

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพลังงาน. [ออนไลน์]. ม.ป.ป. [อ้างเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2553]. จาก <http://www.dede.go.th>
- ไพบรียา เฉยไสย. *การย่อยสลายน้ำเสียโรงกลั่นเอทานอลโดยจุลินทรีย์แอโรบิก*. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 6; 7 – 9 มีนาคม 2550; กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย; 2550.
- มันสิน ดันจุลเวศม์. *เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่มที่ 2*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2542.
- มันสิน ดันจุลเวศม์. *การบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการไร้ออกซิเจน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2545.
- สุเมธ ชวเดช. *การเพิ่มประสิทธิภาพระบบหมักแบบยูเอสบีโดยควบคุมอุณหภูมิในช่วงเทอร์โมฟิลิก*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2540; 49: 299-246.
- APHA, AWWA, WEF. *Standard Methods for the Examination of Water*. 18th ed. New York: Victor Graphics; 1992.
- Driessen W.J.B.M., Tielbaard M.H., Vereijken T.L.F.M.. Experience on anaerobic treatment of distillery effluent with the UASB process. *Wat.Sci.Tech.* 1994; 30(12): 193-201.
- Espinosa A., Rosas L., Ilangoan K., Noyola A.. Effect trace metals on the anaerobic degradation of volatile fatty acids in molasses stillage. *WaterSciTechnol* 1995; 32(12): 112-130.
- Ghosh S., Conred I.R., Klass D.L.. Anaerobic acidogenesis of wastewater sludge. *Water poll control fed* 1975; 47(1): 31-45.
- Guiot S.R., Pauss A., Costerton J.W.. A Structured model of the anaerobic granule consortium. *Wat.Sci.Tech.* 1992; 25(7): 1-10.
- Hulshoff Pol L.W., de Zeeuw W.J., Velzeboer C.T.M., Lettinga G.. Granulation in UASB reactors. *Wat.Sci.Tech.* 1983; 15: 291-304.
- Lettinga G., Hulshoff Pol. UASB-Process Design for Variance Types of Wastewater. *Wat.Sci.Tech.* 1991; 24(8): 87-107.
- Lettinga G., et al.. Use of the Upflow Sludge Blanket (USB) Reactor Concept Biological Wastewater Treatment, Especially for Anaerobic Treatment. *Biotech and Bioeng* 1980; 22: 699-734.
- Metcalf and Eddy. *Wastewater engineering : treatment, disposal and reuse*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill; 1991.
- Morris GG., Burgess S.. Experience with the Anodek Process. *WaterPollutControl* 1984; 83(4): 505-523.

- Osman Nuri. Impact of leachate recirculation and recirculation volume on stabilization of municipal solid wastes in simulated anaerobic bioreactors. *Process Biochemistry* 2004; 39: 2157-2165.
- Pipyn P., Verstraete W., Ombregt J.P.. A pilot scale anaerobic upflow reactor treating distillery *Wastewaters Biotechnol Let* 1979; 1: 495-500.
- Rafael Borja. Anaerobic treatment of palm oil mill effluent in a two-stage up-flow anaerobic sludge blanket(UASB) system. *Biotechnology* 1995; 45: 125-135.
- Sanchez Riera F., Cordoba P., Sineriz F. . Use of the UASB reactor for the anaerobic treatment of stillage from sugar canemolasses. *Biotechnology* 1985; 27(12): 1704-1716.
- Speece R.E. *Anaerobic biotechnology for industrial wastewaters*. Tennessee, USA : Vanderbilt University, Archae Press, Archae Press; 1996.
- Thaibiogas. [ออนไลน์]. 2552 [อ้างเมื่อ 22 ธันวาคม 2552]. จาก <http://www.thaibiogas.net/th/node/210>
- Van Haandel, A.C., Lettinga G.. *Anaerobic sewage treatment*. Chichester: John Wiley and Sons; 1994.
- Vasileios I. Diamantis. Comparison of single-and two-stage UASB reactor used for anaerobic treatment of synthetic fruit wastewater. *Enzyme and Microbial Technology* 2007; 42: 6-10.
- Wilkie A. Stillage characterization and anaerobic treatment of ethanol stillage from conventional and cellulosic feedstocks. *Biomass and Bioenergy* 2000; 19: 63-102.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงงานผลิตเอทานอล

ตารางที่ ก-1 โรงงานเอทานอลที่ผลิตในปัจจุบัน

ที่	โรงงาน	จังหวัด ที่ตั้ง โรงงาน	กำลังผลิต (ลิตร/วัน)	วัตถุดิบการ ผลิต	วัตถุดิบในการ ผลิตหลัก	การผลิตใน เชิงพาณิชย์	หมายเหตุ
1	บริษัท พรวิไลอินเตอร์เนชั่นแนลกรุ๊ปเทรดดิ้ง	อยุธยา	25,000	กากน้ำตาล/ มันสด	กากน้ำตาล	ดค.2546	ผลิตกรดอะซิติก
2	บริษัท ไทยอะโกร เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด	สุพรรณบุรี	150,000	กากน้ำตาล	กากน้ำตาล	มค.2548	
3	บริษัท ไทยแอลกอฮอล์ จำกัด (มหาชน)	นครปฐม	200,000	กากน้ำตาล	กากน้ำตาล	สค.2547	
4	บริษัท ขอนแก่น แอลกอฮอล์ จำกัด	ขอนแก่น	150,000	กากน้ำตาล / (น้ำแป้ง)	กากน้ำตาล /(น้ำ แป้ง)	มค.2549	
5	บริษัท ไทยจ๊วน เอทานอล จำกัด (มหาชน)	ขอนแก่น	130,000	มันสด/(มัน เส้น)	มันสด	สค.2548	
6	บริษัท น้ำตาลไทยเอทานอล จำกัด	กาญจนบุรี	100,000	กากน้ำตาล	กากน้ำตาล	เมย.2550	
7	บริษัท เลโอ เอทานอล จำกัด	นครราชสีมา	100,000	กากน้ำตาล	กากน้ำตาล	มิย.2550	
8	บริษัท เทโทรกรีน จำกัด (กาฬสินธุ์)	กาฬสินธุ์	200,000	กากน้ำตาล/ (น้ำย่อย)	กากน้ำตาล	มค.2551	
9	บริษัท เทโทรกรีน จำกัด (ชัยภูมิ)	ชัยภูมิ	200,000	กากน้ำตาล/ (น้ำย่อย)	กากน้ำตาล	ธค.2549	
10	บริษัท เอกรัฐพัฒนา จำกัด	นครสวรรค์	200,000	กากน้ำตาล	กากน้ำตาล	มีค.2551	ผลิตเพื่อส่งออก
11	บริษัท ไทยรุ่งเรืองพลังงาน จำกัด	สระบุรี	120,000	กากน้ำตาล/ (กากย่อย)	กากน้ำตาล	มีค.2551	
12	บริษัท ราชบุรีเอทานอล จำกัด	ราชบุรี	150,000	มันเส้น/ กากน้ำตาล	มันเส้น	มค.2552	
13	บริษัท อี เอส เพาเวอร์ จำกัด	สระแก้ว	150,000	กากน้ำตาล/ มันเส้น	กากน้ำตาล	มค.2552	
14	บริษัท แม่สอดพลังงานสะอาด จำกัด	ตาก	200,000	น้ำย่อย	น้ำย่อย	พค.2552	
15	บริษัท ทรัพย์ทิพย์ จำกัด	ลพบุรี	200,000	มันเส้น	มันเส้น	พค.2552	
16	บริษัท ไทผิงเอทานอล	สระแก้ว	150,000	มันสด/(มัน เส้น)	มันสด	กค.2552	
17	บริษัท พี เอส ซี สตาร์ช โปรดัคชั่น	ชลบุรี	150,000	มันสด/(มัน เส้น)	มันเส้น	สค.2552	
18	บริษัท เทโทรกรีน จำกัด (คำชะอี)	สุพรรณบุรี	200,000	กากน้ำตาล/ น้ำย่อย	กากน้ำตาล	ธค.2552	
19	บริษัท ขอนแก่น แอลกอฮอล์ (บ่อพลอย) จำกัด	กาญจนบุรี	150,000	กากน้ำตาล/ น้ำย่อย	กากน้ำตาล	พค.2553	ยังไม่ดำเนินการ ผลิตเชิงพาณิชย์
รวม กำลังการผลิตในปัจจุบัน (ลิตร/วัน)		2,925,000					

ตารางที่ ก-2 ผู้ประกอบการที่รับอนุญาตก่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอลเป็นเชื้อเพลิง

ที่	ผู้ประกอบการ	จังหวัด	วัตถุดิบ	กำลังผลิตที่ได้รับ อนุญาต (ลิตร/วัน)	หมายเหตุ
1	บริษัท พรวิไล อินเตอร์เนชั่นแนล กรุ๊ป เทรดดิ้ง จำกัด	อยุธยา	กากน้ำตาล	25,000	
2	บริษัท ไทย อะโกร เอ็นเนอร์จี จำกัด (มหาชน)	สุพรรณบุรี	กากน้ำตาล	150,000	
3	บริษัท ไทยแอลกอฮอล์ จำกัด (มหาชน)	นครปฐม	กากน้ำตาล	200,000	
4	บริษัท เอกวิพัฒนา จำกัด	นครสวรรค์	กากน้ำตาล	200,000	
5	บริษัท เทโทรกรีน จำกัด	กาฬสินธุ์	กากน้ำตาล/อ้อย	200,000	
6	บริษัท เค เอทานอล จำกัด	นครราชสีมา	กากน้ำตาล/อ้อย	100,000	
7	บริษัท ขอนแก่นแอลกอฮอล์ จำกัด	ขอนแก่น	กากน้ำตาล/อ้อย	150,000	
8	บริษัท ไทยรุ่งเรืองพลังงาน จำกัด เฟส 1	สระบุรี	กากน้ำตาล/อ้อย	120,000	
9	บริษัท ไทยรุ่งเรืองพลังงาน จำกัด เฟส 2	สระบุรี	กากน้ำตาล/อ้อย	80,000	
10	บริษัท น้ำตาลไทยเอทานอล จำกัด เฟส 1	กาญจนบุรี	กากน้ำตาล/อ้อย	100,000	
11	บริษัท น้ำตาลไทยเอทานอล จำกัด เฟส 2	กาญจนบุรี	กากน้ำตาล/อ้อย	100,000	
12	บริษัท เทโทรกรีน จำกัด เฟส 1	ชัยภูมิ	กากน้ำตาล/อ้อย	200,000	
13	บริษัท เทโทรกรีน จำกัด เฟส 2	ชัยภูมิ	กากน้ำตาล/อ้อย	200,000	
14	บริษัท ไทยรุ่งเรืองพลังงาน จำกัด	เพชรบูรณ์	กากน้ำตาล/อ้อย	200,000	
15	บริษัท เอรวิณเอทานอล จำกัด	หนองบัวลำภู	กากน้ำตาล/อ้อย	200,000	
16	บริษัท อุดสาหกรรมอ่างเวียน จำกัด	นครราชสีมา	กากน้ำตาล/อ้อย	160,000	
17	บริษัท ไทยจ๊วน เอทานอล จำกัด (มหาชน)	ขอนแก่น	มันสำปะหลัง	130,000	
18	บริษัท ไออีซี บิซิเนส พาร์ทเนอร์ส จำกัด เฟส 1	ระยอง	มันสำปะหลัง	150,000	
19	บริษัท ไออีซี บิซิเนส พาร์ทเนอร์ส จำกัด เฟส 2	ระยอง	มันสำปะหลัง	350,000	
20	บริษัท ฟิวเจอร์ทิพย์ จำกัด เฟส 1	ปราจีนบุรี	มันสำปะหลัง	60,000	
21	บริษัท ฟิวเจอร์ทิพย์ จำกัด เฟส 2	ปราจีนบุรี	มันสำปะหลัง	60,000	
22	บริษัท ที พี เค เอทานอล จำกัด เฟส 1	นครราชสีมา	มันสำปะหลัง	340,000	

ตารางที่ ก-2 ผู้ประกอบการที่รับอนุญาตก่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอลเป็นเชื้อเพลิง (ต่อ)

ที่	ผู้ประกอบการ	จังหวัด	วัตถุดิบ	กำลังผลิตที่ได้รับ อนุญาต (ลิตร/วัน)	หมายเหตุ
23	บริษัท ที พี เค เอทานอล จำกัด เฟส 2	นครราชสีมา	มันสำปะหลัง	680,000	
24	บริษัท สยามอินเตอร์โปรดักส์ จำกัด	ฉะเชิงเทรา	มันสำปะหลัง	150,000	
25	บริษัท ทรัพย์ทิพย์ จำกัด	ลพบุรี	มันสำปะหลัง	200,000	
26	บมจ. พี.เอส.ซี.สตาร์ช โปรดักส์	ชลบุรี	มันสำปะหลัง	150,000	
27	บริษัท คับเบิลเอ เอทานอล จำกัด	สระแก้ว	มันสำปะหลัง	500,000	
28	บริษัท บุญเอนก จำกัด เฟส 1	นครราชสีมา	มันสำปะหลัง	350,000	
29	บริษัท บุญเอนก จำกัด เฟส 2	นครราชสีมา	มันสำปะหลัง	700,000	
30	บริษัท อิมเพรสเทคโนโลยี จำกัด	ฉะเชิงเทรา	มันสำปะหลัง	200,000	
31	บริษัท ปิกนิก เอทานอล จำกัด	ฉะเชิงเทรา	มันสำปะหลัง	500,000	
32	บริษัท สยามเอทานอลเอ็กซ์ พอร์ต จำกัด	ระยอง	มันสำปะหลัง	100,000	
33	บริษัท เซ็นทรัลเอ็นเนอร์ยี จำกัด	กำแพงเพชร	มันสำปะหลัง	340,000	
34	บริษัท ไทผิง เอทานอล จำกัด	สระแก้ว	มันสำปะหลัง	300,000	
35	บริษัท สวนอุตสาหกรรม พลังงาน จำกัด	อุทัยธานี	มันสำปะหลัง	200,000	
36	บริษัท เฟรนด์ ฟอว์ แลนด์	อุบลราชธานี	มันสำปะหลัง	700,000	
37	บริษัท พาวเวอร์ เอ็นเนอร์ยี จำกัด	อุบลราชธานี	มันสำปะหลัง	400,000	
38	บริษัท ไซอิก เอ็นจิเนียริง จำกัด	ฉะเชิงเทรา	มันสำปะหลัง	400,000	
39	บริษัท อีบีพี เอทานอล จำกัด	สระแก้ว	มันสำปะหลัง	200,000	
40	บริษัท สระแก้วไบโอเอทานอล จำกัด	สระแก้ว	มันสำปะหลัง	500,000	
41	บริษัท เอสดีเอทานอล จำกัด	อุดรธานี	มันสำปะหลัง	200,000	
42	บริษัท สยามเอทานอล ชัยภูมิ จำกัด	ชัยภูมิ	มันสำปะหลัง	100,000	
43	บริษัท กิมฟอง จำกัด	ระยอง	มันสำปะหลัง	330,000	
44	บริษัท ซี. ใจแกนดิก คาร์บอน จำกัด	นครราชสีมา	กากมันสำปะหลัง	100,000	
45	บริษัท น้ำตาลไทยเอทานอล จำกัด	กำแพงเพชร	มันสำปะหลัง/อ้อย	200,000	
46	บริษัท อุตสาหกรรมน้ำตาล อีสาน จำกัด	กาฬสินธุ์	กากน้ำตาล/มัน สำปะหลัง	120,000	

ตารางที่ ก-2 ผู้ประกอบการที่รับอนุญาตก่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอลเป็นเชื้อเพลิง (ต่อ)

ที่	ผู้ประกอบการ	จังหวัด	วัตถุดิบ	กำลังผลิตที่ได้รับ อนุญาต (ลิตร/วัน)	หมายเหตุ
47	บริษัท ราชบุรีเอทานอล จำกัด	ราชบุรี	กากน้ำตาล/มัน สำปะหลัง	150,000	
48	บริษัท อีสเพาเวอร์ จำกัด	สระแก้ว	กากน้ำตาล/มัน สำปะหลัง	150,000	
49	บริษัท บุรีรัมย์เอทานอล จำกัด	บุรีรัมย์	กากน้ำตาล/มัน สำปะหลัง	200,000	
50	บริษัท เอ็นวายเอทานอล จำกัด	นครราชสีมา	กากน้ำตาล/มัน สำปะหลัง	150,000	
51	บริษัท ขอนแก่นแอลกอฮอล์ จำกัด	กาฬสินธุ์	กากน้ำตาล น้ำอ้อยและ มันสำปะหลัง	150,000	
52	บริษัท ขอนแก่นแอลกอฮอล์ จำกัด	ชลบุรี	กากน้ำตาล น้ำอ้อยและ มันสำปะหลัง	100,000	
53	บริษัท สหเรืองเอทานอล จำกัด	มุกดาหาร	กากน้ำตาล	100,000	รายใหม่ (อนุมัติเมื่อ 3 ก.ค. 50)
54	บริษัท แม่สอดพลังงานสะอาด จำกัด	ตาก	อ้อย	200,000	รายใหม่ (อนุมัติเมื่อ 22 ส.ค. 50)
รวมกำลังการผลิตที่ได้รับอนุญาต (ลิตร/วัน)		12,295,000			

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ในช่วงที่ 1

ตารางที่ ข-1 ค่าอุณหภูมิ และพีเอช ในช่วงที่ 1

Day	Influent		Acidification tank		UASB1		UASB2	
	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH
1	25	4.20	25	4.20	26	6.90	26	7.30
2	27	4.60	27	4.30	25	7.30	27	7.60
3	27	4.60	27	4.60	27	7.30	27	7.80
4	27	4.10	27	4.60	27	7.00	27	7.70
5	28	4.50	28	4.50	27	6.90	27	7.80
6	29	4.50	29	4.50	27	7.30	28	7.70
7	30	4.60	30	4.50	28	7.40	30	7.40
8	27	4.30	27	4.60	28	7.50	27	7.80
9	27	4.50	27	4.60	28	7.40	28	7.90
10	27	4.50	27	4.50	26	7.40	27	7.80
14	28	4.50	28	4.50	27	7.40	28	7.80
15	27	4.50	27	4.50	28	7.40	28	7.90
16	28	4.50	28	4.50	28	8.30	29	7.90
17	28	4.30	28	4.50	27	7.00	28	8.40
18	28	4.30	28	5.30	28	6.50	28	7.90
19	29	4.50	29	4.50	28	6.50	28	7.50
20	29	4.60	29	4.50	27	6.40	29	7.40
21	28	4.50	28	4.50	27	6.40	29	7.50
22	29	4.50	29	4.50	27	7.10	29	7.60
23	29	4.50	29	4.50	29	6.70	29	7.60
24	30	4.50	30	4.50	29	6.70	30	7.60
25	29	4.20	29	4.50	27	7.80	29	7.40
29	28	4.50	28	4.60	29	6.80	28	7.70
30	30	4.20	30	4.60	30	5.80	30	7.70
31	30	4.40	30	4.60	30	5.40	30	7.60
32	31	4.50	31	4.60	30	5.90	31	7.30

ตารางที่ ข-1 ค่าอุณหภูมิ และพีเอช ในช่วงที่ 1 (ต่อ)

Day	Influent		Acidification tank		UASB1		UASB2	
	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH
34	31	4.60	31	4.70	30	7.20	31	7.50
35	30	4.50	30	4.60	30	7.30	31	7.60
36	30	4.30	30	4.60	30	7.20	31	7.60
37	31	4.30	31	4.60	30	7.00	31	7.70
38	32	4.70	32	4.70	28	7.20	32	7.70
39	33	4.80	33	4.70	28	7.30	32	7.50
40	29	4.40	29	4.70	29	7.00	29	7.80
41	29	4.40	29	4.80	29	7.20	29	7.80
42	31	4.50	31	4.90	28	7.20	30	7.70
43	29	4.80	29	4.90	29	7.30	29	7.60
44	29	4.90	29	4.90	30	7.40	29	7.70
45	31	4.90	31	4.90	30	7.10	30	7.80
46	31	5.10	31	5.00	28	7.10	30	7.60
47	31	4.50	31	4.90	29	7.10	30	7.40
48	29	4.60	29	4.90	29	6.90	29	7.70
49	30	5.00	30	4.90	31	7.90	30	8.30
50	31	4.90	31	4.90	29	6.90	30	7.70
51	32	5.00	32	5.00	28	6.60	32	7.80
52	31	5.00	31	5.00	28	6.80	29	7.80
53	28	4.50	28	5.10	28	7.00	29	7.90
54	28	4.90	28	5.00	28	6.90	28	7.60
55	28	4.90	28	5.00	27	6.80	28	7.40
56	28	4.90	28	5.00	27	6.80	28	7.70
57	28	4.90	28	5.00	28	7.20	27	7.90
58	27	5.00	27	5.00	27	7.20	28	8.00
59	28	5.20	28	5.00	28	7.40	28	7.70



ตารางที่ ข-1 ค่าอุณหภูมิ และพีเอช ในช่วงที่ 1 (ต่อ)

Day	Influent		Acidification tank		UASB1		UASB2	
	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH
60	28	4.50	28	5.10	30	7.20	27	7.60
61	29	4.60	29	4.60	29	7.20	28	7.60
62	31	4.60	31	4.90	27	7.10	30	7.80
63	30	5.00	30	4.90	27	6.90	30	7.50
64	28	5.00	28	4.90	28	6.80	28	7.50
65	28	4.50	28	5.00	28	6.90	27	7.60
66	28	4.40	28	4.90	28	7.00	28	7.50
67	29	4.90	29	4.90	30	7.00	28	7.60
68	29	4.90	29	4.90	27	7.00	28	7.60
69	31	4.90	31	4.90	27	7.00	27	7.70
70	29	4.40	29	5.00	29	7.10	29	7.50
71	29	4.40	29	4.90	28	7.40	28	8.20
72	29	4.50	29	5.00	28	7.10	28	7.70
73	28	4.40	28	4.90	29	7.20	29	7.60
74	29	4.40	29	4.90	29	7.00	29	7.80
75	28	5.00	28	4.90	27	7.20	27	7.80
76	29	5.10	29	4.90	27	7.70	27	8.10
77	29	4.40	29	4.90	28	7.50	28	8.20
78	28	4.30	28	4.90	30	7.80	30	8.40
79	29	4.40	29	4.90	30	7.00	30	7.70
80	29	4.30	29	4.90	30	7.10	30	7.80
81	29	4.40	29	4.90	28	7.40	28	7.80
82	28	4.40	28	4.90	28	7.20	28	7.70
83	29	4.40	29	4.90	29	7.50	29	7.60
84	29	4.50	29	5.10	28	7.20	28	7.70
85	30	4.40	30	4.70	27	7.60	27	7.70

ตารางที่ ข-1 ค่าอุณหภูมิ และพีเอช ในช่วงที่ 1 (ต่อ)

Day	Influent		Acidification tank		UASB1		UASB2	
	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH
86	29	4.40	29	4.90	27	7.40	27	7.70
87	29	4.40	29	5.00	27	7.90	27	8.50
88	30	4.40	30	4.90	28	7.70	28	8.20
89	29	4.40	29	4.90	27	7.50	27	8.00
90	29	4.90	29	4.90	27	7.40	27	7.90
91	29	4.50	29	4.90	28	7.40	28	7.80
92	30	4.40	30	4.90	28	7.30	28	7.70
93	29	4.40	29	4.90	27	7.40	28	7.90
94	29	4.40	29	4.90	29	7.50	29	7.80
95	28	4.40	28	4.90	28	7.40	28	7.70
96	29	4.40	29	4.90	28	7.50	28	7.80
97	28	4.50	28	4.90	27	7.40	27	7.90
98	29	4.40	29	4.90	27	7.40	27	7.90
99	28	4.40	28	4.90	26	7.50	26	7.80
100	28	4.40	28	4.90	27	7.60	27	8.00
101	29	4.40	29	4.90	26	7.80	26	7.90
102	29	4.00	29	4.60	27	7.50	27	8.00
103	28	4.00	28	4.80	27	7.60	27	8.10
104	29	3.90	29	4.70	26	7.30	26	7.90
105	29	4.00	29	4.60	27	7.40	27	8.20
106	29	4.00	29	4.60	27	7.50	26	8.00
107	28	4.00	28	4.50	27	7.30	27	7.80
108	28	4.00	28	4.60	26	7.50	26	7.90
109	28	4.00	28	4.50	26	7.20	26	8.00
110	28	4.00	28	4.60	26	7.20	26	7.80
111	27	4.00	27	4.60	26	7.40	26	8.00

ตารางที่ ข-1 ค่าอุณหภูมิ และพีเอช ในช่วงที่ 1 (ต่อ)

Day	Influent		Acidification tank		UASB1		UASB2	
	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH
112	29	3.90	29	4.50	25	7.00	25	8.10
113	28	4.00	28	4.50	27	7.00	27	8.00
114	29	4.30	29	4.50	26	6.80	26	7.90
115	29	4.10	29	4.50	27	7.00	27	7.90
116	30	4.00	30	4.50	27	7.20	27	7.80
117	29	4.00	29	4.60	28	7.30	27	7.80
118	28	4.60	28	4.90	27	7.10	27	7.50
119	27	4.50	27	4.90	26	7.30	26	7.90
120	28	4.50	28	4.90	25	7.50	25	8.10
121	27	4.50	27	4.90	26	7.30	26	8.10
122	28	4.60	28	4.90	25	8.30	26	8.50
123	27	4.50	27	4.90	26	7.80	26	8.20
124	28	4.50	28	5.00	25	7.60	25	8.10
125	28	4.50	28	5.00	26	8.00	27	8.30
126	28	4.50	28	5.00	26	7.60	26	8.10
127	28	4.50	28	5.00	26	7.80	26	8.50
128	28	4.50	28	5.00	26	7.30	26	8.00
129	28	4.60	28	5.00	26	7.50	26	8.10
130	28	4.50	28	5.00	26	7.80	26	8.40
131	29	4.60	29	4.90	26	7.90	26	8.40
132	29	4.51	29	4.90	27	8.23	27	8.62
133	28	4.50	28	4.90	27	8.00	27	8.40
134	29	4.52	29	4.93	26	7.98	26	8.40
135	27	4.50	27	5.00	27	7.50	27	8.00
136	26	4.50	26	5.00	26	7.50	26	8.00
137	28	4.60	28	5.00	26	7.40	26	8.00

ตารางที่ ข-1 ค่าอุณหภูมิ และพีเอช ในช่วงที่ 1 (ต่อ)

Day	Influent		Acidification tank		UASB1		UASB2	
	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH
138	30	4.70	30	5.00	28	7.60	28	8.00
139	30	4.60	30	5.00	28	7.62	28	8.00

ตารางที่ ข-2 ค่าซีโอดี และร้อยละการกำจัดซีโอดี ในช่วงที่ 1

Day	Influent		Acidification tank		Effluent UASB 1		Effluent UASB 2	
	COD (mg/l)	COD removal(%)	COD (mg/l)	COD removal(%)	COD (mg/l)	COD removal(%)	COD (mg/l)	COD removal(%)
1	4,787	-	5,773	-21	1,676	65	845	17
3	2,394	-	3,238	-35	2,253	6	760	62
6	7,744	-	5,069	35	2,013	74	957	14
8	4,910	-	3,802	23	1,679	66	919	15
10	6,336	-	6,336	0	2,059	68	1,172	14
17	4,752	-	4,118	13	3,010	37	1,267	37
20	6,494	-	4,277	34	2,376	63	1,331	16
22	6,653	-	6,178	7	3,802	43	1,695	32
24	6,811	-	5,702	16	2,851	58	1,727	17
29	7,762	-	7,603	2	4,752	39	1,980	36
34	8,237	-	8,395	-2	6,019	28	2,170	47
36	12,197	-	10,771	12	4,594	57	2,170	20
38	11,405	-	12,830	-13	3,010	77	2,503	4
41	12,768	-	11,704	8	4,864	58	2,295	20
43	12,134	-	11,981	1	5,990	50	2,289	31
45	12,480	-	14,080	-13	6,080	57	2,448	29
48	14,832	-	14,400	3	7,056	51	2,938	28
50	14,976	-	14,112	6	9,072	36	3,629	36
53	16,848	-	14,256	15	6,912	52	3,197	22
55	18,003	-	17,382	3	8,070	54	3,880	23
57	12,160	-	11,680	4	5,920	49	3,520	20
59	12,062	-	11,569	4	5,908	49	3,077	23
62	12,308	-	11,323	8	7,015	38	6,400	5
64	12,738	-	12,583	1	7,301	42	4,350	23
66	11,360	-	9,440	17	6,720	29	4,480	20
69	10,400	-	10,080	3	5,120	49	2,560	25
71	10,709	-	11,485	-7	5,587	51	2,638	28
73	10,171	-	8,457	17	6,286	26	2,629	36
76	10,171	-	8,686	15	4,114	53	2,400	17

ตารางที่ ข-2 ค่าซีโอดี และร้อยละการกำจัดซีโอดี ในช่วงที่ 1 (ต่อ)

Day	Influent		Acidification tank		Effluent UASB 1		Effluent UASB 2	
	COD (mg/l)	COD removal(%)	COD (mg/l)	COD removal(%)	COD (mg/l)	COD removal(%)	COD (mg/l)	COD removal(%)
78	10,138	-	9,677	5	5,837	40	3,686	21
80	7,680	-	7,680	0	6,912	10	2,918	52
85	14,976	-	10,800	28	4,896	55	3,888	7
87	10,800	-	7,920	27	4,608	42	3,168	13
90	10,656	-	8,352	22	4,464	47	3,024	14
92	10,944	-	10,656	3	4,176	61	3,024	11
97	11,376	-	10,512	8	7,632	27	7,344	3
99	10,512	-	9,504	10	5,904	38	3,888	19
102	10,944	-	8,496	22	3,744	56	3,168	5
104	10,080	-	8,400	17	3,360	60	2,464	9
106	10,080	-	10,864	-8	3,920	64	1,792	21
108	11,952	-	11,088	7	3,744	66	2,736	8
111	17,280	-	12,240	29	7,632	38	4,752	17
113	11,376	-	9,504	16	5,760	39	3,312	22
115	13,680	-	10,800	21	6,480	40	1,872	34
118	17,712	-	15,264	14	4,032	74	1,440	15
120	21,168	-	21,600	-2	3,701	83	3,600	0
122	18,288	-	17,280	6	6,624	62	2,448	23
125	16,272	-	16,128	1	6,336	61	2,736	22
127	20,160	-	14,400	29	6,912	52	2,160	24
130	20,592	-	18,144	12	6,624	63	3,168	17
132	19,296	-	19,728	-2	6,048	69	2,880	16
134	14,976	-	14,976	0	6,768	55	3,168	24
136	15,696	-	16,416	-5	8,064	51	4,032	26
139	14,256	-	14,832	-4	7,632	49	5,040	18

ตารางที่ ข-3 ค่ากรดไขมันระเหยและสภาพด่างทั้งหมด ในช่วงที่ 1

Day	Influent		Acidification tank		Effluent UASB 1		Effluent UASB 2	
	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)
27	675	133	775	183	375	517	250	583
30	825	167	950	250	275	667	83	750
36	750	117	775	350	700	817	83	750
38	600	183	1,000	500	875	1,000	250	883
42	975	550	1,050	633	875	1,033	83	883
44	1,200	533	1,425	633	650	1,017	475	917
48	1,275	350	1,725	633	675	933	325	1,000
50	2,450	400	2,800	617	1,000	1,033	250	967
52	2,650	300	3,150	850	1,150	1,050	150	1,150
55	2,675	867	3,100	1,133	1,250	1,333	300	1,000
57	2,625	717	3,125	767	1,300	1,000	275	1,017
60	2,275	733	2,400	1,050	1,475	1,083	450	1,133
62	3,050	667	3,275	767	2,275	1,133	275	1,133
64	3,350	650	3,375	783	1,725	1,083	375	1,133
66	3,050	550	3,850	683	1,425	967	400	1,100
69	2,200	450	2,950	250	1,250	1,033	425	1,150
71	1,825	217	3,275	733	1,950	1,000	375	1,083
76	2,450	617	3,300	767	1,000	1,017	400	1,150
78	3,175	267	1,825	633	1,700	983	350	1,017
80	1,925	183	2,500	667	1,600	967	400	1,000
83	3,200	250	3,275	617	1,175	1,000	500	1,067
85	2,125	217	3,325	417	1,375	983	275	1,000

ตารางที่ ข-3 ค่ากรดไขมันระเหยและสภาพด่างทั้งหมด ในช่วงที่ 1 (ต่อ)

Day	Influent		Acidification tank		Effluent UASB 1		Effluent UASB 2	
	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)
87	1,975	233	3,025	700	1,000	983	350	1,067
90	1,825	533	3,100	700	575	833	400	1,000
92	1,975	267	2,050	667	1,125	850	400	967
94	1,850	250	2,850	600	1,000	867	275	1,000
97	1,500	267	3,225	567	725	933	475	983
99	1,950	0	2,875	483	850	1,000	475	950
104	1,800	0	2,800	400	800	900	425	967
106	1,775	0	2,900	367	650	867	375	933
109	1,300	0	2,725	300	725	900	350	950
111	1,650	0	2,700	300	600	800	500	967
113	1,600	0	2,775	267	675	700	575	983
115	1,700	50	2,950	267	650	633	625	883
118	1,850	283	3,125	917	825	667	450	1,167
120	1,200	450	3,050	1,133	875	833	375	867
122	1,875	400	2,975	950	900	1,367	450	1,100
125	3,000	467	5,000	983	825	1,533	400	1,083
127	3,925	300	5,550	1,167	500	1,617	325	1,083
129	3,188	333	4,500	1,150	775	1,583	375	1,067
132	3,450	367	4,300	1,167	1,425	1,667	575	1,383
134	3,975	400	5,350	1,100	1,550	1,700	550	1,533
137	3,650	333	5,450	1,017	1,550	1,750	550	1,683

ตารางที่ ข-3 ค่ากรดไขมันระเหยและสภาพด่างทั้งหมด ในช่วงที่ 1 (ต่อ)

Day	Influent		Acidification tank		Effluent UASB 1		Effluent UASB 2	
	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)
139	3,000	367	5,900	1,017	1,500	1,617	550	1,683

ตารางที่ ข-4 ค่าอัตราส่วนกรดไขมันระเหยกับสภาพด่างทั้งหมดและอัตราส่วนตะกอนแขวนลอยระเหยกับตะกอนแขวนลอย ในช่วงที่ 1

Day	%CH ₄ in biogas Experiment 1		Day	%CH ₄ in biogas Experiment 1	
	Effluent UASB 1	Effluent UASB 2		Effluent UASB 1	Effluent UASB 2
8	64	48	1	25	67
14	68	51	3	29	40
24	52	53	17	45	77
28	64	76	20	63	77
31	69	79	22	63	75
36	63	75	25	66	74
38	55	77	27	68	78
41	56	79	29	74	82
43	61	81	31	58	83
45	64	80	34	75	84
48	64	82	36	69	79
50	61	78	38	75	71
52	63	81	41	69	71
55	56	82	43	73	79
57	52	77	48	73	84
60	54	74	50	71	84
62	57	81	55	48	74
64	58	81	57	53	75
66	59	78	59	57	78
71	55	73	62	54	80
73	62	80	64	43	76
76	65	80	66	44	73
78	65	82	71	43	74
80	61	82	76	45	75
83	68	82	78	45	80
85	68	79	80	48	80
87	67	78	83	31	64
90	69	80	85	30	51

