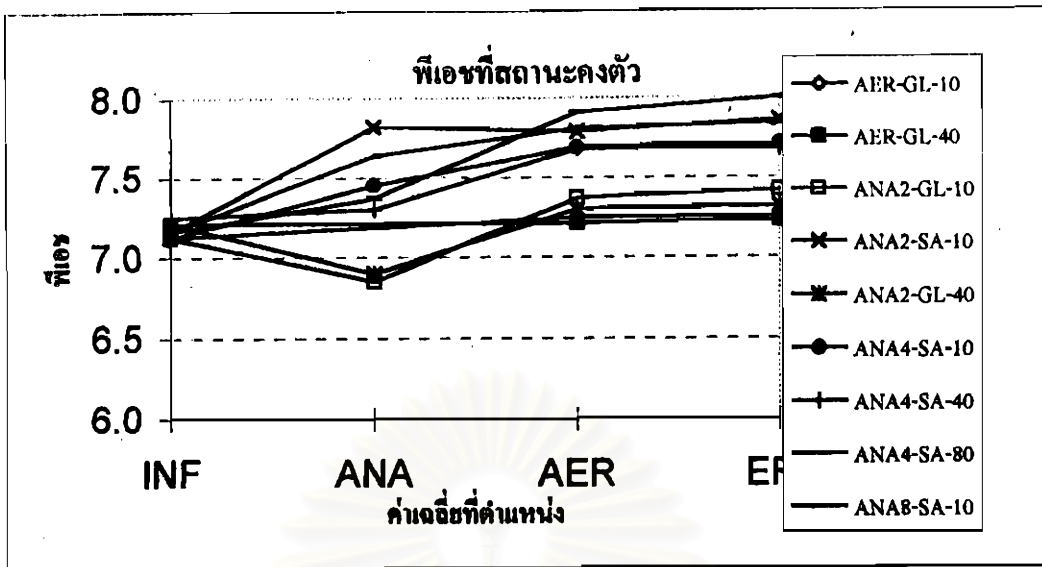


RUN 8 ANA4-SA-80



RUN 9 ANA8-SA-10

รูปที่ 4.20 โพรไฟล์ค่าไออาร์พีเทียบกับเวลา

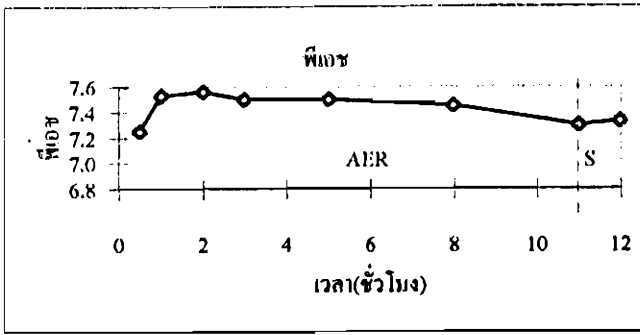


รูปที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยพีเอชที่น้ำเข้า, ปลายแอนแอโรบิก, ปลายแอโรบิกและน้ำออก

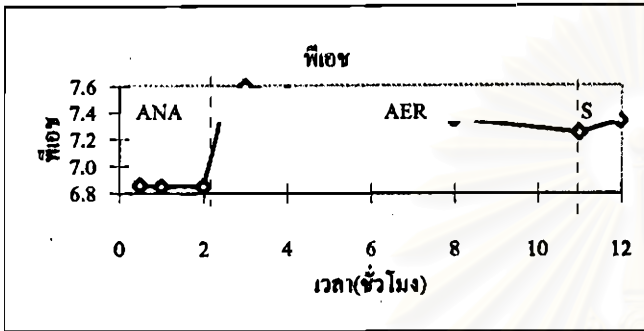
INF = น้ำเข้า, *ANA* = ปลายแอนแอโรบิก, *AER* = ปลายแอโรบิก, *EF* = น้ำออก

ในขณะที่พีเอชที่ปลายแอนแอโรบิกของชุด SA+NB มีค่าเพิ่มขึ้น คือ 7.82(ANA2-SA), 7.30-7.64(ANA4-SA) และ 7.37(ANA8-SA) ทั้งๆที่ค่าพีเอชดังกล่าวน่าจะลดลงเนื่องจากการหมักนิเวศของจุลินทรีย์ อาจเนื่องจากเติมสารอาหารในรูปโซเดียมอะซิเตดแก่จุลินทรีย์ในรูปกรดอะซิติก (ไอออนอะซิเตด CH_3COO^- จึงรวมกับ H^+ ในน้ำและถูกดูดซึมเข้าไปในเซลล์) เหลือ OH^- ซึ่งที่พีเอชช่วงนี้จะรวมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำเป็นไบคาร์บอเนตทำให้ค่าสภาพด่างและพีเอชเพิ่มขึ้นในปริมาณมากกว่าพีเอชที่ลดลงจากเหตุผลข้างต้น ค่าพีเอชสุทธิจึงมีค่าสูงขึ้น โดยมีแนวโน้มว่าค่าระยะเวลาแอนแอโรบิกที่เพิ่มขึ้น ค่าพีเอชกลับเพิ่มขึ้นน้อยลง น่าจะเนื่องจกว่าระยะเวลาแอนแอโรบิกนานจะหมักนิเวศของจุลินทรีย์ให้เป็นกรดไขมันระเหยง่ายได้มาก ทำให้ค่าพีเอชเพิ่มขึ้นน้อยลงนั่นเอง

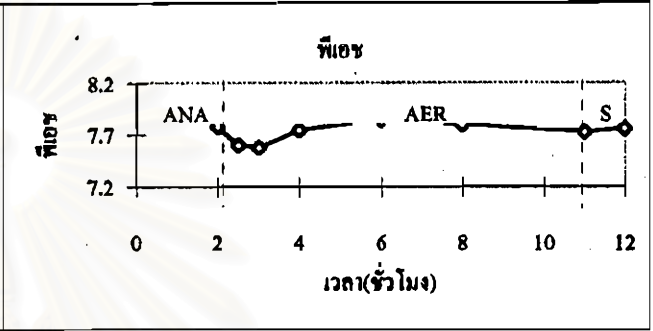
พีเอชที่ปลายแอโรบิกและน้ำออกของชุด GL+NB เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็น 7.21-7.26 (AER-GL) และ 7.30-7.42 (ANA2-GL) ส่วนในชุด SA+NB พีเอชเพิ่มมากกว่าชุดอื่นเป็น 7.68-8.00 ผลที่ได้นี้สอดคล้องกับผลของ Wentzel และคณะ(1988) ผู้ซึ่งได้เลี้ยงเชื้อผสมในระบบ Phoredox แล้วค่อยๆปรับสารอาหารจากน้ำเสียชุมชนให้เป็นโซเดียมอะซิเตด 1,000 มก.ซีไอดี/ล. พบว่าพีเอชในถังแอโรบิกเท่ากับ 8.7 ซึ่งสูงมากเมื่อเทียบกับในถังแอนแอโรบิกซึ่งเท่ากับ 7.2 เนื่องจากเหตุการณ์ใช้กรดอะซิติกของจุลินทรีย์ดังกล่าวนั่นเอง



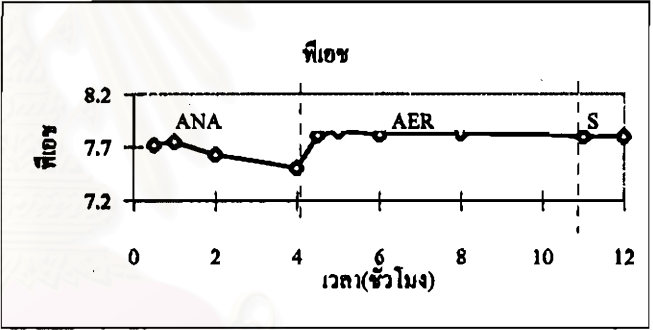
RUN 1 AER-GL-10



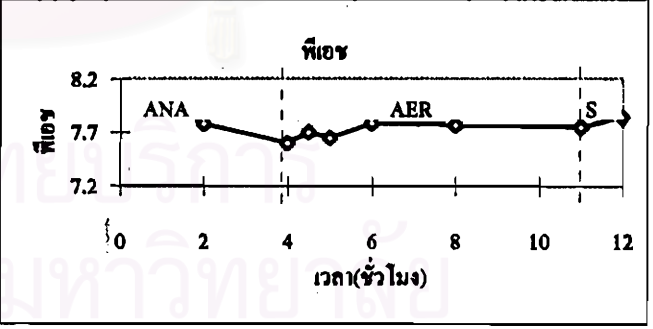
RUN 3 ANA2-GL-10



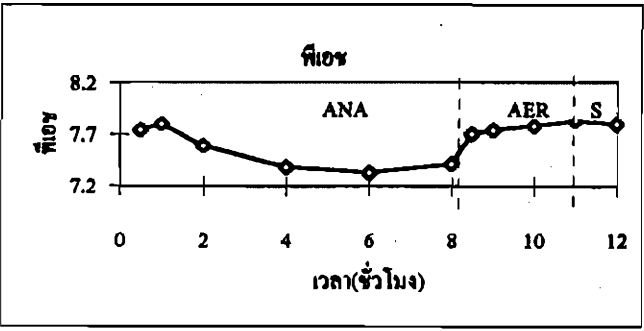
RUN 4 ANA2-SA-10



RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 8 ANA4-SA-80



RUN 9 ANA8-SA-10

รูปที่ 4.22 โพรไฟล์ค่าพีเอชเทียบกับเวลา

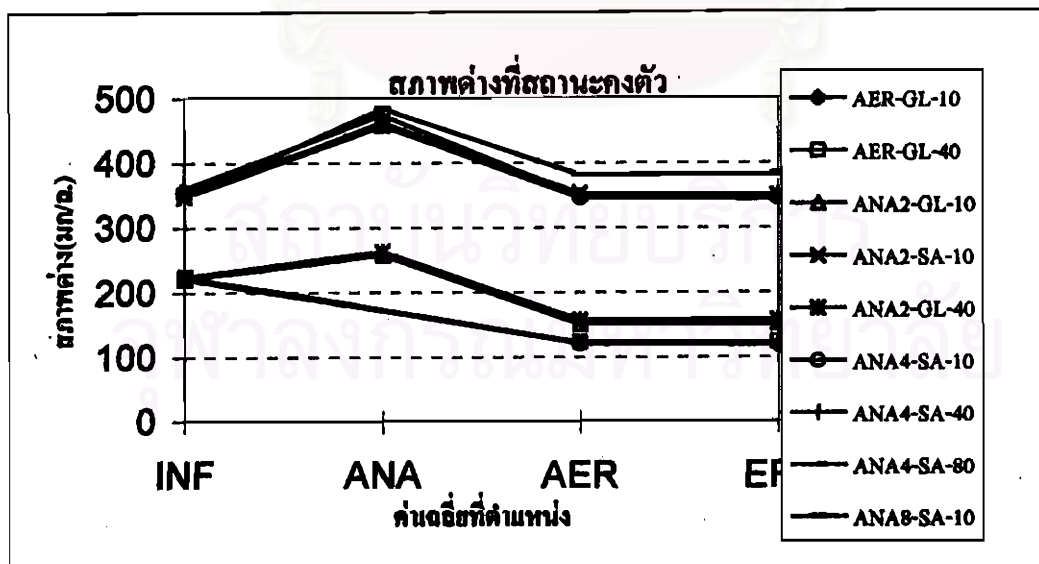
จากค่าพีเอชโดยรวมของระบบซึ่งอยู่ระหว่าง 6.85-8.00 ซึ่งพีเอชช่วงนี้ยังไม่รบกวนการทำงานของไนตริฟายเออร์ (Randall และคณะ, 1992) และเป็นพีเอช ช่วงที่เหมาะสมต่อการเกิดดีไนตริฟิเคชัน (WEF และ ASCE, 1992) และอยู่ในช่วงพีเอชที่มีอัตราการปล่อยคายและจับใช้ฟอสฟอรัสสูง (Liu และคณะ, 1996; Matsuo และ Hosobora, 1988) และระบบมีประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสได้ดี (Sedlak, 1991)

จากค่าพีเอชโดยรวมของชุดทดลองแยกตามความเข้มข้น จะเห็นว่าความเข้มข้นไม่มีแนวโน้มของผลที่ชัดเจนต่อค่าพีเอช

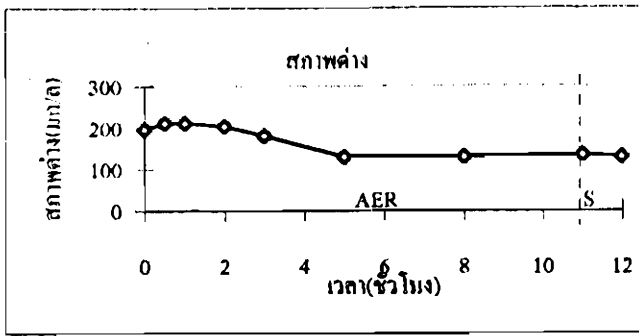
4.5 สภาพค่าง

ค่าสภาพค่างน้ำเข้าของชุด GL+NB คือ 221.5-223.7 มก/ล. ส่วนชุด SA+NB คือ 348.2-360.5 มก/ล. ดังรูปที่ 4.23 ซึ่งสภาพค่างที่มากกว่าเป็นเพราะสารอาหารที่ต่างกัน โดยโซเดียมอะซิเตตเป็นเกลือของค่างแก่และกรดอ่อนจึงมีค่าสภาพค่างสูงกว่ากรณียของชุด GL+NB

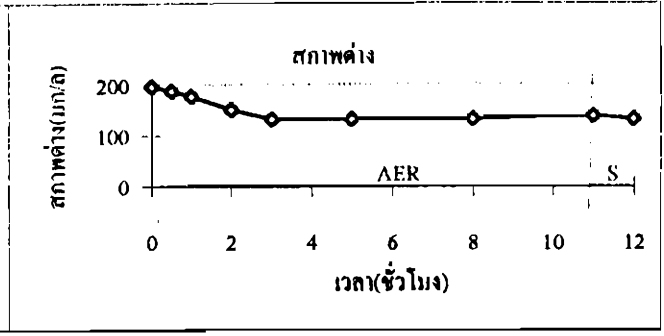
สภาพค่างในช่วงปลายแอนแอโรบิกของชุด GL+NB เพิ่มขึ้นเล็กน้อยคือร้อยละ 16.3-17.6 สันนิษฐานว่าเกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชันในช่วงแรกของแอนแอโรบิกทำให้ได้สภาพค่างมาลดเลขส่วนที่สูงเกินไปส่วนหนึ่ง ส่วนชุด SA+NB เพิ่มมากพอควร คือร้อยละ 28.5-38.9 เพราะเป็นผลรวมจากดีไนตริฟิเคชันและการใช้กรดอะซิติกของจุลินทรีย์



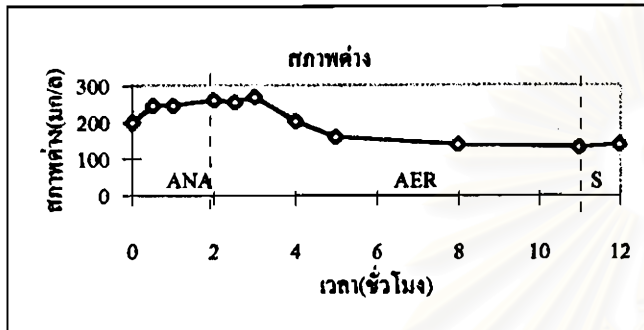
รูปที่ 4.23 ค่าเฉลี่ยสภาพค่างที่น้ำเข้า, ปลายแอนแอโรบิก, ปลายแอโรบิกและน้ำออก



