



ผลการวิจัยและการวิจารณ์ผล

5.1 การเริ่มเลี้ยงจุลินทรีย์

งานวิจัยนี้ได้นำเชื้อจุลินทรีย์ (seed) จากถังปฏิกริยาบูเอเอสบีของห้องปฏิบัติการของบริษัท SAN.E 68 Consulting Engineers. Co.Ltd เชื้อตะกอนจุลินทรีย์ที่ได้มีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ มีสีดำและมีขนาดโดยประมาณ 1.0-2.0 มม. นำเชื้อจุลินทรีย์มาใส่ถังบูเอเอสบีทั้ง 3 ถัง โดยการเทใส่ทางด้านบนของถัง ถังละประมาณ 3 ลิตร ( 17% ของปริมาตรถังบูเอเอสบีถังที่ 1 และ 24% ของปริมาตรถังบูเอเอสบีถังที่ 2 และ 3) ป้อนน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีลักษณะสมบัติตามแผนงานวิจัย โดยใช้เวลากักเก็บน้ำเสีย 48 ชั่วโมง (ออร์แกนิกโหลดคิง 1.5 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน) ทำการวัดค่าพีเอชทุกๆวันเพื่อตรวจสอบและปรับค่าพีเอชให้มีค่าที่เหมาะสมประมาณ 7.0 พร้อมทั้งวัดค่าไออาร์พีและปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น เพื่อใช้ประกอบในการปรับเวลากักเก็บน้ำให้ลดลงเพื่อเข้าสู่งานวิจัยต่อไป

การทดลองครั้งนี้ใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 253 วัน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. การเริ่มเลี้ยงจุลินทรีย์ในถังบูเอเอสบีทั้ง 3 ถัง ทำการทดลองภายใต้ระยะเวลา กักเก็บน้ำ 48 ชั่วโมง ลดลงเป็น 24 ชั่วโมงและ 18 ชั่วโมง ตามลำดับ(หรือที่ออร์แกนิกโหลดคิง 1.5 3 และ 4 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน ตามลำดับ) ก่อนที่จะเข้าสู่งานวิจัย ใช้เวลาประมาณ 112 วัน (9 พฤศจิกายน 2536 ถึง 28 กุมภาพันธ์ 2537)

ข. การทดลองภายใต้ระยะเวลา กักเก็บน้ำ 12 ชั่วโมง (ออร์แกนิกโหลดคิง 6 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน) ประมาณ 87 วัน (1 มีนาคม 2537 ถึง 26 พฤษภาคม 2537)

ค. การทดลองภายใต้ระยะเวลา กักเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง (ออร์แกนิกโหลดคิง 12 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน) ประมาณ 54 วัน (27 พฤษภาคม 2537 ถึง 20 กรกฎาคม 2537)

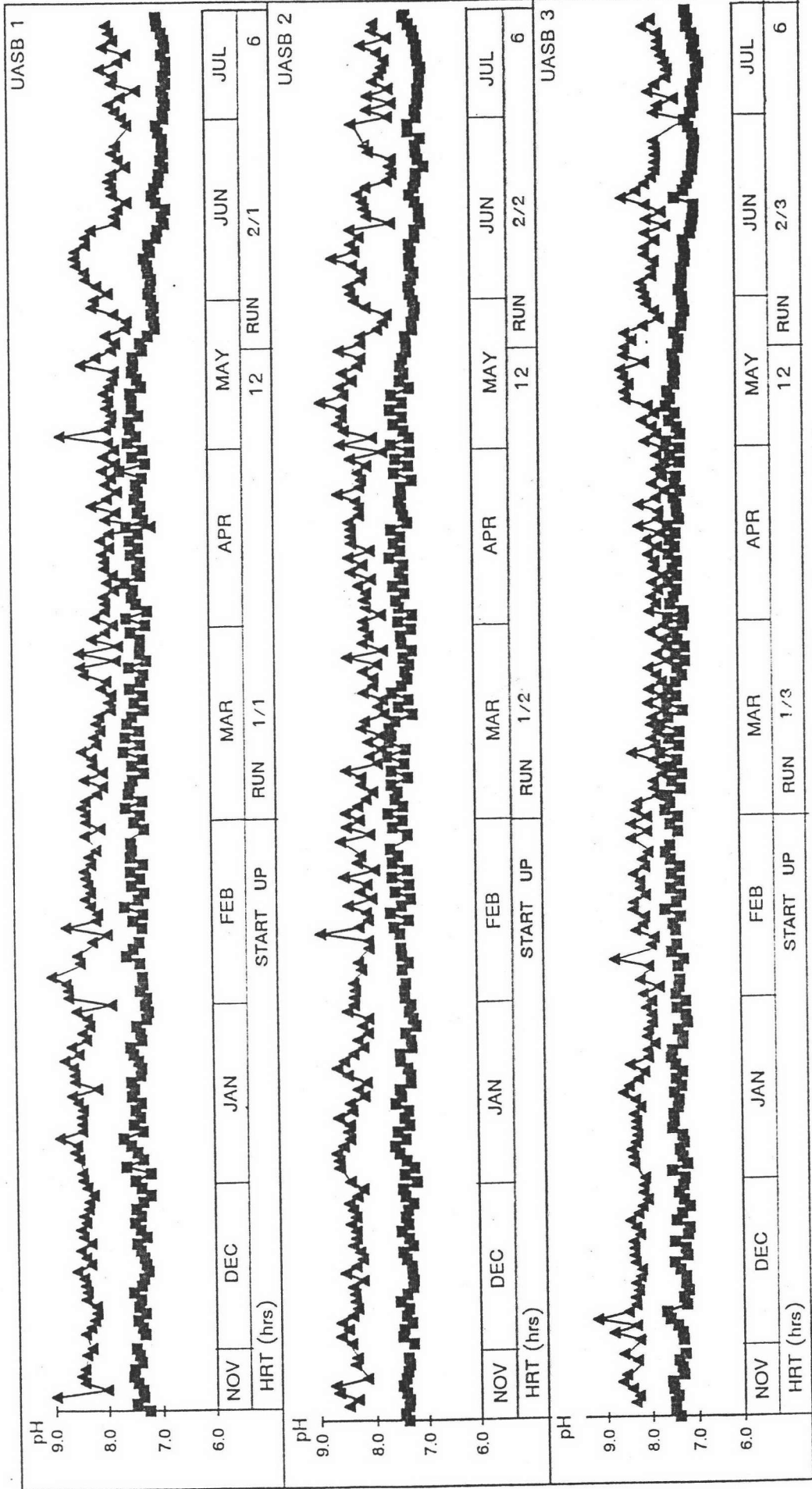
## 5.2 ผลการวิจัยถังยูเอเอสบีที่มีอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอย 3 แบบ

ผลการทดลองจะแสดงในรูปตาราง และรูปของกราฟ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่างๆคิดจากกลุ่มของข้อมูลดิบในช่วงการทำงานของถังยูเอเอสบีที่อยู่ในสภาพทรงตัว (steady state) ภายใต้ระยะเวลาเก็บน้ำต่างๆ ผลการวิจัยของตัวแปรต่างๆที่ได้จากถังยูเอเอสบีที่มีอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยแตกต่างกัน 3 ถัง มีดังนี้คือ

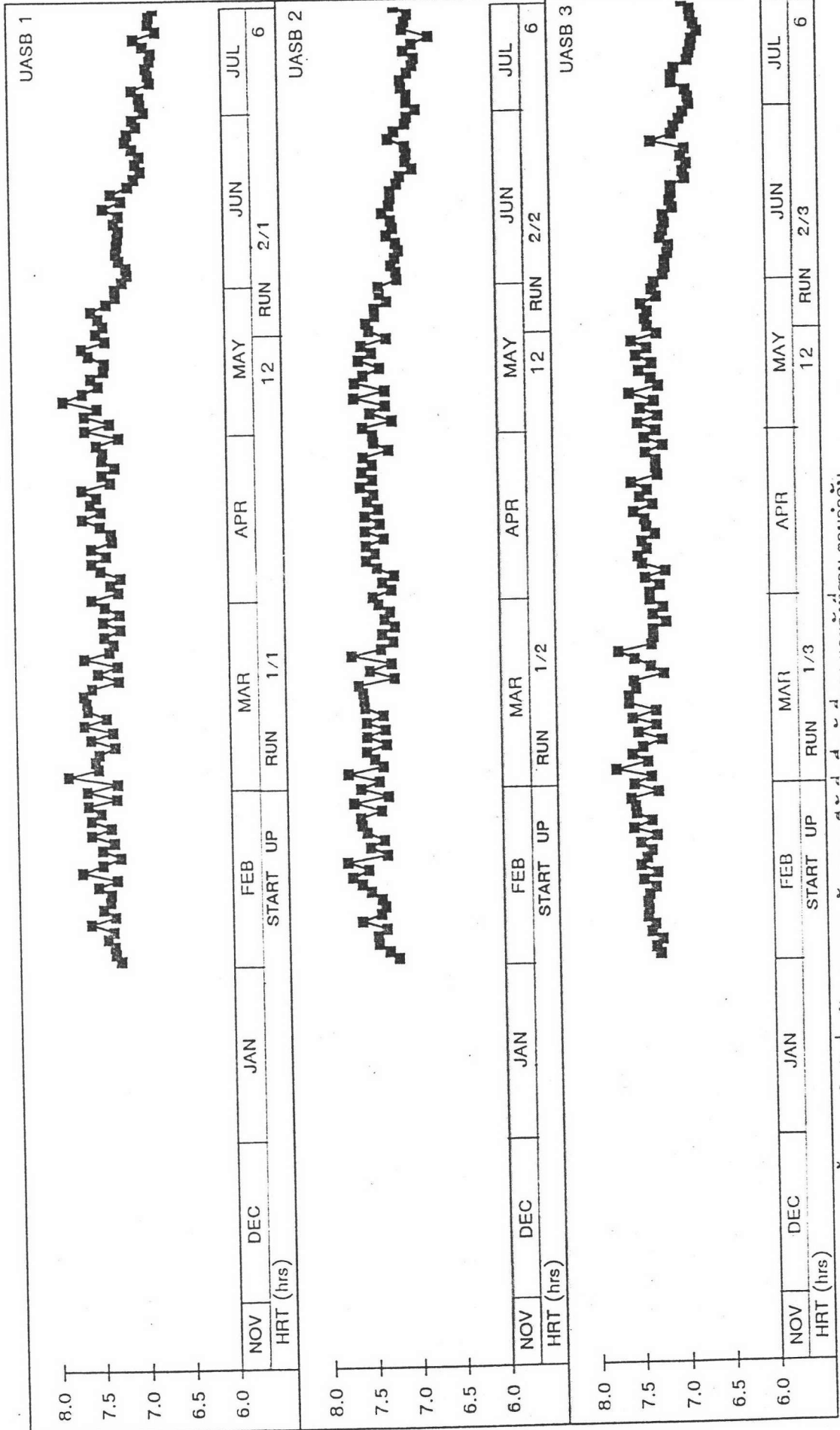
### 5.2.1 พีเอช (pH)

ในช่วงแรกของการเริ่มเลี้ยงจุลินทรีย์นั้น ปรากฏว่าพีเอชของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง มีค่าประมาณ 8.40 8.44 และ 8.46 พีเอชของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามถังมีค่าประมาณ 7.44 7.39 และ 7.40 พีเอชของน้ำทิ้งและพีเอชของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง มีค่าลดลงเล็กน้อยภายใต้ระยะเวลาเก็บน้ำ 12 ชั่วโมง (อัตราการไหลลดถึง 6 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน) และมีค่าค่อนข้างคงที่เหมือนกันทั้งสามถัง โดยไม่ต้องมีการปรับพีเอชให้กับน้ำเสียสังเคราะห์เลย แต่เมื่อลดเวลาเก็บน้ำเป็น 6 ชั่วโมง (อัตราการไหลลดถึง 12 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน) ปรากฏว่าค่าพีเอชของน้ำทิ้งและน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบีลดลงทั้งสามถัง โดยพีเอชของน้ำเสียภายในถังมีค่าลดลงเหลือประมาณ 6.73 6.96 และ 6.88 ตามลำดับ จึงได้เพิ่มกำมะถันบัพเฟอร์ให้กับน้ำเสียในรูปของโซเดียมไบคาร์บอเนต ( $\text{NaHCO}_3$ ) ตารางที่ 5.1 แสดงค่าเฉลี่ยพีเอชของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบี(ที่ระดับ 0.50 ม.จากก้นถัง) และพีเอชของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง โดยค่าพีเอชของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีมีค่ามากกว่าค่าพีเอชของน้ำเสียภายในถัง(ที่ระดับ 0.50 ม.จากก้นถัง) ทั้งนี้เนื่องจากการถ่ายเทของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศภายนอก แต่อย่างไรก็ตามพีเอชของน้ำทิ้งและพีเอชของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง มีค่าไม่แตกต่างกันนักและมีแนวโน้มในการเพิ่มหรือลดไปในทางเดียวกัน

ภาพที่ 5.1-5.2 แสดงกราฟของพีเอชของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบีทั้งสาม (ที่ระดับ 0.50 ม.จากก้นถัง) พีเอชของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง และกราฟของพีเอชของน้ำเสียที่ระดับบนสุดของถังยูเอเอสบี



ภาพที่ 5.1 แสดงฟิเอชของน้ำเสียภายใต้ยูเอสบี(ระดับ 0.50 ม. จากกันถั่ง) และฟิเอชของน้ำทิ้ง ของถังยูเอสบีถังที่หนึ่ง  
 ถังที่สอง และถังที่สาม ตามลำดับ ( -■- น้ำเสีย, -▲- น้ำทิ้ง)



ภาพที่ 5.2 แสดงฟิเออของน้ำเสียภายในถังที่ระดับบนสุด ของถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่ง ถึงที่สอง และถังที่สาม ตามลำดับ

ภาพที่ 5.3 แสดงกราฟของพีเอชที่เปลี่ยนแปลงตามระดับความสูงต่างๆ ภายในถังยูเอเอสบีทั้งสาม ภายใต้ระยะเวลาเก็บน้ำ 12 ชั่วโมง และ 6 ชั่วโมง โดยค่าพีเอชมีแนวโน้มที่จะมีค่าต่ำสุดที่ระดับล่างของถังและมีค่าเพิ่มขึ้นตามความสูงของถัง ยกเว้นในถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่ง ภายใต้ระยะเวลาเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง มีค่าพีเอชที่ระดับล่างของถังเท่ากับ 6.85 และมีค่า 6.77 ที่ระดับ 100 ซม. จากด้านล่างของถัง

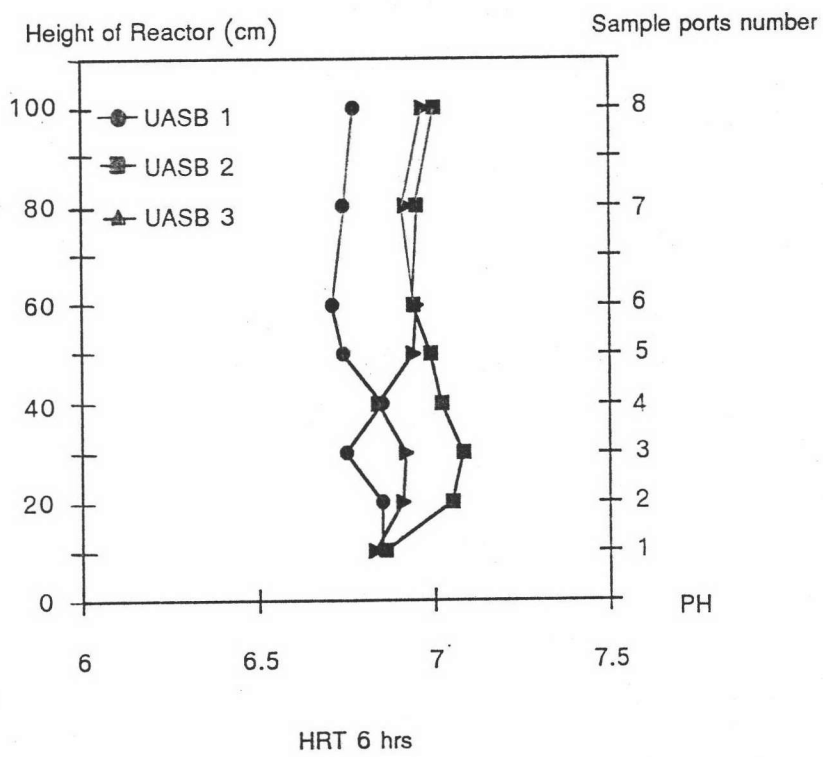
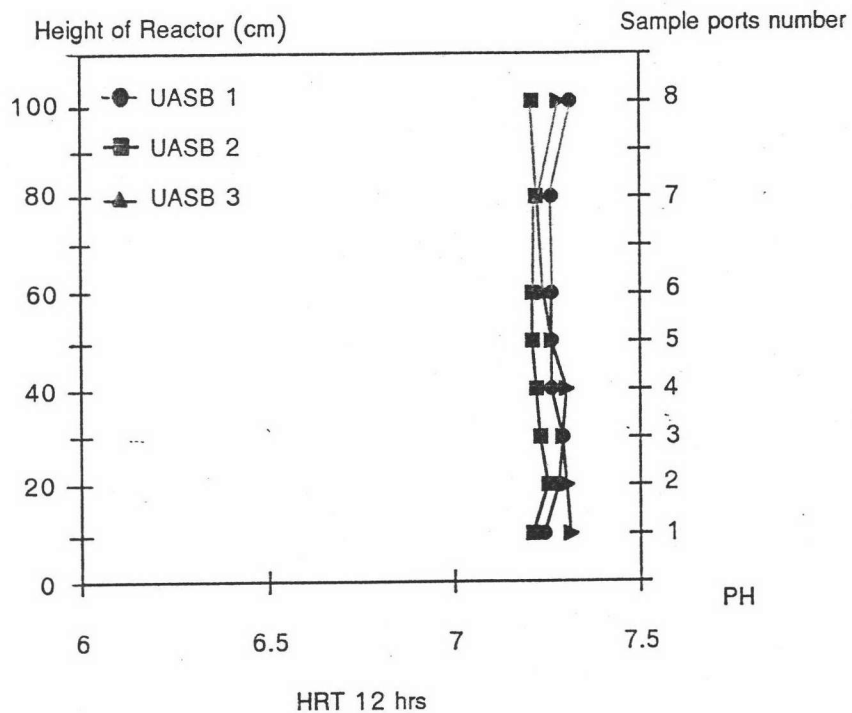
ตารางที่ 5.1 แสดงค่าเฉลี่ยของพีเอช ภายใต้ระยะเวลาเก็บน้ำต่างๆกัน ที่สภาวะคงตัว

เวลาเก็บน้ำ (ชั่วโมง)	ออร์แกนิกโพลดิง ( $\frac{\text{กก. ซีไอดี}}{\text{ลบ.ม.-วัน}}$ )	ภายในถังยูเอเอสบี			น้ำทิ้ง		
		1	2	3	1	2	3
12	6	7.33	7.21	7.20	7.77	8.14	7.73
6	12	6.80	7.01	6.91	7.61	7.80	7.74

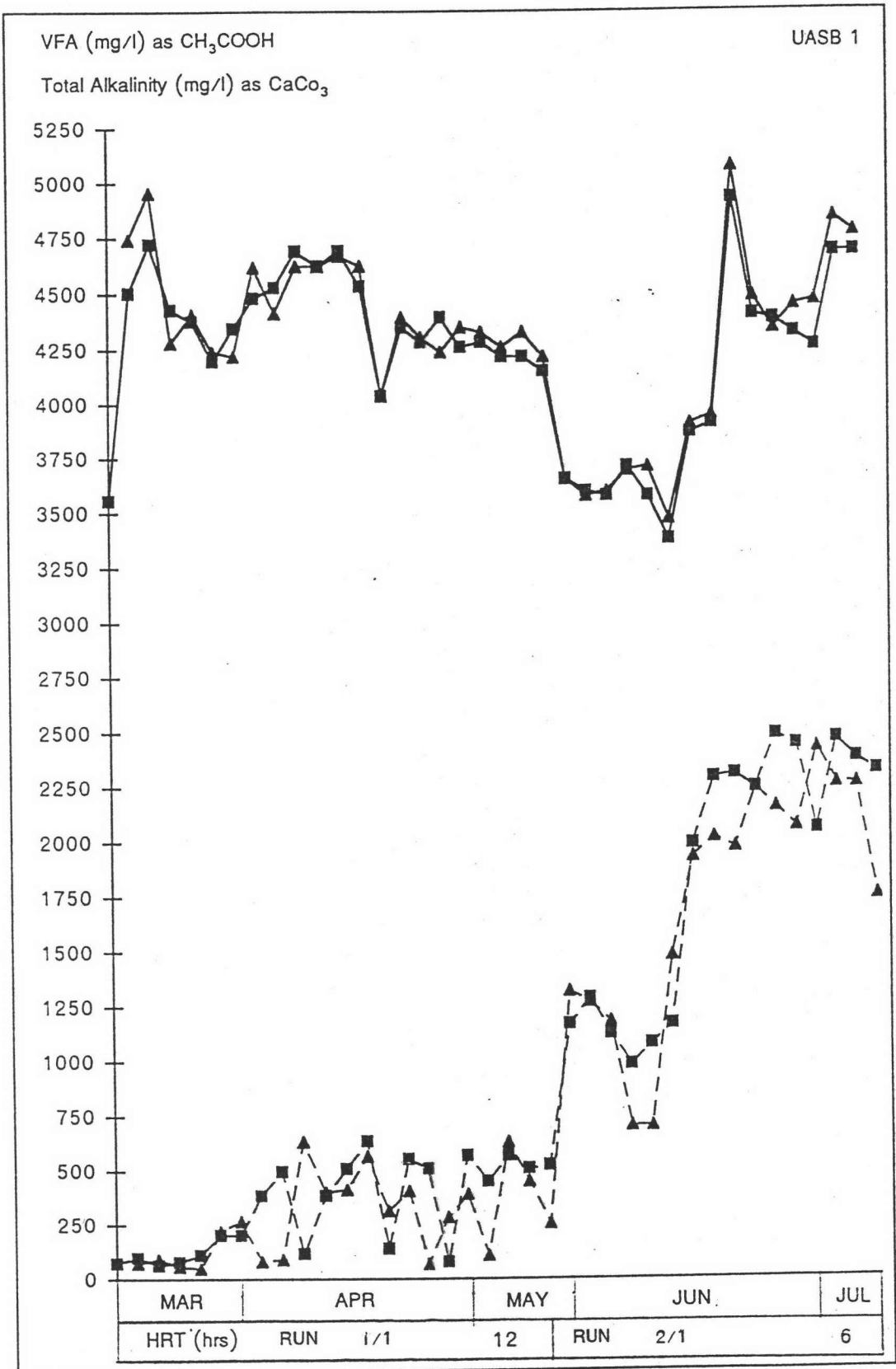
### 5.2.2 กรดไขมันระเหย และสภาพต่างๆ

กรดไขมันระเหย (Volatile Fatty Acid)

