รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กองวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. แนวทางการกำจัดน้ำกากส่าจากโรงงานสุรากรมสรรพสามิต : ตอนที่ 2. สรุปผลการศึกษาทดลองกำจัดน้ำกากส่าในห้องปฏิบัติการ. สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2524.

ณรงค์ จิตต์จรุงเกียรติ. การผลิตก๊าซชีวภาพจากกากถั่วเหลืองโดยกรรมวิธีชั้นตะกอนจุลชีพไร้อากาศแบบไหลขึ้น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

ธีระ เกรอต. วิศวกรรมน้ำเสียการบำบัดทางชีวภาพ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. การบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการไร้ออกซิเจน. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545"

วันชัย วงศ์เทียนชัย. ผลของสารอาหารปฐมภูมิต่อการกำจัดสีในน้ำกากส่าด้วยระบบแอนแอโรบิกไฮบริดยูเอเอสบี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สมพงษ์ นิลประยูร และเสนีย์ กาญจนวงศ์. การบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยระบบยูเอเอสบี. เทคโนโลยีและการควบคุมมลพิษ การประชุมวิชาการระดับชาติ สสวท' 35. 2536, หน้า 88-103.

สุจินต์ พนาปวุฒิกุล. ผลงานวิจัยการกำจัดน้ำกากส่าจากโรงงานสุรา. วิศวกรรมสาร. ปีที่ 38 เล่มที่ 1 (ก.พ. 2527) หน้า 88-91.

สุเมธ ชวเดช. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน. เอกสารวิชาการของห้องปฏิบัติการวิศวสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2529, หน้า 1-32.

สุเมธ ชวเดช. ระบบหมักก๊าซชีวภาพ Upflow Anaerobic Sludge Blanket. เอกสารประกอบคำบรรยายเรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์ก๊าซชีวภาพ. 1-12 ธันวาคม 2530 ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯธนบุรี. หน้า 1-13.

สุพรรณ ชาตตระกูล. โครงการการศึกษาวิจัยการบำบัดน้ำกากส่าโดยระบบ (Upflow Anaerobic Sludge Blanket. งานสิ่งแวดล้อมและเทคนิคการผลิต สำนักงานกลุ่มบริษัทสุราทิพย์, 2529.

หน่วยวิจัยและควบคุมคุณภาพ โรงงานสุรา บริษัทแสงโสม จำกัด, 2545. (ไม่เปิดเผยข้อมูล)

อรุณี วจนะวิจัย. การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานเบียร์โดยกระบวนการยูเอเอสบี. เอกสารในการสัมมนาวิชาการระดับชาติครั้งที่ 2 เรื่องเทคโนโลยีน้ำและน้ำเสีย. 15 มีนาคม 2533 ณ หอประชุมคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 37-49.

อำพรรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์. การศึกษากลไกการลดสีน้ำเสียจากโรงงานสุราโดย Acetic Acid Bacteria. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2543.

อิศระ รัตนปริยานุช. การบำบัดน้ำเสียกากส่าโดยใช้ระบบแอนแอโรบิกไฮบริดฟิลเตอร์ที่มีถังหมักกรดนำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

ภาษาอังกฤษ

Blonskaja, V., Menert, A. and Vilu, R. Use of two-stage anaerobic treatment for distillery waste. Advancees in Environmental Research 7 (2003) : 371-678.

Buijs, C. , Heertjes, P.M. , and Vander meer, R.R. Distribution and Behavior of Sludge in Upflow Reactor for Anaerobic Treatment of Wastewater. Biotechnology and Bioengineering 24 (1982) : 1975-1979.

Cheng, R.M. High Rate Anaerobic treatment of Industrial Wastewater at Thermophilic condition. Biotechnology and Bioengineering 27, 10 (1991) : 1382-1398.

Ching-Shyung Hwu, Jules B. van Lier and Gatze Lettinga. Physicochemical and biological performance of expanded granular sludge bed reactors treating long-chain fatty acids. Process Biochemistry 33 (1998) : 75-81.

Dolfing, J. Kinetics of methane formation by granulation sludge at low substrate concentration. Appl. Microbial. Biotechnology 22 (1985) : 77-81.

Endo, G. Microbial Ecology of Granulation and Bulking of Anaerobic Biological Sludge, IAWPPC's Asian Workshop at SASA International House. Bangkok Thailand, (1988) : 551-565.

Fang, H.H., Chui, H.K., Li, Y.Y. Microbial structure and activity of UASB granules treating different wastewater. Wat. Sci. Tech 30, 12 (1994) : 87-96.

Flechter, A. Advance in biochemical engineering / Biotechnology. 42 Heidelberg, 1990.

Francisca Kalivathi, L., Uma and Subramanian. G. Degradation and metabolization of the pigment melanoidin in distillery effluent by the marine cyanobacterium *Oscillatoria boryana* BDU 92181. Enzyme and Microbial Technology. 29 (2001) : 246-251.

Guiot, S.R., Pauss, A., Corterton, J.W. A Structure model of the anaerobic granule consortium. Wat.Sci.Tech 25, 7 (1992) : 1-7.

Hulshoff, L.W.P., de Zeeuw, W.J., Vel Zeboer, C.T.M., Lettinga, G. Granulation in UASB Reactor. Wat.Sci.Tech. 15 (1983 a) : 291-304.

Jayadevan, Jeyabalasingham. High Rate Anaerobic treatment of Industrial Wastewater at Thermophilic condition. Master's Thesis, Asian Institute of Technology (1992) : 30-55.

Jeison, D. and Chamy, R. Comparison of the Behaviour of Expanded Granular Sludge Bed (EGSB) and Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Reactors in dilute and concentrated Wastewater Treatment. Wat.Sci.Tech 40, 8 (1999) : 91-97

Kato, M.T., Field, J.A., Versteeg, P., Lettinga, G. Feasibility of Expanded Granular Sludge Bed reactors for the anaerobic Treatment of low-strength soluble wastewater. Biotechnology and Bioengineering 30, 12 (1994) : 87-96.

Lettinga,G.Use Upflow Sludge Blanket (USB) Reactor Concept for Biological Wastewater Treatment Especially for Anaerobic Treatment. Biotechnology and Bioengineering 22 (1980) : 699.

Lettinga, G. Anaerobic Treatment Using the UASB Process. Seminar on Anaerobic Wastewater Treatment. Sydney, Australia, (August, 1982) : 500.

Lettinga, G., Roersma, R., Grin, P. Anaerobic treatment of raw domestic sewage at ambient temperature using a granular bed UASB reactor. Biotechnology and Bioengineering 25 (1983) : 1701-1723.

Lettinga, G., De Man, A., Van Der Last, A.R.M., Wiegant, W., Van Knippenberg, K., Frijns,J., Van Buuren, J.C.L. Anaerobic treatment of domestic sawage and wastewater. Wat.Sci.Tech 27, 9 (1993) : 67-73.

Metcalf and Eddy. Anaerobic Suspended Growth Treatment Processes. In Wastewater engineering Treatment Disposal Reuse : McGraw Hill International Editions, (1991) : 33.

Ohmomo, S., Daengsubha, W., Yoshikawa, H., Yui, M., Nozaki, K., Nakajima, T. and Nakamura, I. Screening of Anaerobic Bacteria with the ability of Decolorize Molasses Melanoidin. Agric. Biol. Chem 52, 10 (1988) : 2429-2435.

Ohmomo, S., Daengsubha, W., Yoshikawa, H., Nozaki, K., Nakajima, T. and Nakamura, I. Continuous Decolorization of Molasses Waste Water Using Immobilized *Lactobacillus hiligardii* Cell. Agric. Biol. Chem 52, 10 (1988) : 2437-2441.

Rinzema, A., Van Veen, H., Lettinga, G. Anaerobic digestion of triglyceride emulsions in Expanded Granular Sludge Bed reactors with modified sludge seperators. Environmental Technology 14 (1993) : 423-432.

Sanchez, F.R.P., Cardoba and Sinerigt, f. Use of the reactor for the Anaerobic Treatment of stillage from Sugar Cane Molass. Biotechnology and Bioengineering 27 (1985) : 1710-1716.

Schmidt, J.E., and Ahring, B.K. Granular Sludge formation in Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) reactors. Biotechnology and Bioengineering. 49 (1995) : 229-246.

Seghezzo, L., Zeeman, G., Vvan Lier, J.B., Hamelers, H.V.M., Lettinga, G.A. The anaerobic treatment of sewage in UASB and EGSB reactors. Bioresources Technology 65 (1998) : 175-190.

Seng, C.E., Fernandes and Paskins, A.R. Biochemical Effects of Administering shock load of Sucrose to a Laboratory Scale Anaerobic (UASB) Effluent Treatment Plant. Wat.Res. 20 (1985) : 789-994.

Sirianuntapiboon,S., Somchai, P., Sihanonih, P., Attasampunna, P., Ohmomo, S. Microbial Decolorization of Molasses Waste Water by Mycelia Sterilia D90. Agric Biol. Chem. 52, 2 (1988) : 393-398.

Van Haandal, A.C. and Lettinga, G. Anaerobic sewage Treatment. Chicester John Wiley&Sons, (1994) : 485-497.

Wiegant and Lettinga, G. Thermoplilic Anaerobic Digestion of Sugars in Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors. Biotechnology and Bioengineering 27 (1985) : 1603-1607.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการทดลอง

ตารางที่ ก-1 แสดงวันที่ทำการทดลอง

การทดลอง	วันเริ่มต้นทำการทดลอง	วันที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว	วันสิ้นสุดการทดลอง
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 5 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	3 กุมภาพันธ์ 2546 (วันที่ 1)	31 มีนาคม 2546 (วันที่ 57)	30 เมษายน 2546 (วันที่ 86)
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	1พฤษภาคม 2546 (วันที่ 1)	2 มิถุนายน 2546 (วันที่ 33)	30 มิถุนายน 2546 (วันที่ 60)
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 15 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	1 กรกฎาคม 2546 (วันที่ 1)	1 สิงหาคม 2546 (วันที่ 32)	31 สิงหาคม 2546 (วันที่ 62)
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 25 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน	1 กันยายน 2546 (วันที่ 1)	11 กันยายน 2546 (วันที่ 11)	26 กันยายน 2546 (วันที่ 26)

inf = น้ำเสียเข้าระบบ

R1 = ถังปฏิกรณ์ที่ 1 ความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.

R2 = ถังปฏิกรณ์ที่ 2 ความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.