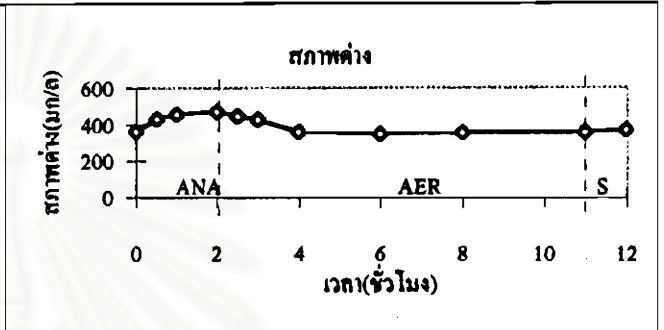
RUN 1 AER-GL-10



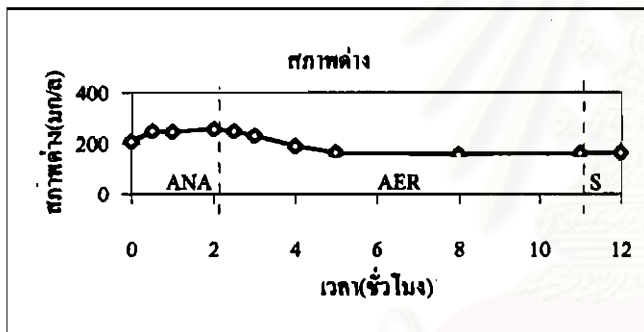
RUN 2 AER-GL-40



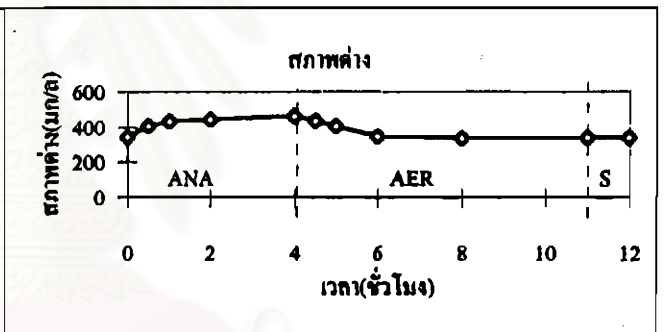
RUN 3 ANA2-GL-10



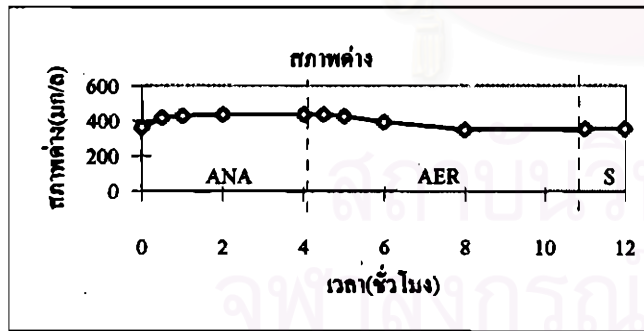
RUN 4 ANA2-SA-10



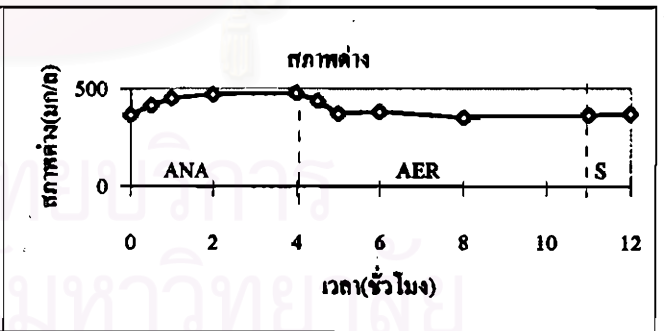
RUN 5 ANA2-GL-40



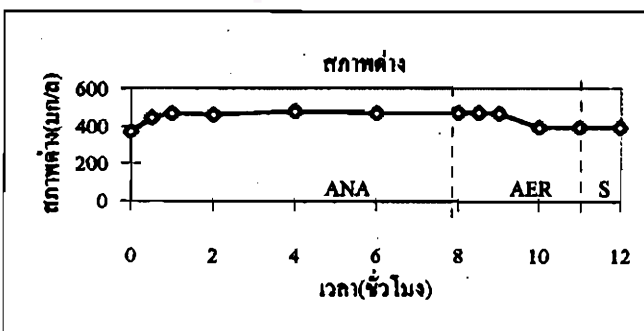
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40



RUN 8 ANA4-SA-80



RUN 9 ANA8-SA-10

รูปที่ 4.24 โพรไฟล์ค่าสภาพต่างเทียบกับเวลา

สภาพค่างในช่วงปลายแอโรบิกของชุด GL+NB ลดลงร้อยละ 45.1-45.5 (AER) และ 40.4-41.2 (ANA2) ส่วนชุด SA+NB ลดลงร้อยละ 21.2-26.5 เนื่องจากสภาพค่างบางส่วนถูกใช้ไปในกระบวนการไนตริฟิเคชันนั่นเอง

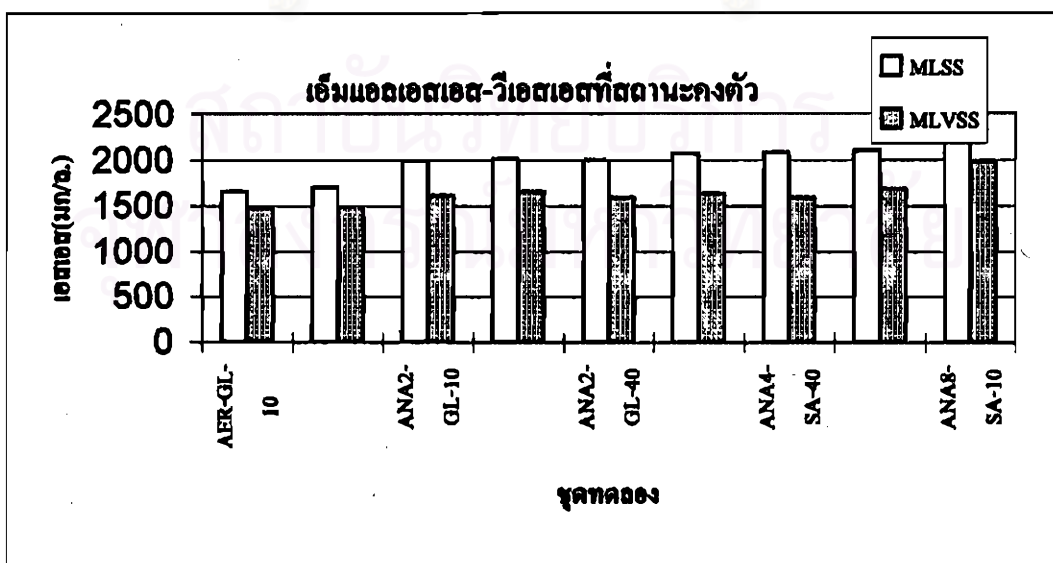
สภาพค่างทั้งระบบของชุด GL+NB ลดลงร้อยละ 44.7-46.4 (AER-GL) และ 40.4-41.2 (ANA2-GL) ส่วนชุด SA+NB ลดลงเล็กน้อย คือร้อยละ 0-3.0 โดยมีชุด ANA8-GL ที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือร้อยละ 10.1

สภาพค่างนำออกเท่ากับ 118.7-123.8 (AER), 151.8-156.9 (ANA2-GL+NB) และ 343.7-383.5 มก/ก. (ชุด SA+NB) เห็นได้ว่าสภาพค่างในระบบมีค่าเพียงพอแก่การทำงานของทุกระบบ ขณะที่ Randall และคณะ(1992) บอกว่าระบบกำจัดฟอสฟอรัสจะทำให้สภาพค่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้ น่าจะขึ้นกับชนิดของสารอาหารและระบบที่ใช้กันเอง

จากค่าสภาพค่างโดยรวมของชุดทดลองแยกตามความเข้มข้น จะเห็นว่าความเข้มข้นไม่มีแนวโน้มของผลที่ชัดเจนต่อค่าสภาพค่าง

4.6 เอ็มแอลเอสเอส, เอ็มแอลวีเอสเอส, อัตราส่วนเอ็มแอลวีเอสเอสต่อเอ็มแอลเอสเอส

ค่าเอ็มแอลเอสเอสของระบบเท่ากับ 1658-1701 มก/ก.(AER), 1993-2010 มก/ก.(ANA2), 2067-2103 มก/ก.(ANA4) และ 2386 มก/ก.(ANA8) ดังรูปที่ 4.25 ส่วนค่าเอ็มแอลวีเอสเอสเท่ากับ 1478-1492 มก/ก.(AER), 1591-1654 มก/ก.(ANA2), 1597-1686 มก/ก.(ANA4) และ 1977 มก/ก.(ANA8) มีข้อสังเกตว่าระบบที่มีระยะเวลาแอนแอโรบิกมากขึ้น (หรือมีระยะเวลาแอโรบิกน้อยลง) จะมีมวลจุลชีพมากขึ้นเล็กน้อย



รูปที่ 4.25 ค่าเฉลี่ยเอ็มแอลเอสเอสและเอ็มแอลวีเอสเอสที่ปลายแอโรบิก

ค่าอัตราส่วนเอ็มแอลวีเอสเอสต่อเอ็มแอลเอสเอส(%I) ของระบบเท่ากับร้อยละ 87.8-89.1(AER) และ 76.8-82.9 (ANA-AER) กล่าวคือระบบแอโรบิกมีอัตราส่วนเอ็มแอลวีเอสเอสต่อเอ็มแอลเอสเอสมากกว่าในระบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก อาจเป็นไปได้ว่าในระบบหลัง PAOs มีการดูดซึมแมกนีเซียมและแคลเซียมเพื่อใช้ในการปล่อยและจับใช้ฟอสฟอรัส(Randall และคณะ, 1992) จึงมีค่าเอสเอส(fixed solids)มากกว่า และจากค่ามวลจุลินทรีย์ที่อยู่ในเกณฑ์ปกติดังกล่าวนี้ สามารถกล่าวได้ว่าระบบกำลังทำงานได้เป็นปกติ

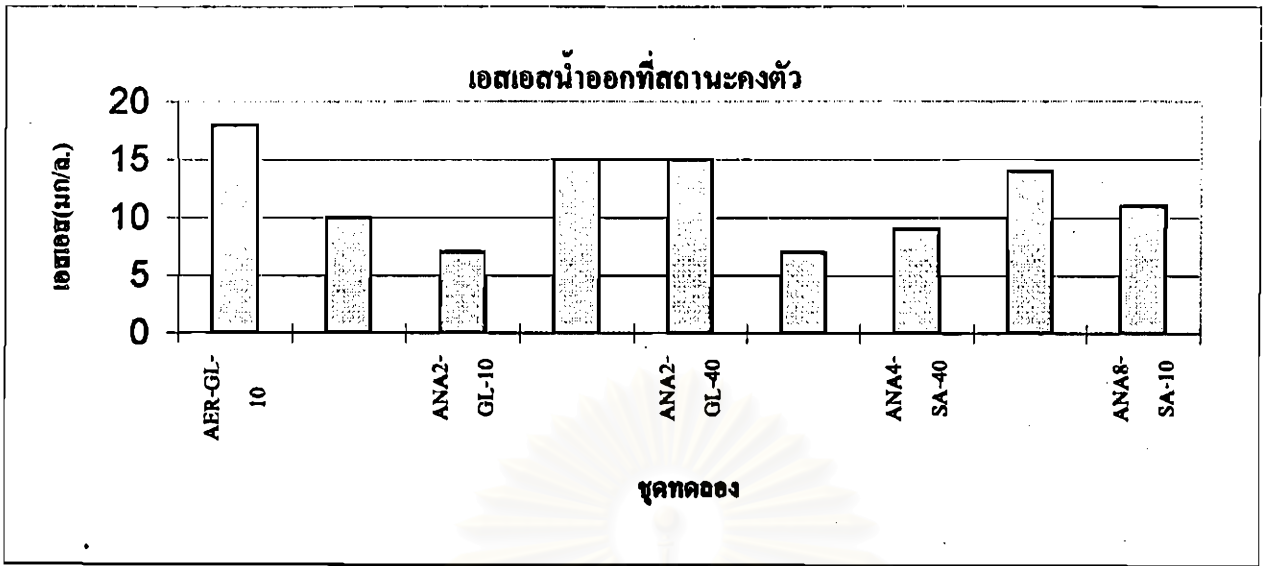
4.7 เอสเอสน้ำออก.เอสวี30.เอสวีไอ

ค่าเอสเอสในน้ำออกของทุกระบบเท่ากับ 7-18 มก./ล. ดังรูปที่ 4.26 ค่าเอสวี30 ของทุกระบบ(ขกเว้นชุด ANA8)อยู่ระหว่าง 62-114 มล./ล. ดังรูปที่ 4.27 ค่าเอสวีไอของทุกระบบอยู่ระหว่าง 30.7-61.1 มล./ก. ดังรูปที่ 4.28 ขณะที่ชุด ANA8 ซึ่งมีช่วงเวลาแอนแอโรบิกนานที่สุด มีค่าเอสวี30 และเอสวีไอเท่ากับ 281 มล./ล. และ 117.6 มล./ก. ตามลำดับ แสดงถึงสภาพการจมตัวที่ไม่ดีเท่าชุดอื่นๆ อาจเนื่องจากมีสัดส่วนอายุสัตต์แอโรบิก(2.2วัน)ต่ำกว่าชุดอื่น ซึ่งขัดแย้งกับโหมดและธงชัย(2541) ที่ได้ทดลองกับระบบเดียวกันที่ COD:N:P=100:10:3 และระยะเวลาแอนแอโรบิก 18 ชั่วโมง(ซึ่งนานกว่าในงานนี้) ระยะเวลาแอโรบิก 5 ชั่วโมง (อายุสัตต์= 6.3 และ 1.7 วัน) มีค่าเอสวี 30 และ เอสวีไอเท่ากับ 96-110 มล./ล. และ 67-81 มล./ก. ตามลำดับ ซึ่งนับว่ามีการจมตัวได้ดี ทั้งนี้ กล่าวโดยรวมแล้วระบบที่ทดลองทั้งหมดนี้มีการตกตะกอนได้ดีและมีการทำงานอย่างปกติ

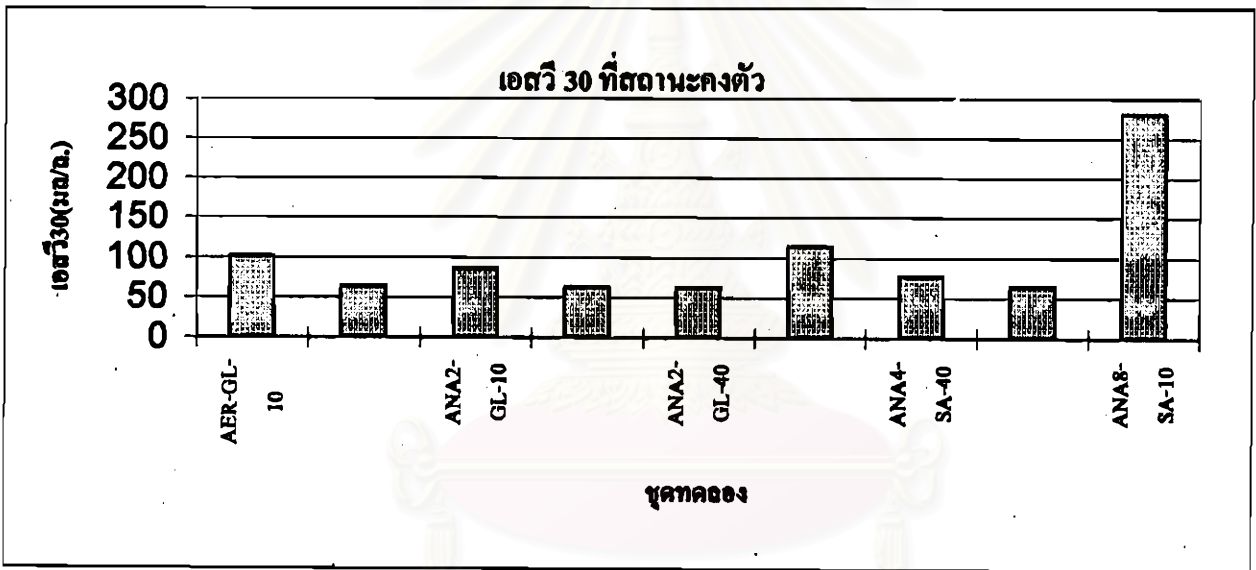
4.8 ซีไอดี

ซีไอดีน้ำเข้าเท่ากับ 510-530 มก./ล.