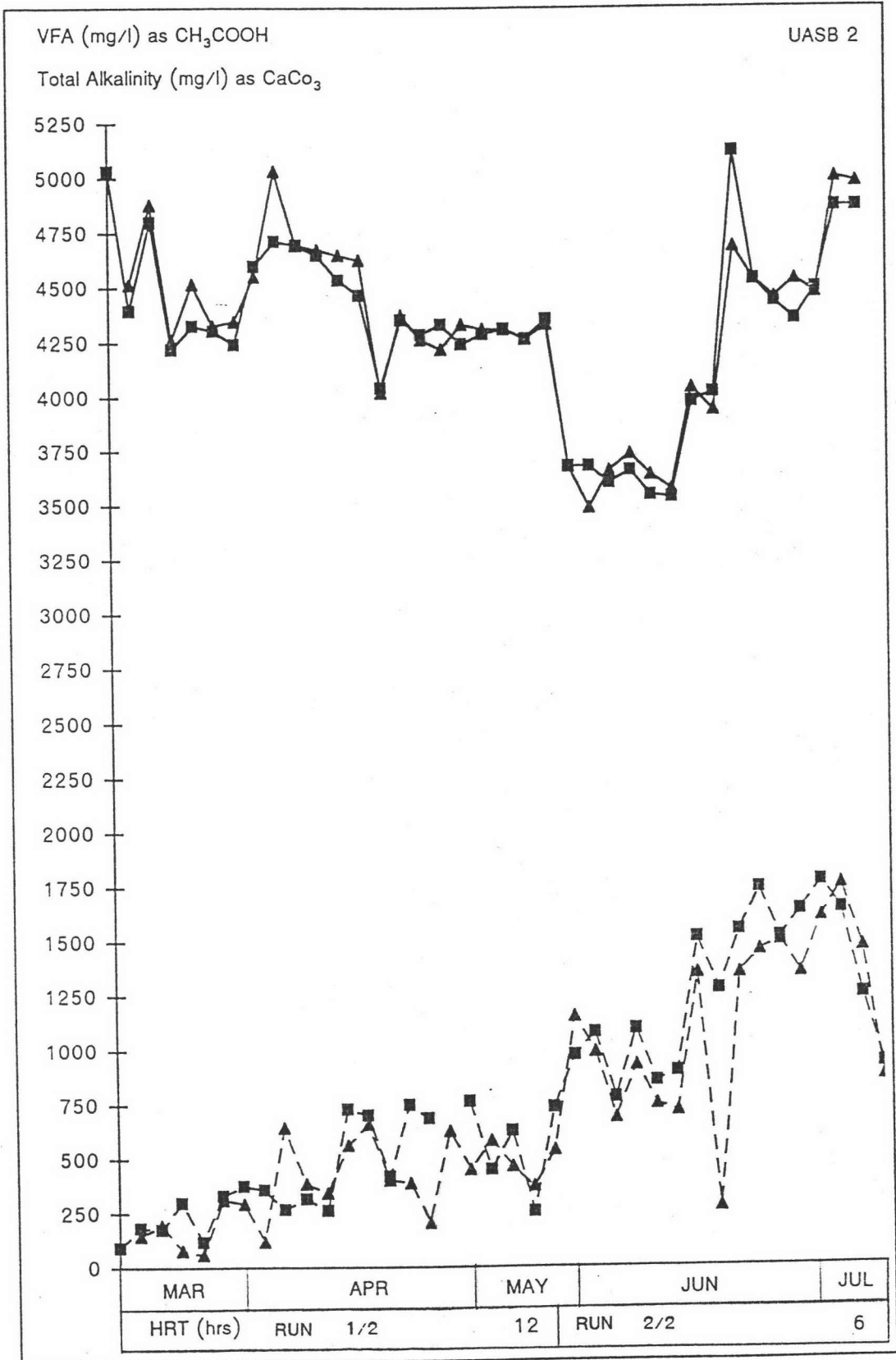
ปริมาณกรดไขมันระเหยมีปริมาณน้อยทั้งสามถังในตอนแรก มีการสะสมของกรดไขมันระเหยมากขึ้นตามระยะเวลาเก็บน้ำที่ลดลงหรือออร์แกนิกโพลดิงที่เพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 5.4-5.6 แสดงกราฟของกรดไขมันระเหยภายในถังยูเอเอสบีทั้งสาม (ที่ระดับ 0.50 ม. จากกันถัง) และกราฟของกรดไขมันระเหยของน้ำทิ้ง โดยมีค่าเฉลี่ยที่สภาวะคงตัวดังแสดงในตารางที่ 5.2 ปริมาณกรดไขมันระเหยภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง ที่ระยะเวลาเก็บน้ำ 12



ภาพที่ 5.3 แสดงค่าพีเอชที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในถังยูเอสบี

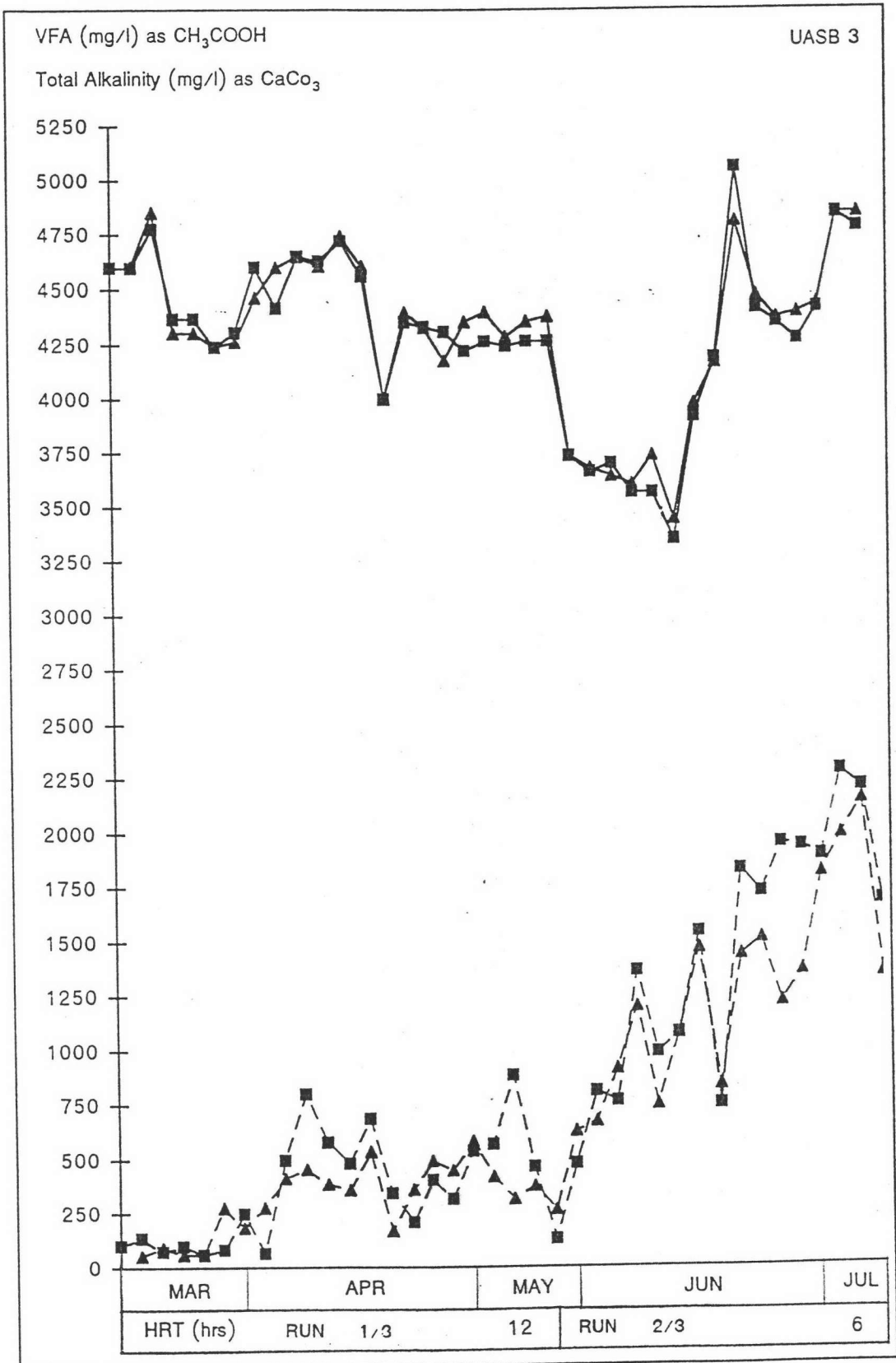


ภาพที่ 5.4 แสดงกรดไขมันระเหยและสภาพต่างรวมภายในถังยูเอเอสบี (ระดับ 0.50 ม. จากก้นถัง) และกรดไขมันระเหยและสภาพต่างรวมของน้ำทิ้ง ของถังยูเอเอสบีที่หนึ่ง (สภาพต่างรวมของ ■ น้ำเสีย ▲ น้ำทิ้ง; กรดไขมันระเหยของ ---■--- น้ำเสีย ---▲--- น้ำทิ้ง)



ภาพที่ 5.5 แสดงกรดไขมันระเหยและสภาพต่างรวมภายในถังยูเอสบี (ระดับ 0.50 ม. จากกันถึง) และกรดไขมันระเหยและสภาพต่างรวมของน้ำทิ้ง ของถังยูเอสบีที่สอง (สภาพต่างรวมของ  $\blacksquare$  น้ำเสีย  $\blacktriangle$  น้ำทิ้ง ; กรดไขมันระเหยของ  $\text{---}\blacksquare\text{---}$  น้ำเสีย  $\text{---}\blacktriangle\text{---}$  น้ำทิ้ง)



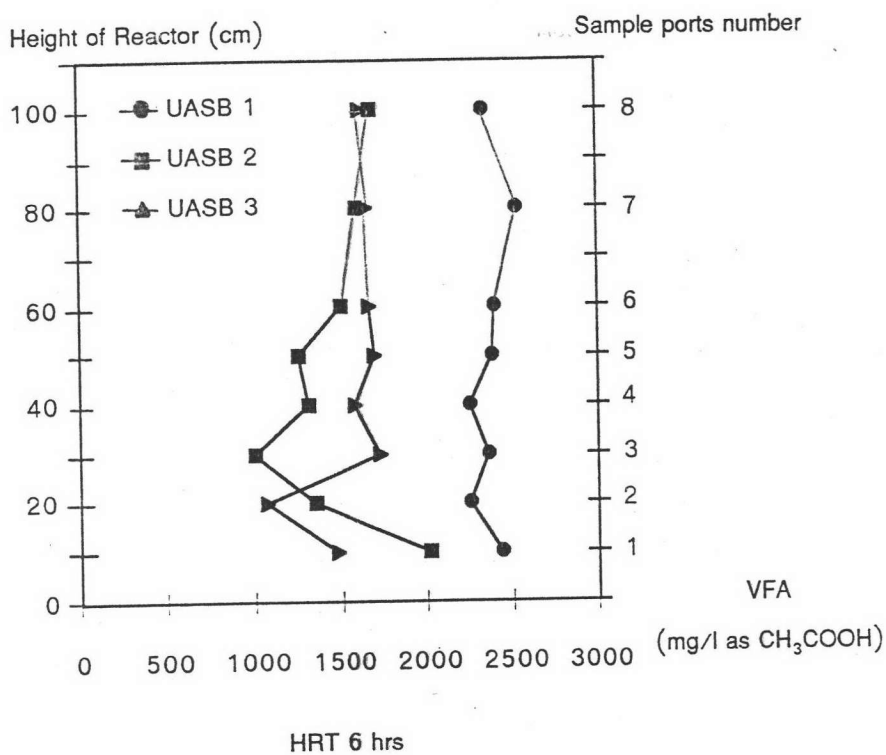
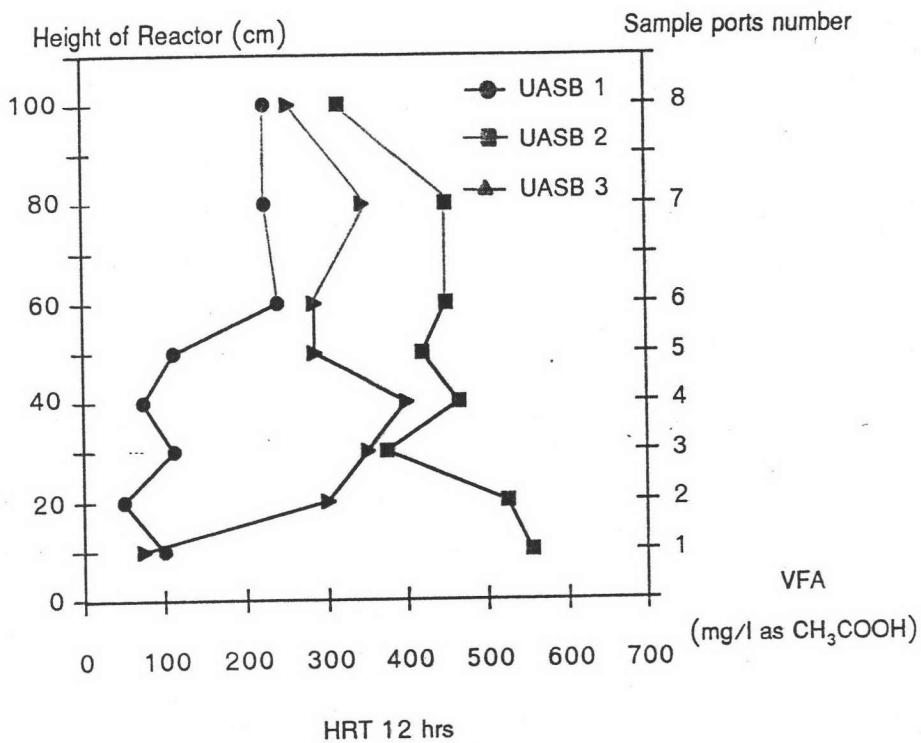


ภาพที่ 5.6 แสดงกรดไขมันระเหยและสภาพต่างรวมภายในถังยูเอสบี (ระดับ 0.50 ม. จากก้นถัง) และกรดไขมันระเหยและสภาพต่างรวมของน้ำทิ้ง ของถังยูเอสบีที่สาม (สภาพต่างรวมของ -■- น้ำเสีย -▲- น้ำทิ้ง ; กรดไขมันระเหยของ -■- น้ำเสีย -▲- น้ำทิ้ง)

ข้าวโม่ (ออร์แกนิกโหลดดิ้ง 6 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน) เท่ากับ 322 410 และ 354 มก/ล ในรูปของกรดอะซิติก ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นเหมือนกันทั้งสามถึงเมื่อลระยะเวลาเวลากักเก็บน้ำ เป็น 6 ชั่วโมง (ออร์แกนิกโหลดดิ้ง 12 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน) โดยมีปริมาณเท่ากับ 2198 1428 และ 1716 มก/ล ในรูปของกรดอะซิติก ตามลำดับ และในทำนองเดียวกันกับปริมาณ กรดไขมันระเหยในน้ำที่ออกจากถังยูเอเอสบีทั้งสามถึงเท่ากับ 279 378 และ 314 มก/ล ในรูปของกรดอะซิติก ที่ออร์แกนิกโหลดดิ้ง 6 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2057 1336 และ 1476 มก/ล ในรูปของกรดอะซิติก ตามลำดับ เมื่อเพิ่มออร์แกนิกโหลดดิ้ง เป็น 12 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน ปริมาณกรดไขมันระเหยภายในถังยูเอเอสบีถึงที่หนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด คือมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 322 มก/ล ในรูปของกรดอะซิติก ที่ออร์แกนิกโหลดดิ้ง 6 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน และมีค่ามากที่สุดเมื่อออร์แกนิกโหลดดิ้งเพิ่มขึ้นเป็น 12 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน โดยมีค่าเท่ากับ 2198 มก/ล ในรูปของกรดอะซิติก

#### ภาพที่ 5.7 แสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันระเหยที่ระดับ

ความสูงต่างๆภายในถังยูเอเอสบีทั้งสาม ปริมาณกรดไขมันระเหยที่ด้านล่างของถังยูเอเอสบีมีมากและลดลงตามระดับความสูงของถัง โดยระหว่างจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 5 มีความแปรปรวนของกรดไขมันระเหยสูง และค่อนข้างคงที่ตั้งแต่จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ขึ้นไป แต่อย่างไรก็ตาม ภายใต้ระยะเวลาเวลากักเก็บน้ำ 12 ชั่วโมง (ออร์แกนิกโหลดดิ้ง 6 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน) ปริมาณกรดไขมันระเหยที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ของถังยูเอเอสบีถึงที่หนึ่งและสาม เท่ากับ 100 และ 75 มก/ลในรูปของกรดอะซิติก ตามลำดับ มีปริมาณน้อยกว่าที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 225 และ 255 มก/ล ในรูปของกรดอะซิติก ตามลำดับ



ภาพที่ 5.7 แสดงกรดไขมันระเหยที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในถังยูเอสบี

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าเฉลี่ยของกรดไขมันระเหย (มก/ล ในรูปของกรดอะซิติก) ที่สภาวะคงตัว

เวลากักเก็บน้ำ (ชั่วโมง)	ออร์แกนิกโพลดิง ( $\frac{\text{กก. ซีไอที}}{\text{ลบ.ม-วัน}}$ )	ภายในถังยูเอเอสบี			น้ำทิ้ง		
		1	2	3	1	2	3
12	6	322	410	354	279	378	314
6	12	2198	1428	1716	2057	1336	1476

#### สภาพต่างรวม (Total Alkalinity)

ภาพที่ 5.4-5.6 แสดงกราฟของสภาพต่างรวมภายในถังยูเอเอสบีทั้งสาม (ที่ระดับ 0.50 ม. จากก้นถัง) และกราฟของสภาพต่างรวมของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีทั้งสามถึง สภาพภาพต่างรวมในช่วงแรกของการทดลองมีค่ามาก และลดลงตามออร์แกนิกโพลดิงที่เพิ่มขึ้น โดยสภาพต่างรวมของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามถึง (ที่ระยะ 0.50 ม. จากก้นถัง) ภายใต้ระยะเวลาเก็บน้ำ 12 ชั่วโมง (ออร์แกนิกโพลดิง 6 กก. ซีไอที/ลบ.ม-วัน) มีค่า 4396 4399 และ 4402 มก/ล ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต ตามลำดับ มีค่ามากกว่าที่ระยะเวลาเก็บ 6 ชั่วโมง (ออร์แกนิกโพลดิง 12 กก. ซีไอที/ลบ.ม-วัน) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4284 4415 และ 4363 มก/ล ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 5.3 และเนื่องจากออร์แกนิกโพลดิงที่เพิ่มขึ้นทำให้ช่วงแรกของการทดลองภายใต้ระยะเวลาเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง ปริมาณสภาพต่างรวมของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบีมีค่า 3382 3534 และ 3344 มก/ล ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งทำให้อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างรวมมีค่ามากกว่า 0.40 และค่าพีเอชลดต่ำลง จึงเพิ่มกำลังบัฟเฟอร์ให้แก่ระบบโดยการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต ( $\text{NaHCO}_3$ ) เพิ่มขึ้นอีกเป็น 8 กรัม/ลิตร (จากเดิมเติมในอัตรา 7 กรัม/ลิตร)

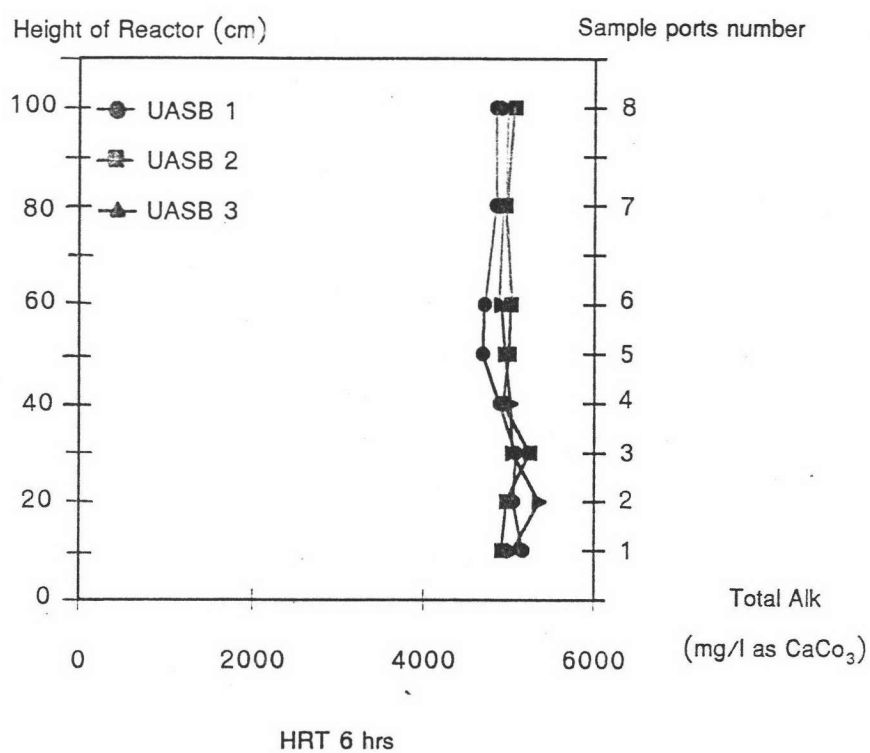
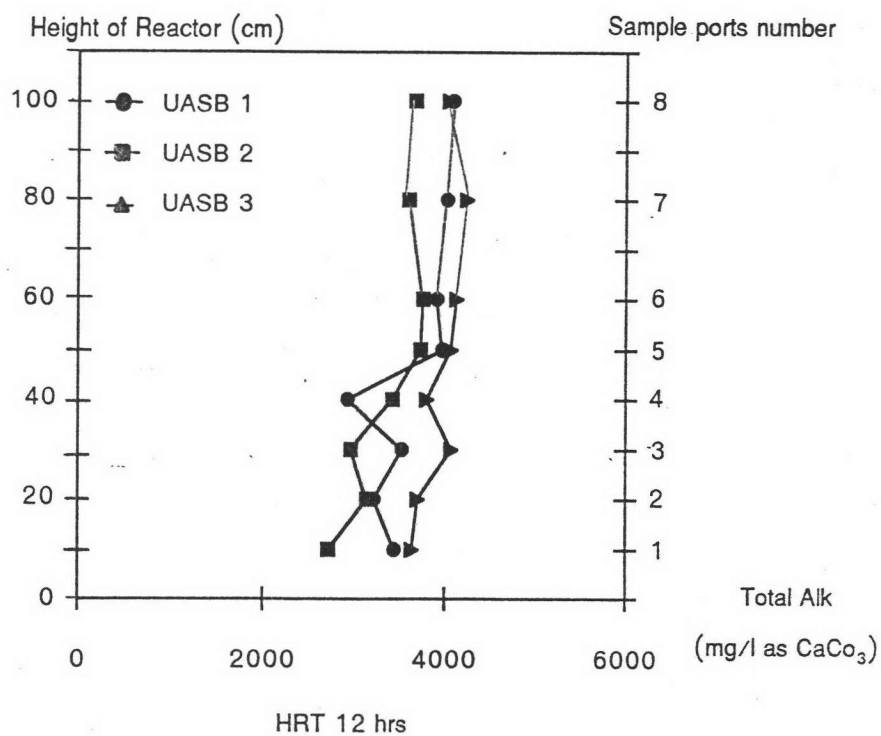
ภาพที่ 5.8 แสดงสภาพต่างรวมที่เปลี่ยนแปลงตามระดับความสูงของถังยูเอเอสบีทั้งสาม โดยที่ระยะเวลาเก็บน้ำ 12 ชั่วโมง สภาพต่างรวมมีค่าต่ำสุดที่ระดับตอนล่างของถังยูเอเอสบี และมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้นของถังยูเอเอสบีทั้งสาม ส่วนที่ระยะเวลาเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง สภาพความเป็นต่างรวมตามความสูงของถังยูเอเอสบีมีค่าใกล้เคียงกันไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ซึ่งมีลักษณะเหมือนกันทั้งสามถัง

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าเฉลี่ยของสภาพต่างรวม (มก/ล ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต) ที่สภาวะคงตัว

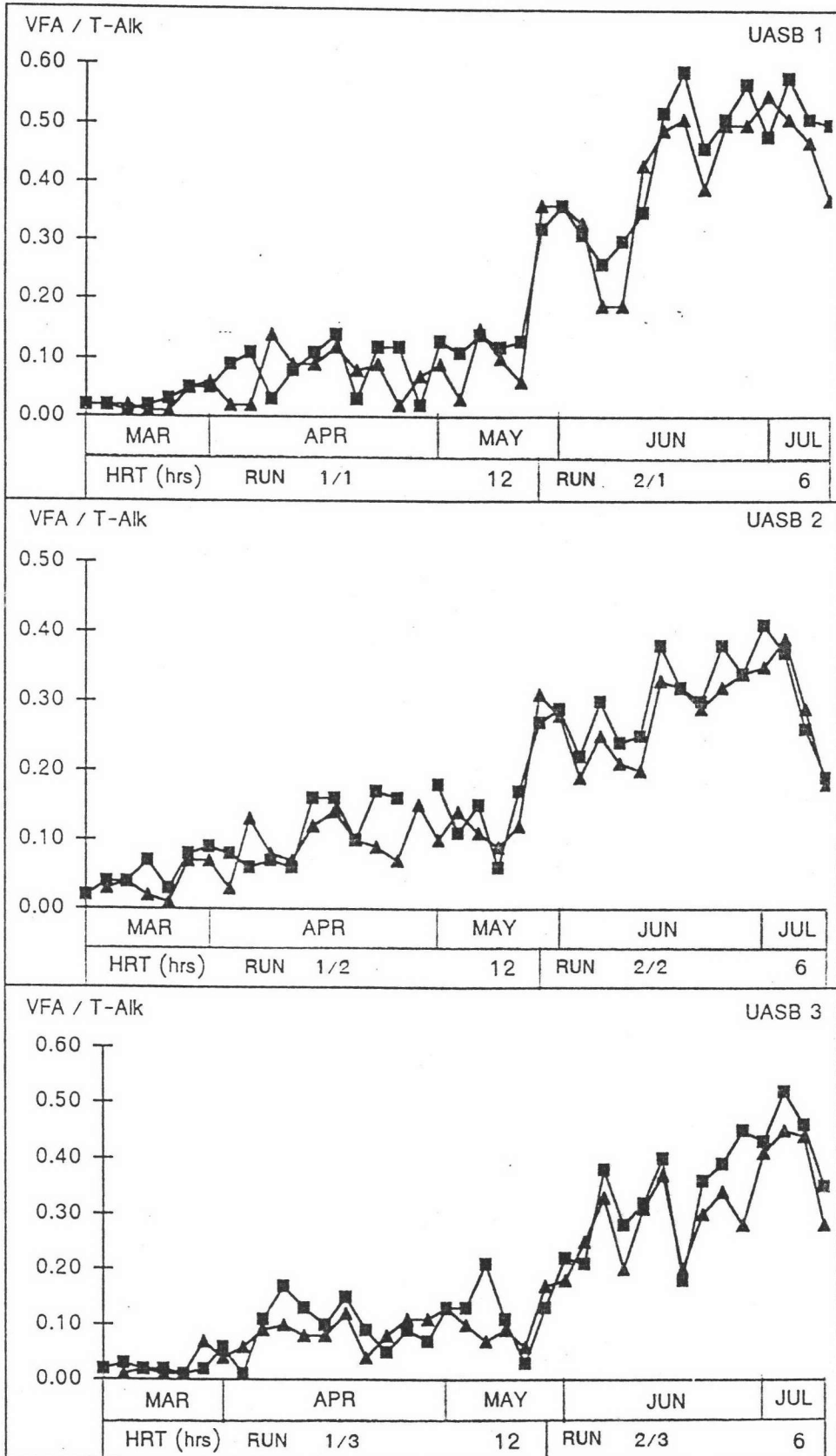
เวลากักเก็บน้ำ (ชั่วโมง)	ออร์แกนิกโพลติค ( $\frac{\text{กก. ซีไอดี}}{\text{ลบ.ม-วัน}}$ )	ภายในถังยูเอเอสบี			น้ำทิ้ง		
		1	2	3	1	2	3
12	6	4396	4399	4402	4424	4451	4422
6	12	4284	4415	4363	4378	4416	4370

อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างรวม (VFA/T-Alk)

ภาพที่ 5.9 แสดงกราฟอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างรวมของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบีทั้งสาม (ที่ระดับ 0.50 ม. จากกันถัง) และของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีทั้งสาม อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างรวม แสดงถึงความสมดุลระหว่างปริมาณกรดไขมันระเหย กับกำลังบำบัดที่มีอยู่ในระบบ อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างรวมของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบีทั้งสาม มีค่ามากกว่าของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีทั้งสาม โดยมีค่าเฉลี่ยที่สภาวะคงตัวดังแสดงในตารางที่ 5.4



ภาพที่ 5.8 แสดงสภาพต่างรวมทั้งระดับความสูงต่าง ๆ ภายในถังยูเอเอสบี



ภาพที่ 5.9 แสดงอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างๆรวม ของน้ำเสียภายใน ถังยูเอเอสบี (ระดับ 0.50 ม.จากกันถัง) และของน้ำทิ้ง ของถังยูเอเอสบี ถึงที่หนึ่ง ถึงที่สอง และถึงที่สามตามลำดับ ( —■— น้ำเสีย —▲— น้ำทิ้ง)

อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างรวมที่ระดับความสูงต่างๆ ภายในถัง  
ยูเอเอสบีทั้งสาม แสดงในภาพที่ 5.10

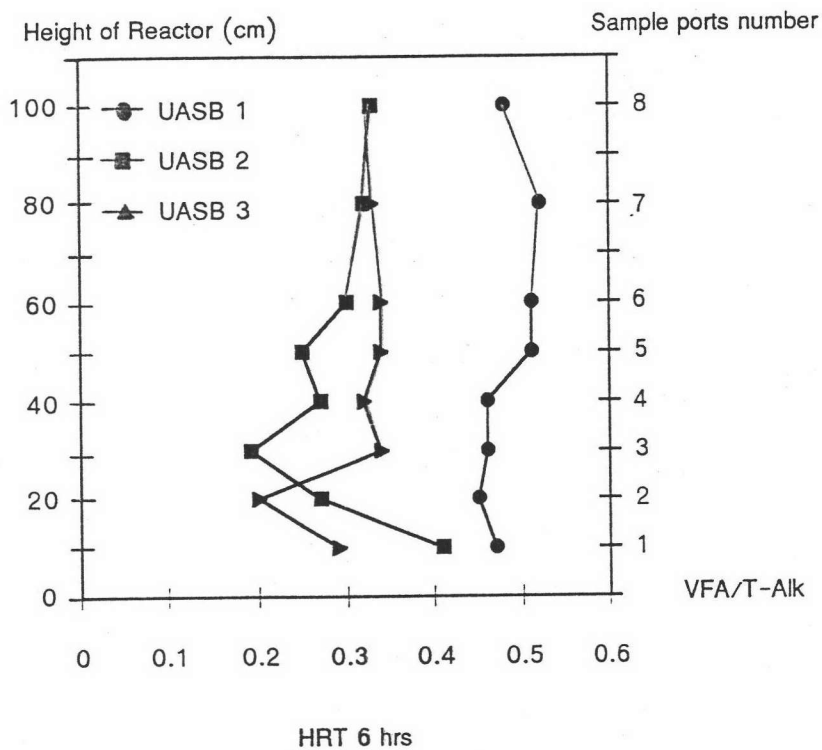
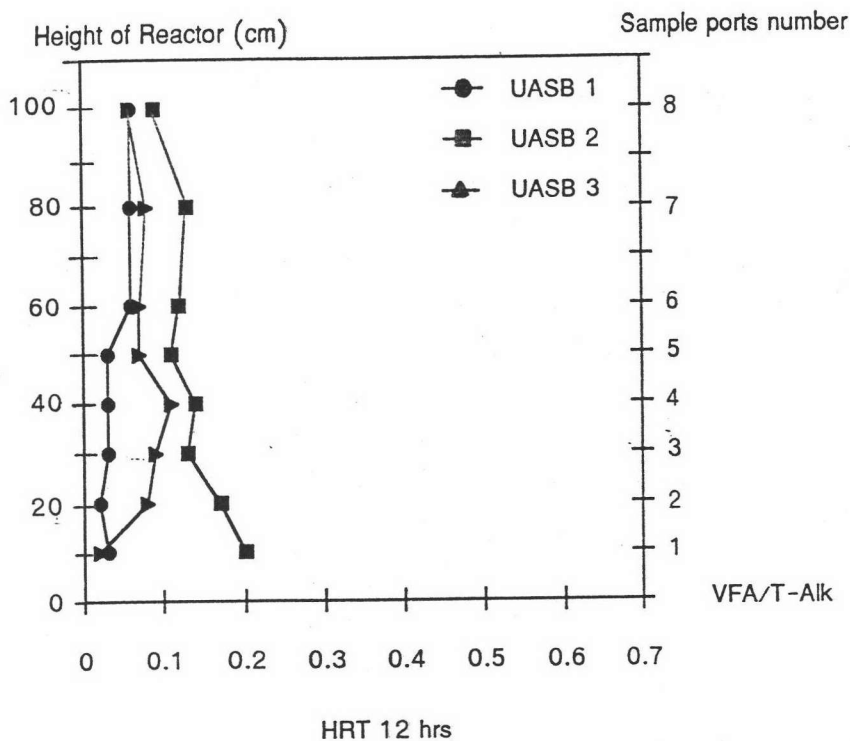
ตารางที่ 5.4 แสดงค่าเฉลี่ยของกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างรวม ที่สภาวะคงตัว

เวลาเก็บน้ำ (ชั่วโมง)	ออร์แกนิกโพลติดิง ( $\frac{\text{กก. ซีไอที}}{\text{ลบ.ม-วัน}}$ )	ภายในถังยูเอเอสบี			น้ำทิ้ง		
		1	2	3	1	2	3
12	6	0.07	0.09	0.08	0.06	0.08	0.07
6	12	0.51	0.32	0.39	0.47	0.30	0.34

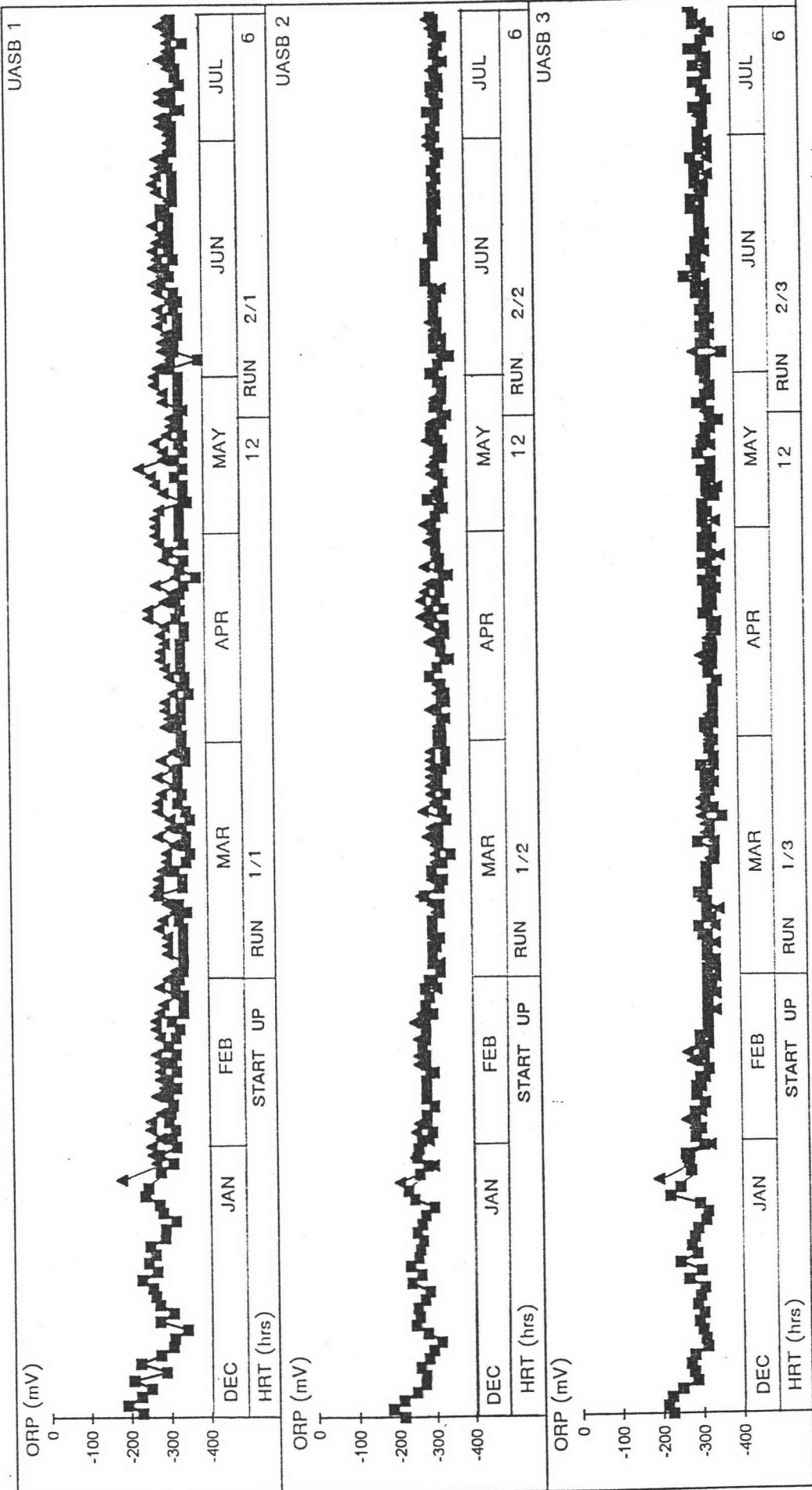
### 5.2.3 โออาร์พี (Oxidation-Reduction Potential)

ภาพที่ 5.11 แสดงกราฟของโออาร์พีของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบีทั้งสาม (ที่ระดับ 0.50 ม. จากก้นถัง) และที่ระดับบนสุดของถังยูเอเอสบี เห็นได้ว่าในช่วงแรกของการเริ่มเลี้ยงจุลินทรีย์ค่าโออาร์พีจะมีค่าสูง และลดลงในเวลาต่อมา อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าโออาร์พีของถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง ทั้งในถังยูเอเอสบีและที่ระดับน้ำออกค้ำบนนั้น จะ เป็นไปในลักษณะที่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปในแนวทางเดียวกัน โดยค่าโออาร์พีภายในถังยูเอเอสบีถึงแรกจะมีค่าต่ำสุดตามด้วยถังที่สาม และถังที่สองตามลำดับ ส่วนที่ระดับน้ำออกค้ำบนของถังยูเอเอสบี ถึงที่สามจะมีค่าต่ำสุดตามด้วยถังที่สอง และถังที่หนึ่งตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของโออาร์พีที่สภาวะคงตัวมีค่าดังแสดงในตารางที่ 5.5 ค่าโออาร์พีภายใต้ระยะเวลาเก็บน้ำ 12 ชั่วโมง และ 6 ชั่วโมงมีค่าใกล้เคียงกัน





ภาพที่ 5.10 แสดงอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างรวมทั้งที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในถังยูเอเอสบี



ภาพที่ 5.11 แสดงไฮดรอกซิดของน้ำเสียภายในถังยูเอสบี(ระดับ 0.50 ม. จากกันถัง) และไฮดรอกซิดของน้ำเสียภายในถังที่ระดับบนสุดของถังยูเอสบีของถังที่หนึ่งถึงที่สอง และถังที่สาม ตามลำดับ ( -■- ระดับ 0.50 ม.จากกันถัง, -▲- ระดับบนสุดของถัง)

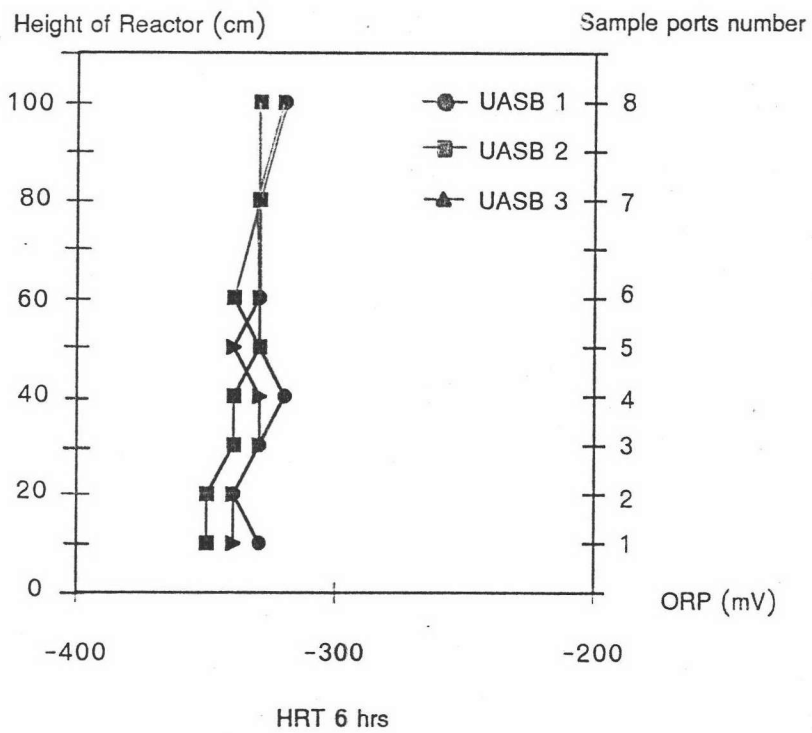
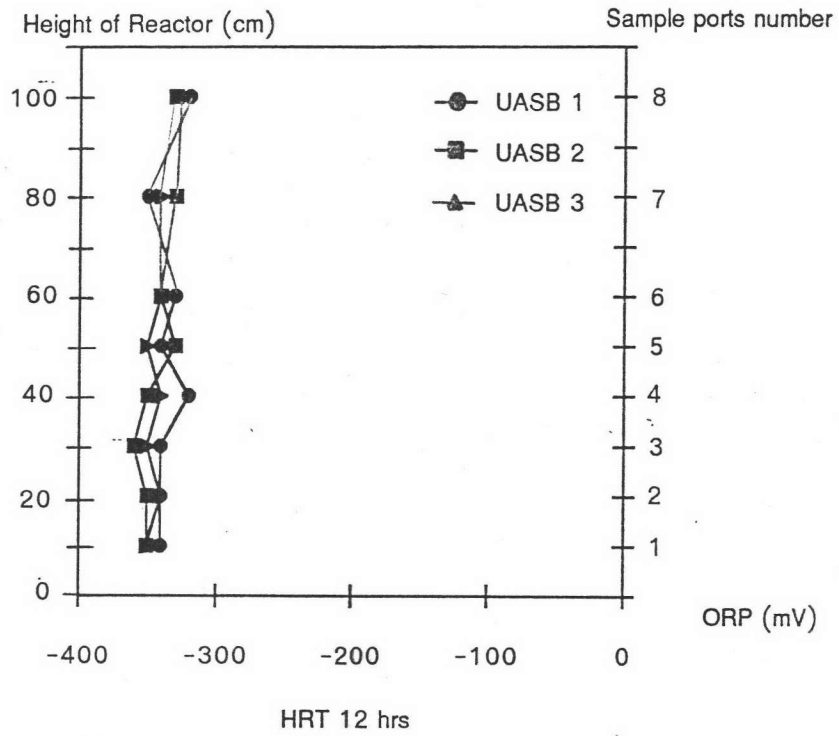
ภาพที่ 5.12 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าไออาร์พีที่ระดับความสูงต่างๆภายในถังยูเอเอสบีทั้งสาม ค่าไออาร์พีจะต่ำบริเวณด้านล่างของถังและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความสูงของถัง แต่อย่างไรก็ตามค่าไออาร์พีที่ระดับความสูงต่างๆก็มีได้มีค่าแตกต่างกันมากนัก

ตารางที่ 5.5 แสดงค่าเฉลี่ยของไออาร์พี (mV) ภายใต้ระยะเวลาที่เก็บน้ำต่างๆกัน

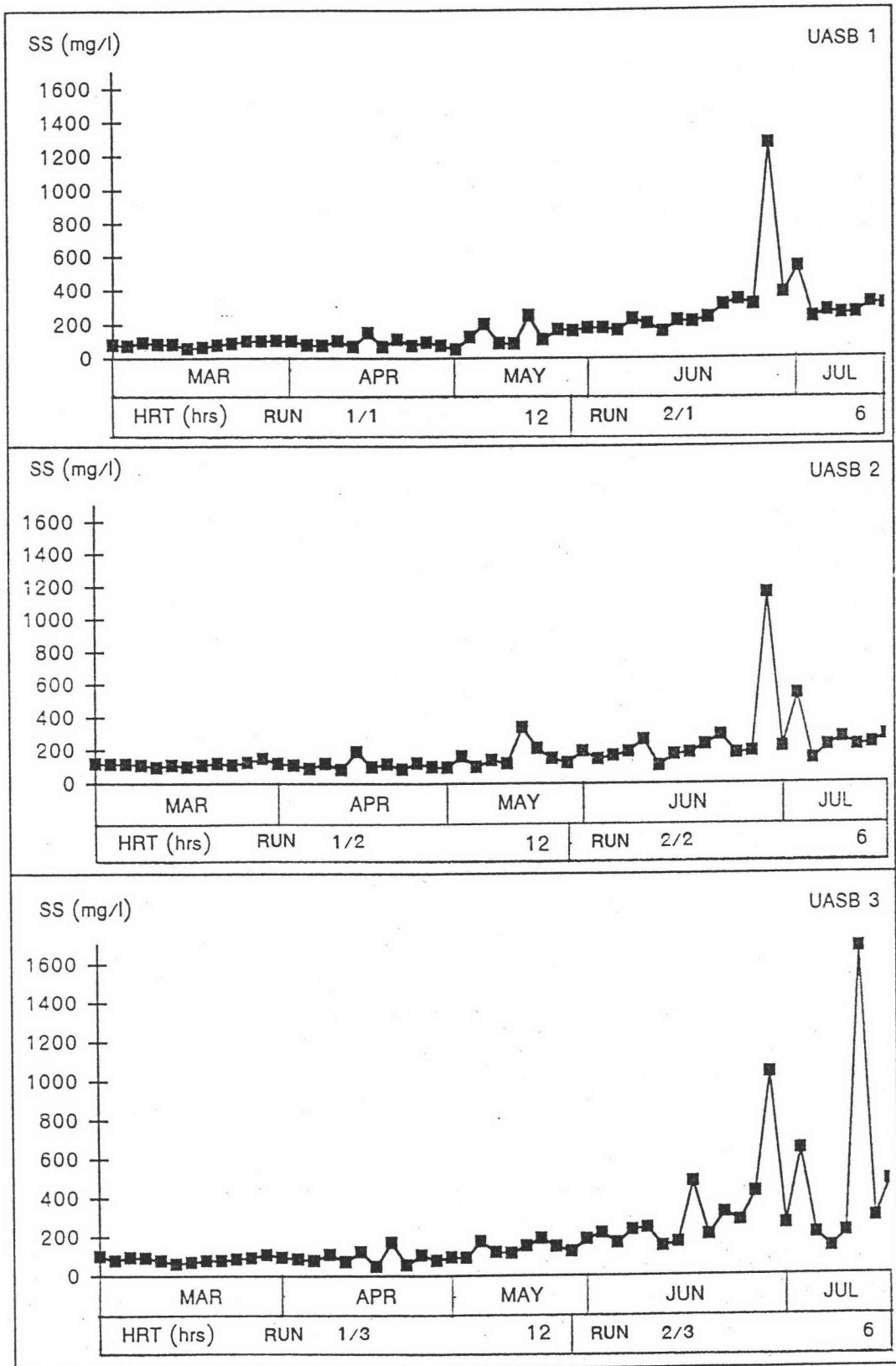
เวลากักเก็บน้ำ (ชั่วโมง)	ออร์แกนิกโพลดดิ้ง ( $\frac{\text{กก. ซีไอดี}}{\text{ลบ.ม-วัน}}$ )	ภายในถังยูเอเอสบี			ที่ระดับทางออก		
		1	2	3	1	2	3
12	6	-340	-320	-335	-305	-315	-335
6	12	-325	-325	-325	-305	-310	-325

#### 5.2.4 ตะกอนแขวนลอย

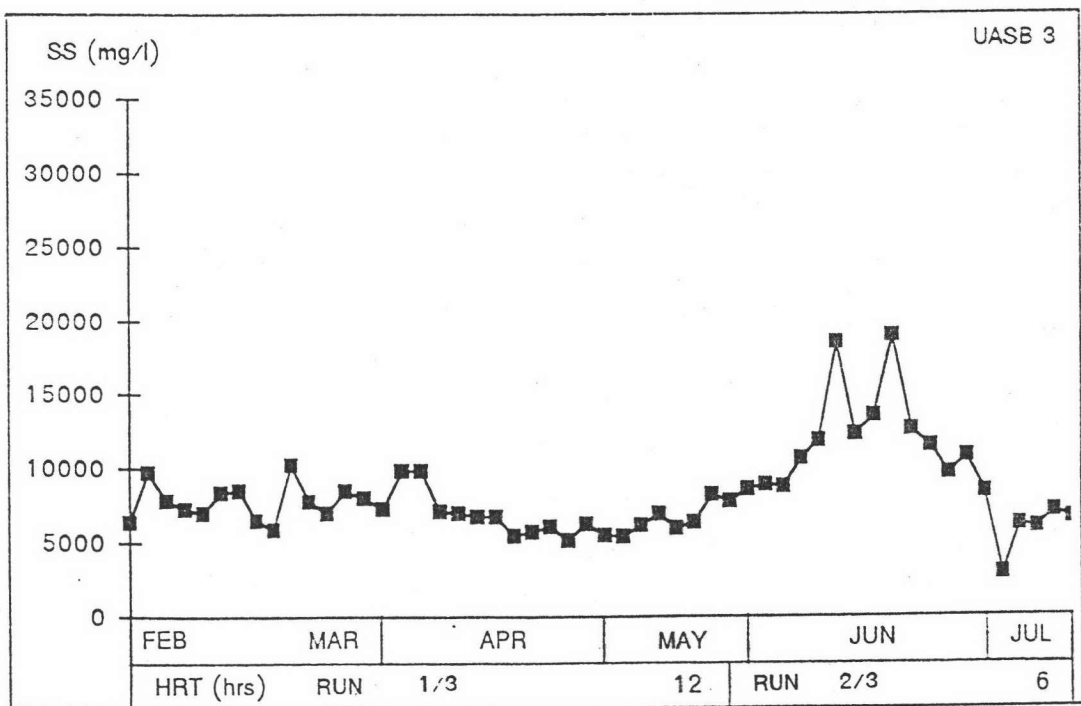
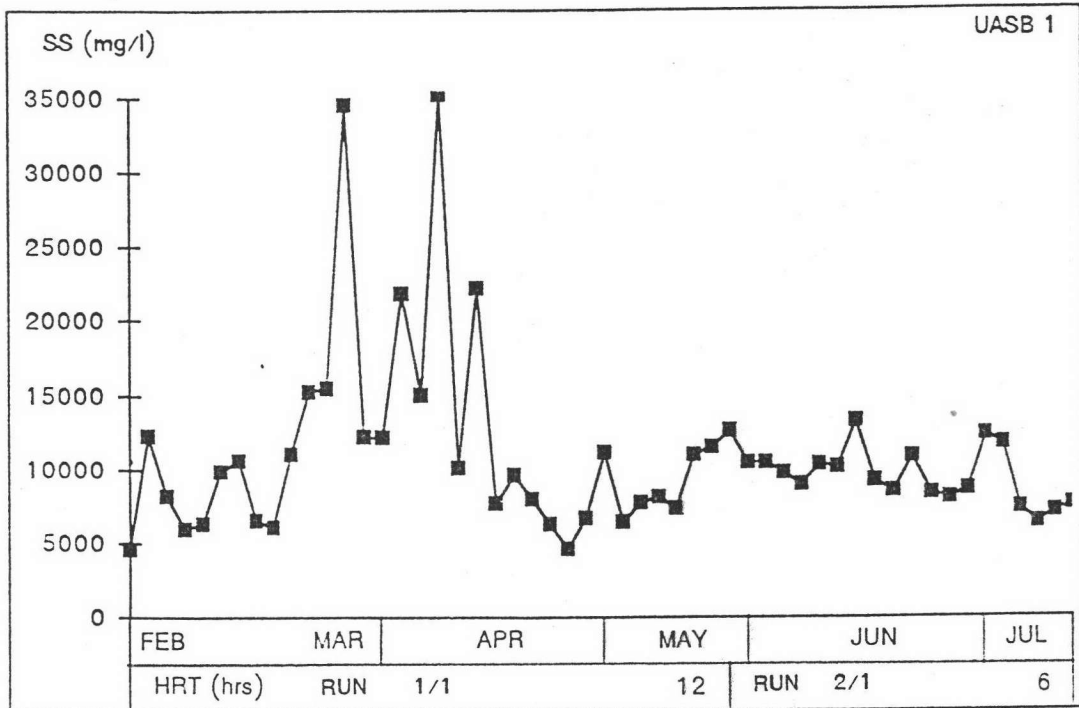
ภาพที่ 5.13 แสดงกราฟของตะกอนแขวนลอยของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีทั้งสามถังและภาพที่ 5.14-5.15 แสดงกราฟของตะกอนแขวนลอยภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามในส่วนของชั้นตะกอนลอย (Sludge blanket) ในช่วงการทดลองภายใต้ระยะเวลาที่เก็บน้ำ 12 ชั่วโมง (ออร์แกนิกโพลดดิ้ง 6 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน) พบว่าค่าตะกอนแขวนลอยของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีถังที่สองมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 131 มก/ล และน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งจะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยน้อยที่สุดเท่ากับ 103 มก/ล โดยมีค่าใกล้เคียงกับน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีถังที่สามซึ่งมีค่าเท่ากับ 105 มก/ล แต่ที่ระยะเวลาที่เก็บน้ำ 6 ชั่วโมง (ออร์แกนิกโพลดดิ้ง 12 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน) ปรากฏว่าตะกอนแขวนลอยของน้ำทิ้งที่