ตารางที่ ข-4 ค่าอัตราส่วนกรดไขมันระเหยกับสภาพค้างทั้งหมดและอัตราส่วนตะกอนแขวนลอยระเหยกับตะกอนแขวนลอย ในช่วงที่ 1 (ต่อ)

Day	%CH ₄ in biogas Experiment 1		Day	%CH ₄ in biogas Experiment 1	
	Effluent UASB 1	Effluent UASB 2		Effluent UASB 1	Effluent UASB 2
92	70	77	87	23	58
97	61	77	-	-	-
99	66	78	-	-	-
104	67	79	-	-	-
106	68	79	-	-	-
111	61	79	-	-	-
115	60	81	-	-	-
118	62	81	-	-	-
120	40	80	-	-	-
122	64	79	-	-	-
125	67	78	-	-	-
127	63	78	-	-	-
129	65	78	-	-	-
135	64	78	-	-	-
136	62	78	-	-	-

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ในช่วงที่ 2

ตารางที่ ก-1 ค่าอุณหภูมิ และพีเอช ในช่วงที่ 2

Day	Influent		Acidification tank		UASB1		UASB2	
	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH
1	29	4.5	29	4.4	28	5.3	28	7.5
2	30	4.5	30	4.6	28	5.9	28	7.5
3	30	4.4	30	5.0	28	5.4	28	5.9
4	29	4.5	29	5.2	28	5.4	28	5.6
5	30	4.5	30	5.0	28	5.4	28	5.8
6	30	4.5	30	5.0	28	5.3	28	5.9
7	30	4.4	30	4.9	28	5.3	28	5.7
8	30	4.4	30	4.9	28	5.3	28	5.8
9	28	4.6	28	4.9	28	5.4	28	5.0
10	30	4.7	30	4.9	28	5.4	28	6.0
11	30	4.5	30	5.0	28	5.4	28	6.4
12	28.5	4.5	28.5	5.0	28	5.5	27	6.7
13	29	4.6	29	5.0	27	5.6	27	7.0
14	30	4.6	30	5.0	28	5.7	28	7.2
15	29	4.5	29	5.0	27	5.5	27	6.5
16	27	4.5	27	5.0	25	5.7	25	6.9
17	25	4.4	25	5.1	25	5.9	25	5.9
18	29	4.5	29	5.0	27	5.8	27	6.1
19	28	4.4	28	5.1	27	5.8	27	6.1
20	30	4.4	30	5.1	28	6.3	28	6.1
21	30	4.3	30	5.0	27	6.4	27	5.6
22	32	4.8	32	5.1	30	6.7	30	7.2
23	30	4.5	30	5.2	28	6.9	28	7.1
24	30	4.5	30	5.2	28	7.0	28	7.3
25	30	4.5	30	5.2	28	7.3	28	7.3
26	30	4.5	30	5.2	28	7.3	28	7.5
27	30	4.5	30	5.4	28	7.4	28	7.9
28	29	4.6	29	5.3	27	7.3	27	7.8



ตารางที่ ก-1 ค่าอุณหภูมิ และพีเอช ในช่วงที่ 2 (ต่อ)

Day	Influent		Acidification tank		UASB1		UASB2	
	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH
29	26	4.5	26	5.2	24	7.8	24	7.9
30	25	4.6	25	5.3	24	7.3	24	7.9
31	25	4.5	25	5.3	24	7.6	24	7.9
32	25	4.5	25	5.2	24	7.5	24	7.8
33	25	4.5	25	5.2	22	7.5	22	7.9
34	24	4.5	24	5.2	22	7.4	22	7.3
35	24	4.5	24	5.2	22	7.4	22	7.3
36	26	4.5	26	5.2	24	7.6	24	8.3
37	26	4.5	26	5.3	24	7.6	24	8.0
38	26	4.5	26	5.1	24	7.3	24	8.1
39	27	4.5	27	5.3	25	7.4	25	8.0
40	26	4.5	26	5.3	25	7.3	25	8.0
41	26	4.5	26	5.2	25	7.3	25	8.0
42	25	4.6	25	5.1	25	7.3	25	7.8
43	26	4.6	26	5.2	22	7.5	24	8.1
44	24	4.5	24	5.2	23	7.3	23	8.2
45	25	4.5	25	5.2	22	7.2	23	8.1
46	24	4.5	24	5.2	23	7.2	23	8.1
47	24	4.5	24	5.2	23	7.1	23	8.0
48	24	4.6	24	5.3	22	7.0	22	8.1
49	25	4.9	25	5.2	23	7.0	23	8.0
50	24.5	4.5	24.5	5.2	22	7.0	23	8.0
51	26	4.5	26	5.2	24	6.8	24	8.0
52	26	4.5	26	5.1	23	6.9	23	8.0
53	26	4.5	26	5.2	24	6.8	24	8.1
54	27	4.5	27	5.1	24	6.7	24	8.0
55	27.2	4.5	27.2	5.3	25	6.7	25	7.9
56	27	4.5	27	5.1	25	6.8	25	7.5
57	27.8	4.5	27.8	5.1	25	6.9	25	6.9

ตารางที่ ก-1 ค่าอุณหภูมิ และพีเอช ในช่วงที่ 2 (ต่อ)

Day	Influent		Acidification tank		UASB1		UASB2	
	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH	Temp(°C)	pH
58	27.5	4.5	27.5	5.1	25	6.8	25	7.4
59	25	4.5	25	5.2	23	6.7	24	8.1
60	26	4.5	26	5.2	24	6.6	24	8.0
61	25	4.5	25	5.2	23	6.6	23	8.1
62	25	4.5	25	5.1	23	6.6	24	7.9
63	22.8	4.5	22.8	5.1	21	6.7	21	7.6
64	25	4.5	25	5.2	23	6.1	23	7.5
65	25	4.5	25	5.2	22	5.8	22	7.8
66	25	4.4	25	5.1	23	5.5	23	8.1
67	27	4.3	27	5.0	24	5.4	25	7.9
68	27	4.5	27	5.1	23	5.5	23	8.0
69	27	4.5	27	5.1	23	5.6	23	7.9
70	26	4.5	26	5.1	23	5.6	24	8.0
71	25	4.5	25	5.1	23	5.9	23	7.8
72	27	4.5	27	5.2	24	5.9	24	7.9
73	28	4.5	28	5.1	25	5.9	25	8.0
74	28	4.4	28	5.0	25	5.9	25	7.8
75	28.5	4.4	28.5	5.0	27	5.9	27	8.0
76	28	4.4	28	4.9	26	5.9	26	8.0
77	28	4.4	28	4.9	25	6.0	25	8.0
78	29	4.4	29	4.9	26	6.3	27	8.0
79	27	4.4	27	4.9	25	5.8	25	8.0
80	24	4.4	24	4.9	24	6.2	25	8.0
81	25	4.4	25	5.0	25	5.5	25	7.8
82	25	4.4	25	5.0	25	5.5	25	7.5
83	28	4.4	28	5.0	25	5.1	25	7.3
84	27	4.4	27	5.0	24	5.0	25	6.4
85	23	4.4	23	5.0	23	5.0	24	5.3
86	24	4.4	24	5.1	22	5.1	22	5.1
87	25	4.4	25	5.1	23	5.1	23	5.1

ตารางที่ ก-2 ค่าซีโอดีและร้อยละการกำจัดซีโอดี ในช่วงที่ 2

Day	Influent		Acidification tank		Effluent UASB 1		Effluent UASB 2	
	COD (mg/l)	COD removal(%)	COD (mg/l)	COD removal(%)	COD (mg/l)	COD removal(%)	COD (mg/l)	COD removal(%)
1	4,032	-	3,312	17.86	23,328	-	6,768	70.99
3	7,056	-	7,632	-8.16	12,384	-	17,856	-44.19
8	4,752	-	4,118	13.33	3,960	3.85	4,435	-12.00
13	3,888	-	3,168	18.52	3,024	4.55	3,312	-9.52
15	4,800	-	4,160	13.33	4,800	-15.38	4,480	6.67
17	5,861	-	5,386	8.11	4,594	14.71	3,485	24.14
20	5,069	-	4,752	6.25	3,960	16.67	2,693	32.00
22	4,752	-	4,608	3.03	2,880	37.50	2,592	10.00
25	5,760	-	4,464	22.50	2,880	35.48	1,440	50.00
27	5,472	-	4,896	10.53	3,744	23.53	2,880	23.08
29	4,752	-	4,896	-3.03	4,032	17.65	2,304	42.86
31	6,768	-	5,328	21.28	4,608	13.51	3,312	28.13
34	4,608	-	4,320	6.25	3,456	20.00	2,592	25.00
36	6,400	-	6,240	2.50	4,320	30.77	2,880	33.33
38	4,800	-	5,120	-6.67	3,200	37.50	2,080	23.33
41	4,160	-	3,200	23.08	2,560	20.00	1,600	23.08
43	4,896	-	3,456	29.41	2,448	29.17	1,728	14.71
48	5,760	-	4,176	27.50	3,168	24.14	2,016	20.00
50	10,336	-	8,664	16.18	4,560	47.37	3,344	11.76
55	9,360	-	7,056	24.62	5,760	18.37	3,168	27.69
57	11,232	-	9,792	12.82	6,624	32.35	4,032	23.08
59	19,152	-	7,632	60.15	8,496	-11.32	2,304	32.33
62	20,160	-	16,960	15.87	9,920	41.51	4,480	26.98
64	20,672	-	18,544	10.29	12,920	30.33	4,864	38.97
66	20,880	-	21,456	-2.76	15,696	26.85	6,912	42.07
71	21,888	-	19,728	9.87	18,864	4.38	9,504	42.76
76	38,714	-	30,912	20.15	21,197	31.43	7,802	34.60
78	45,216	-	37,440	17.20	19,584	47.69	8,064	25.48

ตารางที่ ก-2 ค่าซีโอดี และร้อยละการกำจัดซีโอดี ในช่วงที่ 2 (ต่อ)

Day	Influent		Acidification tank		Effluent UASB 1		Effluent UASB 2	
	COD (mg/l)	COD removal(%)	COD (mg/l)	COD removal(%)	COD (mg/l)	COD removal(%)	COD (mg/l)	COD removal(%)
80	39,744	-	39,024	1.81	25,632	34.32	9,216	41.30
83	50,112	-	40,896	18.39	32,112	21.48	18,144	27.87
85	48,944	-	46,208	5.59	45,296	1.97	30,096	31.06
87	49,856	-	40,128	19.51	38,912	3.03	30,400	17.07

ตารางที่ ก-3 ค่ากรดไขมันระเหยและสภาพด่างทั้งหมด ในช่วงที่ 2

Day	Influent		Acidification tank		Effluent UASB 1		Effluent UASB 2	
	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)
1	1,150	333	3,000	267	6,250	1,150	1,375	333
3	1,150	200	1,225	383	2,825	967	5,850	1,983
8	1,150	383	1,450	433	1,750	467	2,775	1,417
15	1,325	333	1,500	317	1,600	450	750	383
17	775	383	1,625	467	1,350	500	725	467
20	675	667	1,100	433	1,150	483	550	300
22	1,175	250	1,850	433	1,025	500	675	467
25	1,175	167	1,625	483	700	650	425	450
27	500	167	1,425	467	750	533	475	533
29	1,050	133	1,550	433	675	583	475	517
31	1,000	133	1,525	417	750	583	375	633
34	1,125	150	1,625	450	775	583	400	633
36	1,125	133	1,550	500	700	600	450	500
38	1,150	167	1,475	433	950	583	375	633
41	975	133	1,575	467	675	617	425	633
43	1,175	133	1,575	400	725	533	300	650
48	1,225	167	1,450	400	900	617	350	700
50	2,050	250	2,450	567	725	600	250	683
55	2,225	233	2,975	917	1,975	917	750	933
57	2,125	250	3,525	783	2,325	950	750	917
59	4,250	250	3,200	750	1,875	933	500	917
62	3,875	383	5,800	1,333	2,250	1,117	475	1,167

ตารางที่ ก-3 ค่ากรดไขมันระเหยและสภาพด่างทั้งหมด ในช่วงที่ 2 (ต่อ)

Day	Influent		Acidification tank		Effluent UASB 1		Effluent UASB 2	
	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)	VFA (mg/l)	Alkalinity (mg/l)
64	4,375	417	5,875	1,417	4,525	1,467	825	1,233
66	4,425	450	5,950	1,467	5,175	1,733	1,225	1,583
71	4,375	467	6,000	1,417	5,475	1,750	1,150	1,450
76	7,350	633	7,875	1,750	6,000	1,967	1,150	2,083
78	7,200	700	8,725	1,833	5,575	2,000	1,675	2,167
80	6,600	583	8,200	1,733	6,275	2,267	1,050	2,183
83	7,500	650	8,000	1,850	9,175	1,983	5,275	3,067
85	7,625	583	7,750	1,667	9,625	1,750	9,500	2,750
87	7,500	583	8,250	1,667	9,125	1,750	10,250	2,083

ตารางที่ ก-4 ค่าอัตราส่วนกรดไขมันระเหยกับสภาพด่างทั้งหมดและอัตราส่วนตะกอนแขวนลอยระเหยกับตะกอนแขวนลอย ในช่วงที่ 2

Day	Influent		Acidification tank		Effluent UASB 1		Effluent UASB 2	
	VFA / Alkalinity	VSS/SS	VFA / Alkalinity	VSS/SS	VFA / Alkalinity	VSS/SS	VFA / Alkalinity	VSS/SS
1	3.5	0.98	11.3	0.96	5.43	0.82	4.13	0.91
3	5.8	0.83	3.2	0.89	2.92	0.92	2.95	0.91
8	3.0	0.58	3.3	0.60	3.75	0.62	1.96	0.88
15	4.0	0.75	4.7	0.44	3.56	0.75	1.96	0.94
17	2.0	0.83	3.5	0.37	2.70	0.95	1.55	0.85
20	1.0	0.77	2.5	0.51	2.38	0.90	1.83	0.72
22	4.7	0.84	4.3	0.83	2.05	0.79	1.45	0.77
25	7.1	0.85	3.4	0.80	1.08	0.72	0.94	0.69
27	3.0	0.97	3.1	0.96	1.41	0.95	0.89	0.86
29	7.9	0.92	3.6	0.92	1.16	0.91	0.92	0.90
31	7.5	0.26	3.7	0.76	1.29	0.90	0.59	0.86
34	7.5	0.94	3.6	0.93	1.33	0.31	0.63	0.24
36	8.4	0.91	3.1	0.23	1.17	0.35	0.90	0.48
38	6.9	0.76	3.4	0.77	1.63	0.78	0.59	0.44
41	7.3	-	3.4	-	1.09	-	0.67	-
43	8.8	0.96	11.8	0.69	5.44	0.97	0.46	0.81
48	9.2	0.55	3.6	0.41	1.69	0.32	0.50	0.77
50	12.3	0.44	6.1	0.86	1.18	0.55	0.37	0.65
55	8.9	0.95	5.3	0.48	3.29	0.78	0.80	0.44
57	9.1	0.85	3.8	0.58	2.54	0.80	0.82	0.78
59	17.0	0.95	4.1	0.78	1.97	0.75	0.55	0.73



ตารางที่ ก-4 ค่าอัตราส่วนกรดไขมันระเหยกับสภาพค่างทั้งหมดและอัตราส่วนตะกอนแขวนลอยระเหยกับ
ตะกอนแขวนลอย ในช่วงที่ 2 (ต่อ)

Day	Influent		Acidification tank		Effluent UASB 1		Effluent UASB 2	
	VFA / Alkalinity	VSS/SS	VFA / Alkalinity	VSS/SS	VFA / Alkalinity	VSS/SS	VFA / Alkalinity	VSS/SS
62	15.5	0.83	7.7	0.82	2.41	0.87	0.41	0.72
64	11.4	0.83	4.4	0.80	4.05	0.81	0.67	0.65
66	3.0	0.88	4.1	0.76	2.99	0.64	0.77	0.67
71	9.4	0.66	4.2	0.85	3.13	0.88	0.79	0.63
76	11.6	0.84	4.5	0.79	3.05	0.78	0.55	0.62
78	10.3	0.83	4.8	0.81	2.79	0.80	0.77	0.70
80	11.3	0.83	4.7	0.78	2.77	0.79	0.48	0.70
83	11.5	0.83	4.3	0.79	4.63	0.77	1.72	0.67
85	13.1	0.88	4.7	0.74	5.50	0.84	3.45	0.73
87	12.9	0.83	5.0	0.80	5.21	0.81	4.92	0.76

ภาคผนวก ง

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะฉบับร่างอังกฤษ

Conclusions.

The study of treatment efficiency of 2 phase 2 stage UASB at ambient temperature for cane molasses alcohol distillery wastewater treatment by installation of 5.4 liter acidification tank and 8.2 liter UASB 2 reactor in line order without addition of nutrient supplement and alkalinity throughout the experiment was done. The study was divided into 2 experiments. First experiment was seeding sludge in UASB 1 and 2 at the same concentration of 15 kg VSS/reactor. The liquid volume of 2 storage tanks UASB, set up at position between acidification tank outlet and UASB1 inlet, and set up at position between UASB1 out let and UASB2 inlet was the same at 13.6 liters made the total systems HRT became 11 days. For 139 days of the operation found that the average of maximum COD concentration 17,000 mg/l, the average in total process COD removal efficiency was 82%. The organic COD removal forming at fermentation acid tank 5%, UASB1 59%, and UASB2 18%, base on influent COD. The average pH of influent, acidification tank, UASB1 and UASB2 was 4.54, 4.96, 7.66 and 8.16 respectively. Volatile fatty acid in effluent at UASB1 an average of 1,440 mg/l as acetic acid, and 539 mg/l as acetic acid in UASB2 effluent. The volatile fatty acid and alkalinity ratio of UASB1 effluent average at 0.89 and UASB2 effluent average at 0.4. Percentage of methane gas in biogas produced from UASB1 average at 64 % and UASB2 average at 71%

In the second experiment seeding sludge was seeded in UASB 1 and 2 at the same of 25 kg VSS / reactor. Two storage tanks were decreased volume into 5 liters made HRT of the total system was shorten to 7 days. With the 87 days of operation. Indicated that the allowable maximum COD influent was average at 20,550 mg/l with COD removal efficiency average at 74% .The organic COD removal forming at fermentation acid tank 19%, UASB1 18%, and UASB2 31%, base on influent COD. The average pH of influent, acidification tank, UASB1 and UASB2 was 4.46, 4.64, 6.06 and 7.87 respectively. Volatile fatty acid in effluent at UASB1 was average of 3,860 mg/l as acetic acid, and 835 mg/l as acetic acid in UASB2 effluent. The volatile fatty acid and alkalinity ratio of UASB1 effluent average at 2.93 and UASB2 effluent average at 0.62. Percentage of methane gas in biogas produced from UASB1 average at 48 % and UASB2 average at 76%

An increment of influent COD to an average of 45,430 mg / L decreased COD removal efficiency average to 64 %. The organic COD removal forming at fermentation acid tank 14%, UASB1 20%, and UASB2 30%,base on influent COD. The average pH of influent, acidification tank, UASB1 and UASB2 was 4.49, 4.99, 5.46 and 6.65 respectively. Volatile fatty acid in effluent at UASB1 was average of 7,630 mg/l as acetic acid, and 4,816 mg/l as acetic acid in UASB2 effluent. The volatile fatty acid and alkalinity ratio of UASB1 effluent average at 3.99 and UASB2 effluent average at 1.98. Percentage of methane gas in biogas produced from UASB1 average at 33 % and UASB2 average at 63%. Effluent has maximum volatile fatty acid average of 10,250 mg/l as acetic acid. The system became uncontrollable and could not maintain pH balance. The performance of the system has decreased continuously.

When compare the results between 2 experiment at the same influent COD concentration of 20,000 mg/l, However in the real experiment COD influent at the first experiment has an average of 17,000 mg/l and 20,550 mg/l of second experiment, found that COD removal efficiency of first experiment were better than second Experiment of 8 % .Percentage methane gas in UASB 1in first experiment higher than in second experiment of 16 %. First experiment has temperature in the range 26-28 °C but second experiment have temperature in the range of 23-26 °C. When compared the result of this study to the literature, it was found that 2 phase 2 stage UASB have efficiency of COD removal higher than others 11-27 % and an addition of UASB 2 could increase COD removal efficiency 18 %, means that the addition of UASB2 is effective for polished up the COD fraction left from UASB1 and appropriate for application to cane molasses alcohol distillery wastewater treatment.

Suggestions.

1. The system can not met pH balance under excessive influent COD of 40,000 mg/l, pH was dropped and volatile fatty acids was increased. Affect the growth of bacteria that produce methane gas.
2. This Experiment had no pH adjustment throughout the experiments. When increased influent COD, pH in UASB1 influent became lower than a suitable pH range for methanogen. So an adjustment of pH in the influent COD must be done to control pH in UASB to be keep in the range of 6.5 to 8.2, which would allows the system to keep in controllable condition.

ประวัติผู้เขียน

นายปิยพงศ์ สุวรรณศรี เกิดเมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2525 ณ อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร จบการศึกษาระดับมัธยมจากโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร เมื่อปีการศึกษา 2542 จบการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2548 ศึกษาต่อในระดับวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2549



ประวัติผู้เขียน

นายปิยพงศ์ สุวรรณศรี เกิดเมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2525 ณ อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร จบการศึกษาระดับมัธยมจากโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร เมื่อปีการศึกษา 2542 จบการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2548 ศึกษาต่อในระดับวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2549