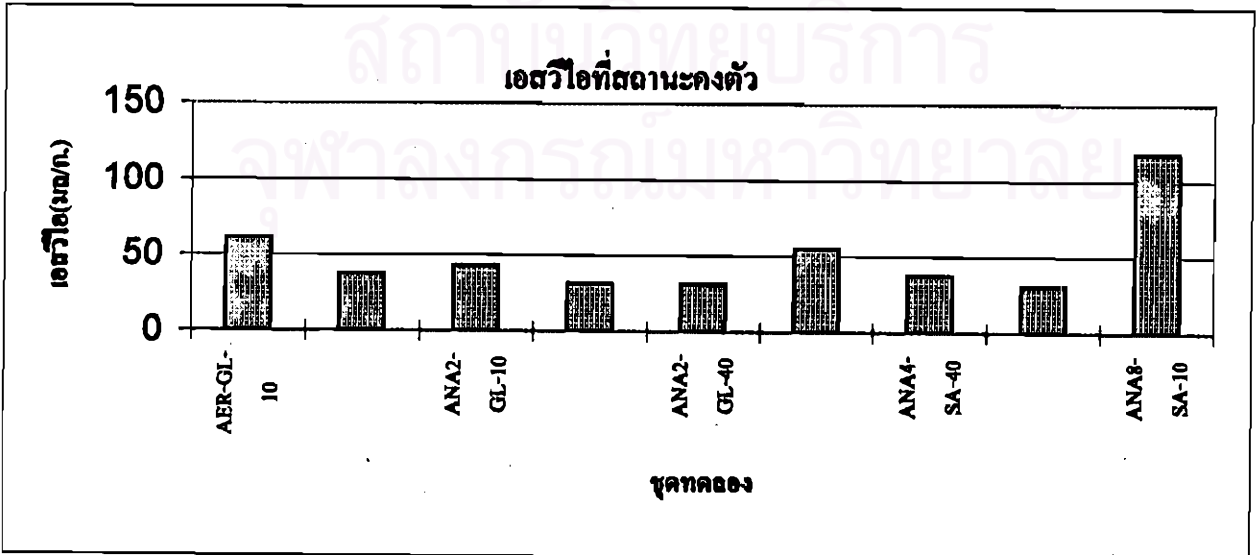
จากรูปที่ 4.29 การกำจัดซีไอดีในช่วงแอนแอโรบิกของชุด SA+NB ที่สี 10 มก./ล. (ชุด 4, 6 และ 9) เท่ากับร้อยละ 91.0(ANA2), 95.0(ANA4) และ 95.1(ANA8-SA) เห็นได้ว่าระยะเวลาแอนแอโรบิกที่เพิ่มขึ้นระบบกำจัดซีไอดีได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อยแม้ไม่มากนักก็ตาม



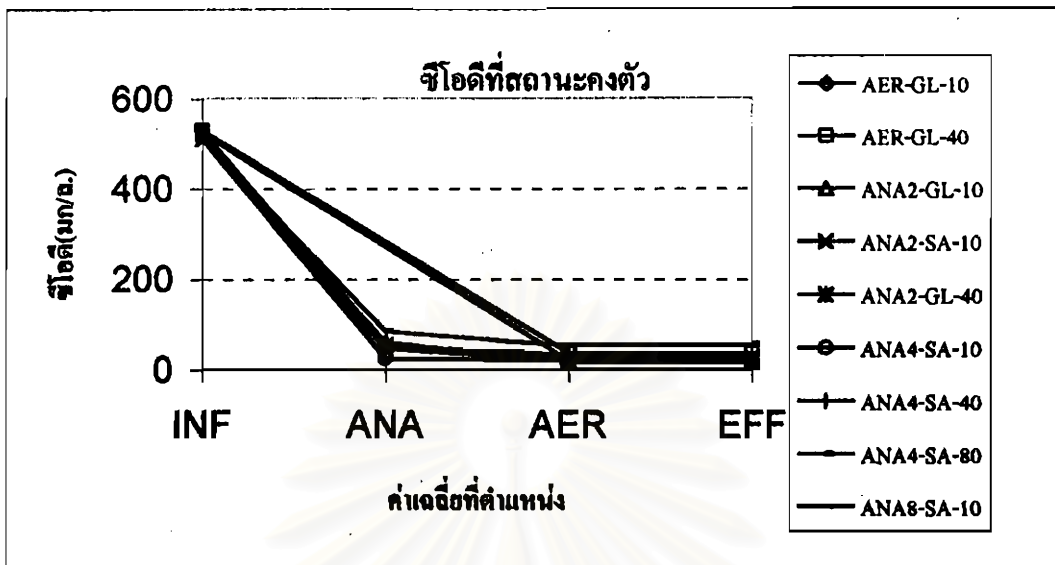
รูปที่ 4.26 ค่าเฉลี่ยเอสเอสที่น้ำออก



รูปที่ 4.27 ค่าเฉลี่ยเอสวี 30 ที่ปลายแอโรบิก



รูปที่ 4.28 ค่าเฉลี่ยเอสวีไอที่ปลายแอโรบิก

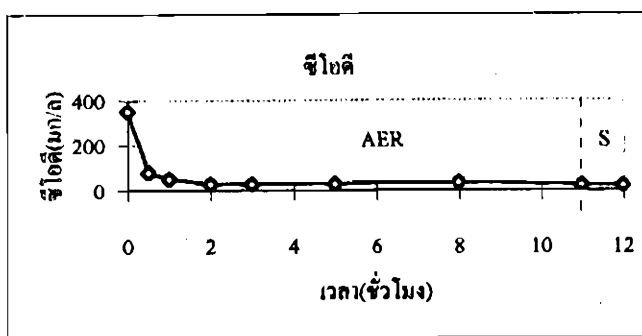


รูปที่ 4.29 ค่าเฉลี่ยซีโอดีที่น้ำเข้า, ปลายแอนแอโรบิก, ปลายแอรอโรบิกและน้ำออก

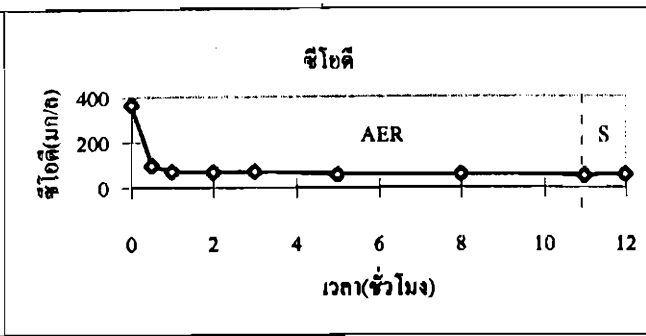
การกำจัดซีโอดีในช่วงแอรอโรบิกเท่ากับร้อยละ 92.9-96.0(AER), 48.6-73.1(ANA2), 28.7-37.4(ANA4) และ 15.3(ANA8) ซึ่งระยะเวลาแอนแอโรบิกมากขึ้นการกำจัดซีโอดีในช่วงแอรอโรบิกจะลดลง เนื่องจากที่ระยะเวลาแอนแอโรบิกมากสารอาหารถูกกำจัดไปในช่วงแอนแอโรบิกมากกว่าจึงเหลือสารอาหารมาในช่วงแอรอโรบิกน้อยลง ประสิทธิภาพการกำจัดจึงไม่สูง

การกำจัดซีโอดีทั้งระบบที่ 10 มก/ล. เท่ากับร้อยละ 96.3(AER), 96.1-96.7(ANA2), 96.9(ANA4) และ 95.9(ANA8) จะเห็นว่าระบบแอรอโรบิกกับแอนแอโรบิก+แอรอโรบิกทำได้เท่ากัน และระยะเวลาแอนแอโรบิกไม่มีผลต่อการกำจัดซีโอดีโดยรวม

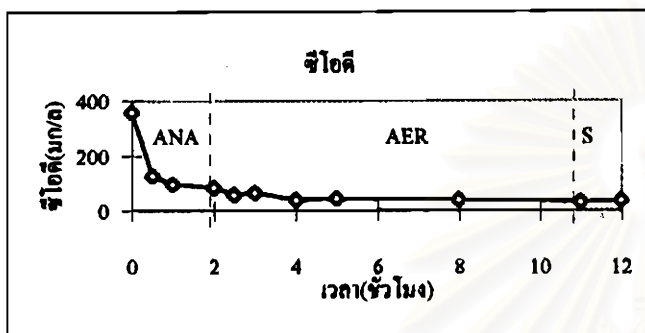
ซีโอดีในช่วงแอนแอโรบิกทุกชุดลดลงเท่ากับร้อยละ 83.4-95.1 เมื่อพิจารณาชุด ANA4(ชุด 6, 7 และ 8) ความเข้มข้นมีผลต่อการลดซีโอดีบ้างคือที่ 10, 40 และ 80 มก/ล. เท่ากับร้อยละ 95.0, 90.6 และ 83.4 ตามลำดับ หากคิดเป็นปริมาณซีโอดีที่ถูกกำจัด(จากซีโอดีทั้งหมดซึ่งมาจากสารอินทรีย์และที่เติม)ได้เท่ากับ 497.3, 479.7 และ 426.5 มก/ล. ตามลำดับ ขณะที่ชุด ANA2(ชุด 3, 4 และ 5) การกำจัดซีโอดีในช่วงแอนแอโรบิกที่ความเข้มข้นต่างกันกลับมีค่าใกล้เคียงกันคือร้อยละ 88.4-91.0 คิดเป็นปริมาณซีโอดีที่ถูกกำจัดได้เท่ากับ 462.7-465.1 มก/ล. จึงยังสรุปไม่ได้ว่าความเข้มข้นมีผลต่อการลดค่าซีโอดีในช่วงแอนแอโรบิกหรือไม่ ทั้งนี้ จำต้องพิจารณาถึงผลของความเข้มข้นต่อการกำจัดซีโอดีโดยรวมดังจะได้กล่าวต่อไป



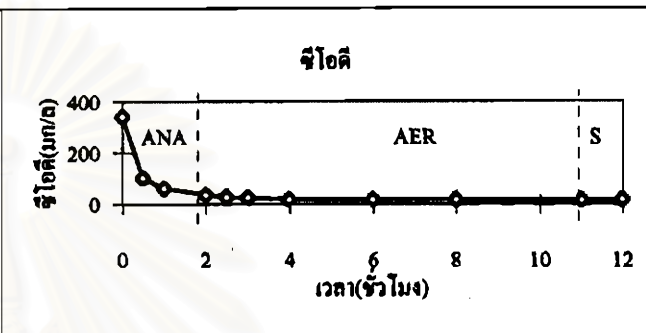
RUN 1 AER-GL-10



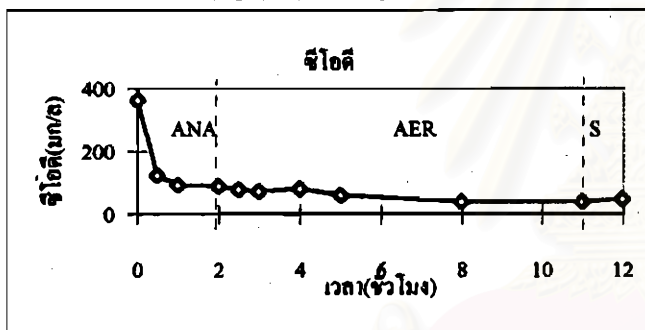
RUN 2 AER-GL-40



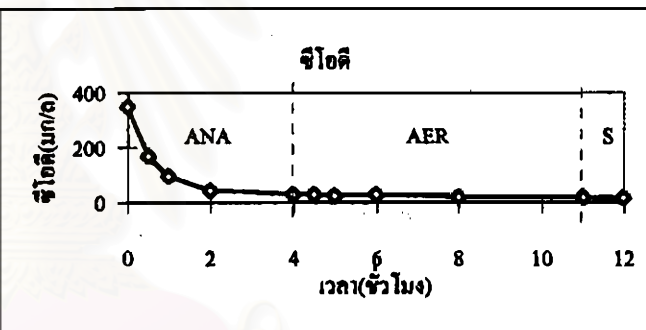
RUN 3 ANA2-GL-10



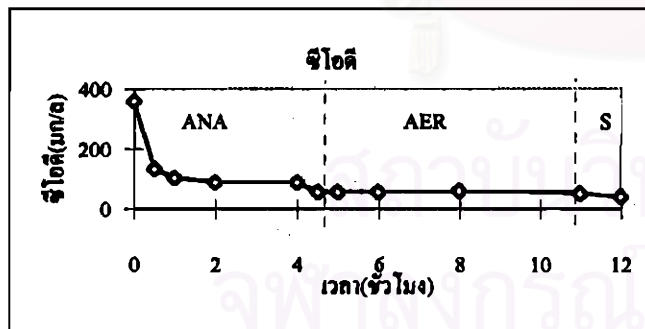
RUN 4 ANA2-SA-10



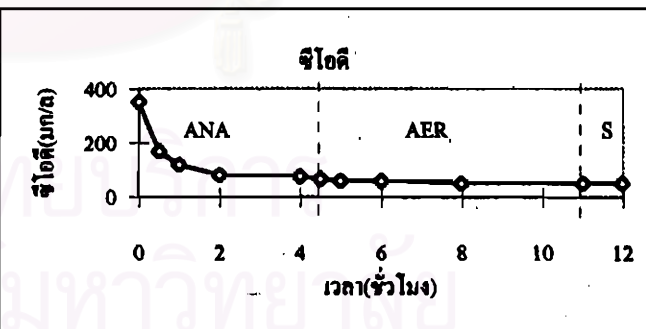
RUN 5 ANA2-GL-40



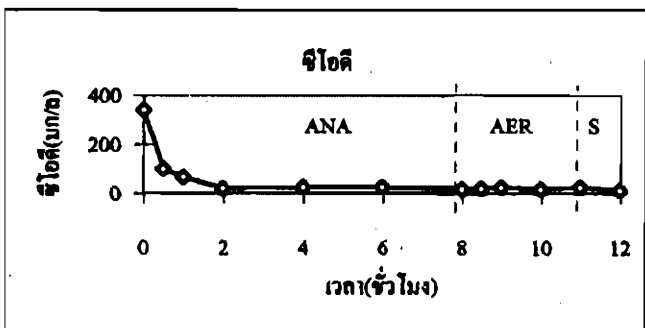
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40



RUN 8 ANA4-SA-80



RUN 9 ANA8-SA-10

รูปที่ 4.30 โพรไฟล์ค่าชื้ออดีที่ขบตามเวลา

การกำจัดซีโอดีทั้งระบบทุกชุดทดลองเท่ากับร้อยละ 95.9-96.9 (ลี้ 10), 93.0-94.6 (ลี้ 40) และ 88.6 (ลี้ 80) และหากพิจารณาค่าซีโอดีในน้ำออกเท่ากับ 17.1-20.9 (ลี้ 10), 28.7-36.8 (ลี้ 40) และ 58.1 (ลี้ 80) จะเห็นว่า ความเข้มข้นมีผลต่อการกำจัดซีโอดีบ้างแม้ไม่มากนัก ซึ่งทำให้ซีโอดีน้ำออกเพิ่มขึ้นตามค่าความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นซึ่งคาดว่าจะเพิ่มตามปริมาณสารที่เกิดจากสีส่วนที่จุดชีพย่อยสลายไม่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการกำจัดสี(ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป) กล่าวโดยรวมประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งระบบค่อนข้างสูง เนื่องจากระบบมีเวลากักน้ำและอายุชุดถังมากเกินพอนั่นเอง

การกำจัดซีโอดีของชุด ANA2 ที่ลี้ 10 มก/ล. ที่แอนแอโรบิก,แอโรบิกและทั้งระบบ เท่ากับร้อยละ 88.4, 73.1 และ 96.7 (ชุด GL+NB) กับ 91.0, 55.0 และ 96.1 (ชุด SA+NB) จะเห็นว่าชนิดของสารอาหารไม่มีผลต่อการกำจัดซีโอดีโดยรวม แม้ว่าจะมีความแตกต่างของการกำจัดในแต่ละช่วงบ้างก็ตาม เนื่องจากสารอาหารทั้งสองชนิดเป็นสารอาหารที่ย่อยง่ายด้วยกันทั้งคู่

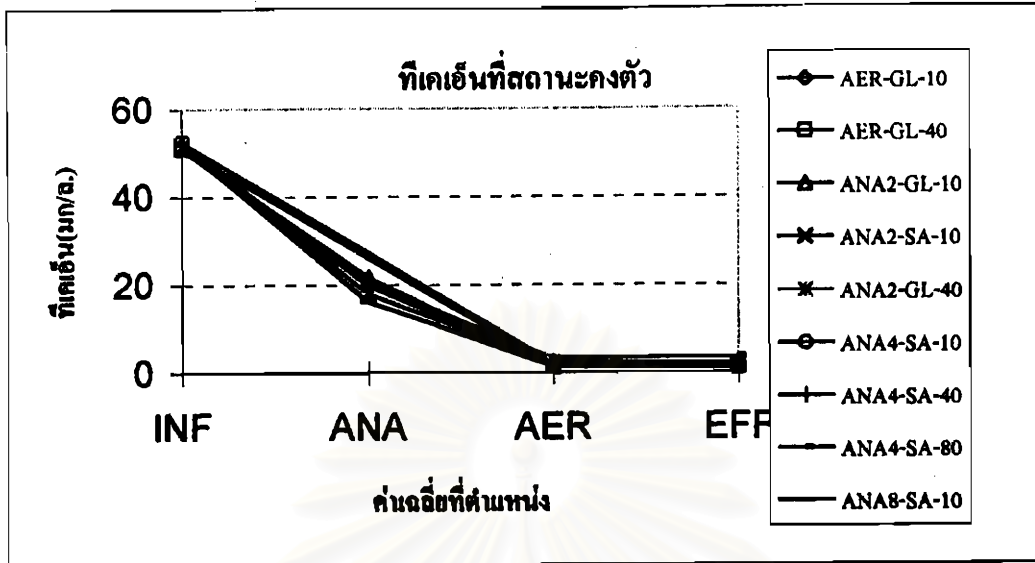
ค่าโพรไฟต์ซีโอดีของทุกชุดทดลองลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 2-3 ชั่วโมงแรก ดังรูปที่ 4.30 ซึ่งสอดคล้องกับผลของจินดนา(2540), โกมลและธงชัย(2541) และวรวิทย์และธงชัย(2541) น่าจะเป็นผลรวมจากการดูดซึมอาหารของจุดชีพเฮเทอโรโทรฟและการจับใช้กรดไขมันระเหยง่ายเข้าไปในเซลล์ของPAO ซึ่งหากมีการหมักนิวเทรียนบรอกให้เป็นกรดไขมันระเหยง่ายก็น่าจะมีการจับใช้เข้าเซลล์อย่างรวดเร็วจนไม่ปรากฏผลชัดเจนในโพรไฟต์ ซึ่งสอดคล้องกับ Sedlak(1991) ที่ได้ทำการวิเคราะห์ค่ากรดไขมันระเหยง่ายในช่วงแอนแอโรบิกแล้วเสนอว่ากรดไขมันระเหยง่ายจะถูกจุดชีพจับใช้เข้าในเซลล์ได้ในอัตราเร็วพอๆกับที่ถูกผลิตออกมา

4.9 ทีเคเอ็น

ทีเคเอ็นน้ำเข้าประมาณ 51.1-52.4 มก/ล.