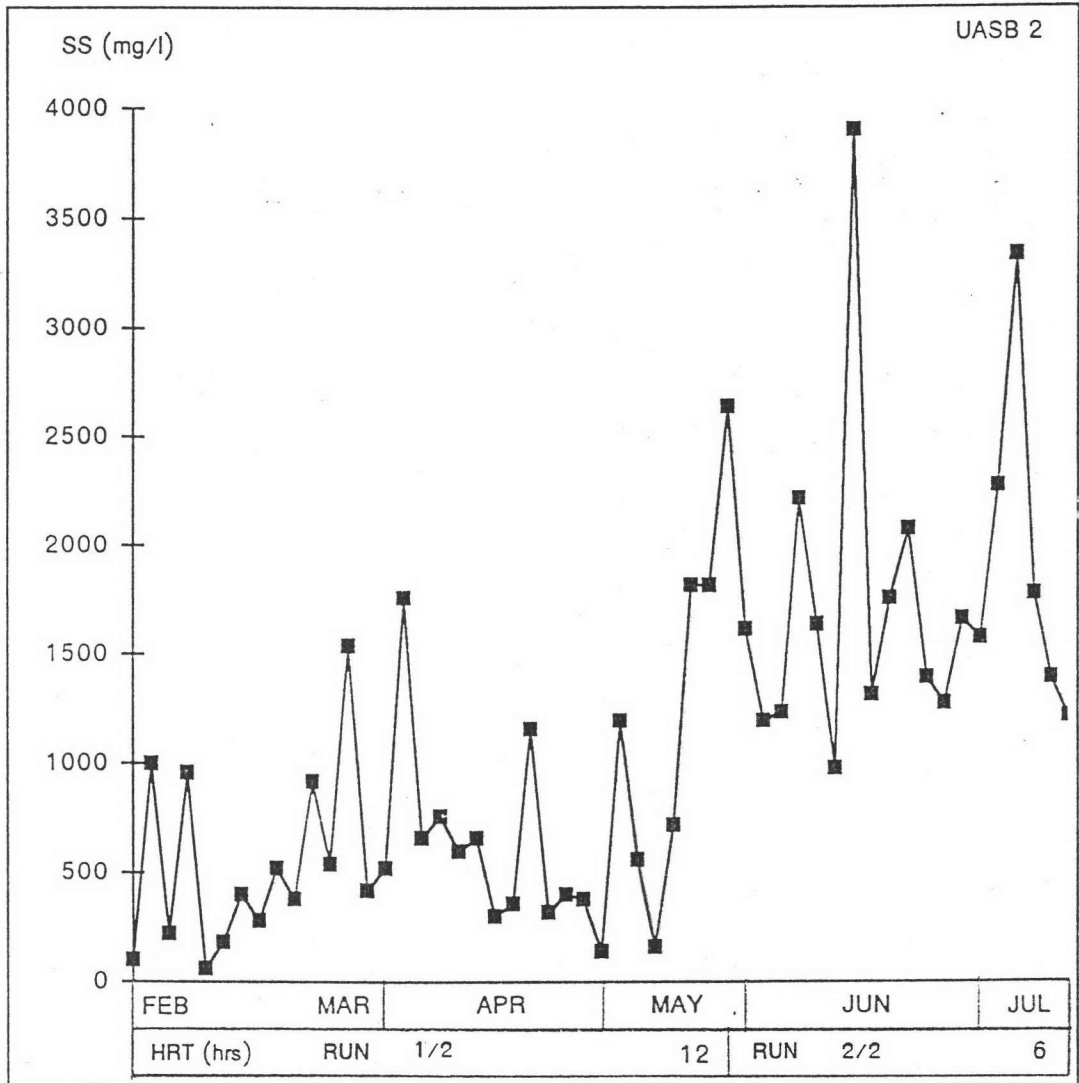
ภาพที่ 5.12 แสดงค่าโออาร์พีที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในถังยูเอเอสบี



ภาพที่ 5.13 แสดงตะกอนแขวนลอยของน้ำทิ้ง ของถังยูเอสบีถังที่หนึ่ง ถึงที่สอง และถังที่สามตามลำดับ



ภาพที่ 5.14 แสดงตะกอนแขวนลอยภายในถังยูเอเอสบีในชั้นตะกอนลอย (Sludge Blanket) ของถังยูเอเอสบีถึงที่หนึ่ง และ ถึงที่สาม



ภาพที่ 5.15 แสดงตะกอนแขวนลอยภายในถังยูเอเอสบีถังที่สอง ในบริเวณด้านบนของชั้น  
ตะกอนนอน (Sludge bed)

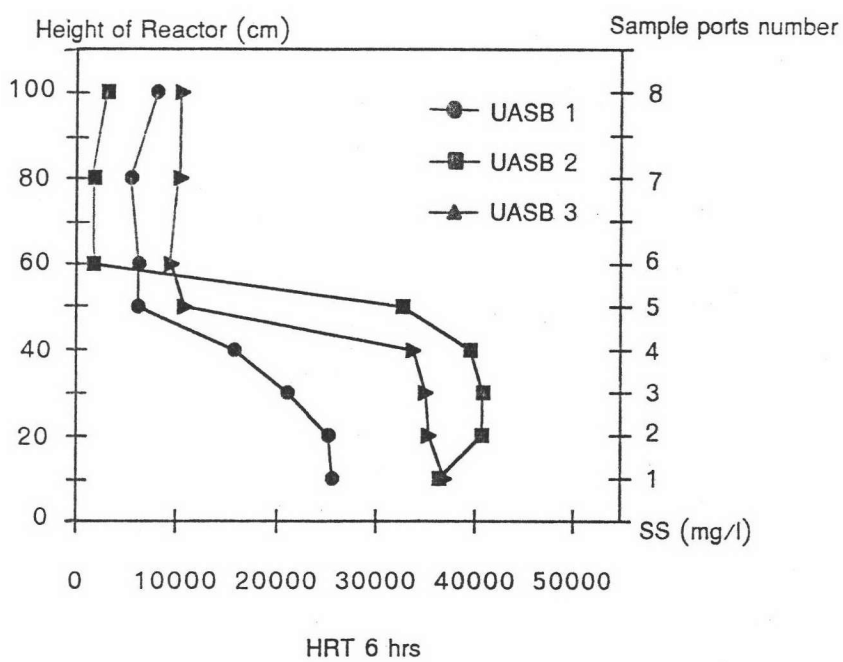
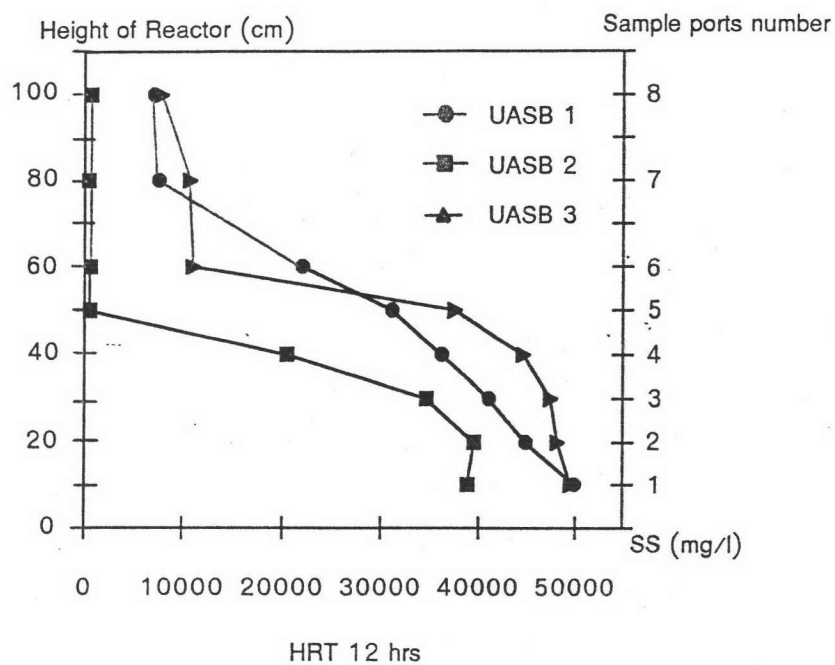
ออกจากถังที่สองกลับมีปริมาณน้อยที่สุด เท่ากับ 235 มก/ล และน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีถังที่สามมีตะกอนแขวนลอยมากที่สุด เท่ากับ 308 มก/ล สำหรับถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งมีปริมาณตะกอนแขวนลอยที่หลุดออกมาน้ำทิ้ง เท่ากับ 288 มก/ล จากการทดลองพบว่าถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและถังที่สาม ปรากฏส่วนของชั้นตะกอนลอย (Sludge blanket) แต่ในถังที่สองพบว่าไม่ปรากฏชั้นตะกอนลอย (Sludge blanket) มีเฉพาะชั้นตะกอนนอน (Sludge bed) ค่าเฉลี่ยตะกอนแขวนลอยของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง ภายใต้อายุเวลากักเก็บน้ำ 12 และ 6 ชั่วโมง ณ สภาวะคงตัว แสดงในตารางที่ 5.6

ภาพที่ 5.16 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนแขวนลอย ตามความสูงของถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง โดยปริมาณตะกอนแขวนลอยจะมีความเข้มข้นสูงที่ด้านล่างของถังยูเอเอสบี และมีค่าลดลงตามความสูงที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าลดลงมากที่สุดที่ระดับสูงกว่าระดับชั้นตะกอนนอน (Sludge bed) ถังยูเอเอสบีถังที่สองมีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างจากถังอื่นๆ คือที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยมีค่าต่ำกว่าถังอื่นๆ แต่ภายใต้อายุเวลากักเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง ปรากฏว่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยกลับที่แนวโน้มที่มีค่าสูงกว่าถังอื่นๆ

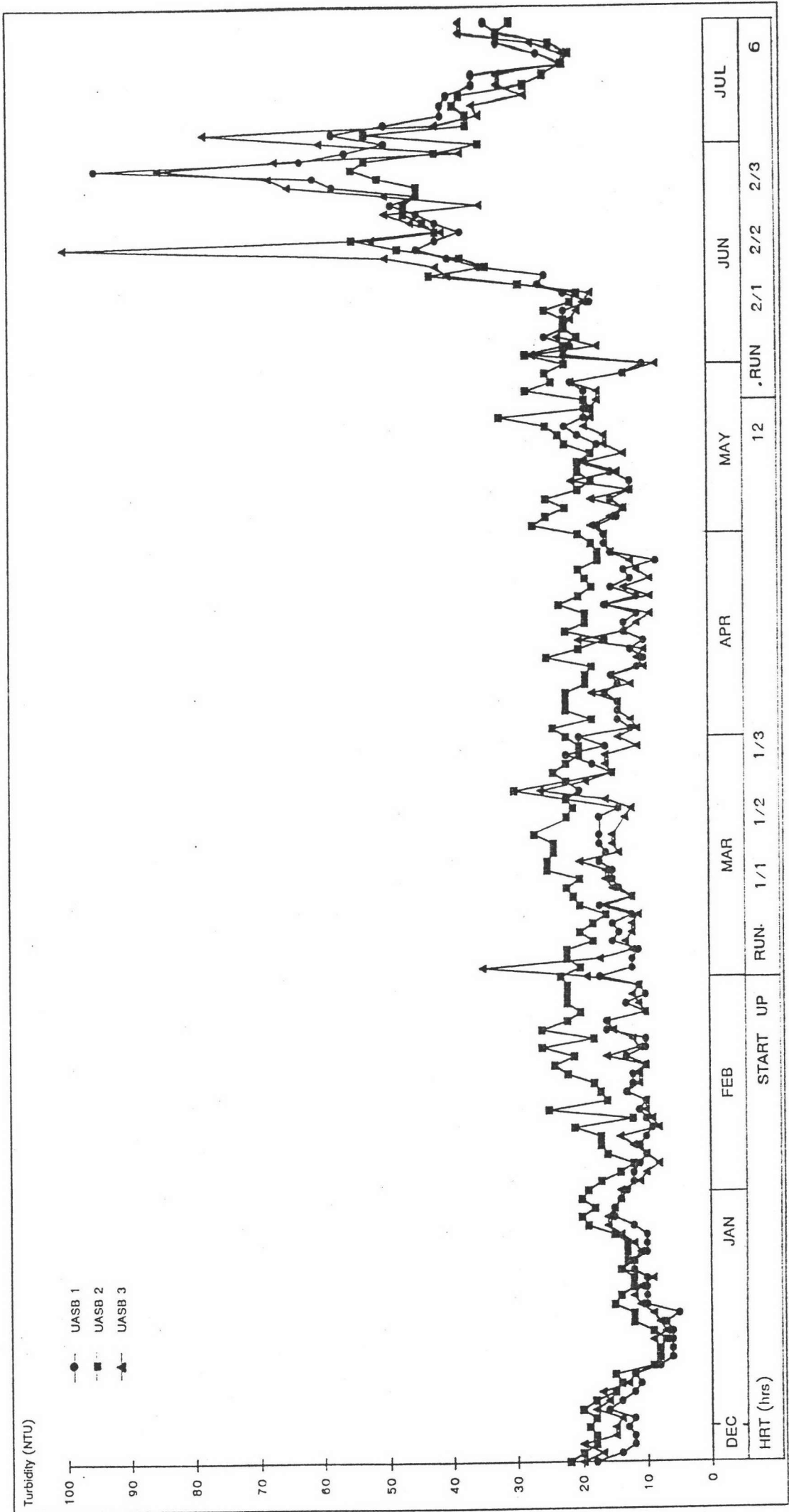
#### 5.2.5 ค่าความขุ่น

ภาพที่ 5.17 แสดงกราฟค่าความขุ่นของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง ค่าความขุ่นของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง เพิ่มขึ้นตามค่าออร์แกนิกโพลดิงที่เพิ่มขึ้น โดยภายใต้อายุเวลากักเก็บน้ำ 12 ชั่วโมง (ออร์แกนิกโพลดิง 6 กก. ซีไอที/ลบ.ม-วัน) ค่าความขุ่นของน้ำทิ้งที่ออกจากถังที่สองมีค่าเท่ากับ 22 NTU มากกว่าค่าความขุ่นของน้ำทิ้งที่ออกจากถังที่หนึ่ง และถังที่สามซึ่งมีเท่ากับ 14 NTU แต่ภายใต้อายุเวลากักเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง (ออร์แกนิกโพลดิง 12 กก. ซีไอที/ลบ.ม-วัน) ปรากฏว่าค่าความขุ่นของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและถังที่สามมีค่าเท่ากัน เท่ากับ 44 NTU ซึ่งมากกว่าค่าความขุ่นของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีถังที่สองที่มีค่าเท่ากับ 40 NTU ตารางที่ 5.7 แสดงค่าเฉลี่ยค่าความขุ่นของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง ภายใต้อายุเวลากักเก็บน้ำ 12 ชั่วโมงและ 6 ชั่วโมง





ภาพที่ 5.16 แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอย (SS,mg/l) ที่ระดับความสูงต่างๆ ภายในถังยูเอเอสบี



ภาพที่ 5.17 แสดงค่าความขุ่นของน้ำทิ้งของถังยูเอสบีตัวที่หนึ่ง ถึงที่สอง และที่สามตามลำดับ

ตารางที่ 5.6 แสดงค่าเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยของน้ำทิ้ง(มก/ล) ที่สภาวะคงตัว

เวลากักเก็บน้ำ (ชั่วโมง)	ออร์แกนิกโพลดดิ้ง ( $\frac{\text{กก. ซีไอที}}{\text{ลบ.ม-วัน}}$ )	ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำทิ้ง		
		1	2	3
12	6	103	131	105
6	12	288	235	308

ตารางที่ 5.7 แสดงค่าเฉลี่ยความขุ่นของน้ำทิ้ง(NTU) ที่สภาวะคงตัว

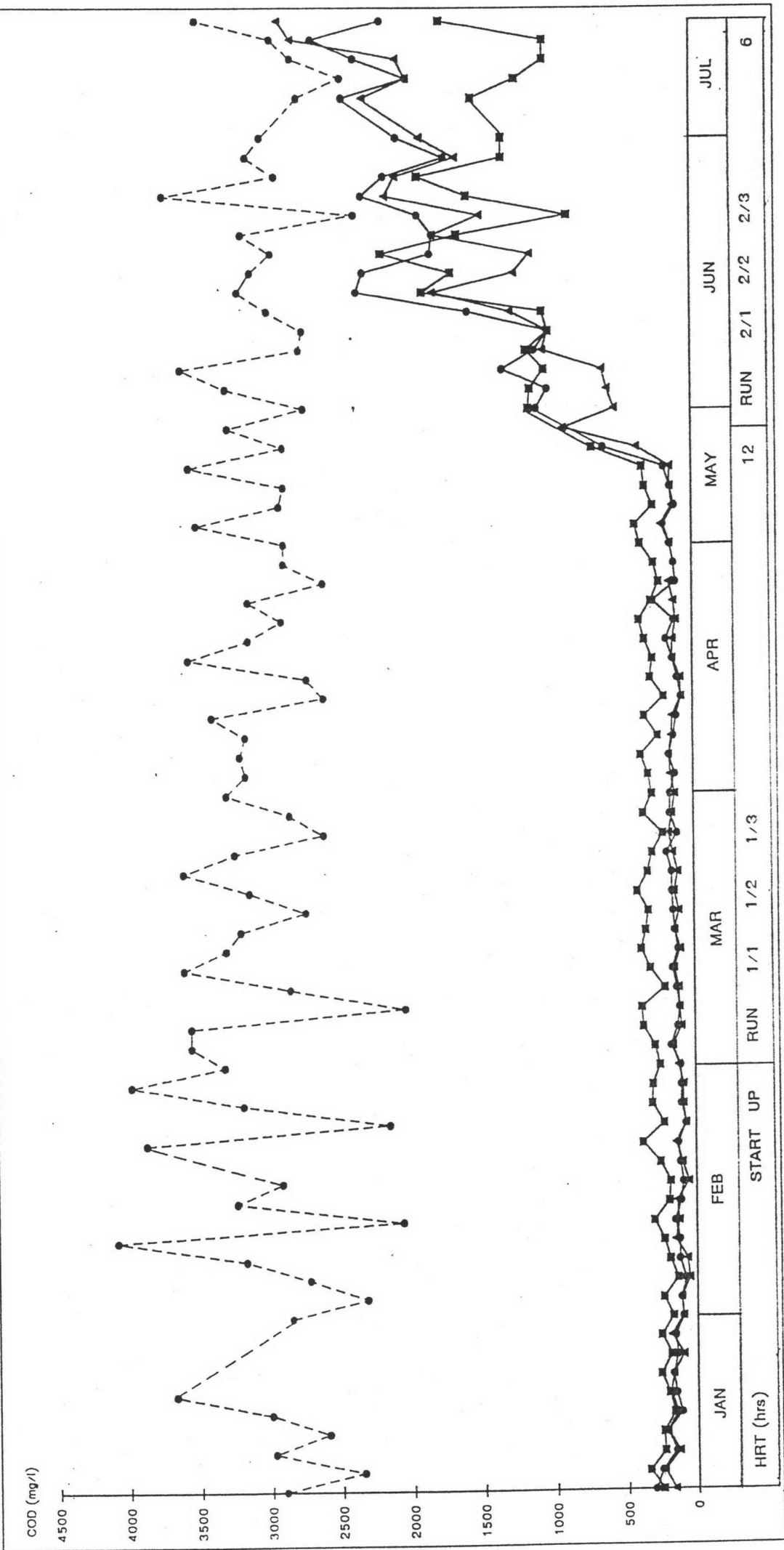
เวลากักเก็บน้ำ (ชั่วโมง)	ออร์แกนิกโพลดดิ้ง ( $\frac{\text{กก. ซีไอที}}{\text{ลบ.ม-วัน}}$ )	ค่าความขุ่น		
		1	2	3
12	6	14	22	14
6	12	44	40	44

### 5.2.6 ซีไอตีและประสิทธิภาพในการกำจัด

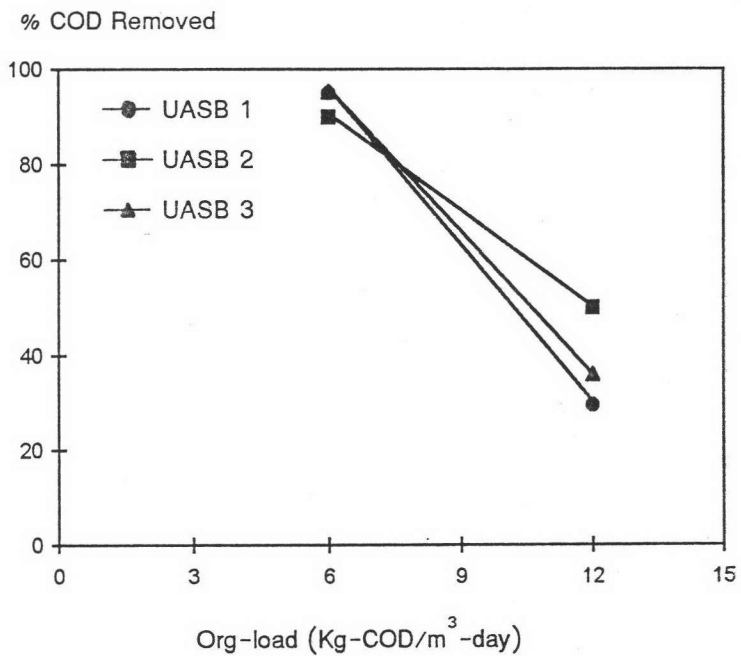
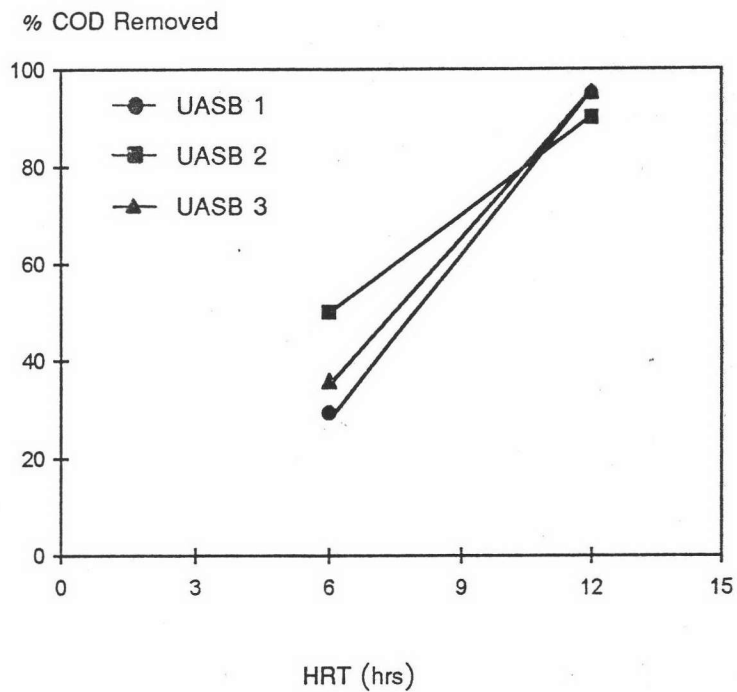
ภาพที่ 5.18 แสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงค่าซีไอตีของถังยูเอเอสบีทั้งสาม ถัง ค่าซีไอตีเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญที่สามารถบอกให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย

จากการทดลองที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำต่างกัน ผลปรากฏว่าที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 12 ชั่วโมง (ออร์แกนิกโหลดคิง 6 กก. ซีไอตี/ลบ.ม-วัน) ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอตีได้ดีกว่าที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง (ออร์แกนิกโหลดคิง 12 กก.ซีไอตี/ลบ.ม-วัน) เหมือนกันทั้งสามถัง โดยที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 12 ชั่วโมง ถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่ง สองและสาม มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอตี ได้ถึง 94.99% 89.92% และ 95.32% ตามลำดับ และที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง ผลปรากฏว่าประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอตีลดลงอย่างมาก คือ ถังยูเอเอสบี ถังที่หนึ่งและสาม ลดลงเหลือเพียง 29.50% และ 35.90% เท่านั้น ส่วนประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอตีของถังยูเอเอสบีถังที่สองลดลงเหลือ 50.00% ค่าเฉลี่ยของซีไอตีในน้ำทิ้งของถังยูเอเอสบีทั้งสาม และค่าเฉลี่ยของซีไอตีของน้ำเสียสังเคราะห์แสดงในตารางที่ 5.8 และ ตารางที่ 5.9 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอตี ภาพที่ 5.19 แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอตีที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ และออร์แกนิกโหลดคิงต่างกัน

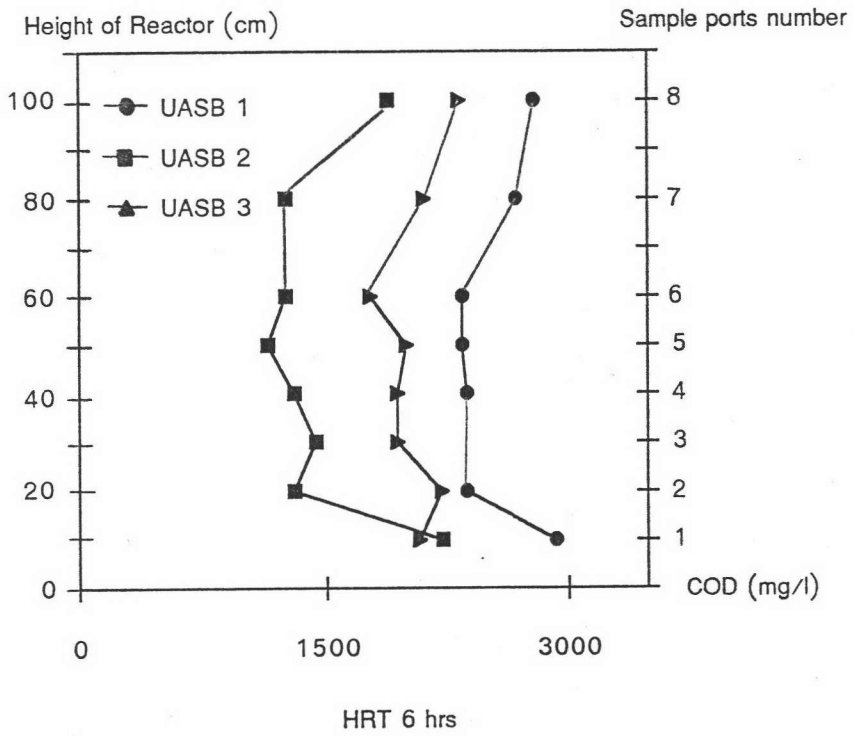
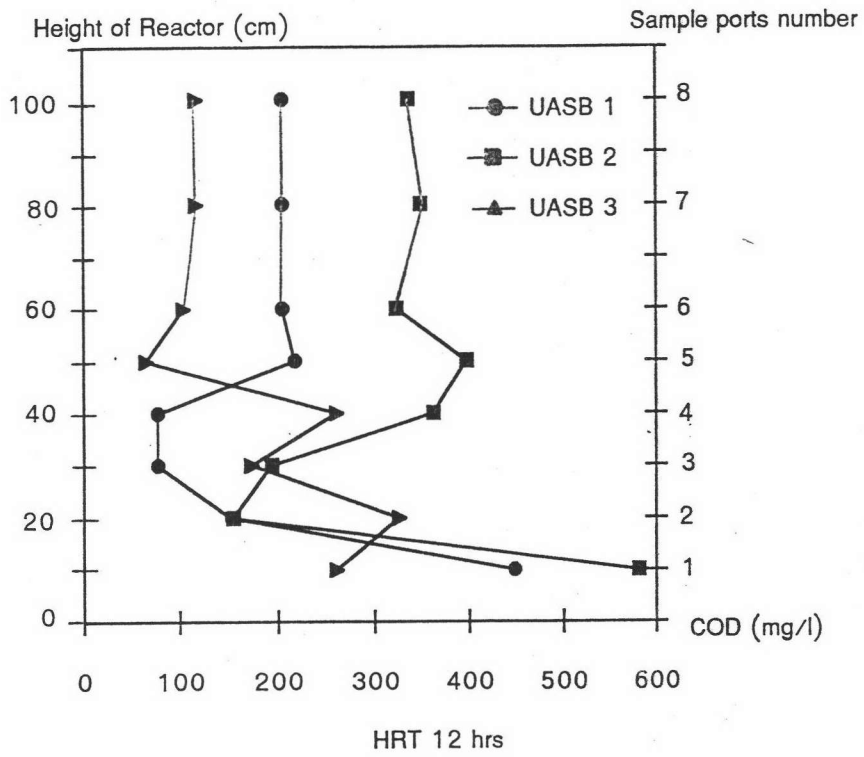
ภาพที่ 5.20-5.21 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าซีไอตี และประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอตีที่ระดับความสูงต่างๆภายในตัวยูเอเอสบีทั้งสามถัง อัตราการกำจัดซีไอตีที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 12 และ 6 ชั่วโมง เกิดขึ้นมากที่สุดบริเวณด้านล่างของถังยูเอเอสบี โดยเกิดขึ้นดีที่สุด ตั้งแต่บริเวณก้นถังขึ้นมาจนถึงระดับประมาณ 0.30 เมตร จากด้านล่างสุดของถังยูเอเอสบี ซึ่งมีแนวโน้มคล้ายคลึงกันทั้งสามถัง



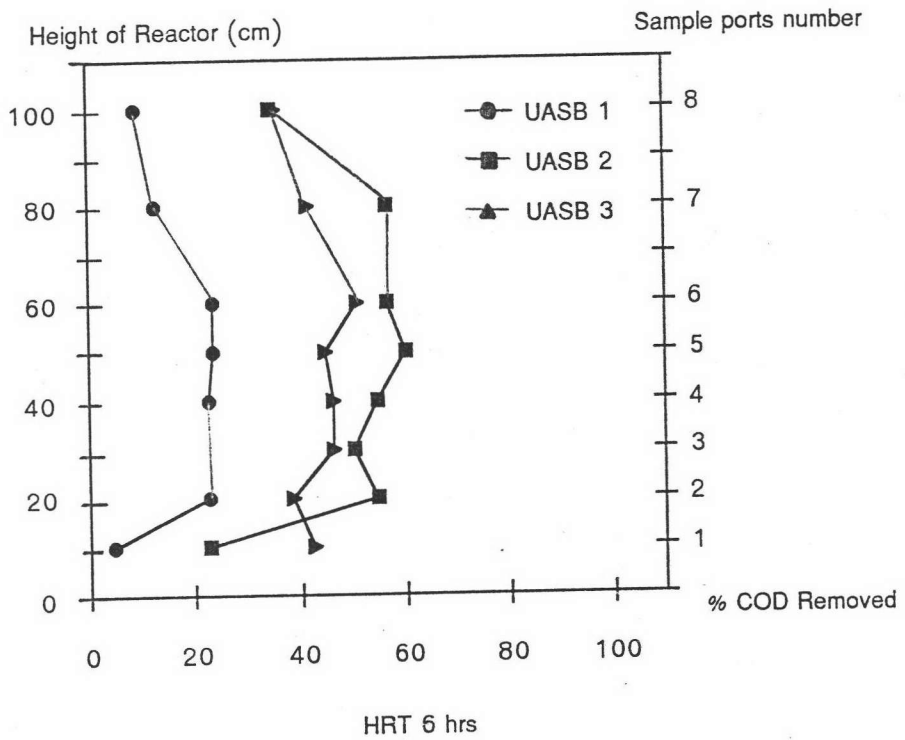
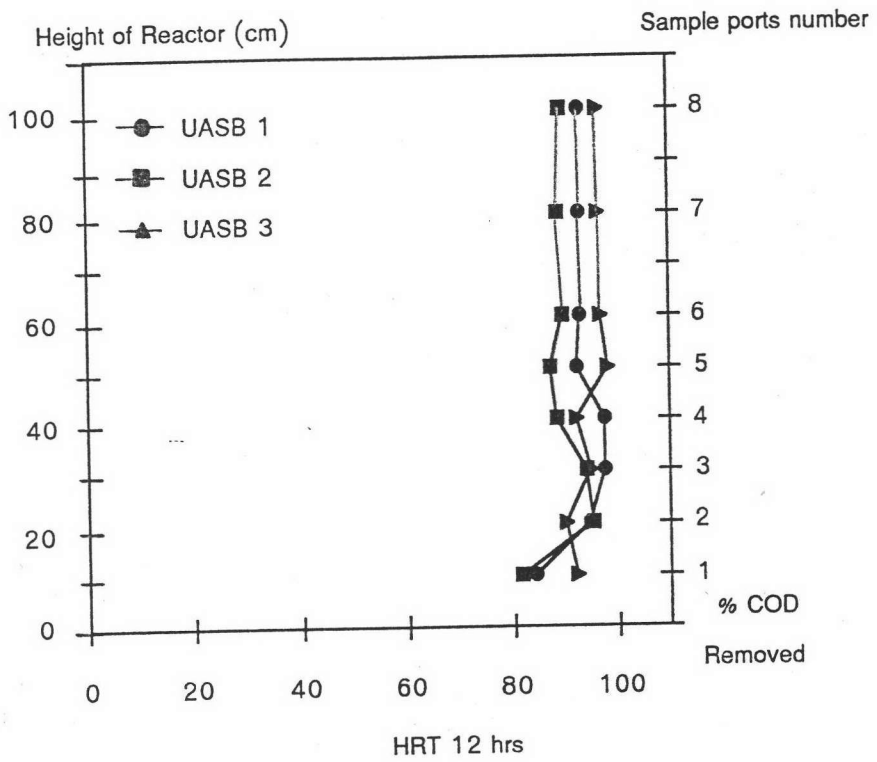
ภาพที่ 5.18 แสดงค่าซีโอดีของน้ำทิ้งของถังยูเอชทีที่ต่างเฟส และถังที่สามตามลำดับ ( --●-- น้ำเข้า, --●-- ถังยูเอชทีถังที่หนึ่ง, --■-- ถังยูเอชทีถังที่สอง, --▲-- ถังยูเอชทีถังที่สาม)



ภาพที่ 5.19 แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำและออร์แกนิกโหลดต่างกัน



ภาพที่ 5.20 แสดงค่าซีโอดีที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในถังยูเอเอสบี



ภาพที่ 5.21 แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในถังยูเอสบี



ตารางที่ 5.8 แสดงค่าเฉลี่ยของซีไอดี(มก/ล) ของน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีและน้ำเสีย  
สังเคราะห์ ภายใต้ระยะเวลาเก็บน้ำต่างกัน

เวลาเก็บน้ำ (ชั่วโมง)	ออร์แกนิกโหลดคิง ( $\frac{\text{กก. ซีไอดี}}{\text{ลบ.ม-วัน}}$ )	น้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบี			น้ำเสียสังเคราะห์
		1	2	3	
12	6	154	310	144	3073
6	12	2139	1516	1945	3035

ตารางที่ 5.9 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดี(%) ภายใต้ระยะเวลาเก็บน้ำ  
ต่างกัน

เวลาเก็บน้ำ (ชั่วโมง)	ออร์แกนิกโหลดคิง ( $\frac{\text{กก. ซีไอดี}}{\text{ลบ.ม-วัน}}$ )	ประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดี		
		1	2	3
12	6	94.99	89.92	95.32
6	12	29.50	50.00	35.90

### 5.2.7 อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ

ปริมาณและองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น สามารถบอกให้ทราบถึงสมรรถนะ และการทำงานของถังยูเอเอสบีได้ นอกเหนือไปจากการพิจารณาประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี เพราะก๊าซชีวภาพเป็นผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการแบบไร้ออกซิเจน โดยทั่วไปแล้วระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนซึ่งเหมาะสมสำหรับบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงนั้น มีองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) โดยปริมาณก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเสีย การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซชีวภาพของถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง แสดงในภาพที่ 5.22

ตารางที่ 5.10 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซชีวภาพรวมที่เกิดขึ้นและองค์ประกอบที่สภาวะคงตัว องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพสำหรับการทดลองนี้ ทำการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเครื่องวัดแบบ Orsat ส่วนที่เหลือจากการวัดจะเป็นก๊าซมีเทน จากผลการทดลองปรากฏว่า ที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 12 ชั่วโมง มีปริมาณก๊าซชีวภาพเท่ากับ 45 25 และ 38 ลิตร/วัน ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณก๊าซชีวภาพ 1.25 0.98 และ 1.46 ลิตร/ลิตรน้ำเสีย และ ที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง มีปริมาณก๊าซชีวภาพ 44 40 และ 32 ลิตร/วัน ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณก๊าซชีวภาพ 0.61 0.78 และ 0.62 ลิตร/ลิตรน้ำเสีย ตามลำดับ ปริมาณก๊าซมีเทนมีมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เหมือนกันทั้งสามถัง ที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 12 ชั่วโมง ถังยูเอเอสบีทั้งสามถังมีอัตราส่วนของก๊าซมีเทนมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอัตราส่วนนี้ลดลง เมื่อระยะเวลาพักเก็บน้ำลดลงเป็น 6 ชั่วโมง หรือที่อุณหภูมิโหลดสูงขึ้นไป ก๊าซชีวภาพที่ได้จากถังยูเอเอสบีถังที่สองมีอัตราส่วนของก๊าซมีเทนต่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุด ทั้งที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 12 ชั่วโมง และ 6 ชั่วโมง

Total gas (l/day)

80

70

60

50

40

30

20

10

0

- UASB 1
- UASB 2
- ▲ UASB 3



DEC

JAN

FEB

MAR

APR

MAY

JUN

JUL

HRT (hrs)

START UP

RUN

1/1 1/2 1/3

RUN

12

2/1 2/2 2/3

6

ภาพที่ 5.22 แสดงปริมาณก๊าซชีวภาพจากถังยูเอสบีตัวที่หนึ่ง ถึงที่สอง และถังที่สามตามลำดับ

ตารางที่ 5.10 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซชีวภาพและองค์ประกอบที่สภาวะคงตัว

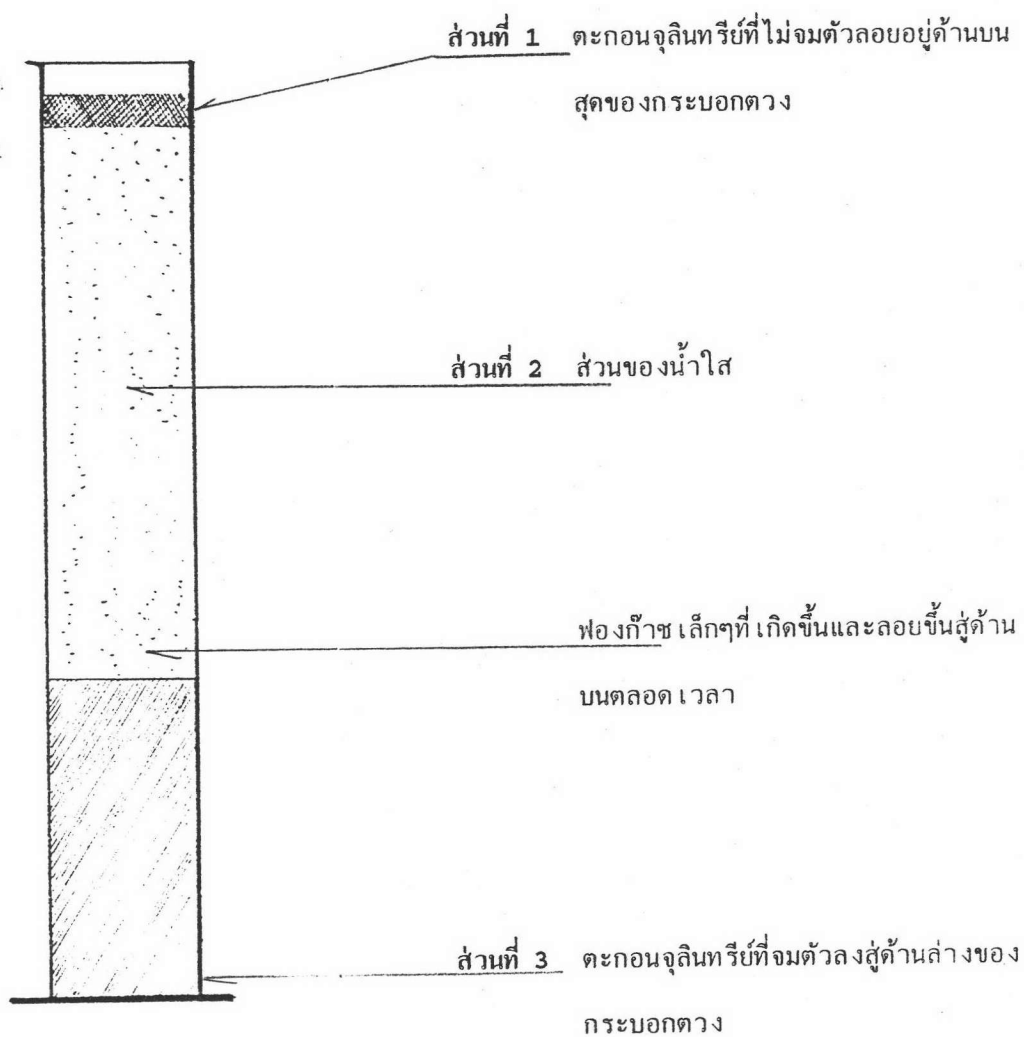
เวลากักเก็บน้ำ (ชั่วโมง)	ออร์แกนิกโหลดคิง ( $\frac{\text{กก. ซีไอที}}{\text{ลบ.ม-วัน}}$ )	ถังยูเอเอสบี	ปริมาณก๊าซ ชีวภาพ ( ลิตร/วัน )	%CO <sub>2</sub>	%CH <sub>4</sub>
12	6	1	45	32	68
		2	25	31	69
		3	38	32	68
6	12	1	44	50	50
		2	40	39	61
		3	32	48	52

#### 5.2.8 ค่า $V_{30}$ และโซลิดฟลักซ์ (Solid Flux)

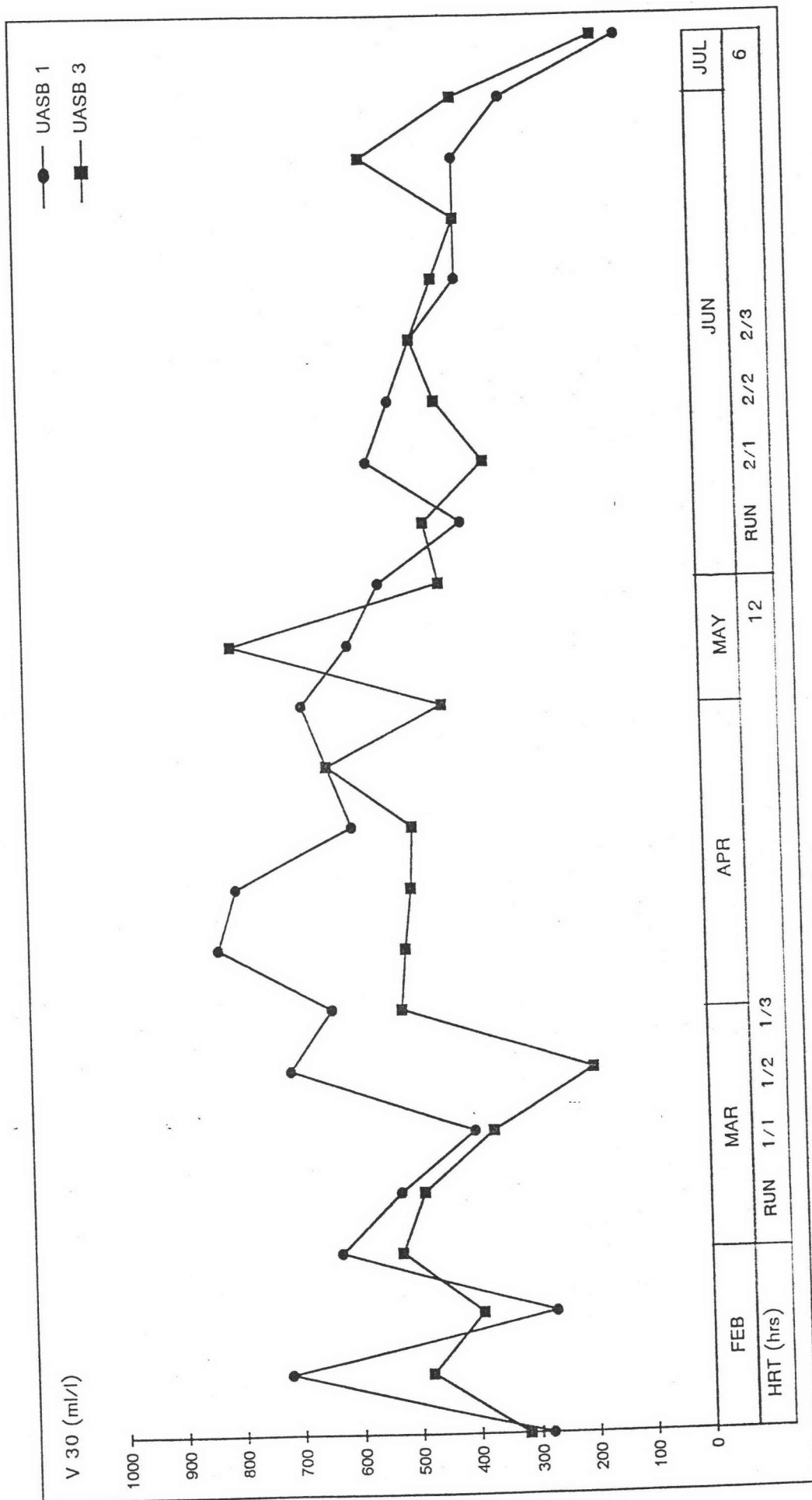
ผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาค่า  $V_{30}$  โดยการใช้กระบอกตวงขนาด 250 มล. ใส่น้ำเสียจากถังยูเอเอสบีในส่วนของชั้นตะกอนลอย (Sludge blanket) ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที แล้วจึงสังเกตการจมตัวของตะกอนจุลินทรีย์ และเนื่องจากถังยูเอเอสบีถังที่สองไม่ปรากฏส่วนของชั้นตะกอนลอยดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 5.2.4 ทำให้ไม่สามารถทำการทดลองหาค่า  $V_{30}$