Average = ค่าเฉลี่ยหลังจากที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว

SD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N = จำนวนข้อมูลหลังจากที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว

ตารางที่ ก-2 ผลการทดลองชุดที่ 1 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 5 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 24 ชม.
แสดงพารามิเตอร์ ซีโอดี, บีโอดี 5 วัน และอัตราส่วนบีโอดีต่อซีโอดี

วันที่	วัน/เดือน/ปี	COD (mg/l)			% COD removal		BOD5 (mg/l)			BOD:COD
		inf	R1	R2	R1	R2	inf	R1	R2	inf
1	3/2/03	3280	1960	1980	40	40	-	-	-	-
3	5/2/03	4200	2285	2243	46	47	-	-	-	-
5	7/2/03	4214	2408	2150	43	49	-	-	-	-
8	10/2/03	4060	2270	2130	44	48	-	-	-	-
10	12/2/03	3800	2251	2150	41	43	-	-	-	-
12	14/2/03	4788	2385	2352	50	51	-	-	-	-
16	18/2/03	5208	2620	2420	50	54	-	-	-	-
18	20/2/03	5248	2624	2493	50	52	1100	400	500	0.21
20	22/2/03	5494	2624	2493	52	55	-	-	-	-
22	24/2/03	4920	2624	2558	47	48	-	-	-	-
24	26/2/03	4920	2558	2493	48	49	-	-	-	-
26	28/2/03	5490	3096	2736	44	50	-	-	-	-
29	3/3/03	5292	2620	2554	50	52	-	-	-	-
31	5/3/03	5148	2558	2496	50	52	-	-	-	-
33	7/3/03	5040	2560	2432	49	52	-	-	-	-
36	10/3/03	5246	2614	2545	50	51	1100	500	400	0.21
38	12/3/03	5720	2816	2675	51	53	-	-	-	-
40	14/3/03	5160	2752	2683	47	48	-	-	-	-
43	17/3/03	5080	2560	2490	50	51	-	-	-	-
45	19/3/03	4840	2430	2360	50	51	-	-	-	-
47	21/3/03	5040	2560	2432	49	52	-	-	-	-
50	24/3/03	5148	2550	2496	50	52	-	-	-	-
52	26/3/03	5248	2624	2493	50	52	1200	550	500	0.23
54	28/3/03	4920	2558	2493	48	49	-	-	-	-
57	31/3/03	5160	2752	2683	47	48	-	-	-	-
59	2/4/03	5246	2614	2545	50	51	-	-	-	-
61	4/4/03	5080	2560	2490	50	51	-	-	-	-
64	7/4/03	4920	2558	2493	48	49	-	-	-	-
66	9/4/03	4788	2385	2352	50	51	-	-	-	-
68	11/4/03	5248	2624	2493	50	52	1080	500	450	0.21
74	17/4/03	5148	2558	2496	50	52	-	-	-	-
76	19/4/03	4840	2360	2360	51	51	-	-	-	-
78	22/4/03	5246	2614	2545	50	51	-	-	-	-
80	24/4/03	5260	2635	2596	50	51	-	-	-	-
84	28/4/03	5160	2580	2544	50	51	-	-	-	-

ตารางที่ ก-2 ผลการทดลองชุดที่ 1 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 5 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 24 ชม. แสดงพารามิเตอร์ ซีโอดี, บีโอดี 5 วัน และอัตราส่วนบีโอดีต่อซีโอดี

วันที่	วัน/เดือน/ปี	COD (mg/l)			% COD removal		BOD5 (mg/l)			BOD:COD
		inf	R1	R2	R1	R2	inf	R1	R2	inf
86	30/4/03	5100	2550	2496	50	51	1000	400	400	0.20
Average		5100	2566	2508	50	51	1040	450	425	0.20
SD		164	106	90.3	1.2	1.15	56.6	70.7	35.4	
N		12	12	12	12	12	2	2	2	2

ตารางที่ ก-2 ผลการทดลองชุดที่ 1 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 5 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 24 ชม. แสดงพารามิเตอร์ กรดไขมันระเหยง่าย, สภาพด่างทั้งหมด และของแข็งแขวนลอย

วันที่	วัน/เดือน/ปี	VFA			Alkalinity			SS		
		inf	R1	R2	inf	R1	R2	inf	R1	R2
1	3/2/03	840	520	460	1660	1960	2100	150	90	60
3	5/2/03	740	440	440	1060	1260	1300	150	110	120
5	7/2/03	820	500	480	1020	1280	1200	170	150	130
8	10/2/03	700	400	380	760	1160	1160	115	40	65
10	12/2/03	760	380	360	800	1100	980	120	55	65
12	14/2/03	660	400	520	700	1220	1200	90	85	35
16	18/2/03	840	500	500	660	1260	1160	110	55	65
18	20/2/03	780	420	420	900	1280	1580	115	35	65
20	22/2/03	820	400	440	740	1280	1360	180	40	65
22	24/2/03	840	440	420	860	1420	1380	140	50	50
24	26/2/03	800	480	480	760	1340	1360	155	35	35
26	28/2/03	840	460	460	740	1320	1620	175	25	35
29	3/3/03	800	460	440	800	1300	1340	150	55	55
31	5/3/03	780	440	440	760	1460	1400	110	45	45
33	7/3/03	800	400	440	760	1380	1420	93	17	17
36	10/3/03	840	440	420	760	1380	1380	100	30	27
38	12/3/03	900	460	460	800	1400	1380	97	50	23
40	14/3/03	800	440	440	800	1400	1440	140	23	33
43	17/3/03	780	420	440	760	1460	1460	85	40	50
45	19/3/03	800	440	440	760	1360	1400	120	65	75
47	21/3/03	800	400	440	760	1380	1420	93	30	45
50	24/3/03	780	440	440	760	1460	1440	100	45	55
52	26/3/03	780	420	420	800	1460	1460	95	35	55
54	28/3/03	760	480	480	760	1340	1360	97	45	65
57	31/3/03	800	440	440	800	1400	1440	100	50	35
59	2/4/03	840	460	460	740	1340	1360	97	45	55
61	4/4/03	800	440	440	760	1380	1420	110	45	45
64	7/4/03	800	480	480	760	1340	1360	115	35	50
66	9/4/03	760	400	420	760	1320	1340	90	35	50
68	11/4/03	780	420	420	820	1460	1460	100	45	55
74	17/4/03	780	440	440	760	1460	1400	110	45	45
76	19/4/03	840	440	420	760	1380	1380	120	55	65
78	22/4/03	840	440	420	760	1380	1400	97	23	50
80	24/4/03	900	460	460	800	1400	1380	110	60	75
84	28/4/03	820	400	440	740	1380	1400	90	45	55

ตารางที่ ก-2 ผลการทดลองชุดที่ 1 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 5 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 24 ชม.
แสดงพารามิเตอร์ กรดไขมันระเหยง่าย, สภาพด่างทั้งหมด และของแข็งแขวนลอย

วันที่	วัน/ เดือน/ปี	VFA			Alkalinity			SS		
		inf	R1	R2	inf	R1	R2	inf	R1	R2
86	30/4/03	780	420	420	760	1440	1400	85	35	40
Average		812	437	438	818	1390	1395	102	43	52
SD		38.6	23.9	19.9	164	45.5	34.2	11	9.97	10.7
N		12	12	12	12	12	12	12	12	12

ตารางที่ ก-2 ผลการทดลองชุดที่ 1 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 5 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 24 ชม. แสดงพารามิเตอร์ พีเอช, อุณหภูมิ และโออาร์พี

วันที่	วัน/เดือน/ปี	pH			Temp(°c)			ORP (mv)	
		inf	R1	R2	inf	R1	R2	R1	R2
1	3/2/03	7	7.53	7.45	29.3	29.5	29.6	-335	-340
2	4/2/03	6.81	7.25	7.36	28.5	28.8	28.9		
3	5/2/03	6.85	7.35	7.5	29.5	29.6	29.2	-340	-350
4	6/2/03	6.9	7.42	7.55	26.8	27.8	27.5		
5	7/2/03	6.73	7.05	7.2	27.4	28.5	28.7	-320	-328
6	8/2/03	6.81	7.08	7.15	27.3	28.6	28.5		
8	10/2/03	6.82	7.02	7.17	26.5	27.5	27.8	-310	-318
9	11/2/03	6.85	7.03	7.08	28.5	29.2	28.4		
10	12/2/03	6.8	7.09	7.1	26.7	28.2	28.6	-328	-336
11	13/2/03	6.85	7.04	7.05	27.5	29	29.4		
12	14/2/03	6.8	6.89	6.96	27.5	28.8	29.4	-308	-312
15	17/2/03	6.78	6.95	7	26.5	27.8	28.6		
16	18/2/03	6.82	6.96	7.05	25.8	27.4	28.2	-308	-312
17	19/2/03	6.85	6.88	7.05	27.8	29.8	30.4		
18	20/2/03	6.8	6.86	6.9	28.2	29.6	29.8	-327	-335
19	21/2/03	6.78	6.88	7.03	26.4	27.5	28.6		
20	22/2/03	6.62	6.89	6.93	29.4	29.3	29.3	-340	-362
22	24/2/03	6.61	6.95	7.02	28.3	29.6	29.6	-347	-350
23	25/2/03	6.7	6.96	7.02	30	29.7	29.9		
24	26/2/03	6.58	6.82	6.88	29.6	28.9	28.7	-314	-325
25	27/2/03	6.62	6.83	6.85	29.3	28.9	28.7		
26	28/2/03	6.6	6.81	6.92	28.1	28.1	28	-338	-346
27	1/3/03	6.65	6.82	6.85	28.8	29.1	29.1		
29	3/3/03	6.38	6.76	6.83	27.5	27.5	27.6	-318	-326
30	4/3/03	6.4	6.75	6.78	26.9	27	27.3		
31	5/3/03	6.36	6.77	6.87	26.9	26.9	27.6	-325	-335
32	6/3/03	6.34	6.77	6.8	26.8	27.6	27.6		
33	7/3/03	6.38	6.84	6.9	28.3	28.2	28.1	-330	-338
34	8/3/03	6.35	6.75	6.8	27.7	27.8	27.8		
36	10/3/03	6.65	6.86	6.93	28.4	28.1	27.8	-342	-352
37	11/3/03	6.46	6.8	6.82	29.3	28.9	28.7		
38	12/3/03	6.58	6.85	6.96	29.4	29.3	29.3	-325	-340
39	13/3/03	6.48	6.8	6.85	28.6	28.7	29		
40	14/3/03	6.48	6.75	6.93	27.4	27.2	27.3	-318	-330
41	15/3/03	6.46	6.76	6.85	30	29.7	29.9		

ตารางที่ ก-2 ผลการทดลองชุดที่ 1 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 5 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 24 ชม. แสดงพารามิเตอร์ พีเอช, อุณหภูมิ และโออาร์พี

วันที่	วัน/เดือน/ปี	pH			Temp(^{o}c)			ORP (mv)	
		inf	R1	R2	inf	R1	R2	R1	R2
43	17/3/03	6.65	6.86	6.98	29.4	29.3	29.3	-320	-328
44	18/3/03	6.46	6.78	6.82	28.8	29.1	29.1		
45	19/3/03	6.65	6.78	6.86	29.3	28.9	28.7	-332	-338
46	20/3/03	6.43	6.81	6.88	28.3	29.6	29.6		
47	21/3/03	6.38	6.84	6.9	28.2	29.6	29.8	-332	-340
48	22/3/03	6.45	6.82	6.84	28.4	28.1	27.8		
50	24/3/03	6.61	6.73	6.81	30	29.7	29.9	-324	-342
51	25/3/03	6.55	6.72	6.78	29.4	29.3	29.3		
52	26/3/03	6.65	6.88	6.96	28.8	29.1	29.1	-326	-350
53	27/3/03	6.63	6.88	6.95	28.3	28.2	28.1		
54	28/3/03	6.62	6.89	6.93	29.3	28.9	28.7	-342	-350
55	29/3/03	6.64	6.88	6.95	29.3	28.9	28.7		
57	31/3/03	6.65	6.85	6.96	28.3	29.6	29.6	-332	-342
58	1/4/03	6.58	6.8	6.9	29.4	29.3	29.3		
59	2/4/03	6.61	6.83	6.93	28.2	29.6	29.8	-318	-326
60	3/4/03	6.42	6.82	6.9	28.3	28.2	28.1		
61	4/4/03	6.38	6.84	6.92	30	29.7	29.9	-335	-342
62	5/4/03	6.45	6.88	6.92	29.3	28.9	28.7		
64	7/4/03	6.61	6.95	7.02	28.8	29.1	29.1	-326	-342
65	8/4/03	6.6	6.88	6.95	28.4	28.1	27.8		
66	9/4/03	6.68	6.86	7.02	28.8	29.1	29.1	-325	-338
67	10/4/03	6.59	6.85	6.96	29.3	28.9	28.7		
68	11/4/03	6.58	6.88	6.98	29.3	28.9	28.7	-338	-354
73	16/4/03	6.45	6.82	6.85	28.6	28.7	29		
74	17/4/03	6.38	6.76	6.83	28.3	29.6	29.6	-325	-343
75	18/4/03	6.5	6.78	6.85	30	29.7	29.9		
76	19/4/03	6.63	6.77	6.87	29.3	28.9	28.7	-338	-347
77	21/4/03	6.58	6.82	6.92	28.4	28.1	27.8		
78	22/4/03	6.61	6.95	7.05	29.3	28.9	28.7	-344	-342
79	23/4/03	6.56	6.84	6.95	28.8	29.1	29.1		
80	24/4/03	6.65	6.86	6.96	28.3	28.2	28.1	-325	-334
81	25/4/03	6.6	6.82	6.94	30	29.7	29.9		
84	28/4/03	6.58	6.78	6.92	28.3	29.6	29.6	-325	-338
85	29/4/03	6.62	6.82	6.98	28.2	29.6	29.8		

ตารางที่ ก-2 ผลการทดลองชุดที่ 1 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 5 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 24 ชม.
แสดงพารามิเตอร์ พีเอช, อุณหภูมิ และโออาร์พี

วันที่	วัน/เดือน/ปี	pH			Temp(°c)			ORP (mv)	
		inf	R1	R2	inf	R1	R2	R1	R2
86	30/4/03	6.68	6.85	7.04	28.8	29.1	29.1	-338	-345
Average		6.56	6.84	6.94	28.9	29.1	29	-331	-341
SD		0.09	0.05	0.06	0.61	0.54	0.67	7.81	6.88
N		23	23	23	23	23	23	12	12

ตารางที่ ก-2 ผลการทดลองชุดที่ 1 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 5 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 24 ชม.
แสดงพารามิเตอร์ ความเข้มข้นสี, ก๊าซชีวภาพ, TKN

วันที่	วัน เดือนปี	color (SU)			ประสิทธิภาพ การลดสี (%)		GAS (ml/d)		TKN (mg/l N)		
		inf	R1	R2	R1	R2	R1	R2	inf	R1	R2
1	3/2/03	330	304	300	8	9	650	650			
5	7/2/03	341	301	308	12	10	800	800			
10	12/2/03	329	290	290	12	12	960	900	101	95	95
16	18/2/03	328	290	286	12	13	1050	1000			
18	20/2/03	324	282	284	13	12	1000	1050	90	84	84
22	24/2/03	308	270	274	12	11	1000	1050			
26	28/2/03	314	276	280	12	11	1100	1000	95	90	90
29	3/3/03	340	310	313	9	8	1100	1000			
31	5/3/03	330	300	304	9	8	1100	950			
33	7/3/03	341	300	303	12	11	1200	1100			
36	10/3/03	324	290	292	10	10	1200	1300	84	78	78
38	12/3/03	328	288	291	12	11	1200	1000			
40	14/3/03	322	285	289	11	10	1200	1100			
43	17/3/03	334	294	297	12	11	1200	1100	90	84	78
47	21/3/03	306	270	273	12	11	1200	1100			
52	26/3/03	326	289	293	11	10	1300	1200	101	90	90
54	28/3/03	340	315	313	7	8	1300	1200			
57	31/3/03	341	305	308	11	10	1300	1200			
59	2/4/03	330	298	302	10	8	1300	1200			
61	4/4/03	340	312	309	8	9	1300	1200	95	90	84
64	7/4/03	340	308	312	9	8	1400	1300			
66	9/4/03	341	301	308	12	10	1400	1300			
68	11/4/03	329	287	291	13	12	1400	1300	90	84	78
74	17/4/03	322	286	290	11	10	1400	1300			
76	19/4/03	334	296	300	11	10	1300	1400			
78	22/4/03	306	270	274	12	10	1300	1400			
80	24/4/03	317	288	292	9	8	1400	1300	95	90	90
84	28/4/03	317	275	282	13	11	1400	1300			
86	30/4/03	322	275	289	15	10	1500	1300	101	90	84
Average		328	292	296	11	10	1367	1292	95	89	84
SD		11.5	13.8	11.94	1.85	1.113	65.13	66.86	4.5	3	4.9
N		12	12	12	12	12	12	12	3	3	3

ตารางที่ ก-3 ผลการทดลองชุดที่ 2 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 12 ชม. แสดงพารามิเตอร์ ซีโอดี, บีโอดี 5 วัน และอัตราส่วนบีโอดีต่อซีโอดี

วันที่	วัน/เดือน/ปี	COD (mg/l)			% COD removal		BOD5 (mg/l)			BOD:COD
		inf	R1	R2	R1	R2	inf	R1	R2	inf
1	1/5/03	5096	2652	2620	48	49	-	-	-	-
3	3/5/03	5280	2690	2560	49	52	-	-	-	-
6	6/5/03	5440	2620	2560	52	53	-	-	-	-
8	8/5/03	5450	2460	2400	55	56	-	-	-	-
10	10/5/03	5210	2530	2460	51	53	-	-	-	-
13	13/5/03	5610	2650	2580	53	54	1500	500	600	0.27
16	16/5/03	5400	2590	2520	52	53	-	-	-	-
19	19/5/03	5310	2664	2592	50	51	-	-	-	-
21	21/5/03	5220	2520	2520	52	52	-	-	-	-
23	23/5/03	5280	2394	2394	55	55	-	-	-	-
26	26/5/03	5074	2408	2339	53	54	-	-	-	-
28	28/5/03	5160	2545	2408	51	53	1400	500	600	0.27
30	30/5/03	5074	2477	2408	51	53	-	-	-	-
33	2/6/03	5040	2352	2285	53	55	-	-	-	-
35	4/6/03	5074	2545	2477	50	51	-	-	-	-
37	6/6/03	4872	2352	2285	52	53	-	-	-	-
40	9/6/03	5192	2464	2464	53	53	-	-	-	-
42	11/6/03	5280	2605	2534	51	52	1300	400	400	0.25
44	13/6/03	5280	2394	2312	55	56	-	-	-	-
47	16/6/03	5040	2352	2285	53	55	-	-	-	-
49	18/6/03	5096	2652	2620	48	49	-	-	-	-
51	20/6/03	5220	2520	2498	52	52	-	-	-	-
55	24/6/03	5074	2477	2408	51	53	-	-	-	-
57	26/6/03	5074	2408	2339	53	54	1400	500	500	0.27
59	28/6/03	5160	2545	2408	51	53	-	-	-	-
60	30/6/03	5440	2620	2560	52	53	-	-	-	-
Average		5137	2514	2440	51	53	1350	450	450	0.26
SD		138.6	102.6	110	1.65	1.79	70.71	70.71	70.71	-
N		14	14	14	14	14	2	2	2	-

ตารางที่ ก-3 ผลการทดลองชุดที่ 2 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 12 ชม. แสดงพารามิเตอร์ กรดไขมันระเหยง่าย, สภาพด่างทั้งหมด และของแข็งแขวนลอย

วันที่	วัน/ เดือน/ปี	VFA			Alkalinity			SS		
		inf	R1	R2	inf	R1	R2	inf	R1	R2
1	1/5/03	940	440	520	980	1400	1340	125	40	45
3	3/5/03	840	460	480	900	1400	1320	155	45	45
6	6/5/03	920	440	500	800	1460	1440	112	32	48
8	8/5/03	920	520	480	840	1460	1460	64	32	36
10	10/5/03	880	480	480	780	1360	1420	52	36	36
13	13/5/03	800	440	440	740	1340	1380	72	36	48
16	16/5/03	820	460	440	780	1400	1360	64	36	28
19	19/5/03	780	460	440	740	1420	1340	68	32	40
21	21/5/03	800	420	440	720	1400	1440	72	36	48
23	23/5/03	760	440	420	660	1280	1340	72	36	48
26	26/5/03	860	480	480	820	1380	1380	56	35	28
28	28/5/03	800	440	440	740	1340	1380	56	44	40
30	30/5/03	760	440	420	740	1280	1340	92	36	24
33	2/6/03	780	420	440	720	1400	1440	72	36	32
35	4/6/03	860	480	440	780	1360	1300	68	20	32
37	6/6/03	860	480	480	820	1380	1380	84	44	36
40	9/6/03	880	460	440	780	1400	1360	44	32	32
42	11/6/03	780	460	440	740	1420	1340	36	28	20
44	13/6/03	760	440	420	660	1280	1340	72	36	48
47	16/6/03	800	440	440	740	1340	1380	72	36	32
49	18/6/03	800	440	440	740	1340	1380	125	40	45
51	20/6/03	800	420	440	720	1400	1440	72	36	48
55	24/6/03	780	460	440	780	1360	1420	92	36	40
57	26/6/03	760	440	420	760	1280	1340	72	36	48
59	28/6/03	800	440	440	740	1340	1380	56	40	44
60	30/6/03	840	460	480	800	1400	1440	92	45	50
Average		804	449	441	751	1356	1377	75	36	38
SD		40.1	18.8	18.3	39.8	48.5	44.3	22.2	6.3	9.6
N		14	14	14	14	14	14	14	14	14

ตารางที่ ก-3 ผลการทดลองชุดที่ 2 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 12 ชม. แสดงพารามิเตอร์ พีเอช, อุณหภูมิ และโออาร์พี

วันที่	วัน/เดือน/ปี	pH			Temp(°c)			ORP (mv)	
		inf	R1	R2	inf	R1	R2	R1	R2
1	1/5/03	6.55	6.81	6.81	29.7	29.6	29.5	-345	-356
2	2/5/03	6.52	6.78	6.82	29.4	29.3	29.3	-	-
3	3/5/03	6.38	6.73	6.8	28.6	28.7	29	-358	-360
5	5/5/03	6.45	6.72	6.82	27.4	27.2	27.3	-	-
6	6/5/03	6.4	6.68	6.78	30	29.7	29.9	-330	-340
7	7/5/03	6.52	6.78	6.82	29.4	29.3	29.3	-	-
8	8/5/03	6.55	6.73	6.81	28.8	29.1	29.1	-330	-340
9	9/5/03	6.31	6.69	6.8	29.3	28.9	28.7	-	-
10	10/5/03	6.62	6.68	6.76	28.3	29.6	29.6	-338	-346
12	12/5/03	6.4	6.65	6.73	28.2	29.6	29.8	-	-
13	13/5/03	6.35	6.65	6.68	28.4	28.1	27.8	-336	-348
14	14/5/03	6.32	6.64	6.73	30	29.7	29.9	-	-
16	16/5/03	6.38	6.71	6.76	29.4	29.3	29.3	-320	-325
17	17/5/03	6.34	6.65	6.74	28.4	28.1	27.8	-	-
19	19/5/03	6.53	6.7	6.78	28.8	29.1	29.1	-342	-350
20	20/5/03	6.36	6.67	6.78	29.3	28.9	28.7	-	-
21	21/5/03	6.3	6.65	6.74	29.3	28.9	28.7	-332	-342
22	22/5/03	6.48	6.7	6.78	28.6	28.7	29	-	-
23	23/5/03	6.52	6.66	6.75	28.3	29.6	29.6	-318	-326
24	24/5/03	6.38	6.66	6.72	30	29.7	29.9	-	-
25	26/5/03	6.42	6.61	6.68	29.3	28.9	28.7	-335	-342
27	27/5/03	6.42	6.68	6.71	28.4	28.1	27.8	-	-
28	28/5/03	6.35	6.64	6.78	29.3	28.9	28.7	-326	-342
29	29/5/03	6.4	6.65	6.75	28.8	29.1	29.1	-	-
30	30/5/03	6.57	6.68	6.73	28.3	28.2	28.1	-325	-338
31	31/5/03	6.34	6.63	6.78	30	29.7	29.9	-	-
33	2/6/03	6.28	6.65	6.75	28.3	29.6	29.6	-338	-354
34	3/6/03	6.36	6.68	6.78	28.2	29.6	29.8	-	-
35	4/6/03	6.34	6.73	6.8	28.8	29.1	29.1	-325	-343
36	5/6/03	6.38	6.65	6.73	28.6	28.7	29	-	-
37	6/6/03	6.42	6.61	6.68	27.4	27.2	27.3	-335	-340
38	7/6/03	6.34	6.65	6.78	30	29.7	29.9	-	-
40	9/6/03	6.62	6.7	6.82	29.4	29.3	29.3	-340	-350
41	10/6/03	6.42	6.68	6.79	28.8	29.1	29.1	-	-
42	11/6/03	6.45	6.76	6.83	29.3	28.9	28.7	-320	-328

ตารางที่ ก-3 ผลการทดลองชุดที่ 2 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 12 ชม. แสดงพารามิเตอร์ พีเอช, อุณหภูมิ และโออาร์พี

วันที่	วัน/เดือน/ปี	pH			Temp(^{o}c)			ORP (mv)	
		inf	R1	R2	inf	R1	R2	R1	R2
43	12/6/03	6.51	6.72	6.8	28.3	29.6	29.6	-	-
44	13/6/03	6.52	6.66	6.76	28.2	29.6	29.8	-310	-318
45	14/6/03	6.35	6.63	6.73	28.4	28.1	27.8	-	-
47	16/6/03	6.35	6.64	6.72	30	29.7	29.9	-328	-336
48	17/6/03	6.4	6.68	6.74	29.4	29.3	29.3	-	-
49	18/6/03	6.35	6.64	6.72	28.8	29.1	29.1	-308	-312
50	19/6/03	6.32	6.68	6.75	28.3	28.2	28.1	-	-
51	20/6/03	6.3	6.75	6.8	29.3	28.9	28.7	-308	-312
57	23/6/03	6.5	6.74	6.77	29.3	28.9	28.7	-	-
55	24/6/03	6.62	6.72	6.73	28.3	29.6	29.6	-327	-335
56	25/6/03	6.45	6.7	6.72	29.4	29.3	29.3	-	-
57	26/6/03	6.52	6.66	6.7	28.2	29.6	29.8	-340	-362
58	27/6/03	6.51	6.7	6.72	28.3	28.2	28.1	-	-
59	28/6/03	6.35	6.64	6.6	30	29.7	29.9	-347	-350
60	30/6/03	6.59	6.73	6.8	29.3	28.9	28.7	-314	-325
Average		6.43	6.68	6.75	28.8	29.1	29.1	-326	-336
SD		0.1	0.04	0.05	0.69	0.63	0.72	13.4	16.1
N		24	24	24	24	24	24	13	13

ตารางที่ ก-3 ผลการทดลองชุดที่ 2 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 10 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 12 ชม.
แสดงพารามิเตอร์ ความเข้มข้นสี, ก๊าซชีวภาพ, TKN

วันที่	วัน เดือนปี	color (SU)			ประสิทธิภาพ การลดสี (%)		GAS (ml/d)		TKN (mg/l N)		
		inf	R1	R2	R1	R2	R1	R2	inf	R1	R2
1	1/5/03	330	298	300	10	9	3300	3000	-	-	-
3	3/5/03	340	304	308	11	9	3500	3200	-	-	-
6	6/5/03	328	285	292	13	11	3600	3400	101	90	90
8	8/5/03	341	290	294	15	14	3600	3400	-	-	-
10	10/5/03	311	267	273	14	12	3600	3400	-	-	-
13	13/5/03	314	277	282	12	10	3800	3500	112	106	106
16	16/5/03	308	270	272	12	12	3800	3500	-	-	-
19	19/5/03	315	272	273	14	13	3700	3300	-	-	-
21	21/5/03	324	282	279	13	14	3900	3600	112	95	95
23	23/5/03	341	306	302	10	11	3900	3500	-	-	-
26	26/5/03	341	310	306	9	10	4000	3600	-	-	-
28	28/5/03	340	313	315	8	7	4000	3700	95	90	90
30	30/5/03	330	302	304	8	8	4200	3900	-	-	-
33	2/6/03	328	284	287	13	13	4200	3900	-	-	-
35	4/6/03	340	302	302	11	11	4200	3900	90	84	78
37	6/6/03	306	273	275	11	10	4600	4200	-	-	-
40	9/6/03	334	296	300	11	10	4500	4200	-	-	-
42	11/6/03	317	290	292	9	8	4500	4200	106	95	101
44	13/6/03	322	289	292	10	9	4600	4200	-	-	-
47	16/6/03	317	269	274	15	14	4600	4200	-	-	-
49	18/6/03	336	291	295	13	12	4500	4000	90	84	78
51	20/6/03	326	288	289	12	11	4400	4000	-	-	-
55	24/6/03	317	290	291	9	8	4500	4200	-	-	-
57	26/6/03	319	278	280	13	12	4600	4200	101	95	95
59	28/6/03	330	304	300	8	9	4600	4200	-	-	-
60	30/6/03	329	290	294	12	11	4600	4200	95	90	90
Average		325	289	291	11	10	4471	4107	96	90	88
SD		9.2	10.5	9.5	2.2	1.8	159.0	132.8	7	6	10
N		14	14	14	14	14	14	14	5	5	5

ตารางที่ ก-4 ผลการทดลองชุดที่ 3 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 15 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 8 ชม. แสดงพารามิเตอร์ ซีโอดี, บีโอดี 5 วัน และอัตราส่วนบีโอดีต่อซีโอดี

วันที่	วัน/เดือน/ปี	COD (mg/l)			% COD removal		BOD5 (mg/l)			BOD:COD
		inf	R1	R2	R1	R2	inf	R1	R2	inf
1	1/7/03	5133	2297	2297	55	55	-	-	-	-
3	3/7/03	5074	2339	2202	54	57	-	-	-	-
5	5/7/03	5074	2477	2339	51	54	-	-	-	-
8	8/7/03	5124	2486	2352	51	54	1800	500	700	0.35
10	10/7/03	5074	2408	2339	53	54	-	-	-	-
12	12/7/03	5490	2592	2520	53	54	-	-	-	-
16	16/7/03	5160	2486	2486	52	52	-	-	-	-
18	18/7/03	5330	2670	2558	50	52	-	-	-	-
21	21/7/03	5214	2528	2528	52	52	-	-	-	-
23	23/7/03	5400	2400	2480	56	54	1600	500	600	0.30
25	25/7/03	5400	2480	2400	54	56	-	-	-	-
28	28/7/03	5400	2560	2480	53	54	-	-	-	-
30	30/7/03	5500	2560	2480	53	55	-	-	-	-
32	1/8/03	5390	2509	2509	53	53	-	-	-	-
35	4/8/03	5664	2458	2534	57	55	-	-	-	-
37	6/8/03	5076	2406	2256	53	56	1500	500	500	0.30
39	8/8/03	5560	2534	2458	54	56	-	-	-	-
44	13/8/03	5074	2339	2202	54	57	-	-	-	-
46	15/8/03	5490	2592	2520	53	54	-	-	-	-
48	17/8/03	5074	2408	2339	53	54	-	-	-	-
50	19/8/03	5330	2670	2558	50	52	-	-	-	-
52	21/8/03	5214	2528	2496	52	52	-	-	-	-
54	23/8/03	5400	2560	2480	53	54	1600	600	500	0.30
57	26/8/03	5076	2406	2256	53	56	-	-	-	-
60	29/8/03	5500	2560	2480	53	55	-	-	-	-
62	31/8/03	5400	2480	2400	54	56	1500	500	500	0.28
Average		5327	2496	2422	53	55	1533	533	500	0.29
SD		205.3	91.6	119.9	1.6	1.4	122.5	44.7	89.4	
N		13	13	13	13	13	3	3	3	

ตารางที่ ก-4 ผลการทดลองชุดที่ 3 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 15 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 8 ชม.
แสดงพารามิเตอร์ กรดไขมันระเหยง่าย, สภาพด่างทั้งหมด และของแข็งแขวนลอย

วันที่	วัน/	VFA			Alkalinity			SS		
	เดือน/ปี	inf	R1	R2	inf	R1	R2	inf	R1	R2
1	1/7/03	860	460	440	820	1340	1340	84	40	36
3	3/7/03	940	520	500	840	1400	1340	124	32	36
5	5/7/03	940	500	480	840	1460	1400	184	40	36
8	8/7/03	940	460	460	860	1460	1420	92	40	36
10	10/7/03	800	480	460	860	1460	1460	96	36	36
12	12/7/03	920	500	480	860	1460	1420	192	36	32
16	16/7/03	940	480	520	920	1400	1420	136	28	36
18	18/7/03	920	480	460	820	1440	1400	88	44	40
21	21/7/03	920	480	460	800	1440	1400	96	40	44
23	23/7/03	1020	560	540	1040	1500	1480	88	36	24
25	25/7/03	920	480	460	880	1520	1560	88	36	24
28	28/7/03	940	520	500	1000	1500	1540	96	44	44
30	30/7/03	980	520	500	900	1500	1500	96	28	20
32	1/8/03	920	500	460	820	1420	1420	86	32	16
35	4/8/03	1020	500	480	1020	1480	1480	92	36	24
37	6/8/03	980	540	480	940	1520	1480	76	36	40
39	8/8/03	980	500	460	880	1460	1480	120	38	52
44	13/8/03	940	520	500	840	1400	1340	124	32	36
46	15/8/03	860	480	460	860	1460	1460	120	32	36
48	17/8/03	900	480	460	860	1460	1460	96	44	36
50	19/8/03	920	480	460	820	1440	1400	92	24	36
52	21/8/03	920	480	460	800	1440	1400	88	44	40
54	23/8/03	940	520	500	940	1440	1480	64	44	36
57	26/8/03	980	540	480	940	1500	1480	76	40	36
60	29/8/03	980	520	500	900	1500	1500	96	30	36
62	31/8/03	920	480	460	880	1500	1520	64	36	44
Average		943	503	474	885	1454	1463	92	36	36
SD		43.1	22.9	17.1	62.3	35.4	49.9	19.9	6.1	8.6
N		13	13	13	13	13	13	13	13	13

ตารางที่ ก-4 ผลการทดลองชุดที่ 3 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 15 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 8 ชม. แสดงพารามิเตอร์ พีเอช, อุณหภูมิ และโออาร์พี

วันที่	วัน/เดือน/ปี	pH			Temp(^{0}c)			ORP (mv)	
		inf	R1	R2	inf	R1	R2	R1	R2
1	1/7/03	6.17	6.68	6.71	27.5	29	29.4	-375	-380
2	2/7/03	6.31	6.81	6.78	27.5	28.8	29.4		
3	3/7/03	6.69	6.78	6.74	26.5	27.8	28.6	-340	-350
4	4/7/03	6.43	6.67	6.73	25.8	27.4	28.2		
5	5/7/03	6.66	6.75	6.82	27.8	29.8	30.4	-352	-360
7	7/7/03	6.27	6.87	6.92	28.2	29.6	29.8		
8	8/7/03	6.62	6.83	6.84	26.4	27.5	28.6	-320	-328
9	9/7/03	6.53	6.77	6.89	29.4	29.3	29.3		
10	10/7/03	6.72	6.77	6.74	28.3	29.6	29.6	-320	-325
11	11/7/03	6.43	6.66	6.68	30	29.7	29.9		
12	12/7/03	6.64	6.7	6.67	30	29.7	29.9	-325	-330
15	15/7/03	6.27	6.72	6.75	29.3	28.9	28.7		
16	16/7/03	6.31	6.81	6.78	28.4	28.1	27.8	-328	-336
17	17/7/03	6.62	6.85	6.88	29.3	28.9	28.7		
18	18/7/03	6.48	6.85	6.68	28.8	29.1	29.1	-324	-332
19	19/7/03	6.32	6.69	6.75	28.3	28.2	28.1		
21	21/7/03	6.31	6.81	6.71	30	29.7	29.9	-320	-328
22	22/7/03	6.32	6.75	6.78	28.3	29.6	29.6		
23	23/7/03	6.43	6.68	6.66	28.2	29.6	29.8	-326	-338
24	24/7/03	6.44	6.71	6.68	28.8	29.1	29.1		
25	25/7/03	6.44	6.67	6.73	27.7	27.8	27.8	-326	-338
26	26/7/03	6.45	6.69	6.7	28.4	28.1	27.8		
28	28/7/03	6.59	6.73	6.76	29.3	28.9	28.7	-320	-328
29	29/7/03	6.51	6.68	6.74	29.4	29.3	29.3		
30	30/7/03	6.42	6.74	6.8	28.6	28.7	29	-320	-326
31	31/7/03	6.48	6.82	6.88	27.4	27.2	27.3		
32	1/8/03	6.27	6.87	6.92	30	29.7	29.9	-324	-330
33	2/8/03	6.32	6.85	6.95	29.4	29.3	29.3		
35	4/8/03	6.48	6.85	6.88	28.8	29.1	29.1	-325	-330
36	5/8/03	6.51	6.88	6.92	29.3	28.9	28.7		
37	6/8/03	6.34	6.77	6.87	27.8	29.8	30.4	-328	-340
38	7/8/03	6.36	6.74	6.85	28.2	29.6	29.8		
39	8/8/03	6.53	6.77	6.89	29.3	28.9	28.7	-325	-340
42	11/8/03	6.48	6.8	6.86	29.3	28.9	28.7		
44	13/8/03	6.69	6.78	6.78	28.3	29.6	29.6	-332	-338

ตารางที่ ก-4 ผลการทดลองชุดที่ 3 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 15 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 8 ชม. แสดงพารามิเตอร์ พีเอช, อุณหภูมิ และโออาร์พี

วันที่	วัน/เดือน/ปี	pH			Temp(°c)			ORP (mv)	
		inf	R1	R2	inf	R1	R2	R1	R2
45	14/8/03	6.64	6.75	6.76	29.4	29.3	29.3		
46	15/8/03	6.56	6.76	6.78	26.8	27.6	27.6	-332	-340
47	16/8/03	6.65	6.75	6.82	28.3	28.2	28.1		
48	17/8/03	6.72	6.77	6.74	27.7	27.8	27.8	-324	-342
49	18/8/03	6.56	6.88	6.85	28.4	28.1	27.8		
50	19/8/03	6.31	6.81	6.78	29.3	28.9	28.7	-325	-343
51	20/8/03	6.42	6.79	6.85	29.4	29.3	29.3		
52	21/8/03	6.48	6.85	6.82	28.5	27.8	28.6	-338	-347
53	22/8/03	6.39	6.85	6.88	27.3	28.6	28.5		
54	23/8/03	6.43	6.78	6.85	26.5	27.5	27.8	-344	-342
56	25/8/03	6.38	6.74	6.83	28.5	29.2	28.4		
57	26/8/03	6.34	6.67	6.77	26.7	28.2	28.6	-325	-334
58	27/8/03	6.38	6.72	6.82	27.5	29	29.4		
60	29/8/03	6.42	6.74	6.8	27.5	28.8	29.4	-318	-326
61	30/8/03	6.52	6.86	6.92	26.5	27.8	28.6		
62	31/8/03	6.44	6.67	6.73	25.8	27.4	28.2	-325	-335
Average		6.46	6.79	6.84	28.2	28.7	28.8	-328	-337
SD		0.12	0.06	0.06	1.14	0.74	0.73	6.86	6.08
N		25	25	25	25	25	25	13	13

ตารางที่ ก-4 ผลการทดลองชุดที่ 3 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 15 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 8 ชม.
แสดงพารามิเตอร์ ความเข้มข้นสี, ก๊าซชีวภาพ, TKN

วันที่	วัน เดือนปี	color (SU)			ประสิทธิภาพ การลดสี (%)		GAS (ml/d)		TKN (mg/l N)		
		inf	R1	R2	R1	R2	R1	R2	inf	R1	R2
1	1/7/03	330	300	304	9	8	4800	4560	-	-	-
3	3/7/03	341	300	303	12	11	4800	4600	-	-	-
5	5/7/03	324	282	284	13	12	4900	4500	101	90	90
8	8/7/03	330	304	300	8	9	5100	4800	112	106	106
10	10/7/03	-	-	-	-		4800	4600	-	-	-
12	12/7/03	341	301	308	12	10	5200	4800	-	-	-
16	16/7/03	329	290	290	12	12	5200	4860	112	106	101
18	18/7/03	328	288	291	12	11	5600	5200	-	-	-
21	21/7/03	322	285	289	11	10	5800	5400	-	-	-
23	23/7/03	334	294	297	12	11	6000	6000	106	95	95
25	25/7/03	326	289	293	11	10	6000	6000	-	-	-
28	28/7/03	340	315	313	7	8	5800	5300	-	-	-
30	30/7/03	341	305	308	11	10	5600	5400	95	90	84
32	1/8/03	334	294	297	12	11	5700	5400	-	-	-
35	4/8/03	322	286	290	11	10	5500	5200	-	-	-
37	6/8/03	306	270	273	12	11	5500	5400	112	106	101
39	8/8/03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	13/8/03	326	289	293	11	10	5200	5000			
46	15/8/03	317	288	292	9	8	-	-	112	101	95
48	17/8/03	317	275	282	13	11	5800	5300	-	-	-
50	19/8/03	322	286	290	11	10	5800	5400	-	-	-
52	21/8/03	334	296	300	11	10	6000	5600	-	-	-
54	23/8/03	317	275	282	13	11	5800	5500	106	95	95
57	26/8/03	322	275	289	15	10	5700	5400	-	-	-
60	29/8/03	341	305	308	11	10	5660	5500	-	-	-
62	31/8/03	330	298	302	10	8	5800	5300	95	90	90
Average		325	289	291	11	10	5678	5364	106	98	95
SD		9.2	10.5	9.5	2.2	1.8	214	163	8	7	5
N		12	12	12	12	12	11	11	4	4	4

ตารางที่ ก-5 ผลการทดลองชุดที่ 4 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 25 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 4.8 ชม. แสดงพารามิเตอร์ ซีโอดี, บีโอดี 5 วัน และอัตราส่วนบีโอดีต่อซีโอดี

วันที่	วัน/เดือน/ปี	COD (mg/l)			% COD removal		BOD5 (mg/l)			BOD:COD
		inf	R1	R2	R1	R2	inf	R1	R2	inf
1	1/9/03	5076	2482	2406	51	53	-	-	-	-
3	3/9/03	5141	2551	2501	50	51	-	-	-	-
4	4/9/03	5076	2660	2506	48	51	-	-	-	-
6	6/9/03	4982	2632	2550	47	49	-	-	-	-
8	8/9/03	5065	2667	2582	47	49	-	-	-	-
11	11/9/03	4990	2520	2498	49	50	-	-	-	-
12	12/9/03	5253	2700	2630	49	50	1800	600	700	0.34
16	16/9/03	4968	2550	2526	49	49	-	-	-	-
17	17/9/03	5141	2650	2580	48	50	-	-	-	-
20	20/9/03	4971	2551	2501	49	50	-	-	-	-
22	22/9/03	4971	2576	2501	48	50	-	-	-	-
23	23/9/03	4990	2580	2565	48	49	-	-	-	-
24	24/9/03	4968	2576	2554	48	49	-	-	-	-
25	25/9/03	4982	2632	2550	47	49	-	-	-	-
26	26/9/03	4968	2575	2629	48	47	2200	700	600	0.44
Average		5020	2591	2553	48	49	2000	650	650	0.39
SD		97.2	53.9	49.2	0.6	0.9	282.8	70.7	70.7	
N		10	10	10	10	10	2	2	2	

ตารางที่ ก-5 ผลการทดลองชุดที่ 4 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 25 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 4.8 ชม. แสดงพารามิเตอร์ กรดไขมันระเหยง่าย, สภาพด่างทั้งหมด และของแข็งแขวนลอย

วันที่	วัน/ เดือน/ปี	VFA			Alkalinity			SS		
		inf	R1	R2	inf	R1	R2	inf	R1	R2
1	1/9/03	960	500	500	820	1420	1420	76	32	56
3	3/9/03	800	460	440	740	1340	1360	84	68	74
4	4/9/03	860	460	460	820	1420	1380	56	36	44
6	6/9/03	820	480	460	900	1420	1380	92	48	56
8	8/9/03	940	500	500	820	1460	1460	52	32	48
11	11/9/03	840	480	460	880	1400	1360	84	60	74
12	12/9/03	860	500	500	820	1380	1420	64	42	48
16	16/9/03	860	480	480	880	1460	1480	110	58	78
17	17/9/03	900	460	480	820	1380	1400	60	36	48
20	20/9/03	800	460	440	740	1340	1360	84	68	74
22	22/9/03	840	480	440	800	1340	1340	72	60	68
23	23/9/03	840	480	460	880	1400	1360	84	36	46
24	24/9/03	840	520	440	860	1380	1400	112	52	60
25	25/9/03	820	480	460	900	1420	1380	92	48	56
26	26/9/03	880	480	480	880	1460	1480	120	56	80
Average		848	482	464	846	1396	1398	88	52	63
SD		28.6	17.5	20.7	49.9	42.0	49.4	20.4	10.9	13.2
N		10	10	10	10	10	10	10	10	10

ตารางที่ ก-5 ผลการทดลองชุดที่ 4 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 25 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 4.8 ชม. แสดงพารามิเตอร์ พีเอช, อุณหภูมิ และโออาร์พี

วันที่	วัน/เดือน/ปี	pH			Temp(°c)			ORP (mv)	
		inf	R1	R2	inf	R1	R2	R1	R2
1	1/9/03	6.38	6.59	6.54	27.0	27.2	27.6	-344	-352
3	3/9/03	6.39	6.60	6.78	28.2	28.7	28.9	-340	-352
4	4/9/03	6.32	6.68	6.77	26.8	27.0	27.5	-343	-353
6	6/9/03	6.67	6.61	6.60	28.6	28.6	28.4	-344	-352
8	8/9/03	6.33	6.66	6.76	28.0	28.0	27.9	-338	-350
11	11/9/03	6.44	6.65	6.60	28.6	28.5	28.6	-344	-352
12	12/9/03	6.38	6.80	6.83	28.8	29.5	29.1	-342	-354
16	16/9/03	6.35	6.58	6.61	28.9	29.3	29.4	-344	-352
17	17/9/03	6.34	6.80	6.86	28.1	28.0	28.0	-338	-348
20	20/9/03	6.39	6.60	6.67	29.6	29.4	29.3	-340	-352
22	22/9/03	6.45	6.58	6.63	28.2	28.7	28.9	-342	-350
23	23/9/03	6.44	6.65	6.60	28.6	28.5	28.6	-344	-352
24	24/9/03	6.48	6.60	6.61	28.1	28.2	28.2	-336	-350
25	25/9/03	6.67	6.61	6.60	28.6	28.6	28.4	-342	-350
26	26/9/03	6.35	6.58	6.61	27.9	27.9	28.0	-344	-352
Average		6.43	6.65	6.66	28.5	28.7	28.7	-342	-351
SD		0.1	0.1	0.1	0.5	0.6	0.5	2.8	1.7
N		10	10	10	10	10	10	10	10

ตารางที่ ก-5 ผลการทดลองชุดที่ 4 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 25 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน เวลากัก 4.8 ชม.
แสดงพารามิเตอร์ ความเข้มข้นสี, ก๊าซชีวภาพ, TKN

วันที่	วัน เดือนปี	color (SU)			ประสิทธิภาพ การลดสี (%)		GAS (ml/d)		TKN (mg/l N)		
		inf	R1	R2	R1	R2	R1	R2	inf	R1	R2
1	1/9/03	-	-	-	-	-	8400	8400	-	-	-
3	3/9/03	284	248	260	13	8	8400	8400	-	-	-
4	4/9/03	313	284	286	9	9	9000	8600	90	84	84
6	6/9/03	331	286	290	14	12	9300	8640	-	-	-
8	8/9/03	313	274	282	12	10	9600	9200	-	-	-
11	11/9/03	315	285	288	10	9	9500	9000	-	-	-
12	12/9/03	309	275	286	11	7	9800	9600	101	95	95
16	16/9/03	303	280	282	8	7	9800	9600	-	-	-
17	17/9/03	317	287	293	9	8	9500	9200	-	-	-
20	20/9/03	284	260	258	8	9	9600	8640	95	90	84
22	22/9/03	303	266	279	12	8	9600	9000	-	-	-
23	23/9/03	313	282	274	10	12	9800	9500	-	-	-
24	24/9/03	313	284	286	9	9	9600	8800	-	-	-
25	25/9/03	331	289	292	13	12	9500	9200	-	-	-
26	26/9/03	303	280	282	8	7	9200	8800	106	95	90
Average		309	279	282	10	9	9590	9134	101	93	90
SD		12.2	9.3	10.2	1.8	1.9	185.3	346.4	5.5	2.9	5.5
N		10	10	10	10	10	10	10	3	3	3

ภาคผนวก ข

การหาปริมาณก๊าซชีวภาพ

การคำนวณหาปริมาณก๊าซชีวภาพทางทฤษฎี มีข้อกำหนดดังรายละเอียดต่อไปนี้

ข้อกำหนด

- กำหนดให้น้ำเสียกากส่าที่ถูกย่อยสลายทั้งหมดมีปริมาตร 1 ลิตร
- ก๊าซที่เกิดขึ้นมี 2 ชนิด คือ มีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์
- อุณหภูมิของระบบฯ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส
- เนื่องจากเป็นการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทมวลสารระหว่างวัฏภาคน้ำและวัฏภาคก๊าซ ดังนั้น ในการพิจารณาหน่วยของปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงรูปไปอยู่ในแต่ละวัฏภาคจะพิจารณาในหน่วยมวลของสารนั้นๆ ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการคำนวณ
- ให้ M_T = จำนวนโมลของมีเทนทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในระบบ
  C_T = จำนวนโมลของคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในระบบ
  M_l = จำนวนโมลของมีเทนที่อยู่ในวัฏภาคน้ำ
  C_l = จำนวนโมลของคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในวัฏภาคน้ำ
  M_g = จำนวนโมลของมีเทนที่อยู่ในวัฏภาคก๊าซ
  C_g = จำนวนโมลของคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในวัฏภาคก๊าซ
- ค่าคงที่ของเฮนรี่ที่อุณหภูมิเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส
  K_{CH4} = 1.24 มิลลิโมล/ลิตร-บรรยากาศ
  K_{CO2} = 29.9 มิลลิโมล/ลิตร-บรรยากาศ

ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะได้ก๊าซเกิดขึ้น 2 ชนิด คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน ก๊าซที่เกิดขึ้นนี้ส่วนหนึ่งจะละลายอยู่ในน้ำและอีกส่วนหนึ่งจะหนีออกไปอยู่ในบรรยากาศเหนือน้ำ ดังนั้นผลรวมของก๊าซที่เกิดขึ้นทั้งหมดในรูปมวลจะเท่ากับมวลของก๊าซที่ละลายอยู่ในน้ำรวมกับมวลของก๊าซที่อยู่เหนือน้ำ จากความสัมพันธ์นี้สามารถเขียนออกมาเป็นสมการได้ดังนี้

ก๊าซมีเทน

$$M_T = M_l + M_g$$

$$M_l = M_T - M_g \qquad \text{(ข-1)}$$

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

$$C_T = C_l + C_g$$
$$C_l = C_T - C_g \qquad \text{(ข-2)}$$

และจากความสัมพันธ์ของก๊าซในบรรยากาศเมื่อคิดในรูปของความดันพาร์เชียลจะได้ว่า

ความดันพาร์เชียลของมีเทน, $P_{CH4} = M_g / (M_g + C_g)$ (ข-3)

ความดันพาร์เชียลของคาร์บอนไดออกไซด์, $P_{CO2} = C_g / (M_g + C_g)$ (ข-4)

จากกฎของเฮนรี่ ที่กล่าวว่า "ความเข้มข้นของก๊าซที่ละลายน้ำจะเท่ากับค่าคงที่ของการละลายคูณด้วยความดันพาร์เชียลของก๊าซนั้น" จะได้ว่า

ความเข้มข้นของมีเทนละลายน้ำ, $MI = K_{H,CH4} \times P_{CH4}$ (ข-5)

(จากที่ได้กำหนดไว้ว่าค่าต่างๆ คิดต่อการย่อยสลายน้ำเสีย 1 ลิตร ดังนั้น ค่า MI จึงใช้หน่วยเป็นมิลลิโมล/ลิตร)

แทนค่า สมการ (4.1) และ (4.3) ลงในสมการที่ (4.5) แล้วจัดรูปใหม่

$$M_T - M_g = K_{H,CH4} \times M_g / (M_g + C_g)$$
$$C_g = [(K_{H,CH4} \times M_g) / (M_T - M_g)] - M_g \qquad \text{(ข-6)}$$

ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำ, $C_l = K_{H,CO2} \times P_{CO2}$ (ข-7)

แทนค่า สมการ (4.2) และ (4.4) ลงในสมการ (4.7) แล้วจัดรูปใหม่

$$C_T - C_g = K_{H,CO2} \times C_g / (M_g + C_g)$$
$$M_g = [(K_{H,CO2} \times C_g) / (C_T - C_g)] - C_g \qquad \text{(ข-8)}$$

จากข้อกำหนดและสมการที่ 1-8 สามารถนำไปใช้คำนวณหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ได้

ภาคผนวก ค

ข้อมูลการคำนวณสภาพด่าง และพีเอชน้ำออกจากระบบ

ภาคผนวก ค ข้อมูลการคำนวณสภาพด่างและพีเอชน้ำออกจากระบบ

ตารางที่ ค-1 ค่าคงที่ K_h ของก๊าซต่างๆ (หน่วยเป็น 10^{-4} โมล/ลิตร-บรรยากาศ)

ก๊าซ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)								
ต่างๆ	10	20	30	40	50	60	70	80	100
อากาศ	10.1	8.38	7.20	6.40	5.88	5.50	5.30	5.20	5.20
CO_2	535	392	299	239	197	163			
CO	12.6	10.4	8.96	7.98	7.30	6.77	6.58	6.58	6.57
C_2H_6	29.4	21.2	16.3	13.2	11.1	9.85	8.93	8.40	8.03
H_2	8.75	8.14	7.63	7.40	7.28	7.28	7.30	7.37	7.46
H_2S	1520	1150	914	748	630	540	467	412	376
CH_4	18.7	14.8	12.4	10.7	9.64	8.88	8.34	8.15	7.93
NO	25.5	21.1	17.9	15.8	14.2	13.3	12.7	12.4	12.2
N_2	8.33	6.93	6.03	5.35	4.92	4.63	4.44	4.41	4.41
O_2	17.0	13.8	11.7	10.4	9.46	8.85	8.40	8.10	7.93

ความต้องการสภาพด่างเพื่อรักษาสมดุลของกรดคาร์บอนิกสามารถคำนวณได้จากทฤษฎีสมดุลของคาร์บอเนตและกฎของเฮนรี่ ดังนี้

สมดุลของกรดคาร์บอนิก

ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะได้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลผลิต ส่วนหนึ่งของคาร์บอนไดออกไซด์จะกลายเป็นก๊าซอยู่เหนือน้ำ อีกส่วนหนึ่งจะละลายอยู่ในน้ำ และทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ดังสมการ (ค-1) และกรดคาร์บอนิกจะแตกตัวให้ไฮโดรเจนอิออนและไบคาร์บอเนตอิออนตามลำดับ ดังสมการ (ค-2)

$$CO_{2\,(aq)} + H_2O \longleftrightarrow H_2CO_3 \quad ; \quad K_1 \qquad \text{(ค-1)}$$

$$H_2CO_3 \longleftrightarrow H^+ + HCO_3^- \quad ; \quad K_2 \qquad \text{(ค-2)}$$

จากสมการ (ค-1) และ (ค-2) จะได้ว่า

$$K_1 = [H_2CO_3] / [CO_2] \qquad \text{(ค-3)}$$

$$K_2 = [H^+][HCO_3^-] / [H_2CO_3] \qquad \text{(ค-4)}$$

รวมสมการ (ค-3) และ (ค-4) จะได้

$$K_1 K_2 = [H^+][HCO_3^-] / [CO_2] \quad (ค-5)$$

กำหนดให้ $K_1K_2 = K_a$

ดังนั้นจากสมการ (4.13) จะได้

$$K_a = [H^+][HCO_3^-] / [CO_2] \quad (ค-6)$$

กฎของเฮนรี่ (Henry's Law)

กฎของเฮนรี่ กล่าวว่า ความเข้มข้นของก๊าซที่ละลายน้ำจะขึ้นกับความดันพาร์เชียลของก๊าซนั้น

$$C^* = K_h \cdot P^*$$

โดยที่ C^* = ความเข้มข้นของก๊าซที่ละลายน้ำ (โมล/ล.)

K_h = ค่าคงที่ของการละลาย (โมล/ล.-บรรยากาศ) ขึ้นกับชนิดของก๊าซและอุณหภูมิ

P^* = ความดันพาร์เชียลของก๊าซ

ดังนั้น ความเข้มข้นหรือปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำ เท่ากับ

$$CO_{2\,(aq)} = K_h \cdot P_{CO2} \quad (ค-7)$$

แทนค่าสมการ (ค-7) ในสมการ (ค-6) จะได้ว่า

$$K_a = [H^+][HCO_3^-] / (K_h \cdot P_{CO2})$$

$$[HCO_3^-] = K_a K_h \cdot P_{CO2} / [H^+] \quad (ค-8)$$

โดย $[HCO_3^-]$ คือ สภาพด่างที่ต้องการเพื่อรักษาสมดุลของกรดคาร์บอนิก (โมล/ลิตร)

K_a คือ ค่าคงที่สมดุลของกรดคาร์บอนิก

จากสมการ (ค-8) จะเห็นว่าค่าสภาพด่างไบคาร์บอเนต จะขึ้นกับค่าความดันพาร์เชียลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และค่าพีเอช นอกจากนี้ ยังขึ้นกับค่าอุณหภูมิอีกด้วย สมการแสดงดังภาคผนวก ข

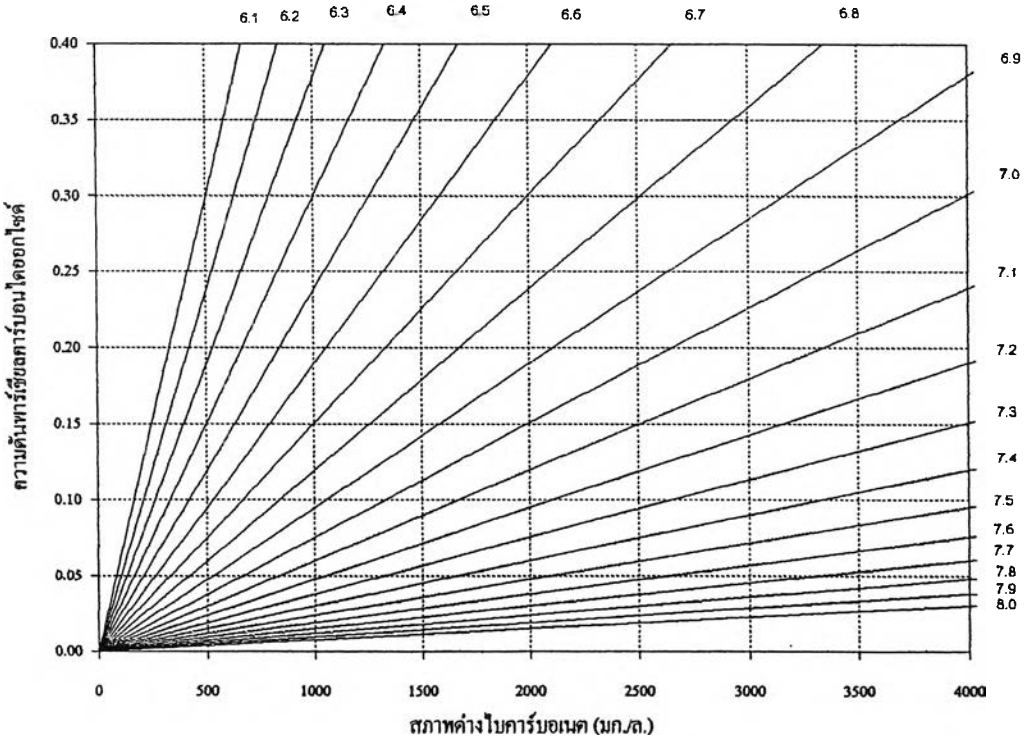
ค่าสภาพด่างไบคาร์บอเนต จะขึ้นกับค่าความดันพาร์เชียลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และค่าพีเอช นอกจากนี้ ยังขึ้นกับค่าอุณหภูมิอีกด้วย เนื่องจาก ค่า K_a และ K_h มีค่าขึ้นกับอุณหภูมิ โดย Loewnthal และ Marais ได้กำหนดไว้ดังสมการต่อไปนี้

$$pKa = 17052/T + 215.21(\log T) - 0.12675T - 545.76$$

$$pKh = 1.12 + 0.0138t \qquad 0 \leq t \leq 35\ ^{\circ}C$$

$$pKh = 1.36 + 0.0069t \qquad 35 \leq t \leq 80\ ^{\circ}C$$

เมื่ออุณหภูมิ T มีหน่วยเป็น เคลวิน และ t มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส



รูปที่ ค-1 ความสัมพันธ์ทางทฤษฎีระหว่างความดันพาร์เชียลของคาร์บอนไดออกไซด์ พีเอช และสภาพด่างไบคาร์บอเนต ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (โสภา, 2542)

ภาคผนวก ง

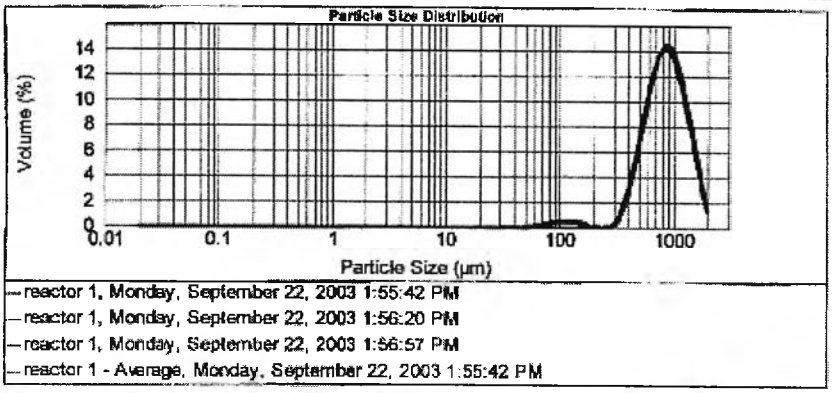
ข้อมูลการกระจายขนาด
ของเม็ดตะกอนจุลชีพ

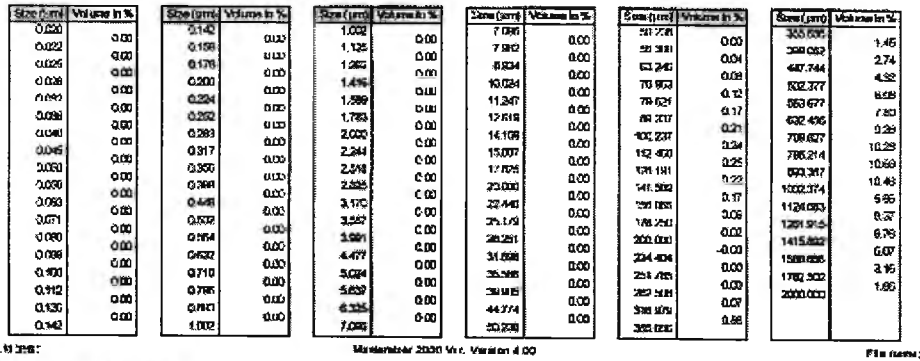
Result Analysis Report

Sample Name: reactor 1 - Average	**SOP Name:**	**Measured:** Monday, September 22, 2003 1:55:42 PM
Sample Source & type: Works	**Measured by:** Default	**Analysed:** Monday, September 22, 2003 1:55:43 PM
Sample bulk lot ref:	**Result Source:** Averaged	

Particle Name: Default	**Accessory Name:** Hydro 2000MU (A)	**Analysis model:** General purpose	**Sensitivity:** Normal
Particle RI: 1.520	**Absorption:** 0.1	**Size range:** 0.020 to 2000.000 um	**Obscuration:** 2.91 %
Dispersant Name: Water	**Dispersant RI:** 1.330	**Weighted Residual:** 2.185 %	**Result Emulation:** Off
Concentration: 0.3021 %Vol	**Span :** 1.084	**Uniformity:** 0.337	**Result units:** Volume
	Surface Weighted Mean D[3,2]: 714.030 um	**Vol. Weighted Mean D[4,3]:** 902.002 um	

d(0.1): 493.776 um d(0.5): 847.881 um d(0.9): 1412.604 um





Malvern Instruments Limited:
Malvern, UK
Tel: +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. Version 4.00
Serial Number : 34413-64

File name: gam
Record Number: 4
22 Sep 2003 03:55:0

รูปที่ ง-1 การกระจายขนาดของเม็ดตะกอนจุลชีพภายในถังปฏิกรณ์ที่มีความเร็วไหลขึ้น 3 ม./ชม.

Result Analysis Report

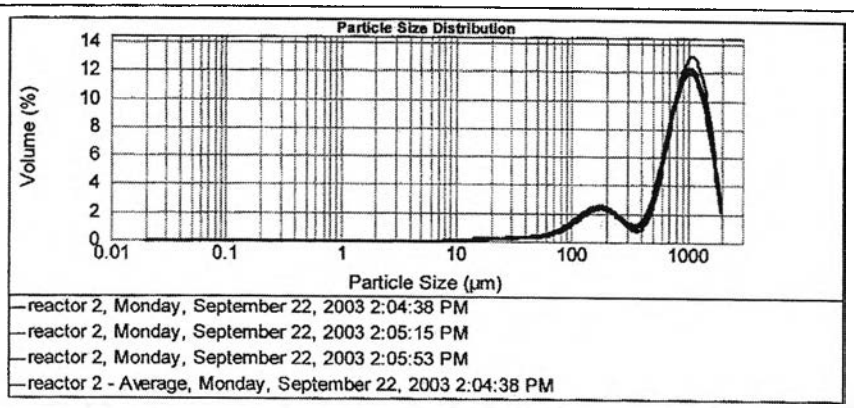
Sample Name: reactor 2 - Average
SOP Name:
Measured: Monday, September 22, 2003 2:04:38 PM
Sample Source & type: Works
Measured by: Defult
Analysed: Monday, September 22, 2003 2:04:39 PM
Sample bulk lot ref:
Result Source: Averaged

Particle Name: Default
Accessory Name: Hydro 2000MU (A)
Analysis model: General purpose
Sensitivity: Normal
Particle RI: 1.520
Absorption: 0.1
Size range: 0.020 to 2000.000 um
Obscuration: 7.46 %
Dispersant Name: Water
Dispersant RI: 1.330
Weighted Residual: 1.977 %
Result Emulation: Off

Concentration: 0.3880 %Vol
Span : 1.532
Uniformity: 0.446
Result units: Volume

Surface Weighted Mean D[3,2]: 357.307 um
Vol. Weighted Mean D[4,3]: 869.773 um

d(0.1): 156.181 um **d(0.5):** 884.134 um **d(0.9):** 1510.345 um



Size (µm)	Volume In %
0.020	0.00
0.022	0.00
0.025	0.00
0.028	0.00
0.032	0.00
0.035	0.00
0.040	0.00
0.045	0.00
0.050	0.00
0.056	0.00
0.063	0.00
0.071	0.00
0.080	0.00
0.089	0.00
0.100	0.00
0.112	0.00
0.126	0.00
0.142	0.00

Size (µm)	Volume In %
0.142	0.00
0.159	0.00
0.178	0.00
0.200	0.00
0.224	0.00
0.252	0.00
0.283	0.00
0.317	0.00
0.356	0.00
0.399	0.00
0.448	0.00
0.502	0.00
0.564	0.00
0.632	0.00
0.710	0.00
0.796	0.00
0.893	0.00
1.002	0.00

Size (µm)	Volume In %
1.002	0.00
1.125	0.00
1.262	0.00
1.416	0.00
1.589	0.00
1.783	0.00
2.000	0.00
2.244	0.00
2.518	0.00
2.825	0.00
3.170	0.00
3.557	0.00
3.991	0.00
4.477	0.00
5.024	0.00
5.637	0.00
6.325	0.00
7.096	0.00

Size (µm)	Volume In %
7.096	0.00
7.962	0.00
8.934	0.02
10.024	0.02
11.247	0.03
12.619	0.05
14.159	0.07
15.887	0.08
17.825	0.09
20.000	0.11
22.440	0.12
25.179	0.14
28.251	0.15
31.698	0.17
35.566	0.18
39.905	0.19
44.774	0.21
50.236	

Size (µm)	Volume In %
50.236	0.25
56.368	0.30
63.246	0.38
70.963	0.50
79.621	0.66
89.337	0.86
100.237	1.09
112.468	1.32
126.191	1.54
141.589	1.71
158.866	1.80
178.250	1.80
200.000	1.68
224.404	1.47
251.785	1.19
282.508	0.82
316.978	0.75
355.656	

Size (µm)	Volume In %
355.656	0.77
399.052	1.08
447.744	1.72
502.377	2.72
563.677	4.02
632.456	5.47
709.627	6.94
796.214	8.18
893.357	9.02
1002.374	9.30
1124.683	8.97
1261.915	8.01
1415.892	6.64
1588.656	4.58
1782.502	2.71
2000.000	

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel: +[44] (0) 1684-892456 Fax +[44] (0) 1684-892789

Mastersizer 2000 Ver. Version 4.00
Serial Number : 34403-94

File name: gum
Record Number:
22 Sep 2003 03:

รูปที่ ง-2 การกระจายขนาดของเม็ดตะกอนจุลชีพภายในถังปฏิกรณ์ที่มีความเร็วไหลขึ้น 5 ม./ชม.

ภาคผนวก จ

เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่ใช้ในงานวิจัย

แสดงราคาค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นและลดลงที่ได้จากระบบอีจีเอสบีเมื่อเทียบกับระบบยูเอเอสบี

ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น ได้แก่

- ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการสูบน้ำเวียนกลับ

ปั๊มสูบน้ำที่ใช้ในงานวิจัยเป็นปั๊มไดอะแฟรม ยี่ห้อ IWAKI 2 ตัว

สเปคเครื่อง

- capacity 270 ml/min
- voltage 220 V
- power consumption 24 w
- current 0.6 A

ในการวิจัยนี้เดินระบบ 24 ชม. คิดเป็นกำลังไฟฟ้า 24 x 24 = 576 w.hr = 0.576 kw-hr (unit)

สมมติ ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท คิดเป็นค่าไฟ = 0.576 x 3 = 1.73 บาท/วัน

1 วันสามารถสูบน้ำเสียได้ (270 x 60 x 24) / 1000 = 388.8 l/day

ค่าใช้จ่ายที่ลดลง ได้แก่

- สารเคมี

คิดคำนวณไว้ตามหัวข้อ 4.8 การวิเคราะห์พีเอชและสภาพด่าง

พบว่า ระบบอีจีเอสบีสามารถประหยัดสารเคมีโซเดียมไบคาร์บอเนต 1.55 กก./ลบ.ม.

คิดเป็นเงิน 27.8 บาท/ลบ.ม. โดยที่โซเดียมไบคาร์บอนเนตมีราคา 18 บาท/กก.

ถ้าป้อนน้ำเสียเข้าระบบได้วันละ 400 ลิตร จะประหยัดค่าโซเดียมไบคาร์บอเนต 11 บาท

ดังนั้นจากการวิจัยระบบอีจีเอสบีสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้ถึง 9.25 บาท/วัน

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวพัชรินทร์ นันทิวาวัฒน์ เกิดเมื่อวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2522 ที่จังหวัดราชบุรี สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมปลายจากโรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม ในพระบรมราชินูปถัมภ์ สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปีการศึกษา 2542 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2544