การกำจัดทีเคเอ็นในช่วงแอนแอโรบิก(ที่คิดผลกระทบจากการเจือจางจากน้ำค้างถังแล้ว)เท่ากับร้อยละ 57.7-69.0 ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับผลของ Carucci และคณะ (1997) ที่ได้ทดลองกับระบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก เอสบิโออาร์ ที่อายุชุดถัง 8-10 วัน เวลากักน้ำ 12 ชั่วโมง ใช้น้ำเสียสังเคราะห์กลูโคส 200 มกซีโอดี/ล.รวมกับเปปไทด์ 200 มกซีโอดี/ล. พบว่าค่าแอมโมเนียลดลงในช่วงแอนแอโรบิกจาก 26.6 เป็น 11.3 มก/ล. เท่ากับร้อยละ 57.5 ทั้งนี้ ทีเคเอ็นที่ลดลงในช่วงแอนแอโรบิกเป็นไปได้ว่าจุดชีพไม่ได้ใช้ในโครเจนในรูปทีเคเอ็นในช่วงแอนแอโรบิกในการสร้างเซลล์ทั้งหมด แต่เก็บเข้าไปในเซลล์เพื่อสร้างกรดอะมิโนและเปปไทด์ (Satoh และคณะ, 1998)

จากรูปที่ 4.31 หากพิจารณาแยกตามระยะเวลาแอนแอโรบิกจะได้การกำจัดทีเคเอ็นเท่ากับร้อยละ 57.7-65.6(ANA2), 60.8-62.0(ANA4) และ 69.0(ANA8) จะเห็นว่าระยะเวลาแอนแอโรบิกมีผลต่อการลดทีเคเอ็นในช่วงแอนแอโรบิกกล่าวคือจุดชีพดูดซึมทีเคเอ็นเข้าไปในเซลล์ได้เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาแอนแอโรบิกมากขึ้น

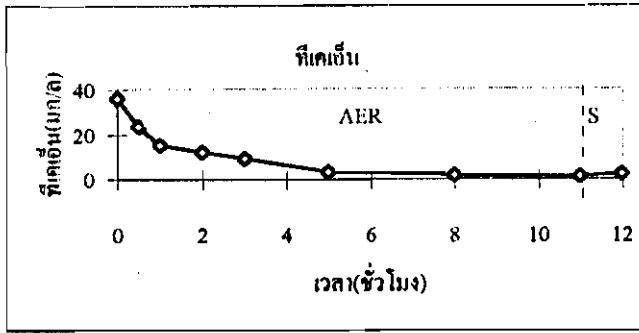


รูปที่ 4.31 ค่าเฉลี่ยทีเคเอ็นที่น้ำเข้า,ปลาช่อนแอโรบิก,ปลาช่อนแอโรบิกและน้ำออก

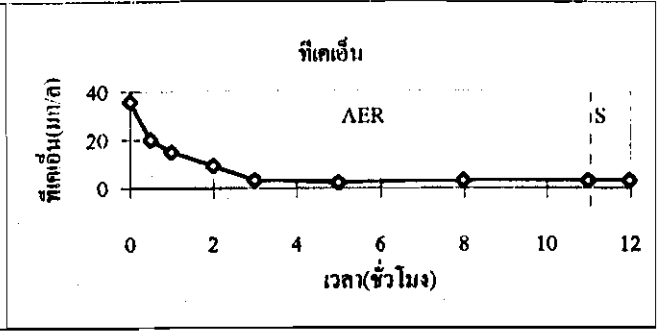
การกำจัดทีเคเอ็นในช่วงแอโรบิกเท่ากับร้อยละ 96.0-97.5(ชุดแอโรบิก) และ 88.1-93.5(ชุดแอนแอโรบิก-แอโรบิก)นับว่าค่อนข้างสูง แสดงถึงการทำงานของไนตริฟายเออร์อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากระบบมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น การเติมอากาศที่มากและมีอายุติดตั้งที่นานพอ, ค่าพีเอชและอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ แต่ที่ชุดแอนแอโรบิก-แอโรบิกกำจัดทีเคเอ็นสำหรับชั้นแอโรบิกได้น้อยกว่าเพราะทีเคเอ็นส่วนหนึ่งได้ถูกกำจัดในช่วงแอนแอโรบิกด้วยนั่นเอง

การกำจัดทีเคเอ็นทั้งระบบได้ค่อนข้างสูงและใกล้เคียงกัน โดยชุด GL+NB เท่ากับร้อยละ 97.7(สี 10) และ 95.8-96.2(สี 40) ชุด SA+NB เท่ากับร้อยละ 96.5-97.8 (สี 10), 95.8(สี 40) และ 93.3 (สี 80) ทีเคเอ็นน้ำออกชุด GL+NB เท่ากับ 1.2(สี 10) และ 2.0-2.2 มก/ล.(สี 40) ชุด SA+NB เท่ากับ 1.1-1.8(สี 10), 2.2(สี 40) และ 3.5 มก/ล.(สี 80) เห็นได้ว่าชนิดสารอาหาร(ที่ย่อยง่าย)ต่างกัน ไม่มีผลต่อการกำจัดทีเคเอ็น ส่วนความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การกำจัดทีเคเอ็นลดลงน้อยมาก จึงไม่น่าจะมีผลกับจุลินทรีย์ไนตริฟายเออร์

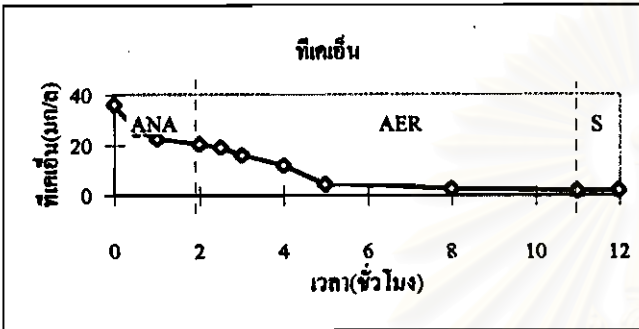
จากไทโรไฟล์ทีเคเอ็น ดังรูปที่ 4.32 เห็นได้ว่าการกำจัดทีเคเอ็นอย่างรวดเร็วอยู่สองช่วงคือ ช่วงต้นแอนแอโรบิกเนื่องจากจุลินทรีย์ดูดซึมทีเคเอ็นเข้าไปเก็บในเซลล์ และช่วงต้นแอโรบิกเนื่องจากจุลินทรีย์นำไปสร้างเซลล์และเกิดกระบวนการ ไนตริฟิเคชัน



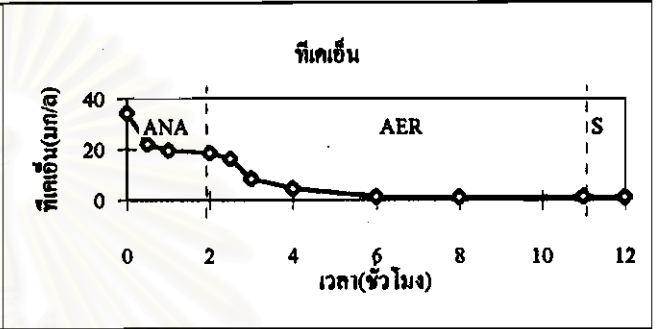
RUN 1 AER-GL-10



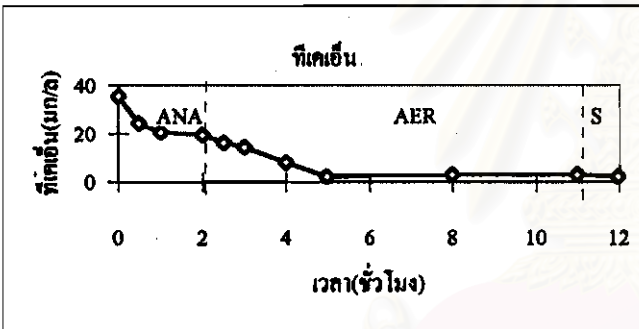
RUN 2 AER-GL-40



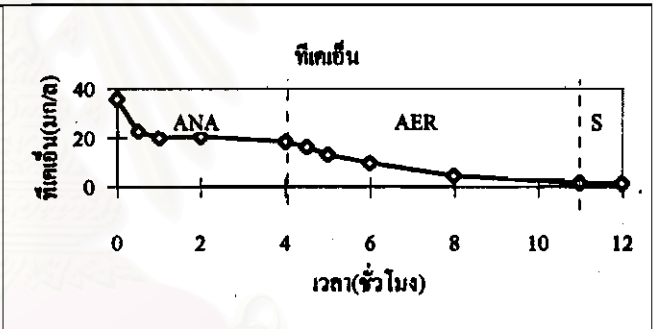
RUN 3 ANA2-GL-10



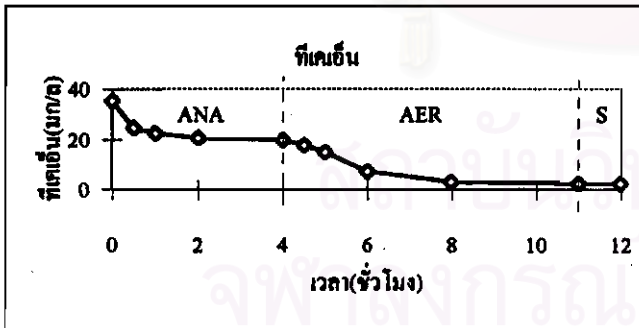
RUN 4 ANA2-SA-10



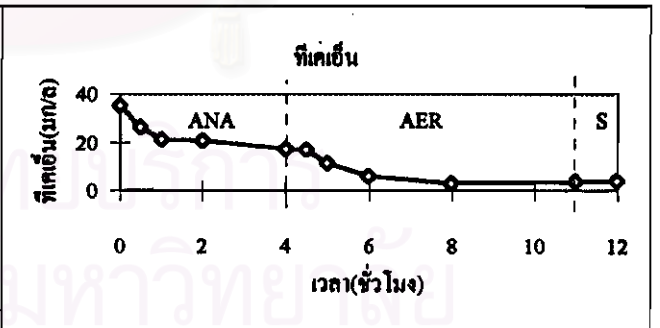
RUN 5 ANA2-GL-40



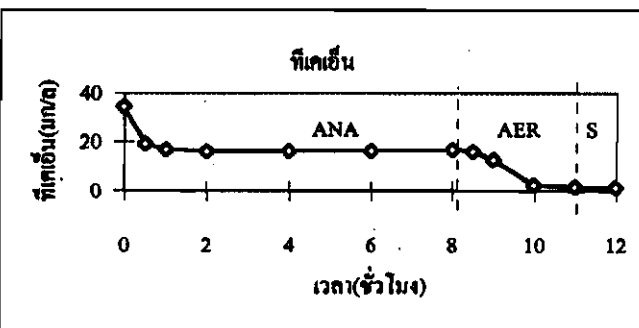
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40



RUN 8 ANA4-SA-80



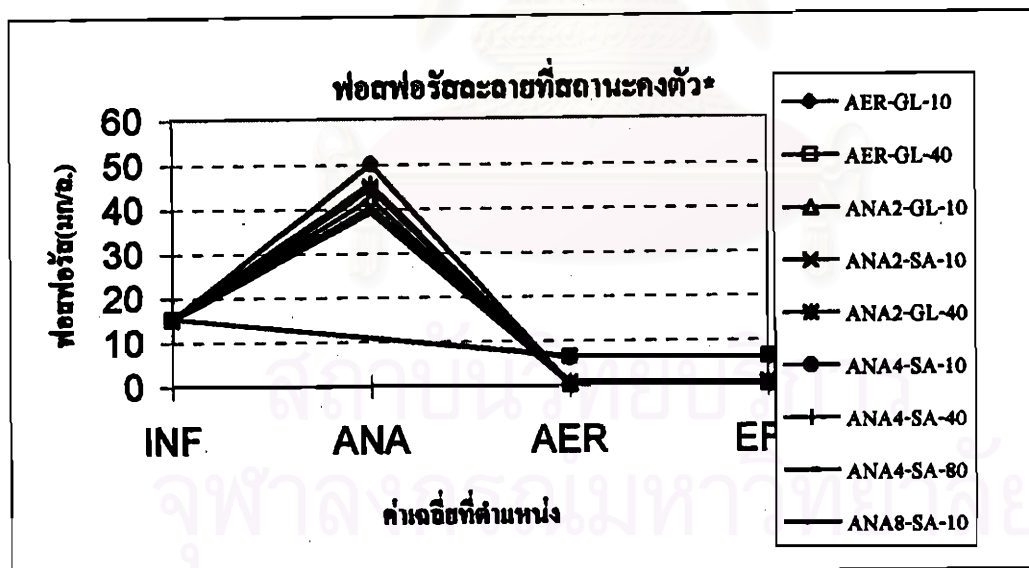
RUN 9 ANA8-SA-10

รูปที่ 4.32 โพรไฟล์ค่าที่เคเอ็นที่ขอบตามเวลา

4.10 ฟอสฟอรัส

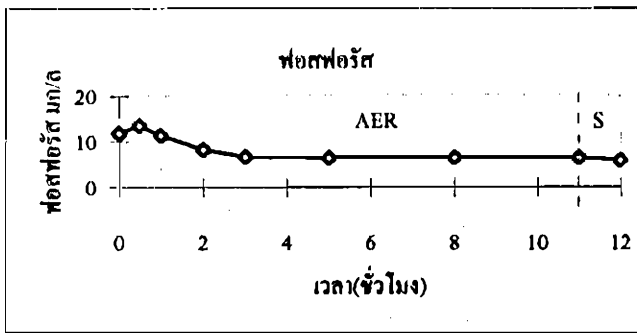
ค่าฟอสฟอรัสน้ำเข้าเท่ากับ 15.1-15.3 มก/ล.

จากรูปที่ 4.33 การกำจัดฟอสฟอรัสของระบบแอโรบิกเท่ากับร้อยละ 58.8-59.2 โดยฟอสฟอรัสในน้ำออกเท่ากับ 6.2-6.3 นั่นคือระบบนี้กำจัดฟอสฟอรัสได้ถึง 9 มก/ล. หรือเท่ากับ 95.4 มก.ฟอสฟอรัส/รอบ โดยที่ค่าฟอสฟอรัสในสัดจ์ในรูป P/VSS เท่ากับร้อยละ 3.1-3.3 กรณีที่คำนวณว่าเป็นจุดชีพทั่วไปน่าจะกำจัดฟอสฟอรัสออกไปกับสัดจ์ส่วนเกินได้เพียง 36 มก. ฟอสฟอรัส/รอบเท่านั้น หากพิจารณาจากโพรไฟล์ฟอสฟอรัสของชุดแอโรบิก ดังรูปที่ 4.34 จะเห็นว่าค่าฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในครึ่งชั่วโมงแรก แล้วลดลงในสองชั่วโมง น่าจะเนื่องจากในช่วงแรกมีอาหารมาก จุดชีพกินอาหารอย่างรวดเร็วจนปริมาณออกซิเจนในน้ำมีไม่พอ เกิดเป็นสภาพแอนแอโรบิกขึ้น(เนื่องจากเป็นระบบแบบคั่ง)ทำให้จุดชีพ PAO ที่มีอยู่บ้างสามารถปล่อยฟอสฟอรัสได้ส่วนหนึ่ง แล้วจับใช้ฟอสฟอรัสเมื่อมีออกซิเจนเพียงพอ จากเหตุการณ์เดิมอากาศไม่พอในช่วงแรกนี้เองที่เอื้อต่อการเติบโตของ PAO ส่วนหนึ่งจนทำให้ชุดการทดลองนี้แทนที่จะเป็นระบบแอโรบิกธรรมดา กลับสามารถกำจัดฟอสฟอรัสได้มากกว่าระบบแอโรบิกปกติและกลายเป็นระบบกำจัดฟอสฟอรัสที่ยังไม่สมบูรณ์

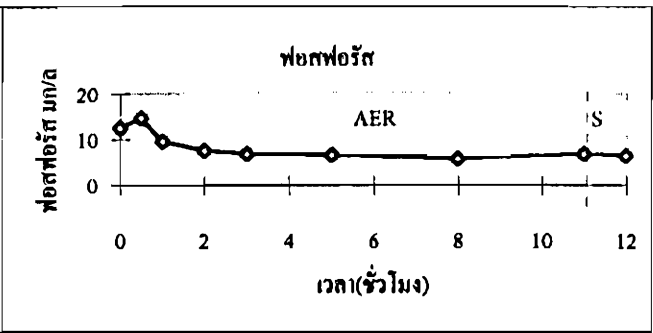


รูปที่ 4.33 ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสระยะเวลาที่น้ำเข้า, ปลายแอนแอโรบิก, ปลายแอโรบิกและน้ำออก

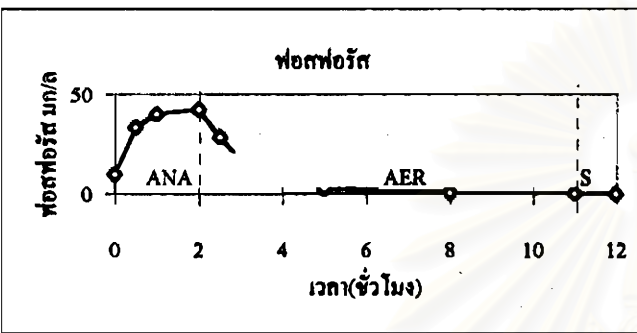
* ยกเว้นน้ำเข้าที่เป็นฟอสฟอรัสทั้งหมด



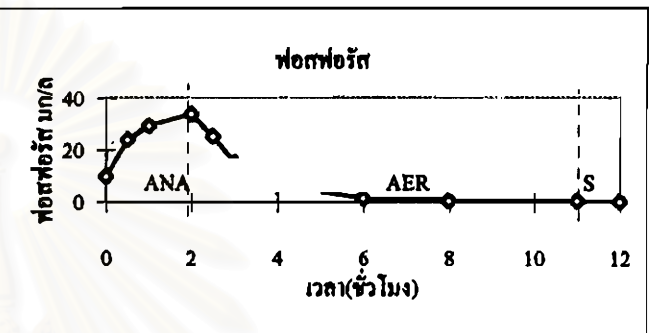
RUN 1 AER-GL-10



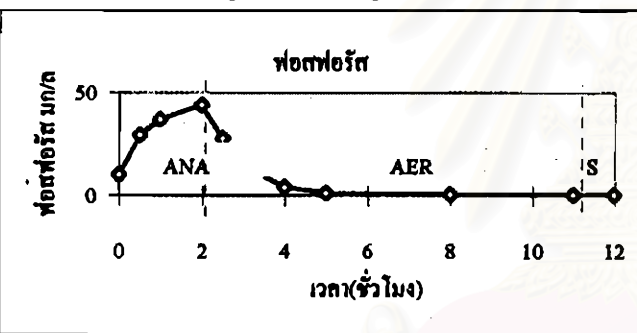
RUN 2 AER-GL-80



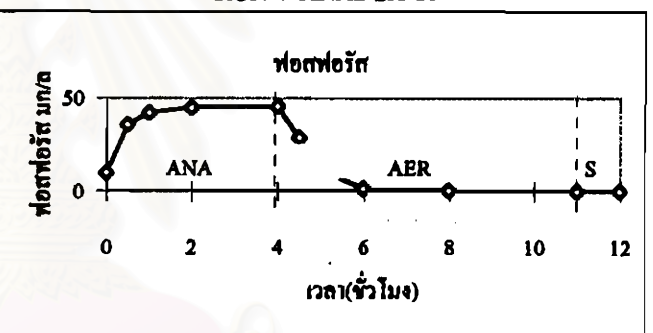
RUN 3 ANA2-GL-10



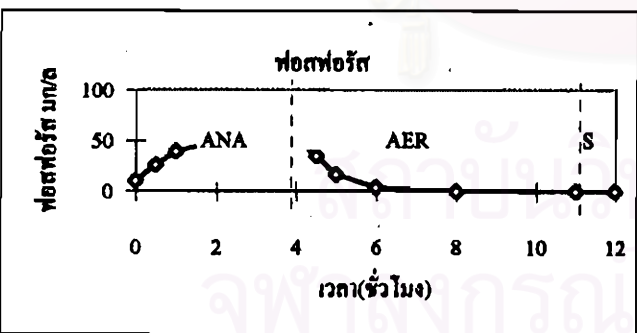
RUN 4 ANA2-SA-10



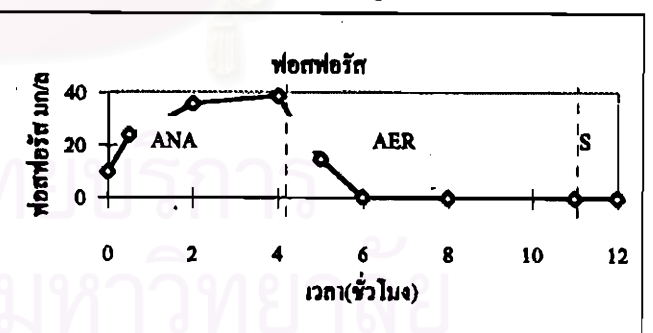
RUN 5 ANA2-GL-40



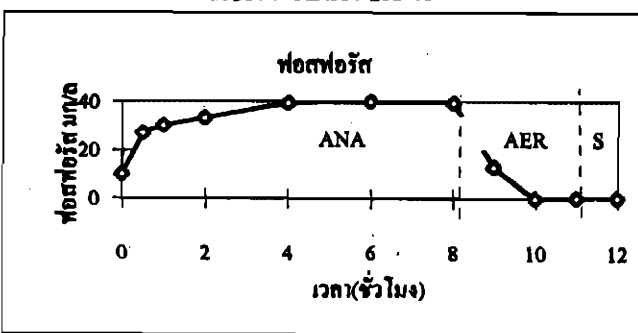
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40



RUN 8 ANA4-SA-80



RUN 9 ANA8-SA-10

รูปที่ 4.34 โพรไฟล์ค่าฟอโตพริตเทียบกับเวลา

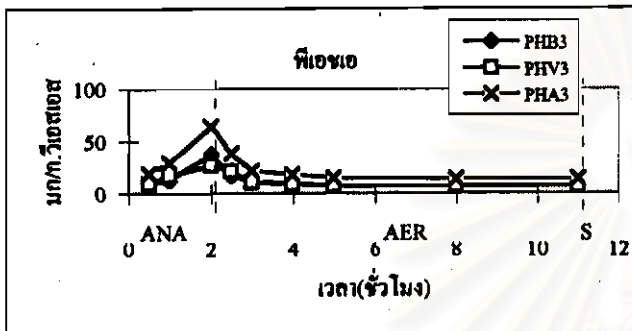
การกำจัดฟอสฟอรัสทั้งระบบของชุดแอนแอโรบิก-แอโรบิกหรือโฟรีคอกซ์ได้สูงใกล้เคียงกันคือร้อยละ 96.0-99.3 โดยน้ำออกมีฟอสฟอรัสไม่เกิน 1 มก/ล. แสดงว่าความเข้มข้นที่ 80 มก/ล. ยังไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของPAO ส่วนระยะเวลาแอนีอกซิก+แอนแอโรบิก 2 ชั่วโมงก็เพียงพอในการเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันในช่วงแรกแล้วคายฟอสฟอรัส และแม้ว่าระยะเวลาแอนแอโรบิกจะมากถึง 8 ชั่วโมง ซึ่งค่าซีไอดีได้ถูกกำจัดไปเกือบหมดภายใน 2-3 ชั่วโมงแล้วก็ตาม ก็ยังไม่เกิด secondary P release ตามที่พบโดย Barnard(1984) แสดงว่าระยะเวลาแอนแอโรบิกที่นานไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของ PAO ด้วยเช่นกัน แต่ที่ทำการทดลองระยะเวลาแอนแอโรบิกถึง 8 ชั่วโมงเพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพการกำจัดดีด้วย ดังจะได้กล่าวต่อไปในเรื่องการกำจัดดี

น่าสังเกตว่า ชุด ANA2 ที่ใช้ GL+NB เป็นสารอาหาร(ทั้งที่ 10 และ 40 มก/ล.) อันควรเป็นการส่งเสริม GAO มากกว่า PAO แต่ระบบกลับสามารถกำจัดฟอสฟอรัสได้ดีมาก ซึ่งน่าจะมาจากการย่อยสลายนิวเทรียนบรอกให้เป็นกรดไขมันระเหยง่ายได้อย่างรวดเร็วในช่วงแอนแอโรบิกอันจำเป็นต่อระบบบีทีอาร์ หรือ PAO จับใช้กลูโคสเข้าเซลล์อย่างรวดเร็วและนำไปแปรรูปเป็น acetyl-CoA ในเซลล์ก่อนเปลี่ยนเป็นพีเอชเอได้ด้วยตัวมันเอง ระบบชุดนี้จึงกลายเป็นกระบวนการบีทีอาร์ไปโดยปริยาย ซึ่งตรงกับ Mino และคณะ(1998) ที่กล่าวว่าโดยทฤษฎีแล้ว PAO ใช้พลังงานในการสังเคราะห์เซลล์น้อยกว่า GAO จึงควรโตได้ดีกว่า GAO ในแทบทุกสภาพ

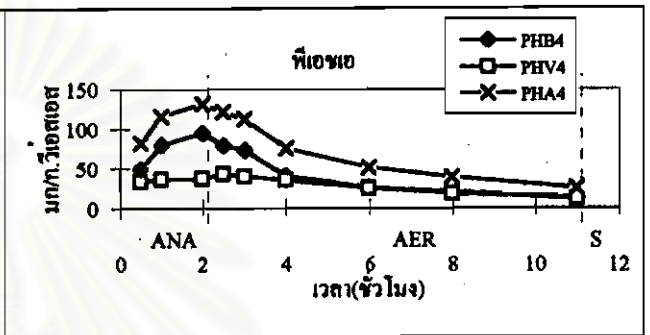
จากโทรไฟล์ฟอสฟอรัสในชุดแอนแอโรบิก-แอโรบิกจะเห็นว่าค่าฟอสฟอรัสที่จุดรีฟคายออกในช่วงแอนแอโรบิกมีค่าเกือบสูงสุดในเวลา 2 ชั่วโมง และจุดรีฟในระบบก็จับใช้ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ในช่วงแอโรบิกได้ภายใน 2-3 ชั่วโมงเช่นกัน เนื่องจากจุดรีฟมีสภาวะการทำงานที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิ และพีเอชนั่นเอง

4.11 พีเอชเอ

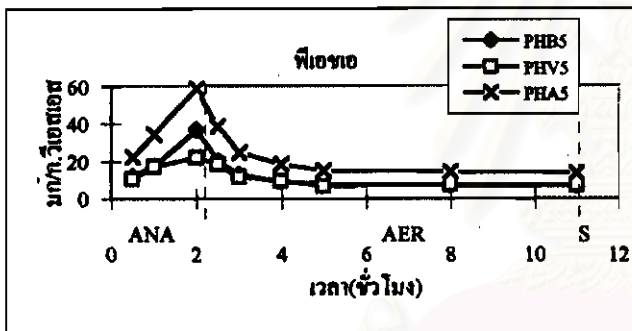
โทรไฟล์พีเอชเอของชุด SA+NB ในช่วงแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้นสูงพอสมควรจนถึงปลายแอนแอโรบิก โดยเป็นค่าพีเอชบีมากกว่าพีเอชวี ดังรูปที่ 4.35 เนื่องจากตามทฤษฎีจุดรีฟสะสมอาหารคืออะซิเตด ผ่านทาง acetyl-CoA เป็น 3HB ซึ่งเป็นองค์ประกอบของพีเอชบีนั่นเอง (Satoh และคณะ, 1992) โดยจุดรีฟจะได้พลังงานจากการปล่อยฟอสเฟตในเซลล์ออกมา ซึ่งสอดคล้องกับค่าโทรไฟล์ฟอสฟอรัสในช่วงแอนแอโรบิกที่เพิ่มขึ้นสูงมาก ส่วนพีเอชเอในช่วงแอโรบิกตกลงอย่างรวดเร็วภายในเวลา 2-3 ชั่วโมงหลังเติมอากาศ โดยจุดรีฟใช้ในการจับใช้ฟอสฟอรัสกลับเข้ามาในเซลล์ ซึ่งก็สอดคล้องกับค่าโทรไฟล์ฟอสฟอรัสในช่วงแอโรบิกที่ตกลงอย่างรวดเร็วเช่นกัน ทั้งหมดนี้เป็นพฤติกรรมของจุดรีฟกลุ่ม PAO นั่นเอง



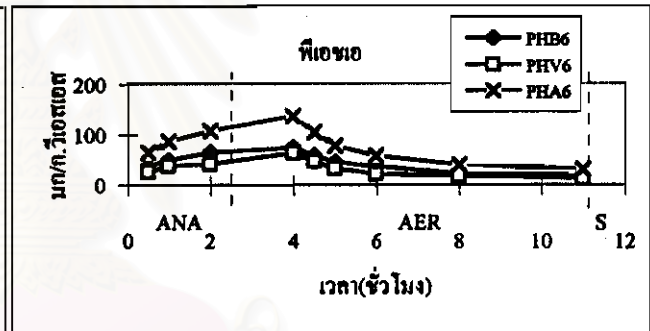
RUN 3 ANA2-GL-10



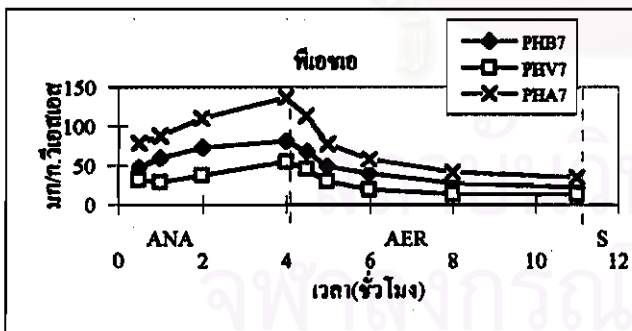
RUN 4 ANA2-SA-10



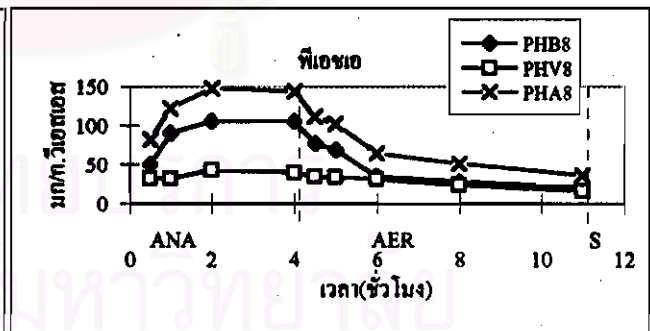
RUN 5 ANA2-GL-40



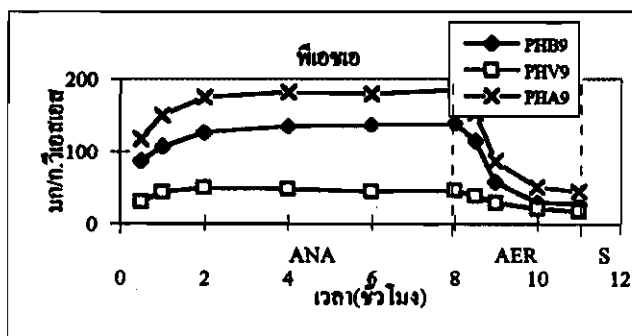
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40



RUN 8 ANA4-SA-80



RUN 9 ANA8-SA-10

รูปที่ 4.35 โพรไฟล์ค่าที่เอชเอทีชตามเวลา

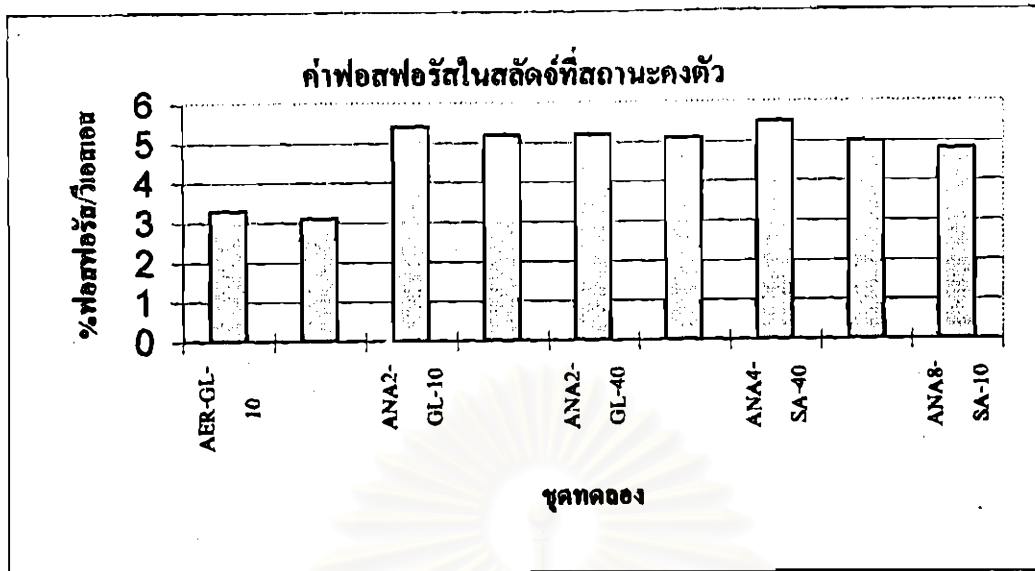
โพรไฟล์พีเอชของชุด GL+NB ในแอนแอโรบิกช่วงชั่วโมงแรกค่าพีเอชมีมีค่าใกล้เคียงกับพีเอชวี แต่ชั่วโมงที่สองค่าพีเอชวีเพิ่มขึ้นพอสมควร อันน่าจะเกิดจากกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) โดย PAO สะสมกรดโคตส่วนหนึ่งเปลี่ยนเป็นไกลโคเจนและอีกส่วนเปลี่ยนเป็นพีเอชเอ ในรูปของ 3HV ซึ่งเป็นองค์ประกอบของพีเอชวี แต่ในชั่วโมงเดียวกันค่าพีเอชบีกลับเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว น่าจะเนื่องจากการหมักนิวเทรียนบรอกให้เป็นกรดไขมันระเหยง่าย ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมให้จุลินทรีย์กลุ่ม PAO เติบโตและสะสมพีเอชบีไปพร้อมๆกับการคายฟอสเฟตออกมา และใช้พีเอชบีที่มีอยู่ในการจับใช้ฟอสฟอรัสในช่วงแอโรบิก เนื่องจากค่าพีเอชบีที่ปลายแอนแอโรบิกมีมากกว่าพีเอชวี และจากประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสที่สูงมาก จุลินทรีย์หลักในระบบนี้จึงเป็น PAO และระบบชุดนี้จึงมีความสามารถในการกำจัดฟอสฟอรัสได้ดีพอๆกับชุด SA+NB ทั้งๆที่มีค่าพีเอชเอโดยรวมน้อยกว่าก็ตาม

ค่าพีเอชเอของชุด ANA8 มากกว่าชุดอื่นๆ อาจเนื่องจากระยะเวลาแอนแอโรบิกที่มากกว่า จึงสามารถหมักนิวเทรียนบรอกให้เป็นกรดไขมันระเหยง่ายได้มาก ทำให้จุลินทรีย์ PAO สามารถสะสมคาร์บอนในรูปพีเอชเอได้มากกว่าชุดอื่น ทั้งๆที่กำจัดฟอสฟอรัสได้พอๆกัน

ความเข้มข้นที่ต่างกันไม่มีผลต่อค่าพีเอชเอชัดเจน เช่นเดียวกับที่ไม่มีผลต่อการกำจัดฟอสฟอรัสด้วยเช่นกัน

4.12 ปริมาณฟอสฟอรัสในสลัดจ์

ปริมาณฟอสฟอรัสในสลัดจ์ในรูปของ P/VSS ของระบบแอนแอโรบิก-แอโรบิกเท่ากับร้อยละ 4.8-5.5 ดังรูปที่ 4.36 หากพิจารณาปริมาณฟอสฟอรัสในเซลล์แห้งในรูปของร้อยละ ฟอสฟอรัสต่อเอ็มแอลวีเอสจะเห็นว่ามีความสูงพอสมควรแต่ไม่สูงนัก เนื่องจากอัตราส่วนซีโอติต่อฟอสฟอรัสค่อนข้างสูง (100:3) และสารอาหารค่อนข้างจะย่อยง่ายนั่นเอง ขณะที่ Wentzel และคณะ (1988) ได้เลี้ยงเชื้อผสมในระบบ UCT และ Bardenpho แล้วค่อยๆปรับสารอาหารจากน้ำเสียชุมชนให้เป็นน้ำเสียชุมชน 250 มก.ซีโอติ/ล. รวมกับโซเดียมอะซิเตต 250 มก.ซีโอติ/ล. แล้วคำนวณปริมาณฟอสฟอรัสในสลัดจ์ได้สูงถึงร้อยละ 38

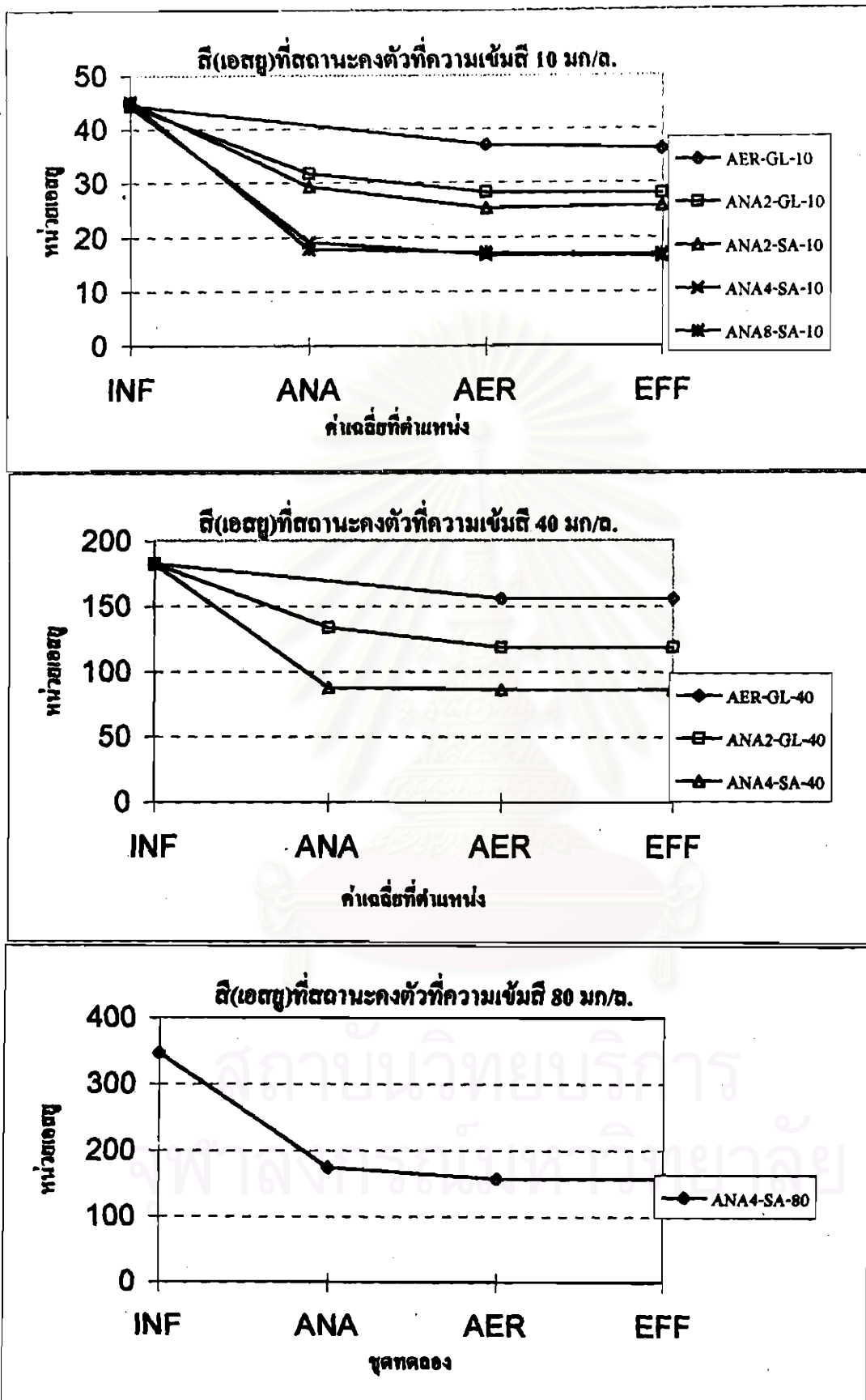


รูปที่ 4.36 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสในสลัดจ์ที่ปลายแอโรบิก

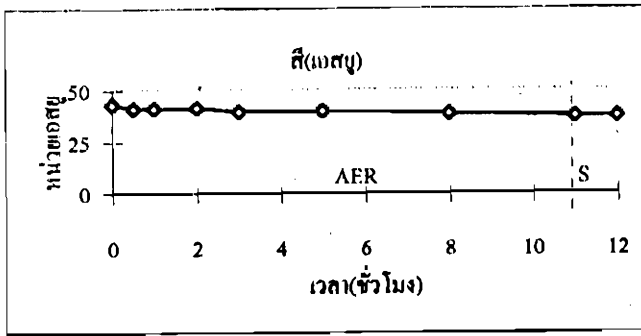
4.13 ทีเอสยูและเอซีเอ็มไอ

ทีเอสยูในหน่วยเอสยู(SU)ในน้ำเข้าเท่ากับ 44.3-45.1 (ที 10), 182.8 (ที 40) และ 342.2 (ที 80) ดังรูปที่ 4.37 จะเห็นได้ว่าค่าทีในน้ำเสียเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นที่ควรเป็น

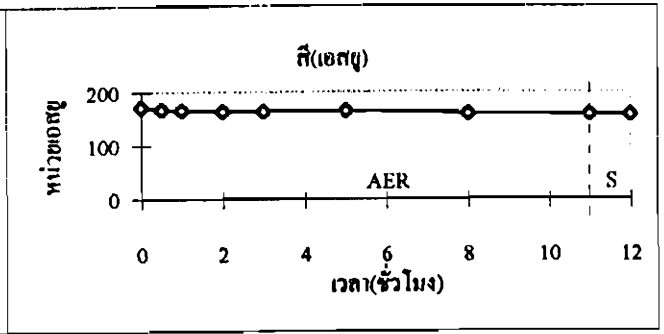
ระบบแอโรบิกสามารถกำจัดที(เอสยู)ได้ต่ำมากคือเพียงร้อยละ 14.6-18.3 (ซึ่งถ้าดูจากกราฟโพรไฟล์การลดลงของทีในรูปที่ 4.38 และ 4.40 อาจเห็นไม่ชัดเจนเนื่องจากผลจากการเจือจาง) ขณะที่ระบบแอนแอโรบิก-แอโรบิกกำจัดทีทั้งหมดได้มากกว่าคือร้อยละ 35.2-62.5 โดยแยกออกเป็นสองขั้นตอน กล่าวคือการทำทีในขั้นแอนแอโรบิกจะมีมากกว่าและเท่ากับร้อยละ 26.9-60.5 ดังรูปที่ 4.37 ส่วนในขั้นแอโรบิกจะกำจัดได้คล้ายกับชุดแอโรบิกคือเพียงร้อยละ 1.9-16.7 เห็นได้ว่าขั้นตอนแอนแอโรบิกมีความจำเป็นต่อการกำจัดทีให้ได้มีประสิทธิภาพ โดยเมื่อพิจารณาค่าโพรไฟล์จะเห็นว่าทีในหน่วยเอสยูและเอซีเอ็มไอลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 2-4 ชั่วโมงแรกของรอบซึ่งสัมพันธ์กับโพรไฟล์ของค่าซีโอดีที่ลดลงอย่างมากในช่วงแรกเช่นกัน (ดูรูปที่ 4.30) จึงตรงกับทฤษฎีที่ว่าจุลินทรีย์มีการกำจัดทีได้สองวิธีคือ การทำลายพันธะโครงสร้างทีให้เป็นองค์ประกอบย่อยหรืออะโรมาติกอามีนในช่วงแอนแอโรบิก (Carliell และคณะ, 1995; Brown และ Hamburger, 1987; วรวิทย์และธงชัย, 2541) และการดูดซับ(adsorb)ทีเข้าไปในฟล็อก (Shaul และคณะ, 1987; Hu, 1992; วรวิทย์และธงชัย, 2541) ทั้งนี้ในกระบวนการหลังนี้จุลินทรีย์จำเป็นต้องใช้แหล่งคาร์บอนจากภายนอกเพื่อเป็นตัวให้อิเลคตรอนแก่ทีด้วย (Carliell และคณะ, 1995)



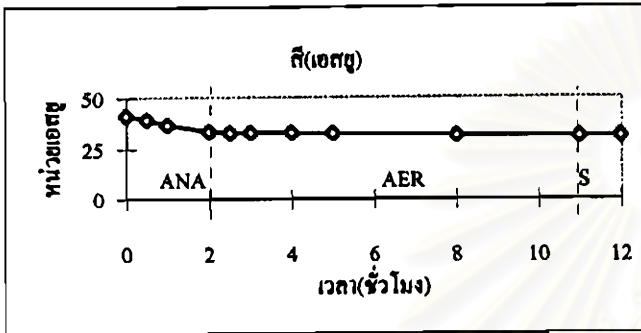
รูปที่ 4.37 ค่าเฉลี่ยสี(เฮตยู)ที่น้ำเข้า, ปลายอนแอโรบิก, ปลายแอโรบิกและน้ำออก



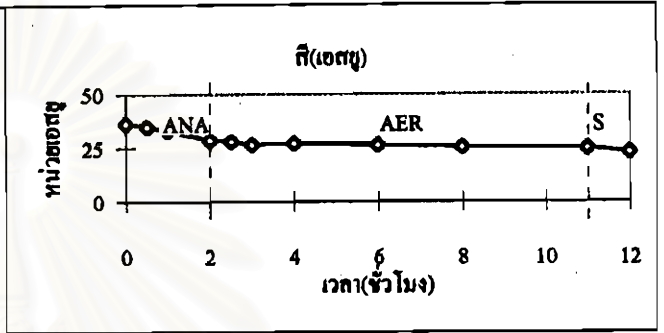
RUN 1 AER-GL-10



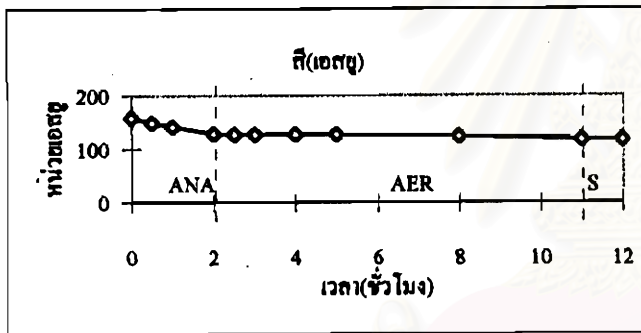
RUN 2 AER-GL-40



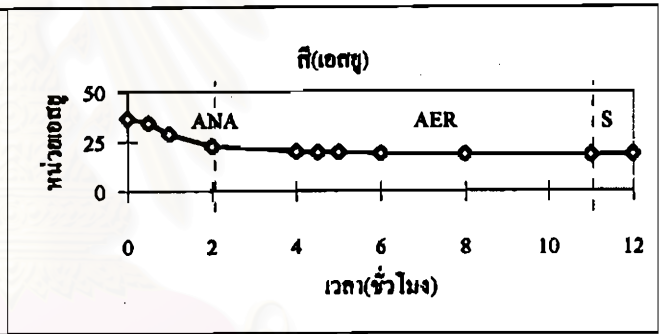
RUN 3 ANA2-GL-10



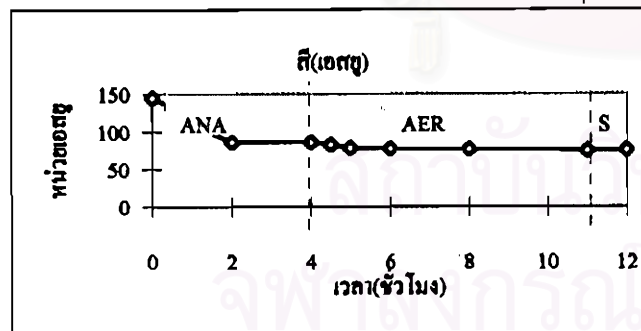
RUN 4 ANA2-SA-10



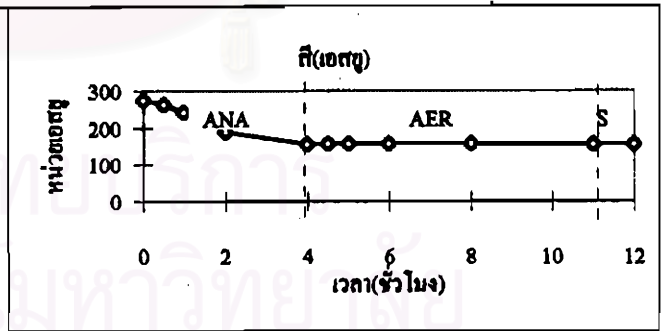
RUN 5 ANA2-GL-40



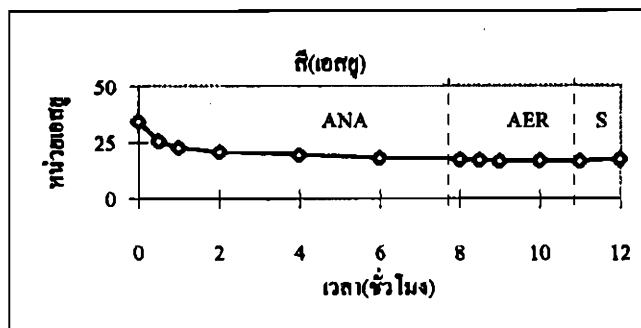
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40

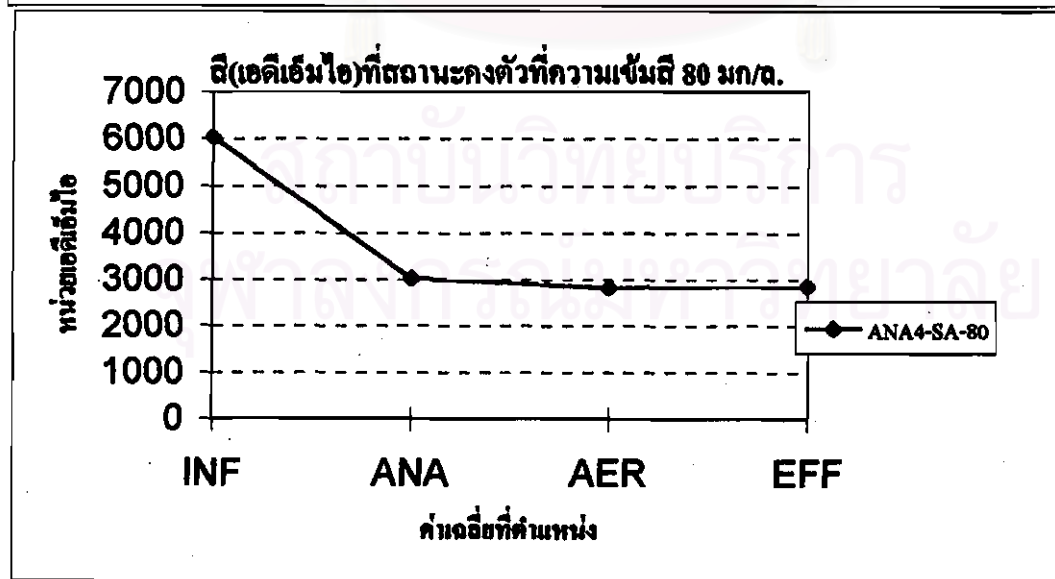
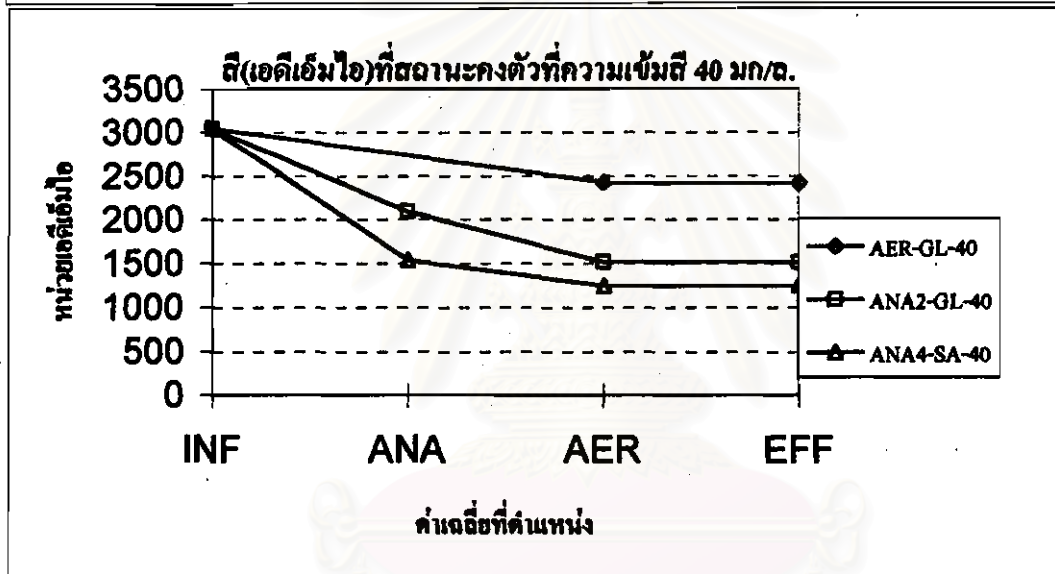
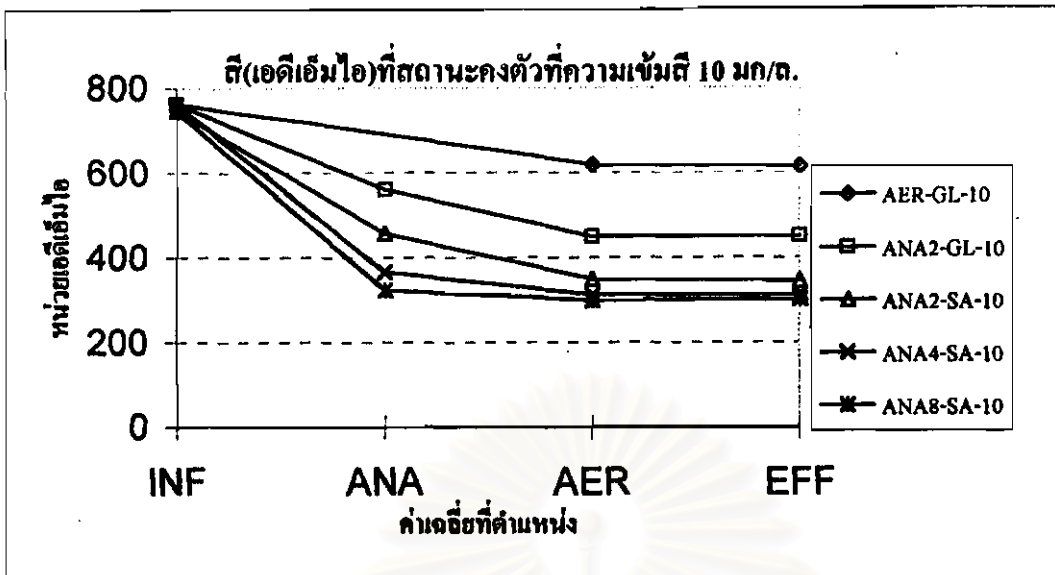


RUN 8 ANA4-SA-80



RUN 9 ANA8-SA-10

รูปที่ 4.38 โพรไฟล์ค่าตี(เฮตยู)ที่ขนาดตามเวลา



รูปที่ 4.39 ค่าเฉลี่ยตี(เอ็ดเอ็ม ไอ)ที่น้ำเข้า, ปลายแอนแอโรบิก, ปลายแอโรบิกและน้ำออก

จะเห็นได้ว่าค่าการกำจัดสี(เอสยู)เฉพาะในช่วงแอโรบิกของชุดแอโรบิกและชุดแอนแอโรบิก-แอโรบิกไม่แตกต่างกันมากนัก แม้ว่าปริมาณสารอินทรีย์ภายนอก(ในรูปซีไอดี)ที่ต้นช่วงแอโรบิกจะมีมากในชุดแรกและเหลือเพียงเล็กน้อยในชุดหลังก็ตาม แสดงว่าการกำจัดสีในช่วงแอโรบิกน่าจะเป็นการดูดซับสีเข้าไปบนฟล็อกมากกว่าจะทำลายโครงสร้างสี และเนื่องจากสีที่ใช้ทดลองเป็นสีรีแอกทีฟซึ่งละลายน้ำได้ดีจึงดูดซับในฟล็อกได้เพียงเล็กน้อย ผลที่ได้สอดคล้องกับของ Pansuwan และ Panswad (1997) และ Shaul และคณะ (1982)

การกำจัดสี(เอสยู)ทั้งระบบแบ่งตามความแตกต่างของระยะเวลาแอนแอโรบิกได้เป็นร้อยละ 35.2-43.0 ที่ANA2, 54.5-62.8 ที่ANA4 และ 62.5 ที่ANA8 ดังรูปที่ 4.37 เห็นได้ว่าระยะเวลาแอนแอโรบิกมีผลต่อการกำจัดสี โดยระยะเวลาแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้นระบบสามารถกำจัดสีได้มากขึ้น แต่จะมากขึ้นถึงระดับหนึ่งเท่านั้น โดยสังเกตว่าการกำจัดสีโดยรวมของชุด ANA4 กับ ANA8 ที่สี 10 มก/ล. เท่ากับร้อยละ 62.8 และ 62.5 ซึ่งไม่มีความแตกต่างชัดเจน น่าจะเป็นเพราะว่า สำหรับที่สี 10 มก/ล. ระบบที่สถานะนี้ (อาqusต์คัจ,ซีไอดี,อุณหภูมิต่างๆ) ใช้ระยะเวลาแอนแอโรบิกแค่ 4 ชั่วโมงก็เพียงพอในการกำจัดสีให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดแล้ว และไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีได้อีกแม้ว่าจะเพิ่มระยะเวลาแอนแอโรบิกไปถึง 8 ชั่วโมงก็ตาม ซึ่งสอดคล้องกับกรณีของโกมลและธงชัย(2541) ทำการทดลองกำจัดสีชนิดเดียวกันกับผู้วิจัยที่ 10 มก/ล. และใช้ระบบเดียวกัน แต่ใช้น้ำเสียสังเคราะห์กฏโคส 500 มก/ล.โดยไม่มีนิวเทรียนบรอก เปรียบเทียบการกำจัดสีโดยรวมที่ระยะเวลาแอนแอโรบิก 6 และ 18 ชั่วโมงเท่ากับร้อยละ 63 และ 68 ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาการเพิ่มความเข้มข้นคือการกำจัดสีทั้งระบบในชุดทดลองที่สี 40 มก/ล. ของชุด ANA2 และ ANA4 ซึ่งเท่ากับร้อยละ 35.2 และ 52.7 ตามลำดับ จะเห็นได้ชัดว่าที่ความเข้มข้นสูงขึ้น ประสิทธิภาพในการกำจัดสีลดลงเมื่อเทียบกับระยะเวลาแอนแอโรบิกเดียวกัน หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสีที่ความเข้มข้นสูงเช่น 40-80 มก/ล. อาจต้องเพิ่มระยะเวลาแอนแอโรบิกให้เพียงพอด้วย ทั้งนี้ผู้วิจัยจะได้วิเคราะห์ผลของความเข้มข้นในข้อหน้าถัดๆไป ส่วนกรณีของ Pansuwan และ Panswad (1997) ทำการทดลองกำจัดสีน้ำเสียจริงจากโรงงานซึ่งเป็นสีชนิดรีแอกทีฟที่มาจากน้ำบาดาลและกรดอะซิติก ใช้ระบบเดียวกัน เปรียบเทียบการกำจัดสีโดยรวมที่ระยะเวลาแอนแอโรบิก 8 และ 20 ชั่วโมงเท่ากับร้อยละ 29.4 และ 42.8 ตามลำดับ แม้ว่าจะใช้ระยะเวลาแอนแอโรบิกนานแต่ก็ได้ประสิทธิภาพการกำจัดสีค่อนข้างต่ำ ซึ่งเป็นเพราะใช้ apparent color (ไม่ใช่สีจริง) มาวัด จึงไม่ตรงกับที่ควรจะได้ทางทฤษฎีนัก อย่างไรก็ตาม ผลจากผู้วิจัยอีกสองท่านนี้ยืนยันตรงกันว่าระยะเวลาแอนแอโรบิกมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดสี

การกำจัดสี(เอสยู)ทั้งระบบของชุด ANA2 ที่สี 10 มก/ล. เท่ากับร้อยละ 36.8 (ชุด GL+NB) และ 43.0 (ชุด SA+NB) จะเห็นว่าชนิดของสารอาหารมีผลต่อการกำจัดสี โดยชุดที่ใช้โซเดียมอะซิเตตกำจัดสีได้ดีกว่าชุดที่ใช้กฏโคส ซึ่งผลสอดคล้องกับของโกมลและธงชัย(2541) ผู้ซึ่งทำการทดลองเปรียบเทียบการกำจัดสีของชุดทดลองที่สี 10 มก/ล. และระยะเวลาแอนแอโรบิก 18 ชั่วโมง

และใช้สารอาหาร (ก) โซเดียมอะซิเตตกับนิวเทรียนบรอกในอัตราส่วน 1:1 เทียบกับ (ข) กากโคส ได้เท่ากับร้อยละ 71 และ 68 ตามลำดับ เห็นได้ว่าชุดที่มีโซเดียมอะซิเตตกำจัดสีได้มากกว่าชุดกากโคส เช่นกันแม้จะไม่มากนัก อาจเนื่องจากเหตุผลระยะเวลาแอนแอโรบิกที่มากเกินไปจนพอดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ทั้งนี้ ผลที่ได้ก็นำไปประยุกต์ใช้ในการเพิ่มถังหมัก (prefermenter) เพื่อหมักแป้งในน้ำเสีย ฟอกข้อมให้เป็นกรดไขมันระเหยง่ายซึ่งเป็นสารอาหารที่ไปประสิทธิภาพในการกำจัดสีได้ดีขึ้น

ประสิทธิภาพการกำจัดสี (เอสยู) ทั้งระบบกับความเข้มข้น จากชุด ANA4 ที่สี 10, 40 และ 80 มก/ล. ได้เท่ากับร้อยละ 62.8, 52.7 และ 54.5 ส่วนชุด ANA2 GL+NB ที่สี 10 และ 40 มก/ล. เท่ากับร้อยละ 36.8 และ 35.2 และชุดแอนโรบิกที่สี 10 และ 40 มก/ล. เท่ากับร้อยละ 18.3 และ 14.6 จะเห็นว่าไม่ว่าจะเป็นระบบอะไรก็ตาม ที่ความเข้มข้นสูงขึ้นประสิทธิภาพการกำจัดสีจะลดลงเล็กน้อย อาจเป็นผลจากความเข้มข้นและปริมาณที่เพิ่มขึ้น แต่หากคำนวณเป็นปริมาณสีที่ถูกกำจัดในหน่วยเอสยู จากชุด ANA4 ที่สี 10, 40 และ 80 มก/ล. ได้เท่ากับ 27.8, 96.4 และ 189.1 เอสยู ชุด ANA2 GL+NB ที่สี 10 และ 40 มก/ล. เท่ากับ 16.3 และ 64.4 เอสยู และชุดแอนโรบิกที่สี 10 และ 40 มก/ล. เท่ากับ 8.1 และ 26.7 เอสยู จะเห็นได้ว่าสีที่ถูกกำจัดได้มีปริมาณมากขึ้นตามความเข้มข้นที่ป้อน ทั้งนี้ หากพิจารณาค่าสีที่ยังเหลือในน้ำออกในหน่วยเอสยู จากชุด ANA4 ที่สี 10, 40 และ 80 มก/ล. ได้เท่ากับ 16.5, 86.4 และ 158.1 เอสยู ชุด ANA2 GL+NB ที่สี 10 และ 40 มก/ล. เท่ากับ 28.0 และ 118.4 เอสยู และชุดแอนโรบิกที่สี 10 และ 40 มก/ล. เท่ากับ 36.2 และ 156.1 เอสยู จะเห็นได้ว่าปริมาณสีในน้ำออกก็มากขึ้นตามความเข้มข้นด้วยเช่นกัน ผลที่ได้สอดคล้องกับปริมาณซีโอดีที่ถูกกำจัดได้ กล่าวมาแล้ว โดยน่าจะเกิดจากการสลายพันธะโครงสร้างที่อย่างไม่สมบูรณ์และเหลือผลผลิตที่ไม่ย่อยสลายออกมา (วัคเป็นสีและซีโอดีในน้ำทิ้งได้) นั่นเอง

ค่าอัตราการกำจัดสี (ในหน่วยเอสยู) หรือ ไอเดียร์ (IDR-Initial Decolorization Rate) ในช่วง 2 ชั่วโมงแรกของรอบ ของชุด AER, ANA2-GL, ANA2-SA, ANA4 และ ANA8 ที่สี 10 มก/ล. เท่ากับ 1.7, 7.7, 7.6, 14.3 และ 13.5 เอสยู/ชั่วโมงตามลำดับ (ดูภาคผนวก ข.) ส่วนของชุด AER, ANA2 และ ANA4 ที่สี 40 มก/ล. เท่ากับ 8.7, 31.1 และ 58.8 เอสยู/ชั่วโมงตามลำดับ และของชุด ANA4 ที่สี 80 มก/ล. เท่ากับ 85.8 เอสยู/ชั่วโมง ส่วนค่าอัตราการกำจัดสีจำเพาะ (ในหน่วยเอสยู) หรือ เอสดีอาร์ (SDR-Specific Decolorization Rate) ในช่วง 2 ชั่วโมงแรกของรอบ ของชุด AER, ANA2-GL, ANA2-SA, ANA4 และ ANA8 ที่สี 10 มก/ล. เท่ากับ 1.0, 3.9, 3.8, 6.9 และ 5.7 เอสยู/ชั่วโมง-กรัม เอสเอสตามลำดับ ส่วนของชุด AER, ANA2 และ ANA4 ที่สี 40 มก/ล. เท่ากับ 5.1, 15.6 และ 28.3 เอสยู/ชั่วโมง-กรัม เอสเอสตามลำดับ และของชุด ANA4 ที่สี 80 มก/ล. เท่ากับ 40.8 เอสยู/ชั่วโมง-กรัม เอสเอส เห็นได้ว่าทั้งค่าไอเดียร์และเอสดีอาร์ของสีในหน่วยเอสยูมีแนวโน้มคล้ายกันคือที่ระยะเวลาแอนแอโรบิกมากขึ้น ไอเดียร์และเอสดีอาร์เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างของไอเดียร์และเอสดีอาร์ที่ระยะเวลาแอนแอโรบิก 4 และ 8 ชั่วโมง ส่วนที่ความเข้มข้นมากขึ้น ไอเดียร์และเอสดีอาร์ก็เพิ่มขึ้น ขณะที่ชนิดสารอาหาร ไม่มีผลชัดเจนต่อไอเดียร์และเอสดีอาร์

ค่าปริมาณสีที่ถูกกำจัด(ในหน่วยเอสยู)ต่อมวลจุดสีของชุด AER, ANA2-GL, ANA2-SA, ANA4 และ ANA8 ที่สี 10 มก/ล. เท่ากับ 4.9, 8.2, 9.7, 13.4 และ 11.8 เอสยู/กรัมเอสเอสตามลำดับ ส่วนของชุด AER, ANA2 และ ANA4 ที่สี 40 มก/ล. เท่ากับ 15.7, 32.2 และ 46.4 เอสยู/กรัมเอสเอสตามลำดับ และของชุด ANA4 ที่สี 80 มก/ล. เท่ากับ 89.9 เอสยู/กรัมเอสเอส จะเห็นว่าที่ระยะเวลาแอนแอโรบิกมากขึ้นปริมาณสีที่ถูกกำจัด(ในหน่วยเอสยู)ต่อมวลจุดสีเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างของปริมาณสีที่ถูกกำจัดต่อมวลจุดสีที่ระยะเวลาแอนแอโรบิก 4 และ 8 ชั่วโมง ส่วนที่ความเข้มข้นปริมาณสีที่ถูกกำจัดต่อมวลจุดสีก็เพิ่มขึ้น ขณะที่ชุดที่ใช้โซเดียมอะซิเตตเป็นสารอาหารมีปริมาณสีที่ถูกกำจัดต่อมวลจุดสีมากกว่าชุดที่ใช้กลูโคส

ประสิทธิภาพการกำจัดสี(เอคิเอ็มไอ)ทั้งระบบของชุด AER, ANA2-GL, ANA2-SA, ANA4 และ ANA8 ที่สี 10 มก/ล. เท่ากับร้อยละ 19.6, 40.9, 54.0, 59.1 และ 59.6 ตามลำดับ ส่วนของชุด AER, ANA2 และ ANA4 ที่สี 40 มก/ล. เท่ากับร้อยละ 20.7, 50.3 และ 58.8 ตามลำดับ และของชุด ANA4 ที่สี 80 มก/ล. เท่ากับร้อยละ 52.5 ดังรูปที่ 4.39 ส่วนปริมาณสีที่ถูกกำจัด(ในหน่วยเอคิเอ็มไอ) ทั้งระบบของชุด AER, ANA2-GL, ANA2-SA, ANA4 และ ANA8 ที่สี 10 มก/ล. เท่ากับ 149, 312, 402, 450 และ 444 เอคิเอ็มไอตามลำดับ ส่วนของชุด AER, ANA2 และ ANA4 ที่สี 40 มก/ล. เท่ากับ 629, 1530 และ 1790 เอคิเอ็มไอตามลำดับ และของชุด ANA4 ที่สี 80 มก/ล. เท่ากับ 3169 เอคิเอ็มไอ โดยค่าสี(เอคิเอ็มไอ)ในน้ำออกของชุด AER, ANA2-GL, ANA2-SA, ANA4 และ ANA8 ที่สี 10 มก/ล. เท่ากับ 613, 450, 343, 312 และ 301 เอคิเอ็มไอตามลำดับ ส่วนของชุด AER, ANA2 และ ANA4 ที่สี 40 มก/ล. เท่ากับ 2415, 1514 และ 1254 เอคิเอ็มไอตามลำดับ และของชุด ANA4 ที่สี 80 มก/ล. เท่ากับ 2870 เอคิเอ็มไอ เห็นได้ว่าพฤติกรรมกรรมการกำจัดสี(เอคิเอ็มไอ)เป็นไปในแนวทางเดียวกับค่าเอสยู นั่นคือที่ระยะเวลาแอนแอโรบิกมากขึ้นประสิทธิภาพการกำจัดสี(ในหน่วยเอคิเอ็มไอ)เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างของประสิทธิภาพการกำจัดสีที่ระยะเวลาแอนแอโรบิก 4 และ 8 ชั่วโมง และชุดแอโรบิกกำจัดสีได้เพียงเล็กน้อย ส่วนที่ความเข้มข้นปริมาณสีเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการกำจัดสีลดลงเล็กน้อย แต่สีที่ถูกกำจัดมีปริมาณมากขึ้น และปริมาณสีในน้ำออกก็เพิ่มขึ้นด้วย ส่วนชุดที่ใช้โซเดียมอะซิเตตเป็นสารอาหารกำจัดสีได้ดีกว่าชุดที่ใช้กลูโคส ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการปรับค่าสี(เอคิเอ็มไอ)ที่ได้จากการวัดและคำนวณตามสมการเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องตามความเป็นจริง รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.

น่าสังเกตว่าชุดแอโรบิกกำจัดสีได้เล็กน้อยเท่านั้นไม่ว่าเวลาการทำปฏิกิริยาจะเป็นอย่างไร และอยู่ในช่วงใด ซึ่งก็ตรงกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Pansuwan และ Panswad, 1997; Shaul และคณะ, 1982; Tepper และคณะ, 1997)

เมื่อพิจารณาถึงระบบแอนแอโรบิก-แอโรบิกที่มีระยะเวลาแอนแอโรบิกที่ต่างกัน แม้ว่าจะสามารถกำจัดฟอสฟอรัสและที่เคเอ็นได้ใกล้เคียงกัน แต่ความสามารถในการกำจัดสีต่างกัน และการกำจัดสีในขั้นตอนแอโรบิกที่น้อยมากเมื่อเทียบกับในช่วงแอนแอโรบิกแล้ว แสดงว่า จุดสีใน

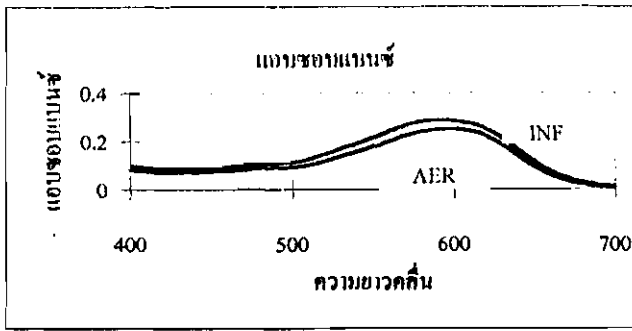
ครีฟายเออร์ไม่ใช่จุลชีพกลุ่มที่มีบทบาทในการกำจัดสี ส่วนจุลชีพกลุ่ม PAO อาจไม่ใช่จุลชีพกลุ่มหลักกลุ่มเดียวที่มีบทบาทในการกำจัดสี โดยจากข้อสังเกตว่าระยะเวลาแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้นทำให้สัดส่วนจุลชีพแอนแอโรบิกเฮเทอโรโทรฟเพิ่มขึ้นและมีผลทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีเพิ่มขึ้น จึงอาจกล่าวได้ว่าจุลชีพแอนแอโรบิกเฮเทอโรโทรฟน่าจะเป็นจุลชีพที่มีบทบาทสำคัญในการกำจัดสีนั่นเอง

จากรูปลักษณะค่าแอมซอบแบนซ์ของสีตามความยาวคลื่นจาก 400-700 นม. ของแต่ละชุดทดลอง ดังรูปที่ 4.45 กราฟสีของน้ำขำที่สี 10, 40 และ 80 มก/ล. เป็นรูปโค้งลักษณะเดียวกัน โดยมีความแอมซอบแบนซ์สูงสุดอยู่ตำแหน่งเดียวกันคือที่ 590-592 นม. เนื่องจากเป็นสีเดียวกัน

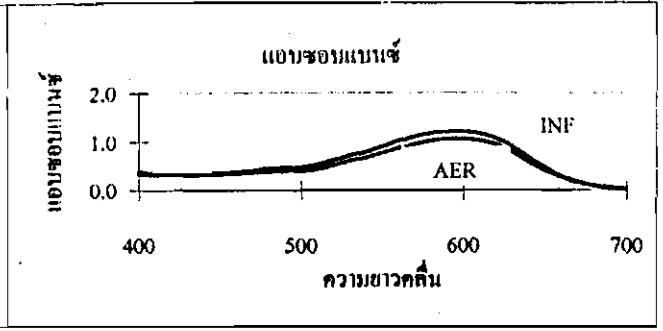
ลักษณะกราฟสีที่ปลายแอโรบิกของชุดแอโรบิกตกลงจากน้ำขำเล็กน้อย แต่กราฟมีรูปร่างคล้ายเดิมโดยค่าแอมซอบแบนซ์สูงสุดอยู่ที่ 591 นม. ไม่เปลี่ยนตำแหน่ง แสดงว่าน้ำหลังการบำบัดยังมีสีเดิม เพียงแต่มีความเข้มข้นลดลงเล็กน้อยเท่านั้น แสดงว่ากลไกการกำจัดสีเป็นการดูดซับสีบนฟล็อกโดยไม่ได้ทำลายโครงสร้างสีแต่อย่างใด (Shaul และคณะ, 1987; วรวิทย์และทรงชัย, 2541)

ในทางตรงกันข้ามลักษณะกราฟสีของชุดแอนแอโรบิก-แอโรบิกที่ปลายแอนแอโรบิกมีการลดลงโดยมีการเปลี่ยนรูปร่างของกราฟสีและเปลี่ยนตำแหน่งของแอมซอบแบนซ์สูงสุดเป็น 574-585(ANA2), 551-557(ANA4) และ 558-560 นม.(ANA8) แสดงว่าระบบมีการแตกพันธะโครงสร้างสีบางส่วนทำให้สีที่ได้หลังบำบัดทั้งมีความเข้มข้นลดลงและไม่เหมือนเดิมด้วย(วรวิทย์และทรงชัย, 2541) โดยการลดลงของกราฟสีและการเปลี่ยนตำแหน่งของค่าแอมซอบแบนซ์สูงสุดจะยิ่งมากเมื่อระยะเวลาแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้น นั่นคือมีการแตกพันธะโครงสร้างสีมากขึ้นทำให้มีการกำจัดสีได้ดีขึ้นเพราะมีสัดส่วนของจุลชีพ แอนแอโรบิกเฮเทอโรโทรฟ เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาแอนแอโรบิกนั่นเอง ส่วนกราฟสีที่ปลายแอโรบิกตกลงจากปลายแอนแอโรบิกเล็กน้อยและค่าแอมซอบแบนซ์สูงสุดอยู่ที่ 573-585(ANA2), 553-557(ANA4) และ 552 นม.(ANA8) ซึ่งแทบจะไม่เปลี่ยนจากเดิมผลที่ได้สอดคล้องกับวรวิทย์และทรงชัย(2541) จึงยืนยันว่าไม่มีการแตกพันธะโครงสร้างสีในช่วงแอโรบิกและช่วงแอโรบิกไม่ได้มีส่วนสำคัญในการกำจัดสี

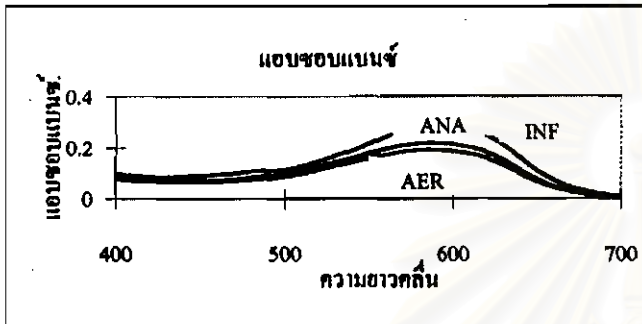
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



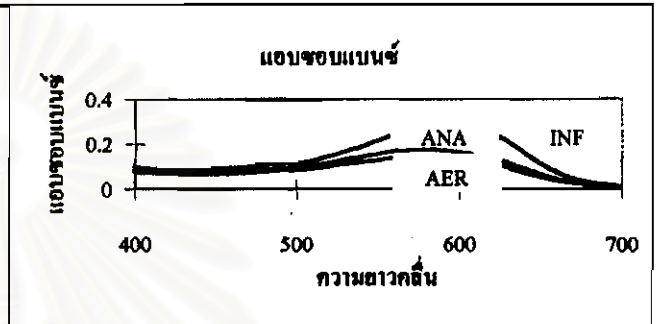
RUN 1 AER-GL-10



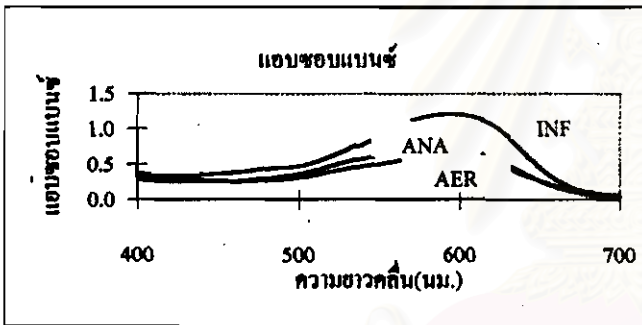
RUN 2 AER-GL-40



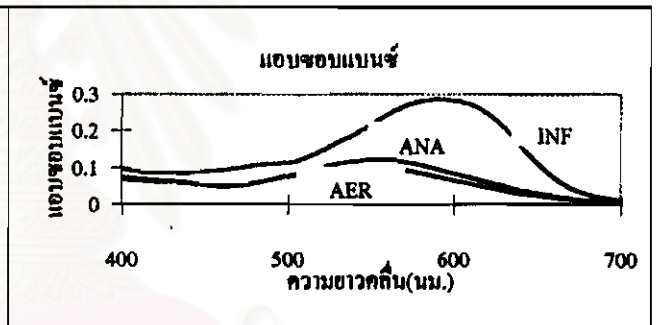
RUN 3 ANA2-GL-10



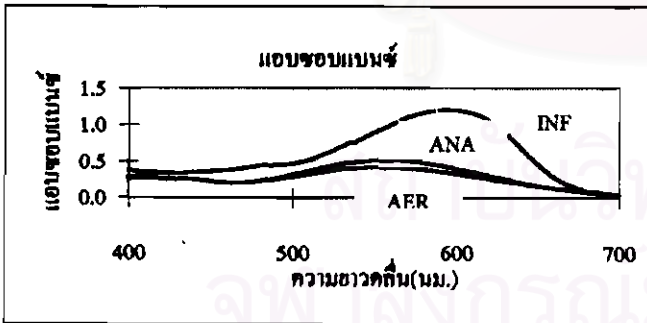
RUN 4 ANA2-SA-10



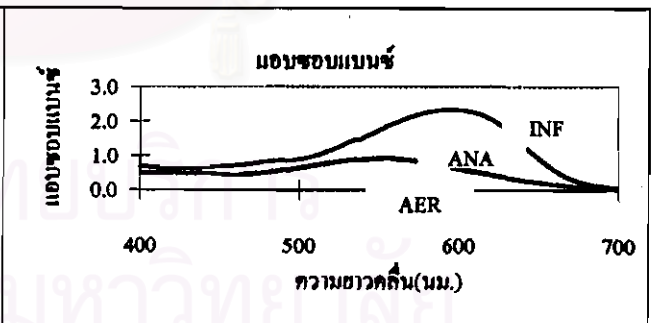
RUN 5 ANA2-GL-40



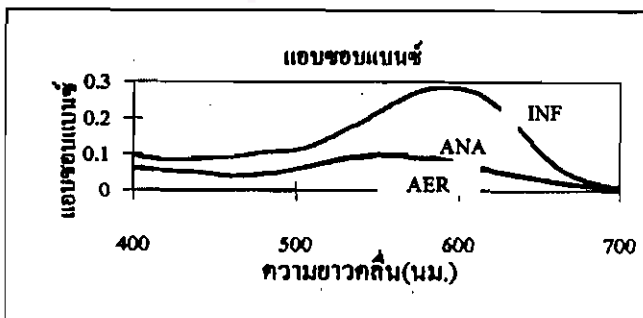
RUN 6 ANA4-SA-10



RUN 7 ANA4-SA-40



RUN 8 ANA4-SA-80



RUN 9 ANA8-SA-10

รูปที่ 4.41 ค่าแอมพลิจูดของคลื่นตามความยาวคลื่น