ของถังที่สองได้ สำหรับในถังที่หนึ่งและสามนั้นจากการสังเกตขณะทำการทดลองเพื่อหาค่า  $V_{30}$  พบว่า ผลที่ได้จากการทดลองของทั้งสองถังมีลักษณะคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ตะกอนจุลินทรีย์ในน้ำเสียจากชั้นตะกอนลอยของทั้งสองถังในกระบอกตวงขนาด 250 มล. แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนที่แตกต่างกันคือ ส่วนบนสุดของกระบอกตวงมีตะกอนจุลินทรีย์ที่ไม่จมตัวลง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากตะกอนจุลินทรีย์ดังกล่าวมีลักษณะ เป็นผง เล็กๆ ซึ่งมีหนักเบาทำให้ไม่จมตัวลงสู่ก้นกระบอกตวง และประกอภกับภายในกระบอกตวงมีฟองก๊าซชีวภาพขนาดเล็กๆ ผุดขึ้นตลอดเวลา ทำให้เป็นการช่วยพยุงตะกอนจุลินทรีย์ขนาดเล็กๆดังกล่าวให้ลอยอยู่ด้านบน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้ทำการวิจัยได้เคาะรอบๆภายนอกกระบอกตวง พบว่าตะกอนจุลินทรีย์ดังกล่าวก็จะจมตัวลงสู่ด้านล่างได้แต่ก็เป็นเฉพาะบางส่วนเท่านั้นไม่จมลงทั้งหมด ส่วนที่สองเป็นส่วนของน้ำเสียที่ไม่มีตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอย (จากการสังเกตด้วยตาเปล่า) และส่วนที่สาม เป็นส่วนของตะกอนจุลินทรีย์ที่จมตัวลงสู่ก้นกระบอกตวง เมื่อสังเกตจะพบว่าในส่วนที่สามซึ่งเป็นส่วนของตะกอนจุลินทรีย์ที่จมตัวลงสู่ก้นกระบอกตวงพบว่ามีก๊าซผุดขึ้น เป็นฟอง เล็กๆตลอดเวลา ลักษณะการแบ่งส่วนของน้ำตะกอนจุลินทรีย์ในกระบอกตวง แสดงในภาพที่ 5.23 นอกจากนี้ได้ทำการทดลองนำน้ำเสียจากถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสามมาทำการทดลองพร้อมๆกันถังละ 2 กระบอกตวง พบว่าค่า  $V_{30}$  ที่ทำการทดลองได้มีค่าไม่เท่ากัน ส่วนต่างๆทั้งสามส่วนดังกล่าวข้างต้นในแต่ละกระบอกตวงก็มีค่าแตกต่างกันด้วย ภาพที่ 5.24 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า  $V_{30}$  ของถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่ง และสาม

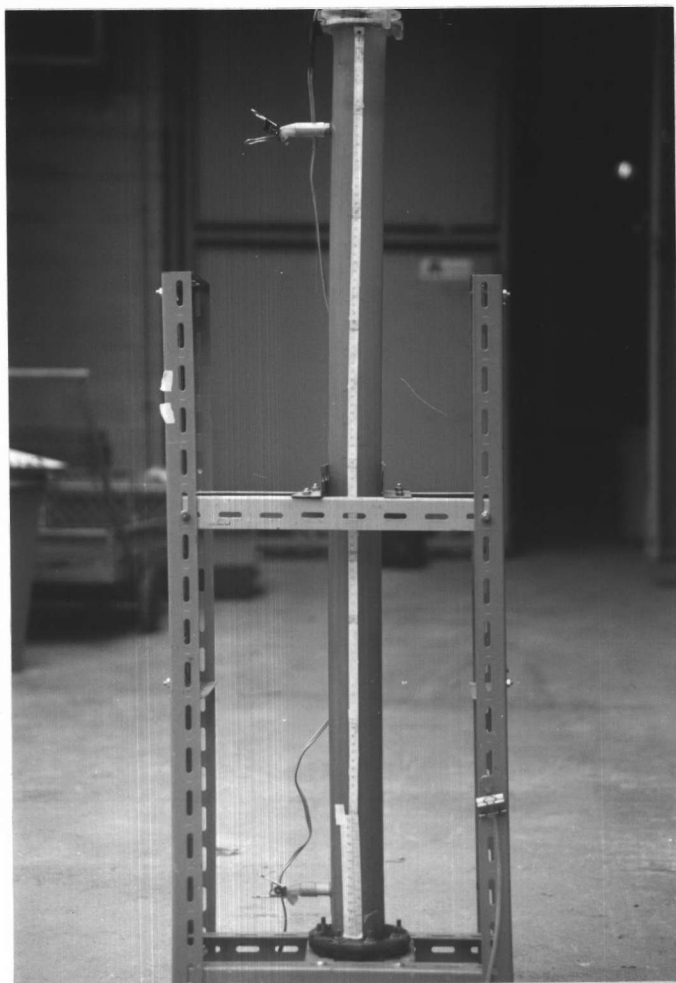
ผู้วิจัยได้ทำการหาค่าโซลิดฟลักซ์ โดยทำการทดลองด้วยทรงกระบอกไซขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5.0 ซม. สูง 130 ซม. (ภาพที่ 5.25) เติมน้ำเสียจากถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสาม ที่ค่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยต่างๆกัน วัดความสูงของชั้นสลัดจ์ที่เวลาต่างๆ และนำมาพล็อตกราฟระหว่างความสูงและเวลา ซึ่งค่าความชันของกราฟส่วนที่เป็นเส้นตรงจะเท่ากับอัตราเร็วเริ่มต้นของการตกตะกอน (Initial Setting Velocity) ของสลัดจ์ที่มีความเข้มข้นระดับหนึ่ง แต่จากการทดลองทั้งที่เวลากักเก็บน้ำ 12 ชั่วโมง (ออร์แกนิกโหลดคิง 6 กก. ซีไอที/ลบ.ม-วัน) และเวลากักเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง (ออร์แกนิกโหลดคิง 12 กก. ซีไอที/ลบ.ม-วัน) น้ำเสียจากถังยูเอเอสบีทั้งสองถังให้ผลการทดลองที่มีลักษณะ เหมือนกัน กล่าวคือ เมื่อเติมน้ำเสีย (ในส่วนของชั้นตะกอนลอย) ใส่ในกระบอกตวงไซขนาดดังกล่าวข้างต้น แล้วทำการสังเกตลักษณะการจมตัวของตะกอนจุลินทรีย์ พบว่า ในระยะแรกของการทดลอง ตะกอนจุลินทรีย์เริ่มมีการจมตัว และได้แยกออก เป็นสองส่วนคือ ส่วนแรก เป็นส่วนของตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาด



ภาพที่ 5.23 แสดงลักษณะการแบ่งส่วนของน้ำตะกอนจุลินทรีย์ของชั้นตะกอนลอย (Sludge blanket) จากถังยูเอเอสบี ในกระบอกตวงขนาด 250 มล.



ภาพที่ 5.24 แสดงค่า V 30 ของ Sludge blanket ของถังแยกตะกอนทั้งห้า และสาม



ภาพที่ 5.25 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองหาค่าดัชนีหักเหของของเหลว



เล็กๆและไม่จมน้ำ กับส่วนที่สองที่มีการจมน้ำ แต่การจมน้ำของส่วนที่สองนี้เป็นไปได้เข้ามากและการสังเคราะห์ระดับของการจมน้ำทำได้ยาก เนื่องจากการมองเห็นไม่ชัดเจน นอกจากนั้นยังสังเกตเห็นฟองก๊าซผุดขึ้นตลอดเวลาและมีปริมาณมาก ซึ่งจากสาเหตุนี้เองที่ทำให้การจมน้ำของตะกอนจุลินทรีย์เป็นไปได้ช้าและเกิดการฟุ้งกระจาย เป็นผลให้การสังเคราะห์การจมน้ำของตะกอนจุลินทรีย์ทำได้ยาก ได้ทำการทดลองเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำเสียโดยการเจือจางด้วยน้ำทิ้งที่ออกจากถังและทำการทดลองซ้ำ ซึ่งให้ผลการทดลองในทำนองเดียวกัน และได้ทดลองต่อโดยการตั้งทิ้งไว้ พบว่าต้องใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมงตะกอนจุลินทรีย์ในกระบอกไซจึงจะจมน้ำและสามารถสังเคราะห์ได้บ้าง แต่ก็ยังคงมีฟองก๊าซเกิดขึ้น หลังจากนั้นได้ตั้งทิ้งไว้อีกประมาณ 24 ชั่วโมงจึงจมน้ำหมด ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการทดลองเพื่อหาค่าโซลิดฟลักซ์ของตะกอนจุลินทรีย์ในถังยูเอเอสบีเป็นไปได้ยาก และลักษณะการตกตะกอนของตะกอนจุลินทรีย์ในถังยูเอเอสบีไม่เป็นแบบแบ่งชั้น เนื่องจากก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นภายในกระบอกตวงจะพุ่งหรือกันไม่ให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกตะกอนได้ตามปกติ

### 5.3 วิจารณ์และเปรียบเทียบผลการวิจัยถังยูเอเอสบีที่มีอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอย 3 แบบ

#### 5.3.1 อธิทธิพลของเวลากักเก็บน้ำและออร์แกนิกโพลิดิงที่มีผลต่อการทำงานของถังยูเอเอสบี

##### 5.3.1.1 อธิทธิพลของเวลากักเก็บน้ำและออร์แกนิกโพลิดิงต่อพีเอช กรดไขมันระเหย และสภาพต่างรวม

การควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน ใช้ค่า พีเอช กรดไขมันระเหยและสภาพต่างรวม เป็นพารามิเตอร์หลักสำหรับการควบคุมระบบเบื้องต้น เพื่อให้ระบบดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ จากผลการทดลองในช่วงของการเริ่มเลี้ยงจุลินทรีย์ ค่าพีเอชของระบบของถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง มีค่าค่อนข้างคงที่และมากกว่า 7.0 เล็กน้อย เนื่องจากการสะสมของปริมาณกรดไขมันระเหยยังมีไม่มาก เมื่อเข้าสู่การทดลองชุดแรกที่ระยะเวลากัก

เก็บน้ำ 12 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าออร์แกนิกโพลติดิง 6 กก.-ซีไอดี/ลบ.ม-วัน ทำให้ปริมาณกรดไขมันระเหยเพิ่มขึ้นเล็กน้อย มีผลทำให้ค่าพีเอชของระบบลดลงเหมือนกันทั้งสามถัง แต่ลดลงเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าเฉลี่ยที่สภาวะคงตัวเท่ากับ 7.33 7.21 และ 7.20 ตามลำดับ เมื่อเพิ่มออร์แกนิกโพลติดิงเป็น 12 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน โดยการลดระยะเวลาพักเก็บน้ำลงเหลือ 6 ชั่วโมง พบว่ามีการสะสมของกรดไขมันระเหยเพิ่มมากขึ้น และส่งผลทำให้ค่าพีเอชในระบบลดลงทันทีเป็น 6.73 6.96 และ 6.88 ตามลำดับในช่วงแรก ทำให้ต้องเพิ่มกำลังปั๊มเฟอริให้แก่ระบบ โดยการเพิ่มสภาพต่างให้แก่ระบบในรูปของโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็น 8 กรัม/ลิตร (จากเดิมในปริมาณ 7 กรัม/ลิตร) ทำให้พีเอชของระบบไม่ลดลงอีกและมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย มีค่าเฉลี่ยที่สภาวะคงตัว 6.80 7.01 และ 6.91 ตามลำดับ น้ำเสียภายในถัง(ที่ระดับ 0.50 ม. จากก้นถัง) และน้ำทิ้งที่ออกจากถัง มีสภาพต่างรวมเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง ส่วนปริมาณกรดไขมันระเหยที่เพิ่มขึ้นมีปริมาณคงที่ไม่เพิ่มขึ้นอีกเหมือนกันทั้งสามถัง โดยมีค่าเฉลี่ยที่สภาวะคงตัวดังแสดงในตารางที่ 5.2 ซึ่งจะพบว่าภายใต้ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง(ออร์แกนิกโพลติดิง 12 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน) ปริมาณกรดไขมันระเหยของถังยูเอเอสบีถังที่สองกลับมีปริมาณต่ำที่สุด และเมื่อพิจารณาอัตราการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันระเหยเมื่อลดระยะเวลาพักเก็บน้ำจาก 12 ชั่วโมง มาเป็น 6 ชั่วโมง พบว่า ถังยูเอเอสบีถังที่สองมีอัตราการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันระเหยต่ำที่สุด ซึ่งทำให้ อัตราส่วนของกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างรวมของถังยูเอเอสบีถังที่สองที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.32 ส่วนถังที่หนึ่งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.51 (ดังแสดงในตารางที่ 5.4) แสดงว่า ถังยูเอเอสบีถังที่สองมีกำลังปั๊มเฟอริที่ดีกว่าถังที่สามและถังที่หนึ่ง จากผลการทดลอง ที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 12 และ 6 ชั่วโมง โดยมีออร์แกนิกโพลติดิง 6 และ 12 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน ตามลำดับ พบว่ามีการสะสมของของกรดไขมันระเหยเพิ่มขึ้นตามออร์แกนิกโพลติดิงที่เพิ่มขึ้นเหมือนกันทั้งสามถัง หากไม่มีการปรับกำลังปั๊มเฟอริให้แก่ระบบแล้ว การสะสมของกรดไขมันระเหยอาจมีมากจนสามารถระงับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทนได้

#### 5.3.1.2 อิทธิพลของเวลาพักเก็บน้ำและออร์แกนิกโพลติดิงต่อไออาร์พี

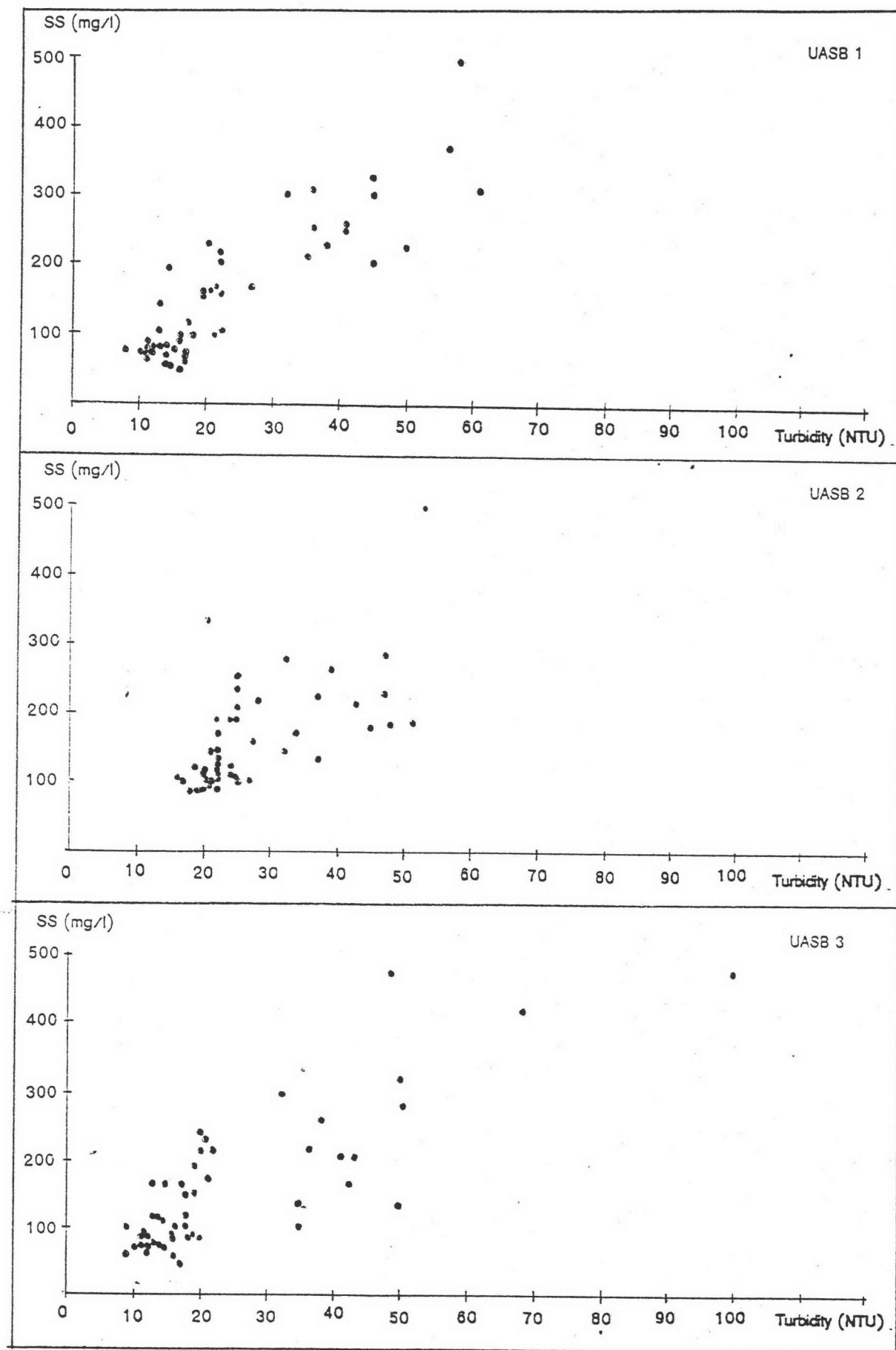
การวัดไออาร์พีในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน เป็นเพียง

แนวทางในการชี้ลักษณะความเป็นไปของระบบอย่างคร่าวๆ เท่านั้น เนื่องจากการวัดโออาร์ทีเป็นการวัดความสัมพันธ์ของปฏิกิริยารีดอกซ์ทั้งหลายที่เกิดขึ้นในระบบเท่านั้น ค่าที่วัดได้ไม่สามารถแยกแยะได้ว่าปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นในขณะนั้น เป็นผลจากปฏิกิริยาลอยใต้น้ำ การวัดโออาร์ทีในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนควรกระทำอย่างต่อเนื่องในระบบโดยไม่มีการถ่ายน้ำเสียออกมาภายนอกให้สัมผัสกับอากาศ และระยะเวลาในการวัดก็มีส่วนสำคัญต่อค่าโออาร์ทีที่วัดได้เช่นกัน สำหรับการทดลองนี้เนื่องจากข้อจำกัดทางเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ทำให้ต้องนำตัวอย่างที่จะทำการวัดมาวัดภายนอกและทำการวัดในทันที ดังนั้นค่าที่ได้จึงไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้โดยวิธีดังกล่าวข้างต้นได้ แต่อย่างไรก็ตามค่าโออาร์ทีที่ทำการวัดได้อาจใช้เป็นแนวทางในการศึกษาและควบคุมระบบอีกแบบหนึ่งได้ จากผลการทดลองปรากฏว่า ค่าโออาร์ทีของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบี มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง  $-320$  ถึง  $-340$  mV ที่สภาวะคงตัว ค่าโออาร์ทีของถังยูเอเอสบีทั้งสามถังมีค่าใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงค่าออร์แกนิกโหลดดิงโดยการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาที่เก็บน้ำทำให้ค่าโออาร์ทีมีการเปลี่ยนแปลงบ้างเล็กน้อย สำหรับค่าโออาร์ทีที่ระดับความสูงต่างๆของถังยูเอเอสบีทั้งสามถังมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกันคือบริเวณตอนล่างของถังมีค่าโออาร์ทีต่ำ (มีค่าติดลบมาก) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (มีค่าติดลบน้อยลง) ตามระดับความสูงของถังที่เพิ่มขึ้น

#### 5.3.1.3 อิทธิพลของเวลากักเก็บน้ำและออร์แกนิกโหลดดิงต่อชั้นตะกอนนอน (Sludge bed) ชั้นตะกอนลอย (Sludge blanket) ตะกอนแขวนลอย และค่าความขุ่นของน้ำออก

น้ำเสียที่ใช้เป็นน้ำเสียสังเคราะห์ ดังนั้นจึงไม่มีตะกอนแขวนลอยเข้าสู่ระบบ การสะสมของตะกอนแขวนลอยในระบบจึงเกิดจากเซลล์ของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้น และเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตาย ลักษณะของการสะสมของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบจะเกิดเป็นสองส่วนคือ บริเวณด้านล่างของถังเป็นส่วนของชั้นตะกอนนอน (Sludge bed) และด้านบนของชั้นตะกอนนอนเป็นชั้นของตะกอนลอย (Sludge blanket) การสังเกตความแตกต่างเพื่อแบ่งแยกชั้นของตะกอนจุลินทรีย์ทั้งสองชั้นดังกล่าวทำได้ค่อนข้างยาก สำหรับถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสามปรากฏลักษณะของตะกอนจุลินทรีย์ทั้งสองชั้นดังกล่าว ส่วนในถังยูเอเอสบีถังที่สองปรากฏเฉพาะชั้นตะกอนนอน

ที่เป็นส่วนของตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ มีลักษณะ เป็น เม็ดหรือ เกล็ดตะกอนและมีคุณสมบัติในการจมตัวได้ดี เท่านั้น และไม่ปรากฏส่วนชั้นตะกอนลอยที่เป็นตะกอนจุลินทรีย์ที่มีลักษณะ เป็นผง เล็กๆ แขนวลอยอยู่ในถัง จากลักษณะดังกล่าวข้างต้นนี้เองทำให้อาจกล่าวได้ว่าอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอน แขนวลอยของถังที่สองมีความสามารถกัก เฉพาะตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น ไม่สามารถกัก ตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กที่แขวนลอยภายในถังได้ ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่หลุดออกจากระบบ เพิ่มขึ้นตามออร์แกนิกโหลดคิงที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นมีปริมาณมากซึ่งเป็นผลให้มีตะกอนจุลินทรีย์ถูกดันขึ้นไปในส่วนแยกก๊าซตะกอน-แขวนลอยมากขึ้น จึงทำให้มีตะกอนจุลินทรีย์หลุดออกไปมากขึ้น และเกิดจากการเพิ่มออร์แกนิกโหลดคิงสูงขึ้นทำให้มีการสร้างและสะสมตะกอนจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น และถูกดันขึ้นสู่ด้านบนด้วยความเร็วของน้ำที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้เกิดความสามารถที่อุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยจะกักจุลินทรีย์ไว้ในระบบได้ ตะกอนจุลินทรีย์จึงหลุดออกจากระบบเพิ่มขึ้น ตะกอนจุลินทรีย์ที่หลุดออกมาค้ำน้ำออกนี้ทำให้น้ำออกมีค่าความขุ่นเพิ่มขึ้นและมีลักษณะ เหมือนกันทั้งสามถัง แต่เมื่อพิจารณาถึงปริมาณตะกอนแขวนลอยที่หลุดออกมาค้ำน้ำออกกลับพบว่า อัตราการเพิ่มขึ้นของตะกอนแขวนลอยที่หลุดออกมาที่ออร์แกนิกโหลดคิง 6กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน เปรียบเทียบกับที่ออร์แกนิกโหลดคิง 12 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน พบว่าถังยูเอเอสบีถังที่สามมีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงกว่าถังที่หนึ่งและสอง ตามลำดับ (ตารางที่ 5.11 แสดงค่าเฉลี่ยค่าความขุ่นและตะกอนแขวนลอยของน้ำทิ้งที่ระยะเวลาที่เก็บน้ำต่างๆกันที่สภาวะคงตัว) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยของถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสาม มีความสามารถในการกักตะกอนแขวนลอยได้ดี ทำให้มีการสะสมของตะกอนในถังมากจนกระทั่งเมื่อเกินความสามารถที่จะรับได้ จึงทำให้มีการหลุดออกมามาก ดังนั้นสำหรับถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสาม ควรจะต้องมีการระบายตะกอนออกบ้างตามความเหมาะสม เพื่อลดปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ไม่ให้มีปริมาณมากเกินไปและเพื่อให้ระบบสามารถดำเนินการต่อไปได้ ต่างกับถังยูเอเอสบีถังที่สองที่อุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยยอมให้ตะกอนแขวนลอยที่มีขนาดเล็กๆหลุดออกมาได้ตลอดเวลา ซึ่งเปรียบเสมือนการลดและคัด เฉพาะตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ให้คงอยู่ในถังต่อไป เท่านั้น ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นและปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำทิ้งจากถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง แสดงในภาพที่ 5.26 พบว่าค่าความขุ่นและปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำทิ้งมีความสัมพันธ์กัน คือมีแนวโน้มของการเพิ่มและลดไปในทิศทางเดียวกัน และเหมือนกันทั้งสามถัง



ภาพที่ 5.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำทิ้งกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งจากถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง

ตารางที่ 5.11 แสดงค่าเฉลี่ยค่าความขุ่น (NTU) และตะกอนแขวนลอย (มก./ล) ของน้ำทิ้งที่  
สภาวะคงตัว

เวลากักเก็บน้ำ (ชั่วโมง)	ออร์แกนิกโพลติค ( $\frac{\text{กก. ซีไอที}}{\text{ลบ.ม-วัน}}$ )	ถังยูเอเอสบี	ค่าความขุ่น	ตะกอนแขวนลอย
12	6	1	14	103
		2	22	131
		3	14	105
6	12	1	44	288
		2	40	235
		3	44	308

#### 5.3.1.4 อิทธิพลของเวลากักเก็บน้ำและออร์แกนิกโพลติคต่อประสิทธิภาพ ในการกำจัดซีไอที

จากผลการทดลองทั้งสองชุดปรากฏว่า เมื่อเข้าสู่การทดลองชุดที่  
สอง โดยใช้ระยะเวลาเก็บน้ำ 6 ชั่วโมงซึ่งเป็นการเพิ่มออร์แกนิกโพลติคเป็น 12 กก. ซีไอที  
/ลบ.ม-วัน จะทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอทีมีค่าลดลงทั้งสามถัง เมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง

สามถึงพบว่าที่ออร์แกนิกโพลดิง 6 กก. ซีไอที/ลบ.ม-วัน ดังที่สามจะมีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาคือถังที่หนึ่งและถังที่สองตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอทีเท่ากับ 95.32% 94.99% และ 89.92% ตามลำดับ ส่วนที่ออร์แกนิกโพลดิง 12 กก. ซีไอที/ลบ.ม-วัน ประสิทธิภาพของถังทั้งสามเปลี่ยนแปลงไป โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอทีลดลงทั้งสามถึงดังกล่าวข้างต้น แต่แนวโน้มการลดลงของประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอทีจะลดลงไม่เท่ากันคือ ถังที่หนึ่งลดลงมากที่สุดเหลือเพียง 29.50% ตามด้วยถังที่สามลดลงเหลือ 35.90% และถังที่สองมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอทีดีที่สุดเท่ากับ 50.00% จากการพิจารณาพารามิเตอร์อื่นๆที่เกี่ยวข้องที่ออร์แกนิกโพลดิง 12 กก. ซีไอที/ลบ.ม-วัน พบว่าถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอทีต่ำที่สุด มีปริมาณกรดไขมันระเหยสะสมอยู่มากกว่าถังอื่นๆและมีสภาพต่างรวมต่ำ ทำให้อัตราส่วนของกรดไขมันระเหยต่อสภาพต่างรวมมากที่สุด นอกจากนี้ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้ง และค่าความขุ่นของน้ำทิ้งกลับมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าถังอื่นๆ รวมทั้งอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพลดต่ำลง และอัตราส่วนของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพก็ลดลงต่ำกว่าถังที่สองและถังที่สามด้วย พารามิเตอร์ดังกล่าวมานี้ให้ผลต่างๆที่สอดคล้องกันในถังที่สองและถังที่สามเช่นกัน ดังค่าแสดงในตารางที่ 5.12 และ 5.13 การที่ประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอทีของถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสามลดลงอย่างมาก อาจจะมีสาเหตุมาเนื่องมาจากการเพิ่มออร์แกนิกโพลดิงให้แก่ระบบ ทำให้พีเอชในระบบลดลงเนื่องจากปริมาณกรดไขมันระเหยที่เพิ่มขึ้นอย่างมากทันทีในช่วงแรกของการเพิ่มออร์แกนิกโพลดิง ซึ่งการลดลงของพีเอชได้ส่งผลยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทน และจากการสังเกตยังพบว่าตะกอนจุลินทรีย์ที่มีลักษณะ เป็น เม็ดที่ชั้นตะกอนนอนมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยเปลี่ยนสีจากสีน้ำตาลคล้ำเป็นสีขาว และ เริ่มสูญเสียลักษณะความเป็นเม็ดหรือเกล็ดตะกอน ถึงแม้ว่าได้มีการเพิ่มกำลังปั๊มเฟอริให้แก่ระบบแล้วก็ตาม ลักษณะความเป็นเม็ดหรือเกล็ดตะกอนของจุลินทรีย์ในถังไม่กลับคืนสภาพความเป็นเม็ดเหมือนเดิม การที่จุลินทรีย์ในถังยูเอเอสบีสูญเสียลักษณะความเป็นเม็ดหรือเกล็ดตะกอนซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของระบบยูเอเอสบี ทำให้จุลินทรีย์สูญเสียคุณสมบัติที่ดีในการย่อยสลายอินทรีย์สาร ซึ่งส่งผลให้น้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและถังที่สาม มีปริมาณกรดไขมันระเหยสูง มีการหลุดออกของตะกอนจุลินทรีย์มาก ค่าความขุ่นสูงขึ้น และมีค่าซีไอทีสูงขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ถังยูเอเอสบีทั้งสามถึงก็ยังคงจะสามารถดำเนินการต่อไปได้ที่ออร์แกนิกโพลดิง 12 กก. ซีไอที/ลบ.ม-วัน ตราบเท่าที่ กำลังปั๊มเฟอริภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามมีปริมาณเพียงพอ

ตารางที่ 5.12 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณกรดไขมันระเหยและสภาพต่างรวมภายในถังยูเอเอสบี (ที่ระดับ 0.50 ม. จากด้านล่างถัง) เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอที

เวลากักเก็บน้ำ (hours)	ออร์แกนิกโหลดดิ่ง (kg COD/m <sup>3</sup> -day)	ถังแบบที่	กรดไขมันระเหย mg/l as CH <sub>3</sub> COOH	สภาพต่างรวม mg/l as CaCO <sub>3</sub>	ประสิทธิภาพ ในการกำจัด ซีโอที (%)
12	6	1	322	4396	94.99
		2	410	4399	89.92
		3	354	4402	95.32
6	12	1	2198	4284	29.50
		2	1428	4415	50.00
		3	1716	4363	35.90



ตารางที่ 5.13 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณตะกอนแขวนลอยและค่าความขุ่นของน้ำออก เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี

เวลากักเก็บน้ำ (hours)	ออร์แกนิกโหลดคิด (kg COD/m <sup>3</sup> -day)	ถังแบบที่	ตะกอนแขวนลอย (mg/l)	ค่าความขุ่น (NTU)	ประสิทธิภาพใน การกำจัดซีโอดี (%)
12	6	1	103	14	94.99
		2	131	22	89.92
		3	105	14	95.32
6	12	1	288	44	29.50
		2	235	40	50.00
		3	308	44	35.90

### 5.3.1.5 อิทธิพลของเวลากักเก็บน้ำและออร์แกนิกโพลดิ่งต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ

ปริมาณของก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับค่าออร์แกนิกโพลดิ่งและอุณหภูมิของสภาวะแวดล้อม การทดลองกระทำที่อุณหภูมิห้องซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 25°C-30°C จากการวิเคราะห์พบว่า มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 32%-50% และก๊าซมีเทน 50%-68% โดยเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนมีค่าลดลงตามออร์แกนิกโพลดิ่งที่เพิ่มขึ้นโดยการลดเวลากักเก็บน้ำ (ดังตารางที่ 5.9) ปริมาณก๊าซมีเทนและอัตราการเกิดก๊าซมีเทนแสดงในตารางที่ 5.14 ปริมาณก๊าซมีเทนที่ได้จากถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสาม มีค่าลดลงเมื่อออร์แกนิกโพลดิ่งสูงขึ้น คือ ที่ออร์แกนิกโพลดิ่ง 6 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน มีค่า 31 และ 26 ลิตร/วัน ตามลำดับและมีค่า 22 และ 17 ลิตร/วัน ตามลำดับที่ออร์แกนิกโพลดิ่ง 12 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดีของถังยูเอเอสบีทั้งสองถังที่ลดลง เมื่อเพิ่มออร์แกนิกโพลดิ่ง และอัตราส่วนของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพของถังยูเอเอสบีทั้งสองถังก็ลดลงจาก 68% เป็น 50% สำหรับถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่ง และ 68% เป็น 52% สำหรับถังยูเอเอสบีถังที่สาม เมื่อเพิ่มออร์แกนิกโพลดิ่งจาก 6 เป็น 12 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน สำหรับถังยูเอเอสบีถังที่สองพบว่าปริมาณก๊าซมีเทนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มออร์แกนิกโพลดิ่งจาก 6 เป็น 12 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 17 ลิตร/วัน เป็น 25 ลิตร/วัน ทั้งนี้เพราะถึงแม้ว่าประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดีจะลดลงจาก 89.92% เป็น 50% และอัตราส่วนก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพลดลงจาก 69% เป็น 61% ก็ตาม แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากถังยูเอเอสบีถังที่สองแล้ว พบว่าเมื่อเพิ่มออร์แกนิกโพลดิ่งแล้วปริมาณการชีวภาพที่เกิดขึ้นมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 25 ลิตร/วัน ที่ออร์แกนิกโพลดิ่ง 6 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน เป็น 40 ลิตร/วัน ที่ออร์แกนิกโพลดิ่ง 12 กก. ซีไอดี/ลบ.ม-วัน ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากประกอบกับอัตราส่วนของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพลดลงเพียงเล็กน้อย จึงทำให้มีปริมาณก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น อัตราการเกิดก๊าซมีเทนพบว่าถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสองมีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าออร์แกนิกโพลดิ่งที่เพิ่มขึ้น ส่วนถังยูเอเอสบีถังที่สามมีค่าลดลงเมื่อออร์แกนิกโพลดิ่งเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5.14 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซชีวภาพ ก๊าซมีเทน และอัตราการเกิดก๊าซมีเทน  
ที่สภาวะคงตัว

เวลากักเก็บน้ำ (ชั่วโมง)	ออร์แกนิกโหลดดิ่ง ( $\frac{\text{กก. ซีไอที}}{\text{ลบ.ม-วัน}}$ )	ถังยูเอเอสบี	ก๊าซ ชีวภาพ (ลิตร/วัน)	ก๊าซ มีเทน (ลิตร/วัน)	อัตราการเกิด ก๊าซมีเทน ( $\frac{\text{ลบ.ม}}{\text{กก. ซีไอทีที่ถูกกำจัด}}$ )
12	6	1	45	31	0.31
		2	25	17	0.25
		3	38	26	0.35
6	12	1	44	22	0.35
		2	40	25	0.32
		3	32	17	0.29

### 5.3.2 ลักษณะความเป็นอยู่และชนิดของจุลินทรีย์ภายในถังยูเอเอสบี

ปริมาณของจุลินทรีย์ที่อยู่ในถังยูเอเอสบีทั้งสามถังมีการเพิ่มขึ้นตลอดเวลาที่จุลินทรีย์ได้รับน้ำเสีย โดยจุลินทรีย์ภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามถังมีความหนาแน่นมากที่บริเวณด้านล่างของถัง และลดลงตามระดับความสูงของถัง(แสดงในภาพที่ 5.16) บริเวณด้านล่างของถังยูเอเอสบีเป็นส่วนตะกอนจุลินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูงประมาณ 2.5%-5.0% เรียกว่า ชั้นตะกอนนอน (Sludge bed) ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ที่มีน้ำหนักเบาจะลอยตัวอยู่เหนือชั้นตะกอนนอน และมีความเข้มข้นน้อยกว่าชั้นตะกอนนอนเรียกว่าชั้นตะกอนลอย(Sludge blanket) ซึ่งในถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสาม สามารถสังเกตเห็นชั้นตะกอนจุลินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ได้ชัดเจน แต่สำหรับในถังยูเอเอสบีถังที่สองไม่พบส่วนนี้เลย เนื่องจากตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาจะหลุดออกมามากกว่าทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยของถังยูเอเอสบีถังที่สองไม่สามารถกักจุลินทรีย์ที่มีน้ำหนักเบาและแขวนลอยให้อยู่ในระบบได้

ลักษณะทั่วไปของตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง มีความคล้ายคลึงกัน กล่าวคือจุลินทรีย์ภายในถังจะรวมตัวกันเป็นเม็ดหรือเกล็ดตะกอน มีสีน้ำตาลคล้ำ ขนาดของตะกอนจุลินทรีย์ในชั้นตะกอนนอนจะเห็นได้ชัดเจนว่ามีลักษณะเป็นเม็ดคละกัไปมีขนาดประมาณ 1-3 มม. ด้านบนของชั้นตะกอนนอนเป็นตะกอนจุลินทรีย์ที่แขวนลอยมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา เนื่องจากก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา สำหรับในถังที่สองนั้นจะไม่สามารถสังเกตเห็นชั้นตะกอนแขวนลอย เห็นเฉพาะฟองก๊าซชีวภาพที่เกิดและผุดขึ้นมาจากชั้นตะกอนนอนตลอดเวลา และชั้นตะกอนนอนของถังที่สองมีลักษณะเป็นเม็ดตะกอนอย่างชัดเจนมีขนาดใกล้เคียงกันไม่มีส่วนที่เป็นผงหรือเม็ดเล็กๆผสมอยู่ เมื่อเพิ่มออร์แกนิกโหลดติงเป็น 12 กก. ซีไอดี/ลบ.ม.-วัน โดยการลดระยะเวลาพักเก็บน้ำเป็น 6 ชั่วโมง ถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสามมีปริมาณกรดไขมันระเหยสะสมในถังมากขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นผลทำให้พีเอชของน้ำเสียภายในถังลดลงด้วย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในระบบ โดยเฉพาะในถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งจุลินทรีย์ในชั้นตะกอนนอนเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงคือ สีของตะกอนจุลินทรีย์เริ่มเปลี่ยนเป็นสีขาวและลักษณะของความเป็นเม็ดจะเปลี่ยนแปลงไปโดยจะมีการเกาะกันอย่างหลวมๆแทนความเข้มข้นของชั้นตะกอนนอนลดลง (ภาพที่ 5.27) และมีกลิ่นเหม็นของน้ำเสีย ในถังที่สามมีการเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกับในถังที่หนึ่ง แต่ลักษณะการเปลี่ยนสีของชั้นตะกอนนอนจะครอบคลุมบริเวณพื้นที่น้อยกว่า และในถังที่



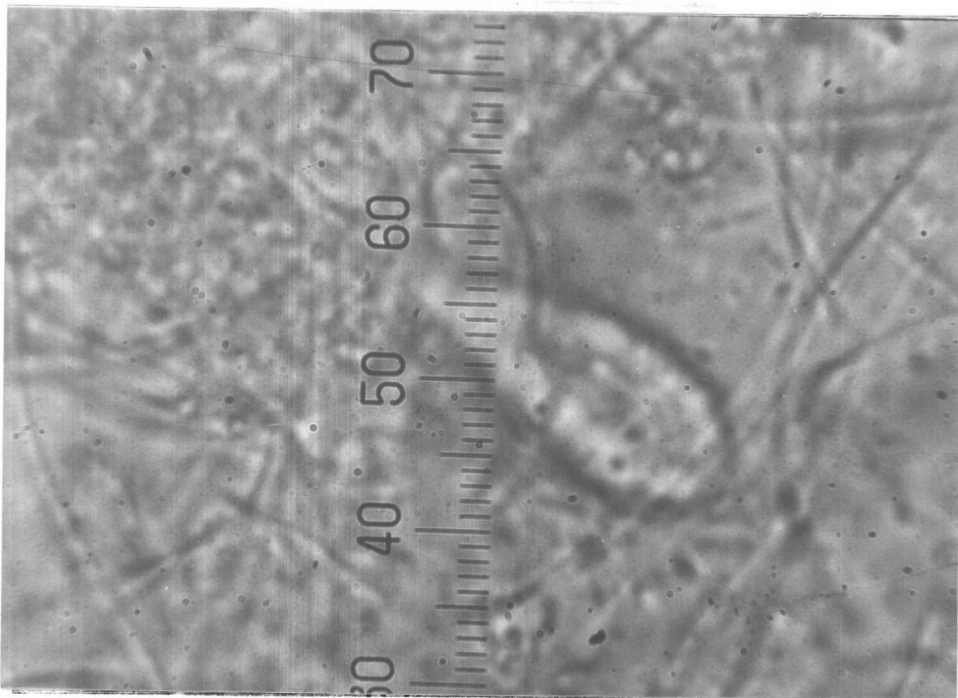
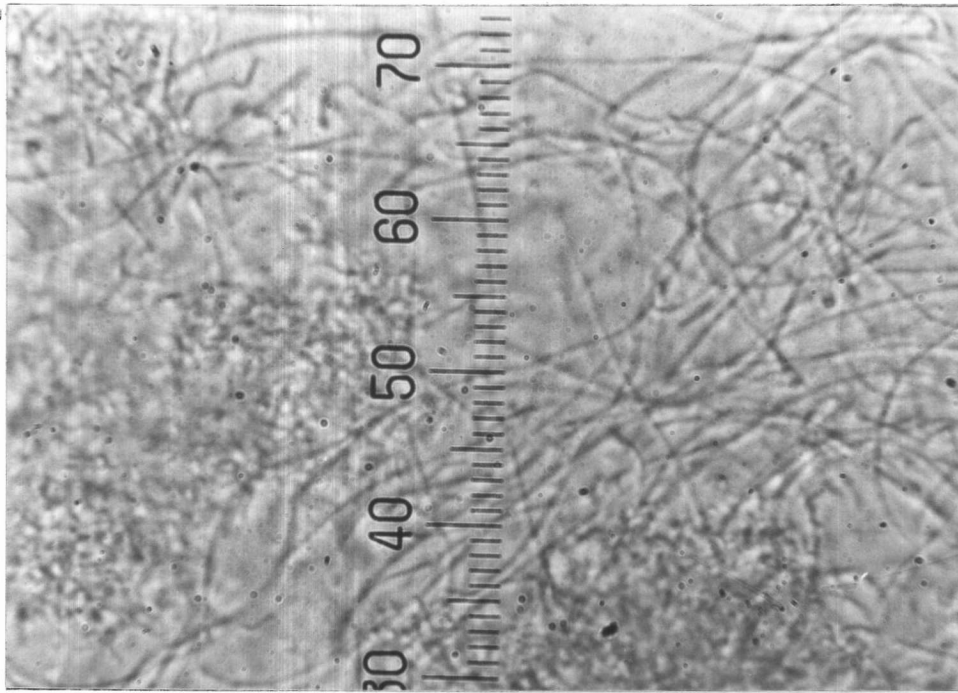
ภาพที่ 5. 27 แสดงลักษณะภายนอกของถ้วยคอนกรีตซึ่ง ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อทำการทดลองที่  
 ออรักันนิคไฮดรตริง 12 กก. ๕ โยต์/ลบ.ม.-วัน

สองการเปลี่ยนแปลงลักษณะดังกล่าวไม่เกิดขึ้น

สภาพทางจุลชีววิทยาในถังยูเอเอสบีทั้งสามถังมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ เมื่อนำตะกอนจุลินทรีย์ในชั้นตะกอนนอนของทั้งสามถังมาตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบว่า ประกอบด้วยแบคทีเรียพวกเส้นใย (Filamentous Bacteria) อยู่กันอย่างหนาแน่นเป็นจำนวนมาก และบริเวณรอบๆนอกของแบคทีเรียพวกเส้นใยปรากฏว่าจะพบ Protozoa ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับที่พบในการบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศดังแสดงในภาพที่ 5.28 เมื่อเพิ่มออร์แกนิกโหลดถึงเป็น 12 กก. ซีไอที/ลบ.ม-วัน ทำให้ลักษณะของจุลินทรีย์ในชั้นตะกอนนอนของถังที่หนึ่งและสามมีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวข้างต้นและได้นำตะกอนจุลินทรีย์มาตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่าจำนวนแบคทีเรียพวกเส้นใยลดน้อยลงอย่างเห็นได้ชัด ส่วนพวก Protozoa ยังคงมีอยู่เช่นเดิม สำหรับลักษณะของจุลินทรีย์ในชั้นตะกอนนอนของถังยูเอเอสบีถังที่สองไม่มีการเปลี่ยนแปลง

### 5.3.3 ผลการวิจัยเปรียบเทียบเกี่ยวกับลักษณะ เฉพาะของอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอย 3 แบบ

จากผลการทดลองทำให้สามารถแยกการพิจารณาออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรก ภายใต้การทดลองที่ออร์แกนิกโหลดถึง 6 กก. ซีไอที/ลบ.ม-วัน หรือที่ระยะเวลาเก็บน้ำ 12 ชั่วโมง การทดลองชุดแรกนี้แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องกับคุณสมบัติของอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยทั้งสามแบบ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และ 4.5 ได้เป็นอย่างดี โดยพิจารณาจาก ลักษณะของตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง ด้วยตาเปล่า พบว่าถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสาม ปรากฏลักษณะของตะกอนจุลินทรีย์ที่เรียกว่า ชั้นตะกอนลอย (Sludge blanket) ฟูกระจายอยู่ด้านบน และชั้นตะกอนนอน (Sludge bed) อยู่บริเวณก้นถัง ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน ส่วนในถังยูเอเอสบีถังที่สองซึ่งติดตั้งอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยแบบที่สอง ปรากฏเฉพาะชั้นตะกอนนอน (Sludge bed) เท่านั้น ปริมาณตะกอนแขวนลอยค่าความขุ่น ของน้ำทิ้งจากถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง ดังตารางที่ 5.13 แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยแบบที่หนึ่งและแบบที่สาม มีคุณสมบัติในการแยกตะกอนแขวนลอยได้ดีทั้งสองแบบ และดีกว่าแบบที่สอง พิจารณาปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ระดับความสูงต่างๆภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง (ภาพที่ 5.16) ก็ให้ผลที่สอดคล้องกับที่กล่าวข้างต้น คือปริมาณตะกอนแขวนลอย



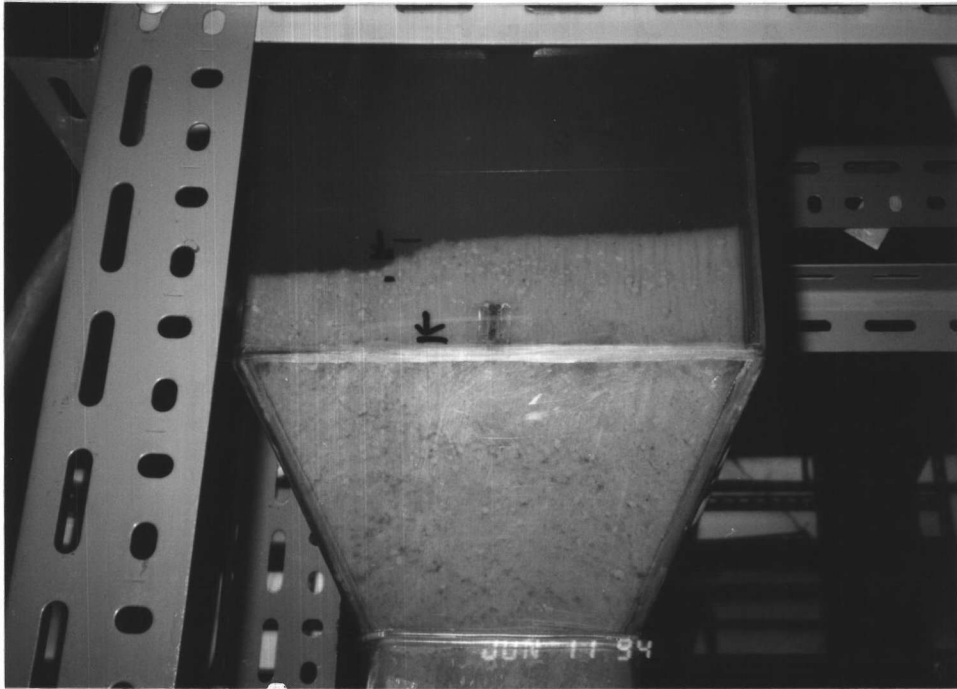
ภาพที่ 5.28 แสดงภาพจุลทรรศน์ในชั้นตะกอนนอน พบว่าประกอบด้วยแบคทีเรียจำพวกเส้นใยเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังพบพวกโปรโตราชิว เหมือนที่พบในระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจนด้วย

ที่ระดับความสูงต่างๆภายในถังยูเอเอสบีถังที่สองมีปริมาณต่ำกว่าถังที่หนึ่งและถังที่สาม ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีพบว่า ถังยูเอเอสบีที่มีอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยแบบที่สามมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดเท่ากับ 95.32% ใกล้เคียงกันกับแบบที่หนึ่งซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 94.99% สำหรับถังยูเอเอสบีที่มีอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยแบบที่สองให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีต่ำที่สุดเท่ากับ 89.92% ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้พบว่าถังยูเอเอสบีที่มีอุปกรณ์แยกก๊าซตะกอนแขวนลอยแบบที่สองมีการหลุดออกของก๊าซชีวภาพมากกว่าแบบอื่นๆ แต่กลับพบว่าอัตราส่วนของก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในก๊าซชีวภาพที่ได้จากถังยูเอเอสบีทั้งสามแบบมีค่าใกล้เคียงกันมาก ดังแสดงในตารางที่ 5.10 แสดงให้เห็นว่าในกรณีที่ระบบยูเอเอสบีได้ดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพแล้วอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบ ได้ทำการทดลองหาค่าโซลิดฟลักซ์(Solid Flux) เพื่อนำค่าที่หามาเปรียบเทียบและช่วยพิจารณาออกแบบอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอย แต่ไม่สามารถกระทำได้อเนื่องจากลักษณะของตะกอนจุลินทรีย์และก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นภายในถังยูเอเอสบีรบกวนการตกตะกอนของตะกอนจุลินทรีย์ แต่อย่างไรก็ตามอาจกล่าวได้ว่าการทดลองชุดแรกภายใต้ระยะเวลาที่เก็บน้ำ 12 ชั่วโมง ออร์แกนิกโหลดคือ 6 กก. ซีโอดี/ลบ.ม-วัน อุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยแบบที่หนึ่งและแบบที่สามให้ประสิทธิภาพในการแยกก๊าซและตะกอนแขวนลอยได้ดี และดีกว่าแบบที่สอง ส่วนที่สองภายใต้การทดลองชุดที่สองที่เวลากักเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง ออร์แกนิกโหลดคือ 12 กก. ซีโอดี/ลบ.ม-วัน เป็นการทำการทดลองต่อเนื่องจากการทดลองชุดแรก ทำให้เห็นถึงความแตกต่างจากการทดลองชุดแรกได้เป็นอย่างดี กล่าวคือ อุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยแบบที่หนึ่งและแบบที่สามที่มีคุณสมบัติที่ดีในการแยกตะกอนแขวนลอยไว้ไม่ให้หลุดออกไปพร้อมกับน้ำที่นั่น มีปริมาณตะกอนแขวนลอยสะสมอยู่ในถังยูเอเอสบีมากขึ้น ทำให้ส่วนของชั้นตะกอนลอย(Sludge blanket) มีปริมาณมากขึ้นและเข้าไปสะสมอยู่ในอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยด้วย ดังภาพที่ 5.29 ดังนั้นการดำเนินการระบบของถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสามจะต้องคำนึงถึงการระบายตะกอนที่เหมาะสมด้วยอีกประการหนึ่ง ส่วนในถังยูเอเอสบีถังที่สอง ซึ่งมีอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยแบบที่สองนั้น ยังคงมีการหลุดออกของตะกอนจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กๆอย่างสม่ำเสมอ การสะสมของตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังยูเอเอสบีเป็นเฉพาะการสะสมในชั้นตะกอนนอน(Sludge bed) เท่านั้นซึ่งใช้เวลานานกว่าถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสาม การเพิ่มค่าออร์แกนิกโหลดคือเป็น 12 กก. ซีโอดี/ลบ.ม-วัน เป็นการเพิ่มสารอินทรีย์ให้แก่ระบบมากขึ้น



ซึ่งพบว่าทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังยูเอเอสบีทั้งสามถังลดลงอย่างมาก โดยในถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดว่า เม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในชั้นตะกอนนอนเริ่มมีการเปลี่ยนสีเป็นสีขาวและไม่จับตัวกันเป็นเม็ด ดังภาพที่ 5.27 ซึ่งได้เกิดขึ้นในถังยูเอเอสบีถังที่สามด้วย เช่นเดียวกัน สำหรับถังยูเอเอสบีถังที่สองซึ่งมีอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยแบบที่สองนั้นลักษณะของตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังไม่เปลี่ยนแปลง อาจจะเนื่องมาจากตะกอนจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในถังยูเอเอสบีถังที่สองเป็นตะกอนจุลินทรีย์ที่ได้รับการคัดเลือกไว้เฉพาะ เม็ดตะกอนที่มีขนาดใหญ่มีคุณสมบัติในการจมตัวที่ดี ทำให้มีความสามารถรับออร์แกนิกโพลดิงที่เพิ่มขึ้นได้ดีกว่าในถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสาม เมื่อพิจารณาปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ระดับความสูงต่างๆภายในถังยูเอเอสบี ตามภาพที่ 5.16 แล้ว พบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยภายในถังยูเอเอสบีถังที่สองที่ระดับความสูงต่างๆ มากกว่าถังยูเอเอสบีถังที่สามและถังที่หนึ่งตามลำดับ และยังพบว่าปริมาณเพิ่มมากขึ้นกว่าการทดลองชุดที่หนึ่งด้วย และในทางตรงกันข้ามสำหรับถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสาม ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงโดยการสูญเสียลักษณะของความเป็นเม็ดของตะกอนจุลินทรีย์ภายในถัง ทำให้มีปริมาณความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังที่ระดับความสูงต่างๆลดลง และมีปริมาณน้อยกว่าการทดลองชุดแรกอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีปริมาณตะกอนแขวนลอยหลุดออกมากับน้ำทิ้งมากขึ้น และมากกว่าจากถังยูเอเอสบีถังที่สองดังตารางที่ 5.13 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของถังยูเอเอสบีที่มีอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยแบบที่สองดีที่สุดในเทากับ 50% ส่วนถังยูเอเอสบีที่มีอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยแบบที่สามและแบบที่หนึ่ง มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 35.90% และ 29.50% ตามลำดับ จากผลการทดลองในชุดที่สองนี้ อาจกล่าวได้ว่า อุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยแบบที่สองมีความเหมาะสมกว่า แบบที่สามและแบบที่หนึ่ง ที่ออร์แกนิกโพลดิง 12 กก. ซีโอดี/ลบ.ม-วัน

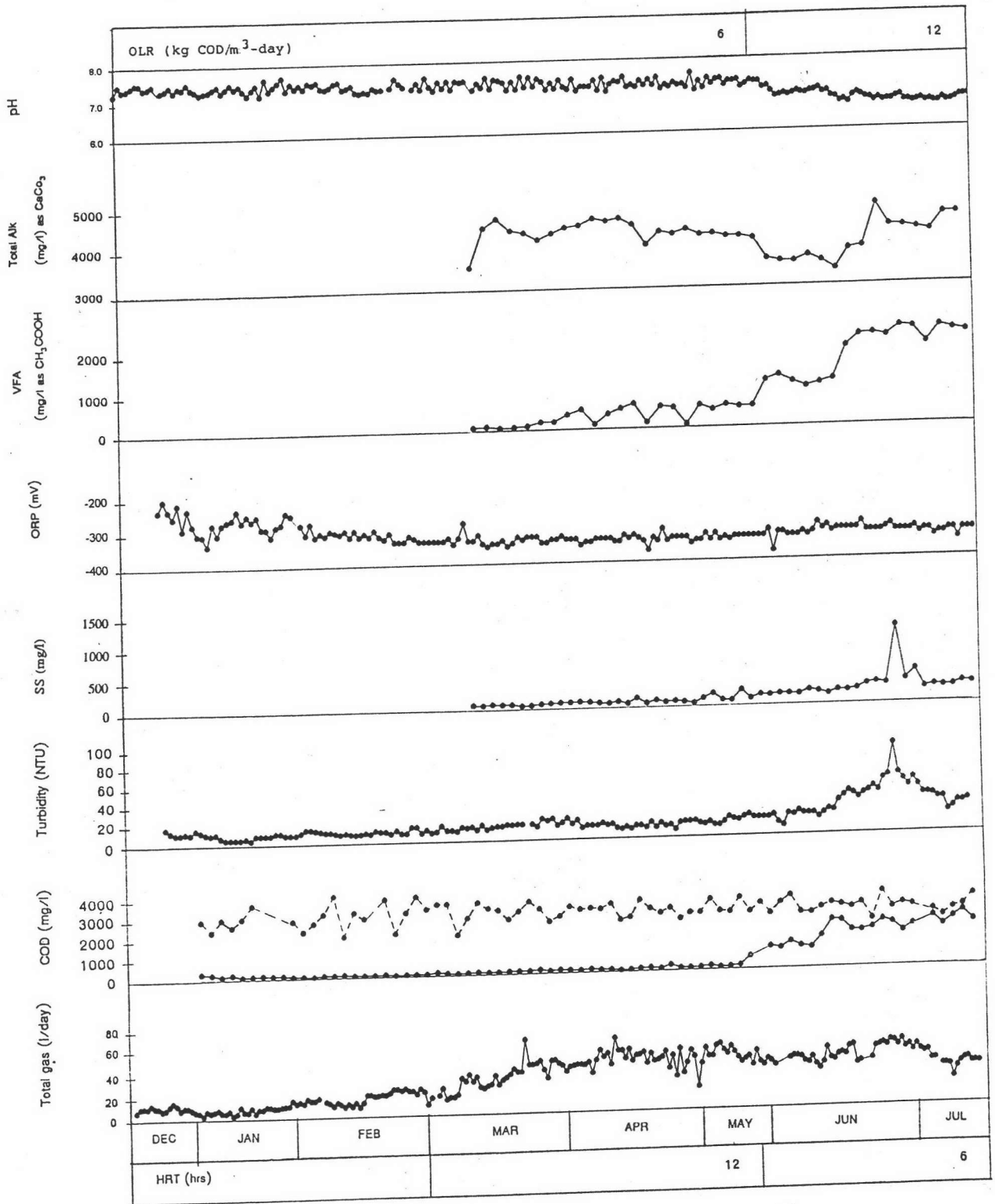
ผลการทดลองทั้งสองชุด ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของอุปกรณ์แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอย ว่าเป็นอุปกรณ์ส่วนประกอบสำคัญส่วนหนึ่งของถังยูเอเอสบี ที่จะต้องมีการออกแบบให้เหมาะสมสำหรับถังยูเอเอสบีที่บำบัดน้ำเสียแต่ละชนิดที่ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ต่างๆกัน และถึงแม้ว่าอุปกรณ์นี้สามารถทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพดีแล้วก็ตาม จะต้องมีการควบคุมดูแลตรวจตรวจสอบการทำงานของถังยูเอเอสบีทั้งระบบควบคู่กันไปด้วย เพื่อให้ระบบยูเอเอสบีดำเนินไปด้วยประสิทธิภาพสูงสุด



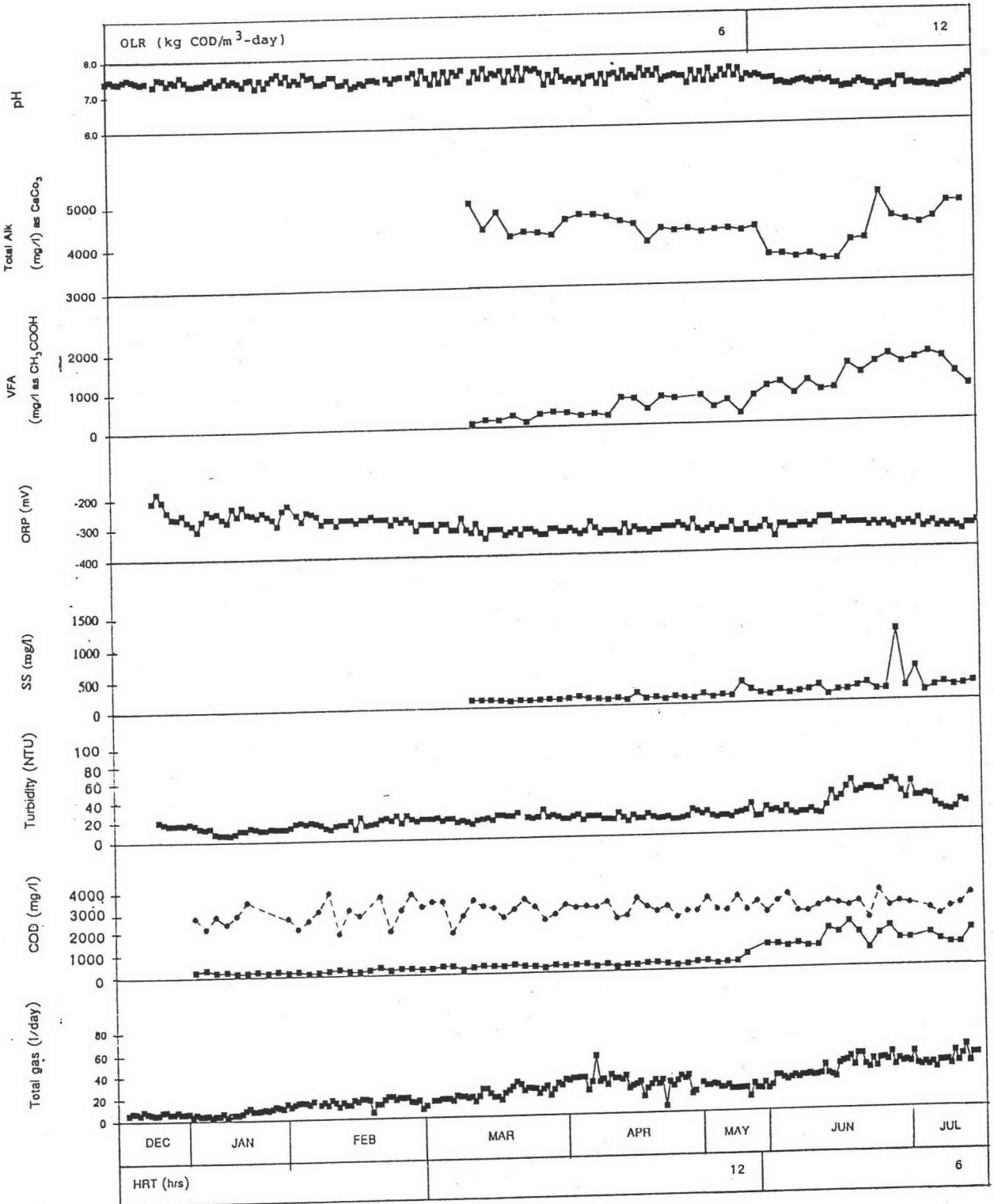
ภาพที่ 5.29 แสดงภาพการสะสมของตะกอนแขวนลอยที่มีปริมาณมากและเข้าไปในส่วนอุปกรณ์  
แยกก๊าซ-ตะกอนแขวนลอยแบบที่หนึ่ง ของถังยูเอเอสบีตั้งที่หนึ่ง

### 5.3.3 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่เก็บน้ำและออร์แกนิกโพลดิงต่อพารามิเตอร์ต่างๆของถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง

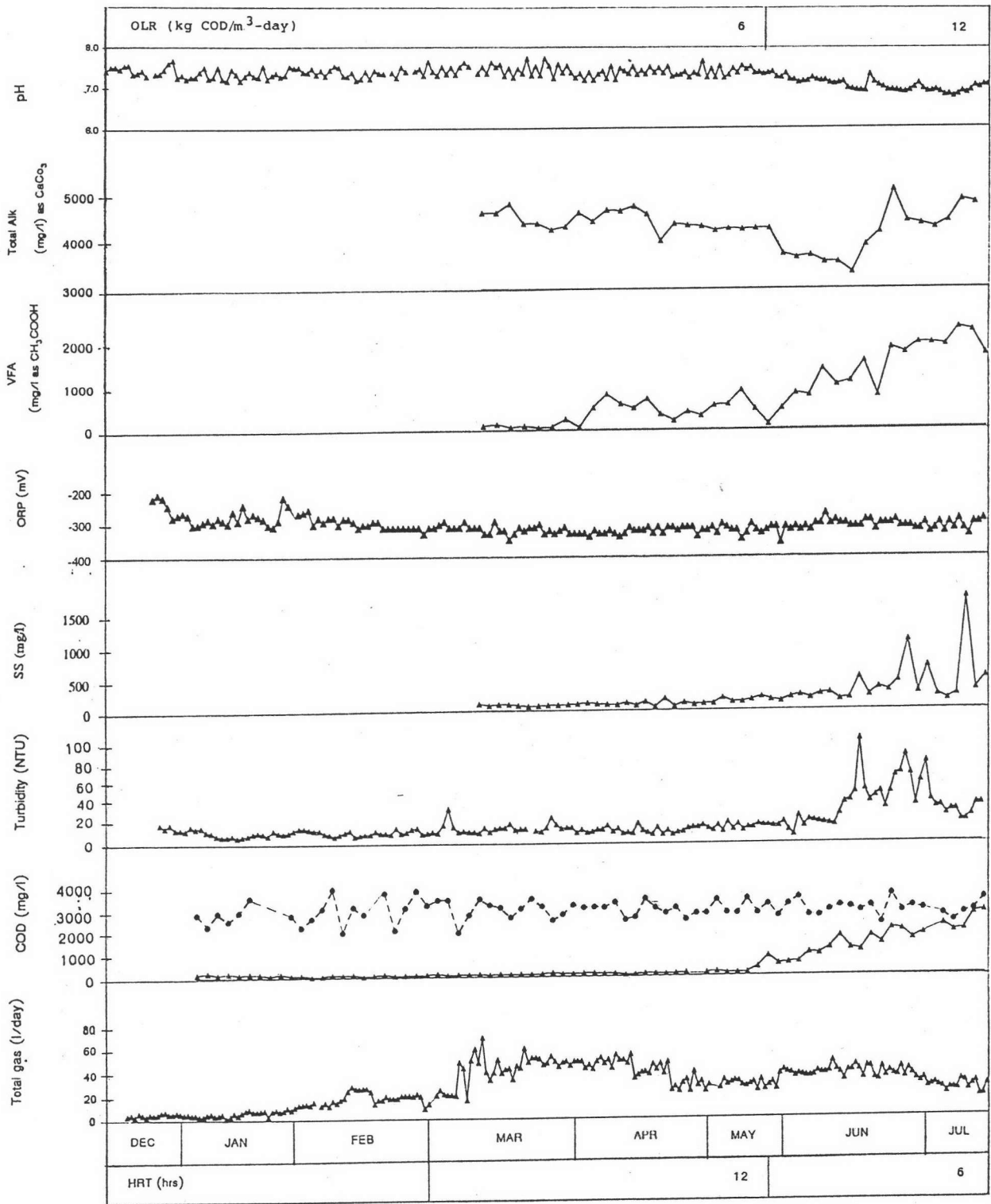
จากงานวิจัยได้นำผลการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ต่างๆตลอดการทดลองของถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง ที่ออร์แกนิกโพลดิง 6 และ 12 กก.ซีไอดี/ลบ.ม-วัน(หรือที่ระยะเวลาที่เก็บน้ำ 12 และ 6 ชั่วโมงตามลำดับ)มาแสดงดังในภาพที่ 5.30 5.31 และ 5.32 ตามลำดับ โดยได้พิจารณาพารามิเตอร์ต่างๆดังนี้คือ ค่าพีเอช สภาพโดยรวม กรดไขมันระเหย และไออาร์พีภายในถังยูเอเอสบี (ที่ระดับ 0.50 เมตร จากก้นถัง) ตะกอนแขวนลอย ค่าความขุ่นและซีไอดีของน้ำทิ้ง รวมทั้งปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง จากภาพที่ 5.30 5.31 และ 5.32 แสดงให้เห็นว่า ในช่วงแรกระหว่าง เดือนธันวาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์อยู่ในระหว่างการเริ่มเลี้ยงจุลินทรีย์โดยการค่อยๆ ลดระยะเวลาที่เก็บน้ำ (เพิ่มออร์แกนิกโพลดิง) พีเอชของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบีมีค่าสูงกว่า 7 เล็กน้อย ไออาร์พีมีค่าติดลบแต่ยังไม่คงที่เนื่องจากอยู่ในช่วงเริ่มต้น เมื่อผ่านไปสักระยะหนึ่งค่าไออาร์พีของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามถังจึงเริ่มคงที่ ที่ประมาณ -300 mV น้ำทิ้งที่ได้จากถังยูเอเอสบีทั้งสามถังมีค่าความขุ่นไม่มากนัก ค่าซีไอดีของน้ำทิ้ง และปริมาณก๊าซชีวภาพของถังยูเอเอสบีทั้งสามถังไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อเข้าสู่งานวิจัยชุดแรกที่ออร์แกนิกโพลดิง 6 กก.ซีไอดี/ลบ.ม-วัน(ระยะเวลาที่เก็บน้ำ 12 ชั่วโมง) พีเอชของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามไม่เปลี่ยนแปลงโดยคงที่ที่สูงกว่า 7 เล็กน้อย สภาพโดยรวม กรดไขมันระเหย ของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามถังมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกันและมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งจากการที่ค่าพีเอชที่ไม่เพิ่มขึ้นนี้แสดงให้เห็นว่าระบบมีกำลังบัฟเฟอร์ที่ดี ตะกอนแขวนลอยที่หลุดออกมาพร้อมกับน้ำทิ้งมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสามถังและมีค่าไม่มากนัก แต่ถังยูเอเอสบีถังที่สองมีปริมาณมากกว่าถังอื่นๆ เล็กน้อย ค่าความขุ่นน้ำทิ้งมีปริมาณมากขึ้นโดยน้ำทิ้งจากถังยูเอเอสบีที่สองมีค่าความขุ่นสูงที่สุด ซีไอดีของน้ำทิ้งทั้งสามถังมีค่าใกล้เคียงกัน ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้มีปริมาณเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกันทั้งสามถัง เนื่องจากการเพิ่มออร์แกนิกโพลดิงให้กับระบบ เมื่อพิจารณาจากที่กล่าวมาแล้วแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถดำเนินไปได้ดีที่ออร์แกนิกโพลดิง 6 กก.ซีไอดี/ลบ.ม-วัน และแสดงถึงความสัมพันธ์อันดีในการทำงานร่วมกันของแบคทีเรียชนิดสร้างกรดและแบคทีเรียที่สร้างมีเทน ภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามถัง ต่อมาได้เข้าสู่การทดลองชุดที่สองทำการทดลองที่ออร์แกนิกโพลดิง 12 กก.ซีไอดี/ลบ.ม-วัน (ระยะเวลาที่เก็บน้ำ



ภาพที่ 5.30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่เก็บน้ำและออร์แกนิกโหลดคิง กับ พีเอช สภาพต่างรวม กรดไขมันระเหย ไออาร์พีของน้ำเสียบภายในถังยูเอเอสบี(ที่ระดับ 0.50 ม. จากก้นถัง) ตะกอนแขวนลอย ค่าความขุ่น ซีไอดีของน้ำทิ้ง และปริมาณ ก๊าซชีวภาพที่ได้จากถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่ง (-●-น้ำเข้า )



ภาพที่ 5.31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของระยะเวลาตกเก็บน้ำและออร์แกนิกโหลดดิ่ง กับ พีเอช สภาพต่างรวม กรดไขมันระเหย ไออาร์พีของน้ำเสียบภายในถังยูเอเอสบี(ที่ระดับ 0.50 ม. จากก้นถัง) ตะกอนแขวนลอย ค่าความขุ่น ซีไอคิของน้ำทิ้ง และปริมาณ ก๊าซชีวภาพที่ได้จากถังยูเอเอสบีถังที่สอง (-●- น้ำเข้า )



ภาพที่ 5.32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของระยะเวลาเก็บน้ำและออร์แกนิกโหลดดิ่ง กับ พีเอช สภาพต่างรวม กรดไขมันระเหย ไออาร์พีของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบี(ที่ระดับ 0.50 ม. จากก้นถัง) ตะกอนแขวนลอย ค่าความขุ่น ซีไอดีของน้ำทิ้ง และปริมาณ ก๊าซชีวภาพที่ได้จากถังยูเอเอสบีตั้งที่สาม (---●---น้ำเข้า)

เก็บน้ำ 6 ชั่วโมง) พบว่าค่าพีเอชของน้ำเสียภายในถังยูเอเอสบีทั้งสามถังลดลง โดยของถังที่หนึ่งลดลงมากกว่าถังอื่นๆ เนื่องจากการเพิ่มออร์แกนิกโหลดดิ่งให้แก่ระบบทำให้แบคทีเรียชนิดสร้างกรดทำงานมากขึ้นเพื่อเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้เป็นกรดไขมันระเหย ในขณะที่แบคทีเรียที่สร้างมีเทนไม่สามารถเปลี่ยนกรดไขมันระเหยที่เกิดขึ้นให้เป็นก๊าซมีเทนได้ทัน จึงทำให้มีการสะสมของกรดไขมันระเหยเพิ่มมากขึ้นในระบบส่งผลให้พีเอชในถังลดลง เมื่อพิจารณาที่กรดไขมันระเหยก็พบว่ามีความเพิ่มขึ้นทั้งสามถังและสภาพต่างรวมลดลง ดังนั้นจึงได้ทำการเพิ่มกำลังปั๊มเพอร์ให้แก่ระบบโดยการเพิ่มสภาพต่างให้แก่ระบบในรูปของโซเดียมไบคาร์บอเนตทั้งสามถัง หลังจากเพิ่มสภาพต่างให้แก่ระบบแล้วทั้งสามถัง พบว่าสภาพต่างรวมมีค่าเพิ่มขึ้น ปริมาณกรดไขมันระเหยไม่ลดลงอีกและค่าพีเอชภายในถังก็ไม่ลดลงอีกเช่นกัน จากการพิจารณาจึงพบว่าปริมาณกรดไขมันระเหยของถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งมีปริมาณมากที่สุดตามด้วยถังที่สาม และถังที่สอง ซึ่งเมื่อพิจารณาจากที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 5.3.2 เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ในถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่งและสามอาจกล่าวได้ว่า การแตกตัวและสูญเสียลักษณะความเป็นเม็ดของตะกอนจุลินทรีย์ทำให้แบคทีเรียที่สร้างมีเทนถูกกระทบกระเทือน หรืออาจทำให้แบคทีเรียที่สร้างมีเทนถูกทำลายและลดปริมาณลง หรือหลุดออกมากับน้ำทิ้ง จากค่าตะกอนแขวนลอยพบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยหลุดออกมามากขึ้นทั้งสามถังแต่แนวโน้มของถังยูเอเอสบีถังที่หนึ่ง และสามมีมากกว่าถังที่สอง ซึ่งก็ทำให้ค่าความขุ่นของน้ำทิ้งมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย พิจารณาค่าซีโอดีของน้ำทิ้งพบว่ามีความเพิ่มขึ้นทั้งสามถัง และสอดคล้องกับค่าต่างๆที่กล่าวมา โดยซีโอดีของน้ำทิ้งของถังที่หนึ่งและสามมีค่ามากกว่าของถังที่สอง พิจารณาปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้พบว่าไม่เปลี่ยนแปลงทั้งนี้เนื่องจากออร์แกนิกโหลดดิ่งที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง