

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- จีมา ชมสุรินทร์, จารุณี อนันต์สุขสกุล, มั่นรักษ์ ตันฑุลเวศม์ และมันสิน ตันฑุลเวศม์. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบี. เอกสารแจกในงานนิทรรศการและการประชุมตลาดนัดเทคโนโลยีครั้งที่ 2. บริษัทแซน อี. 68 แลบ จำกัด, 2540.
- ชำนาญ ภายประสิทธิ์. การใช้ยูเอเอสบีในการบำบัดน้ำเสียเข้มข้นสูง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- ปรีชา สุวรรณพินิจ และ นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. ชีววิทยา 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
- พัสดรา เขมาวุฒานนท์. การเกิดก๊าซชีวภาพโดยใช้เชื้อผสมของอะซิโตเจนและเมธานोजินแยกจากตะกอนของโรงงานอุตสาหกรรมนม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
- มันสิน ตันฑุลเวศม์. การบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการไร้ออกซิเจน. เอกสารประกอบการสอนวิชาการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
- มันสิน ตันฑุลเวศม์. การออกแบบขั้นกระบวนการของระบบกำจัดน้ำเสียโดยวิธีชีววิทยา เล่มที่ 1 ความรู้พื้นฐาน. 2523.
- มันสิน ตันฑุลเวศม์. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- มันสิน ตันฑุลเวศม์. วิศวกรรมการประปา เล่ม 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
- มันสิน ตันฑุลเวศม์ และไพพรรณ พรประภา. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาวและสัตว์น้ำอื่น ๆ เล่มที่ 1 การจัดการคุณภาพน้ำ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- สาโรจน์ ศิริคันสนียกุล และประวิทย์ วงศ์คงคาเทพ. วิศวกรรมเคมีชีวภาพพื้นฐาน 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

ในภา ษาวิทยาศาสตร์. การศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของสารพิษต่อสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: 2541.

การศึกษาระบบนิเวศวิทยาของชุมชนเมือง. กรุงเทพฯ: 2541.

การศึกษาระบบนิเวศวิทยาของชุมชนเมือง. กรุงเทพฯ: 2540.

การศึกษาระบบนิเวศวิทยาของชุมชนเมือง. กรุงเทพฯ: 2540.

การศึกษาระบบนิเวศวิทยาของชุมชนเมือง. กรุงเทพฯ: 2541.

การศึกษาระบบนิเวศวิทยาของชุมชนเมือง. กรุงเทพฯ: 2541.

การศึกษาระบบนิเวศวิทยาของชุมชนเมือง. กรุงเทพฯ: 2541.

การศึกษาระบบนิเวศวิทยาของชุมชนเมือง. กรุงเทพฯ: 2534.

การอ้างอิง

Atlas R.M. Principles of Microbiology. St. Louise: Mosby, 1995.

Battersby N.S. Sulphate-reducing bacteria. In Avelin B., Method in Aquatic Bacteria, pp.

269-299. New York: John Wiley & Sons, 1988.

Callado N.H. and Foresti E. Response of an upflow anaerobic sludge blanket (UASB)

reactor to increasing sulfate concentrations. 47th Purdue Industrial Waste

Conference Proceedings. 1992: 437-443.

Dvorak D.H., Hedin R.S., Edendorn H.M. and McIntire I.E. Treatment of metal-

contaminated water using bacterial sulfate reduction: Results from pilot-scale

reactors. Biotechnology and Bioengineering Vol. 40, 1992: 609-616.

Fenchel T. and Finlay J.B. Ecology and Evolution in Anoxic Worlds. New York: Oxford

University Press, 1995.

Gupta A., Flora J.R.V., Gupta M., Sayles G.D. and Suidan M.T. Methanogenesis and

sulfate reduction in chemostat: I. Kinetic studies and experiments. Water

Research Vol. 28, No. 4, 1994: 781-793.

Hammack R.W. and Edendorn H.M. The removal of nickel from mine waters using

bacterial sulfate reduction. Applied Microbiology and Biotechnology Vol. 37,

1992: 674-678.

Harada H., Uemura S. and Komono K. Interaction between sulfate reducing bacteria

and methane producing bacteria in UASB reactors fed with low strength

wastes containing different levels of sulfate. Water Research Vol. 28, No. 2,

1994: 355-367.

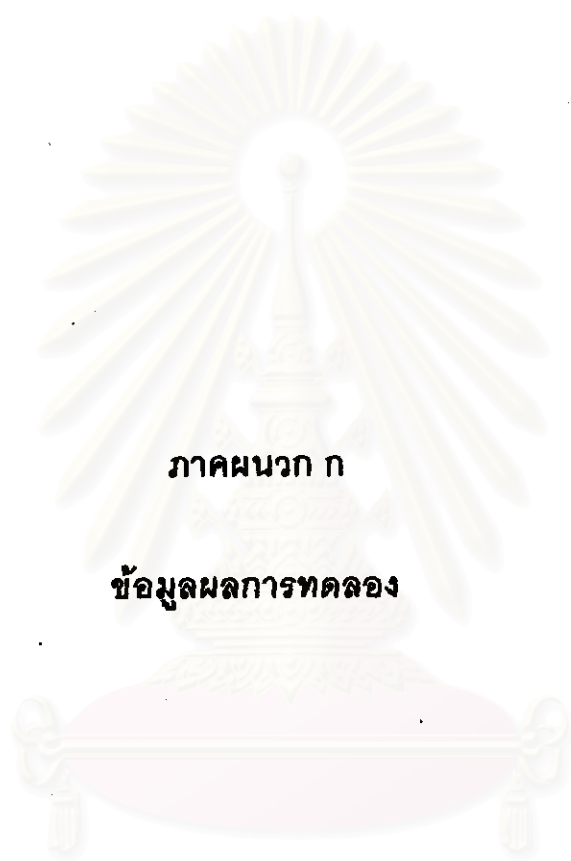
- Isa Z., Grusenmeyer S. and Verstraete W. Sulfate reduction relative to methane production in high-rate anaerobic digestion: microbial aspects. Applied and Environmental Microbiology Vol. 51, No. 3, 1986: 572-579.
- Isa Z., Grusenmeyer S. and Verstraete W. Sulfate reduction relative to methane production in high-rate anaerobic digestion: technical aspects. Applied and Environmental Microbiology Vol. 51, No. 3, 1986: 580-587.
- Macy J.M., Snellen J.E. and Hungate R.E. Use of syringe methods for anaerobiosis. The American Journal of Clinical Nutrition 25. 1972: 1318-1323.
- Koster I.W., Rinzema A., De Vegt A.L. and Lettinga G. Sulfide inhibition of the methanogenic activity of granular sludge at various pH levels. Water Research Vol. 20, No. 12, 1986: 1561-1567.
- Ljungdahl L.G. and Wiegel J. Working with anaerobic bacteria. Anaerobic Bacteria. pp. 84 – 96.
- Macfarlane G.T. and Gibson G.R. Sulphate-reducing bacteria. In Levett P.N. (ed.), Anaerobic Microbiology: A Practical Approach. pp. 201-222. New York: IRL Press, 1991.
- Madigan T.M., Martinko J.M. and Parker J. Brock Biology of Microorganisms. 8th ed. USA.: Prentice Hall International, 1997.
- McKane L. and Kandel J. Microbiology : Essentials and Applications. 2nd ed. USA.: McGraw-Hill, 1996.
- McCartney D.M. and Oleszkiewicz J.A. Competition between methanogens and sulfate reducers: effect of COD:sulfate ratio and acclimation. Water Environment Research Vol. 65, No. 5, 1993: 655-664.
- McCartney D.M. and Marstaller T., Heinrichs D.M. and Oleszkiewicz J.A. Sulfide inhibition of propionate utilization in anaerobic treatment of lactate and acetate. 44th Purdue Industrial Waste Conference Proceedings. 1990: 265-270.
- Mizuno O., Li Y.Y. and Noike T. Effects of sulfate concentration and sludge retention time on interaction between methane production and sulfate reduction for butyrate. Water Science Technology Vol. 30, No. 8, 1994: 45-54.
- Omil F., Lens P., Visser A., Hulshoff P.L.W. and Lettinga G. Effect of Upward Velocity and Sulphide Concentration on Volatile Fatty Acid Degradation in a

- Sulphidogenic Granular Sludge Reactor. Process Biochemistry Vol. 31, No. 7, 1996: 699-710.
- Omil F., Lens P., Visser A., Hulshoff P.L.W. and Lettinga G. Long-Term Competition between Sulfate Reducing and Methanogenic Bacteria in UASB Reactors Treating Volatile Fatty Acids. Biotechnology and Bioengineering Vol. 57, No. 6, 1998:666-685.
- Panchanadikar V.V. and Kar R.N. Precipitation of copper using *Desulfovibrio* sp. World Journal of Microbiology and Biotechnology Vol. 9, 1993: 280-281.
- Reis M.A.M., Lemos P.C., Almeida J.S. and Carrondo M.J.T. Effect of hydrogen sulfide on growth of sulfate reducing bacteria. Biotechnology and Bioengineering Vol. 40, 1992.
- Smul A. and Verstraete W. Retention of Sulfate-Reducing Bacteria in Expanded Granular-Sludge-Blanket Reactors. Water Environment Research Vol. 71, No. 4, 1999: 427-431.
- Snoeyink V.L. and Jenkins D. Water Chemistry. USA.: John Willey & Sons, 1980.
- Somlev V. and Tishkov S. Anaerobic corrosion and bacterial sulfate reduction: Application for purification of industrial wastewater. Geomicrobiology Vol. 12, 1994: 53-60.
- Uhrie J.L., Drever J.I., Colberg P.J.S. and Nesbitt C.C. In situ immobilization of heavy metals associated with uranium leach mines by bacterial sulfate reduction. Hydrometallurgy Vol. 43, 1996: 231-239.
- Visser A., Alphenaar P.A., Gao Y., van Rossum G. and Lettinga G. Granulation and immobilisation of methanogenic and sulfate-reducing bacteria in high-rate anaerobic reactors. Applied and Environmental Microbiology Vol. 40, 1993: 575-581.
- Visser A. Anaerobic treatment of sulfate containing wastewater. International Training Course on Anaerobic and Low Cost Treatment of Wastewater and Wastes. 10 to 21 October, 1994, Asian Institute of Technology. Thailand, 1994.
- White C., Sayer J.A. and Gadd G.M. Microbial solubilization and immobilization of toxic metals: key biogeochemical process for treatment of contamination. FEMS Microbiology Reviews 20, 1997: 503-516.

- Widdel F. Microbiology and ecology of sulfate- and sulfur-reducing bacteria. In Widdel F. (ed.), Biology of anaerobic microorganisms. pp. 469-585. 1988.
- Yoda M., Kitagawa M. and Miyaji Y. Long term competition between sulfate-reducing bacteria and methane producing bacteria for acetate in anaerobic biofilm. Water Research Vol. 21, No. 2, 1987: 1547-1556.
- Zehnder A.J.B. Biology of anaerobic microorganisms. Netherlands, Wageningen:1988.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

ข้อมูลผลการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ. 1 พีเอชและสภาพต่างในการทดลองที่ 1

วันที่	วัน	ซีลเฟต 42 มก./ล.				ซีลเฟต 84 มก./ล.				ซีลเฟต 840 มก./ล.			
		น้ำเสีย		น้ำออก		น้ำเสีย		น้ำออก		น้ำเสีย		น้ำออก	
		พีเอช	สภาพต่าง	พีเอช	สภาพต่าง	พีเอช	สภาพต่าง	พีเอช	สภาพต่าง	พีเอช	สภาพต่าง	พีเอช	สภาพต่าง
26/6/41	8	9.41	290	6.55	440	9.30	270	6.64	500	9.36	280	6.91	800
29/6/41	11	9.59	250	6.56	380	9.58	270	6.52	370	9.58	270	7.03	760
30/6/41	12	9.50	270	6.60	370	9.56	290	6.53	400	9.56	280	6.95	705
13/7/41	25	7.94	310	6.66	530	7.98	340	6.72	600	8.02	380	6.94	895
14/7/41	26	7.90	340	6.55	440	7.70	295	6.62	490	7.51	340	7.00	920
16/7/41	28	7.99	520	6.82	605	8.01	530	6.73	590	7.96	500	7.09	1,000
20/7/41	32	7.79	405	6.35	345	7.88	445	6.36	360	7.88	545	6.96	760
21/7/41	33	7.93	700	6.56	450	7.08	660	6.6	560	7.7	510	6.89	1,030
26/7/41	38	7.78	285	6.48	390	7.76	310	6.47	400	7.75	280	6.82	795
29/7/41	41	7.80	290	6.58	395	7.78	280	6.31	410	7.76	265	6.84	775
30/7/41	42	7.80	300	6.76	390	7.82	290	6.55	400	7.67	240	6.88	795
6/9/41	80	7.72	300	6.55	400	7.83	340	6.64	420	7.68	310	8.17	770
8/9/41	82	8.30	310	6.78	380	8.33	350	6.59	460	8.34	300	7.08	750
9/9/41	83	8.19	315	6.58	400	8.31	310	6.63	440	8.19	320	7.05	890
10/9/41	84	8.14	305	6.62	395	8.15	310	6.55	425	8.14	305	7.01	820
18/9/41	92	8.32	320	6.57	390	8.27	320	6.55	440	8.36	305	7.06	820
19/9/41	93	8.18	310	6.54	385	8.06	320	6.63	410	8.16	310	7.06	800
23/9/41	97	7.94	310	6.39	395	7.95	320	6.48	410	8.05	300	6.90	800
25/9/41	99	8.20	195	6.46	330	8.12	200	6.51	370	8.16	200	6.88	790
28/9/41	102	8.62	255	6.18	300	8.50	240	6.21	337.5	8.58	247.5	6.71	780
30/9/41	104	8.25	285	6.23	337.5	8.23	285	6.3	390	8.29	292.5	6.73	825
2/10/41	106	8.07	315	6.36	390	8.10	322.5	6.34	427.5	8.11	315	6.84	870
4/10/41	108	8.25	230	6.33	460	8.08	225	6.25	420	8.21	230	6.75	975
9/10/41	113	8.21	250	6.44	340	8.09	230	6.27	395	8.24	250	6.78	880
10/10/41	114	8.25	250	6.22	320	8.2	250	6.21	390	8.28	255	6.71	845
11/10/41	115	8.24	250	6.18	330	8.06	250	6.21	390	8.22	250	6.71	860
16/10/41	120	8.17	255	6.42	355	8.11	250	6.29	380	8.13	255	6.73	845
25/10/41	129	8.04	255	6.18	340	8.03	260	6.24	390	8.16	255	6.75	840
28/10/41	132	8.13	255	6.22	320	8.22	240	6.27	380	8.33	245	6.74	840
2/11/41	137	8.17	250	6.21	340	8.18	250	6.25	390	8.28	250	6.77	880
6/11/41	141	7.98	250	6.08	300	7.80	245	6.24	360	7.89	255	6.76	815

* สภาพต่าง หน่วยเป็น มก./ล. หินปูน

ตาราง ผ.2 ค่าซีโอดีในการทดลองที่ 1

วันที่	วัน	ซีลเฟด 42 มก./ล.		ซีลเฟด 84 มก./ล.		ซีลเฟด 840 มก./ล.	
		น้ำเสีย	น้ำออก	น้ำเสีย	น้ำออก	น้ำเสีย	น้ำออก
23/6/41	5	591	-	554	-	554	-
26/6/41	8	517	-	466	-	497	-
29/6/41	11	484	-	484	-	504	-
13/7/41	25	393	-	295	-	295	-
15/7/41	27	334	-	315	-	275	-
17/7/41	29	484	-	513	-	465	-
20/7/41	32	581	-	600	-	610	-
26/7/41	38	472	23	520	30	491	53
29/7/41	41	525	40	525	45	525	45
8/9/41	82	463	25	547	42	463	51
9/9/41	83	484	34	484	42	495	51
10/9/41	84	495	29	516	55	558	63
18/9/41	92	568	39	557	34	536	69
19/9/41	93	548	37	486	33	486	70
23/9/41	97	466	29	486	25	476	41
25/9/41	99	513	49	523	33	544	37
28/9/41	102	539	53	519	41	519	85
30/9/41	104	522	67	501	58	522	67
2/10/41	106	564	78	523	49	523	49
3/10/41	107	539	45	508	24	519	69
4/10/41	108	519	73	529	41	529	77
9/10/41	113	529	85	549	41	569	77
10/10/41	114	508	65	529	41	519	77
11/10/41	115	539	69	549	49	549	73
16/10/41	120	516	32	536	48	516	24
25/10/41	129	531	20	502	43	482	4
28/10/41	132	511	87	531	24	551	31
2/11/41	137	513	98	523	41	523	29

* ซีโอดี หน่วยเป็น มก./ล.

ตาราง ผ.3 ของแข็งแขวนลอย, ของแข็งทั้งหมด, ซัลเฟตเข้าและออก และซิลิกาในภากรวดลงที่ 1

วันที่	วัน	ซัลเฟต 42 มก./ล.						ซัลเฟต 84 มก./ล.						ซัลเฟต 840 มก./ล.					
		SS	TS	DS	ซัลเฟต		ซิลิกา	SS	TS	DS	ซัลเฟต		ซิลิกา	SS	TS	DS	ซัลเฟต		ซิลิกา
					เข้า	ออก					เข้า	ออก					เข้า	ออก	
23/6/98	5	24	468	444	92	25	5.2	15	566	551	128	14	4	13	1,544	1,531	819	578	34
26/6/98	8	27	826	799	92	15	27.2	12	1,116	1,104	128	21	35	2	1,904	1,902	830	367	138
29/6/98	11	22	522	500	83	24	17.6	24	634	610	130	18	23	2	1,556	1,554	819	439	93
11/7/98	23	21	752	731	123	52	-	28	864	836	156	64	-	2	1,738	1,736	807	602	-
15/7/98	27	11	726	715	73	13	19.2	9.3	910	901	94	6	27	4	1,712	1,708	749	325	108
17/7/98	29	13	698	685	69	15	16.6	12	814	802	99	16	20	1	1,732	1,731	796	394	104
20/7/98	32	14	782	768	73	14	15.6	16	888	872	93	26	12	2	2,016	2,014	842	505	98
26/7/98	38	4	432	428	74	13	18	17	496	479	102	17	14	6	1,472	1,466	819	259	136
29/7/98	41	5	784	779	81	7	11	18	948	930	109	14	16	2	1,774	1,772	623	283	136
8/9/98	82	7	900	893	51	12	9.2	8	882	874	88	7	19	7	1,690	1,683	816	441	112
9/9/98	83	1	538	537	53	4	15.6	2.7	580	577	77	5	24	1	1,572	1,571	816	434	157
10/9/98	84	5	530	525	52	5	19.6	8	582	574	84	5	24	1	1,622	1,621	851	359	132
18/9/98	92	3	734	731	53	4	14.6	17	810	793	84	5	23	10	1,770	1,760	862	441	144
19/9/98	93	24	836	812	43	7	13.8	16	824	808	78	8	23	10	1,828	1,818	897	386	140
23/9/98	97	13	764	751	38	6	14.4	7.3	796	789	84	4	25	15	1,870	1,855	851	334	169
25/9/98	99	64	606	542	38	10	14	28	520	492	79	11	22	17	1,516	1,499	816	352	177
28/9/98	102	3	506	503	44	12	10.4	35	572	537	88	6	23	10	1,610	1,600	943	288	181
30/9/98	104	7	548	541	42	8	14.4	26	570	544	79	9	25	4	1,598	1,594	880	240	194
2/10/98	106	7	628	621	43	14	14.8	21	788	767	87	7	26	8	1,752	1,744	811	288	194
3/10/98	107	3	550	547	46	10	13.4	8	594	586	87	9	24	4	2,086	2,082	891	254	187
4/10/98	108	3	580	577	42	12	12	4.7	512	507	93	15	24	1	1,566	1,565	880	281	183
9/10/98	113	7	594	587	43	12	13.2	5.3	568	563	87	13	23	13	1,608	1,595	834	302	176
10/10/98	114	2	632	630	42	13	12.4	1.3	560	559	84	18	24	7	1,628	1,621	880	293	172
11/10/98	115	1	658	657	47	8	12.2	3.6	602	598	89	12	23	1	1,716	1,715	843	299	168
16/10/98	120	14	454	440	45	6	12	10	582	572	91	17	24	1	1,402	1,401	860	292	164
25/10/98	129	10	408	398	42	4	12.4	6.8	444	437	86	16	24	2	1,512	1,510	813	232	163
28/10/98	132	1	394	393	45	9	13	5.6	456	450	81	13	22	3	1,534	1,531	765	282	174
2/11/98	137	5	522	517	45	3	12.6	4.4	518	514	85	12	25	5	1,300	1,295	789	228	168

* ทุกพารามิเตอร์ หน่วยเป็น มก./ล.

ตาราง ผ.4 ปริมาณก๊าซที่ผลิตในแต่ละวันของการทดลองที่ 1

วันที่	วัน	ซีลเฟด			วันที่	วัน	ซีลเฟด		
		42 มก./ต.	84 มก./ต.	840 มก./ต.			42 มก./ต.	84 มก./ต.	840 มก./ต.
18/6/98	0	-	-	-	26/7/98	38	1173.91	1155.13	65.74
19/6/98	1	872	737	110	28/7/98	40	1,296	1,193	34
23/6/98	5	1,124	879	63	5/9/98	79	780	730	44
24/6/98	6	1,107	765	63	8/9/98	80	775	600	41
25/6/98	7	-	822	50	9/9/98	83	750	660	60
26/6/98	8	920	742	56	10/9/98	84	795	673	64
27/6/98	9	-	776	-	11/9/98	85	765	720	34
28/6/98	10	-	316	60	12/9/98	86	675	665	52
29/6/98	11	864	489	91	19/9/98	93	901	602	104
30/6/98	12	1,089	126	72	24/9/98	98	915	665	40
1/7/98	13	1,121	1,060	79	25/9/98	99	989	833	75
3/7/98	15	1,118	875	81	29/9/98	103	1,042	812	71
4/7/98	16	1,090	992	69	30/9/98	104	935	1,000	80
7/7/98	19	1,229	1,114	131	2/10/98	106	995	885	97
8/7/98	20	1,444	1,126	102	3/10/98	107	929	960	96
9/7/98	21	826	915	91	4/10/98	108	1,004	931	112
13/7/98	25	1,342	1,301	74	9/10/98	113	960	925	112
14/7/98	26	963	938	72	10/10/98	114	930	940	161
15/7/98	27	1,377	1,206	79	11/10/98	115	785	875	122
16/7/98	28	1,287	1,243	47	16/10/98	120	860	805	92
17/7/98	29	1,097	1,192	81	25/10/98	129	1,080	870	80
21/7/98	33	1,305	1,170	81	28/10/98	132	880	780	95
22/7/98	33	1,350	1,323	56	2/11/98	137	940	850	93

* ปริมาณก๊าซ หน่วยเป็น มล./วัน

ตาราง ผ.5 ค่าไออาร์พีในการทดลองที่ 1

วันที่	วัน	ซัลเฟต			วันที่	วัน	ซัลเฟต		
		42 มก./ล.	84 มก./ล.	840 มก./ล.			42 มก./ล.	84 มก./ล.	840 มก./ล.
13/7/41	25	-346	-355	-390	19/9/41	93	-308	-320	-376
14/7/41	26	-360	-369	-403	29/9/41	103	-320	-352	-390
15/7/41	27	-350	-357	-396	30/9/41	104	-310	-321	-386
16/7/41	28	-346	-351	-395	2/10/41	106	-290	-314	-380
16/7/41	28	-340	-349	-381	3/10/41	107	-300	-330	-384
20/7/41	32	-347	-350	-401	4/10/41	108	-307	-322	-387
21/7/41	33	-349	-351	-401	9/10/41	113	-311	-329	-375
26/7/41	38	-346	-346	-391	10/10/41	114	-302	-337	-382
27/7/41	39	-349	-351	-391	11/10/41	115	-310	-341	-390
7/9/41	81	-362	-355	-375	16/10/41	120	-315	-335	-372
8/9/41	82	-396	-355	-460	25/10/41	129	-308	-337	-385
9/9/41	83	-298	-355	-387	28/10/41	132	-307	-328	-390
10/9/41	84	-314	-334	-392	2/11/41	137	-312	-340	-387
18/9/41	92	-305	-320	-380					

* ค่าไออาร์พี หน่วยเป็นมิลลิโวลต์

ตาราง ผ.6 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการทดลองที่ 1 ที่ทดลองเพิ่มเติม

วันที่	วัน	พีเอช	สภาพต่าง				ซีโอดี		SS	TS	DS	ซัลเฟต		ซัลไฟด์	ปริมาณก๊าซ (มล./วัน)	ไออาร์พี
			น้ำเสีย	น้ำออก	น้ำเสีย	น้ำออก	น้ำเสีย	น้ำออก				เข้า	ออก			
9/2/42	0	8.06	6.34	240	320	521	51	12	578	566	41	5	12	1,000	-	
12/2/42	3	8.09	6.28	260	340	517	59	12	630	618	42	4	11	1,030	-	
13/2/42	4	8.11	6.41	240	360	527	78	22	668	646	44	5	13	1,020	-311	
15/2/42	6	8.21	6.36	230	370	532	54	14	772	758	43	3	13	950	-	
16/2/42	7	8.15	6.45	270	350	523	46	5	588	583	43	5	12	980	-	
17/2/42	8	8.14	6.17	270	360	513	54	13	642	629	44	3	14	1,010	-315	
19/2/42	10	8.04	6.21	250	340	494	58	16	646	630	43	4	13	1,070	-	
23/2/42	14	8.06	6.20	240	315	505	38	12	654	642	46	5	14	980	-303	

ตาราง ผ.7 พีเอชและสภาพต่างในการลองที่ 2

วันที่	วัน	ซัลเฟต 42 มก./ล.				ซัลเฟต 84 มก./ล.				ซัลเฟต 840 มก./ล.			
		น้ำเสีย		น้ำออก		น้ำเสีย		น้ำออก		น้ำเสีย		น้ำออก	
		พีเอช	สภาพต่าง	พีเอช	สภาพต่าง	พีเอช	สภาพต่าง	พีเอช	สภาพต่าง	พีเอช	สภาพต่าง	พีเอช	สภาพต่าง
12/5/42	1	6.55	860	6.89	1,030	6.54	860	6.86	1,040	6.51	860	6.77	1,510
19/5/42	8	6.56	600	7.15	850	6.53	610	7.12	805	6.52	610	7.53	1,430
23/5/42	12	6.21	500	7.07	790	6.09	550	6.81	790	6.04	455	7.43	1,415
4/6/42	24	5.86	390	7.05	710	5.75	345	7.11	750	5.80	355	7.28	1,150
14/6/42	34	6.24	460	6.79	785	6.15	460	6.73	710	6.17	450	7.10	1,205
19/6/42	39	6.18	370	7.22	650	5.82	370	7.38	780	5.81	370	7.54	1,200
22/6/42	42	5.72	365	7.06	595	5.74	370	7.12	610	5.74	370	7.41	1,155
25/6/42	45	5.88	370	7.17	600	5.82	370	7.20	640	5.75	365	7.56	1,190
28/6/42	48	5.99	290	7.24	480	5.89	275	7.21	500	5.92	280	7.48	1,050
17/7/42	51	6.07	285	7.23	500	6.04	295	7.22	540	5.65	240	7.26	925
37/7/42	53	5.67	235	7.30	510	5.69	245	7.37	540	5.23	180	7.35	925
57/7/42	55	5.64	330	7.34	585	5.54	320	7.18	610	5.29	270	7.40	1,010
77/7/42	57	5.57	310	7.20	600	5.62	335	7.21	635	5.21	260	7.44	1,220
97/7/42	59	5.50	300	7.20	605	5.37	280	7.13	640	5.06	205	7.18	1,170
127/7/42	62	5.64	290	7.19	600	5.63	310	7.10	640	5.14	230	7.20	1,175
147/7/42	64	5.74	270	7.29	590	5.75	280	7.29	600	5.05	190	7.35	1,150
167/7/42	66	5.59	265	7.22	530	5.62	280	7.27	585	5.31	245	7.34	1,190
197/7/42	69	5.91	260	7.23	540	5.86	265	7.18	580	5.27	220	7.34	1,170
217/7/42	71	6.28	270	7.17	535	6.15	280	7.19	550	5.43	215	7.49	1,160
237/7/42	73	6.01	260	7.18	530	6.04	270	7.19	570	5.25	205	7.45	1,190
277/7/42	77	5.96	270	6.62	570	5.66	240	7.17	560	5.17	190	7.13	1,005
307/7/42	80	6.19	280	7.05	540	6.12	280	7.10	580	5.26	210	7.26	1,040
2/8/42	83	6.10	280	7.23	530	6.00	270	7.18	575	5.29	215	7.40	1,120
4/8/42	85	5.95	260	7.15	550	6.05	260	7.16	590	5.20	220	7.41	1,160
6/8/42	87	5.92	265	7.13	570	5.85	240	7.19	600	5.14	210	7.25	1,115
10/8/42	91	6.05	270	7.18	555	5.80	260	7.21	605	5.17	200	7.21	1,120
13/8/42	94	6.10	275	7.17	580	6.02	260	7.15	560	5.08	190	7.35	1,140
17/8/42	98	6.07	260	7.20	590	6.10	290	7.09	545	5.19	205	7.32	1,160
18/8/42	99	6.00	280	7.20	580	6.12	250	7.14	580	5.28	200	7.22	1,090
20/8/42	101	6.15	285	7.21	570	6.00	260	7.18	560	5.21	220	7.21	1,120
25/8/42	106	5.97	270	7.18	540	5.92	310	7.16	550	5.14	210	7.20	1,130
28/8/42	109	5.99	270	7.19	555	5.95	260	7.18	585	5.23	215	7.30	1,150
30/8/42	111	5.93	265	7.09	565	5.80	240	7.20	595	5.13	195	7.28	1,140

* สภาพต่าง หน่วยเป็น มก./ล. หินปูน

ตาราง ผ.8 ค่าซีไอดีในการทดลองที่ 2

วันที่	วัน	ซีไอดี 42 มก./ล.		ซีไอดี 84 มก./ล.		ซีไอดี 840 มก./ล.	
		นำเข้า	นำออก	นำเข้า	นำออก	นำเข้า	นำออก
12/5/42	1	542	7	542	122	510	214
19/5/42	8	486	4	445	203	445	21
23/5/42	12	569	33	549	212	569	41
4/6/42	24	546	8	546	16	507	31
14/6/42	34	561	23	465	23	503	39
19/6/42	39	542	23	542	12	542	101
22/6/42	42	561	15	523	23	561	46
25/6/42	45	540	0	456	7	530	37
28/6/42	48	501	3	508	6	508	23
1/7/42	51	500	24	520	16	500	12
3/7/42	53	514	15	514	11	524	50
5/7/42	55	530	24	530	44	510	68
7/7/42	57	552	69	543	38	562	84
9/7/42	59	524	38	524	27	514	46
12/7/42	62	552	23	543	15	524	30
14/7/42	64	562	4	552	8	533	23
16/7/42	66	563	7	553	8	544	34
19/7/42	69	521	4	531	4	511	20
21/7/42	71	503	8	503	15	513	39
23/7/42	73	511	8	511	-4	511	31
27/7/42	77	518	16	511	25	505	19
30/7/42	80	528	8	507	5	528	19
2/8/42	83	520	12	520	4	510	28
4/8/42	85	530	12	510	20	530	32
6/8/42	87	540	20	540	8	520	24
10/8/42	91	520	16	520	12	530	40
13/8/42	94	516	4	516	24	516	20
17/8/42	98	521	28	531	4	521	28
18/8/42	99	531	4	551	12	531	39
20/8/42	101	531	31	541	8	511	28
25/8/42	106	523	15	523	12	513	23
28/8/42	109	542	39	552	15	542	43
30/8/42	111	523	12	523	19	532	43

* ซีไอดี หน่วยเป็น มก./ล.

ตาราง ผ.9 ของจังหวัดขอนแก่น, ของจังหวัดทั้งหมด, ซัลเฟตเข้าและออก และซัลไฟด์ในการทดลองที่ 2.

วันที่	วัน	ซัลเฟต 42 มก./ล.						ซัลเฟต 84 มก./ล.						ซัลเฟต 840 มก./ล.					
		SS	TS	DS	ซัลเฟต		ซัลไฟด์	SS	TS	DS	ซัลเฟต		ซัลไฟด์	SS	TS	DS	ซัลเฟต		ซัลไฟด์
					เข้า	ออก					เข้า	ออก					เข้า	ออก	
12/5/42	1	15	1,636	1,621	57	20	12.0	11	1,770	1,759	106	26	22.8	10	2,544	2,534	632	257	148
19/5/42	8	13	1,128	1,115	41	12	10.8	14	1,308	1,294	78	23	20.4	7	2,130	2,123	824	206	186
23/5/42	12	28	956	928	39	8	13.6	13	1,156	1,143	78	13	21.2	17	1,844	1,827	842	198	158
4/6/42	24	13	932	919	45	9	9.2	9	1,042	1,033	84	29	18.0	36	2,096	2,060	929	462	151
14/6/42	34	18	900	882	44	15	14.0	8	908	900	89	17	22.8	23	2,066	2,043	1053	458	178
19/6/42	39	43	1,044	1,001	43	4	11.2	8	1,102	1,094	88	31	23.2	13	2,130	2,117	896	278	172
22/6/42	42	5	926	921	42	12	10.4	10	1,002	992	89	28	20.8	8	2,028	2,020	884	328	175
25/6/42	45	73	876	803	41	4	13.6	5	890	885	82	12	24.8	13	1,916	1,903	920	383	198
28/6/42	48	3	502	499	43	7	12.0	18	542	524	80	10	23.2	5	1,558	1,553	834	234	200
1/7/42	51	26	570	544	46	14	10.0	8	690	682	84	15	21.2	2	1,560	1,558	854	246	196
3/7/42	53	11	520	509	47	13	9.7	5	598	593	89	17	22.6	3	1,520	1,517	834	250	187
5/7/42	55	2	700	698	44	12	10.8	24	606	582	80	14	21.6	12	1,982	1,970	821	285	180
7/7/42	57	21	760	739	42	7	10.8	33	884	851	84	14	23.2	2	1,654	1,652	828	238	200
9/7/42	59	23	754	731	44	9	11.6	134	786	652	84	15	23.2	2	1,680	1,678	848	273	192
12/7/42	62	15	774	759	43	8	11.6	23	848	825	85	14	22.8	2	1,498	1,496	821	203	224
14/7/42	64	54	840	786	42	8	11.8	27	930	903	84	13	24.4	2	1,590	1,588	828	186	220
16/7/42	66	15	742	727	44	17	8.8	107	804	697	82	24	19.0	8	1,508	1,500	834	194	216
19/7/42	69	48	804	756	43	5	12.8	79	766	687	84	15	22.0	9	1,504	1,495	848	235	188
21/7/42	71	88	600	512	44	8	12.2	78	636	558	82	15	22.0	1	1,328	1,327	828	242	196
23/7/42	73	38	730	692	43	5	11.8	14	806	792	82	14	22.2	1	1,478	1,477	841	246	200
27/7/42	77	13	660	647	42	6	12.4	74	852	778	84	14	21.8	11	1,410	1,399	834	223	202
30/7/42	80	88	652	586	43	9	11.6	77	788	711	82	12	22.8	12	1,560	1,548	848	211	192
2/8/42	83	7	632	625	43	9	11.0	128	1,028	900	83	15	22.8	5	1,552	1,547	828	231	198
4/8/42	85	12	702	690	43	11	11.2	87	872	785	83	13	22.4	2	1,550	1,548	834	215	200
6/8/42	87	16	668	652	44	9	11.6	75	936	861	83	14	22.0	5	1,516	1,511	861	239	204
10/8/42	91	24	664	640	44	8	11.6	46	818	772	84	14	22.8	1	1,432	1,431	854	241	198
13/8/42	94	10	622	612	43	5	12.0	32	764	732	82	13	22.2	6	1,436	1,430	854	239	196
17/8/42	98	37	672	635	45	7	12.4	58	824	766	84	15	22.0	6	1,598	1,592	834	215	208
18/8/42	99	48	622	574	44	9	11.6	14	744	730	86	15	23.2	2	1,556	1,554	841	223	216
20/8/42	101	30	704	674	44	5	12.8	41	792	751	84	14	23.2	6	1,550	1,544	828	227	204
25/8/42	106	24	672	648	43	10	11.6	23	820	797	80	12	21.8	1	1,512	1,511	834	217	204
28/8/42	109	24	702	678	43	8	12.0	25	784	759	83	12	23.4	2	1,540	1,538	841	219	208
30/8/42	111	8	652	644	45	7	11.4	19	750	731	83	13	22.2	4	1,586	1,582	834	225	200

* ทุกพารามิเตอร์ หน่วยเป็น มก./ล.

ตาราง ผ.10 ปริมาณก๊าซที่ผลิตในแต่ละวันของการทดลองที่ 2

วันที่	วัน	ซีลเฟด			วันที่	วัน	ซีลเฟด		
		42 มก./ล.	84 มก./ล.	840 มก./ล.			42 มก./ล.	84 มก./ล.	840 มก./ล.
12/5/42	1	1,400	950	95	19/7/42	69	1,340	1,310	0
19/5/42	8	1,470	850	23	21/7/42	71	1,300	1,275	0
23/5/42	12	1,230	1,300	0	23/7/42	73	1,350	1,220	0
4/6/42	24	1,400	1,350	0	27/7/42	77	1,420	1,220	0
14/6/42	34	1,280	1,000	0	30/7/42	80	1,330	1,350	0
19/6/42	39	1,270	950	0	2/8/42	83	1,350	1,300	0
22/6/42	42	1,370	1,200	0	4/8/42	85	1,340	1,330	0
25/6/42	45	1,370	1,250	0	6/8/42	87	1,340	1,310	0
28/6/42	48	1,380	1,200	0	10/8/42	91	1,320	1,280	0
1/7/42	51	1,250	1,270	0	13/8/42	94	1,310	1,310	0
3/7/42	53	1,350	1,230	0	17/8/42	98	1,330	1,390	0
5/7/42	55	1,330	1,100	0	18/8/42	99	1,350	1,370	0
7/7/42	57	1,320	1,300	0	20/8/42	101	1,330	1,150	0
9/7/42	59	1,380	1,200	0	25/8/42	106	1,330	1,100	0
12/7/42	62	1,430	1,250	0	28/8/42	109	1,310	1,200	0
14/7/42	64	1,450	1,270	0	30/8/42	111	1,350	1,170	0
16/7/42	66	1,420	1,300	0					

* ปริมาณก๊าซ หน่วยเป็น มล./วัน

ตาราง ผ.11 ค่าไออาร์พีในการทดลองที่ 2

วันที่	วัน	ซีลเฟด			วันที่	วัน	ซีลเฟด		
		42 มก./ล.	84 มก./ล.	840 มก./ล.			42 มก./ล.	84 มก./ล.	840 มก./ล.
23/5/42	12	-302	-324	-382	27/7/42	77	-322	-327	-408
14/6/42	34	-310	-331	-407	2/8/42	83	-309	-323	-413
22/6/42	42	-312	-329	-412	10/8/42	91	-317	-333	-413
28/6/42	48	-319	-326	-411	18/8/42	99	-320	-324	-409
5/7/42	55	-321	-337	-405	25/8/42	106	-316	-322	-409
12/7/42	62	-314	-319	-400	30/8/42	111	-312	-326	-401
21/7/42	71	-318	-327	-412					

* ค่าไออาร์พี หน่วยเป็นมิลลิโวลต์



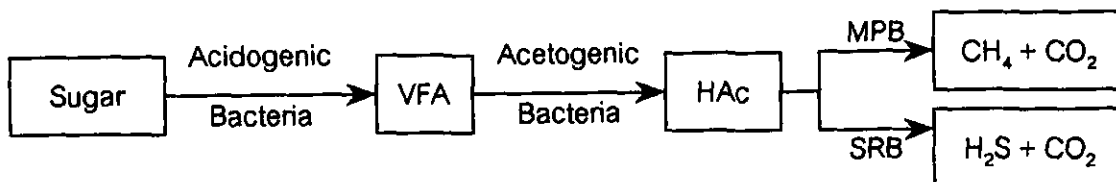
ภาคผนวก ข

การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายการเปลี่ยนแปลงมวลสาร,
สภาพต่าง และสัดส่วนของก๊าซในระบบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

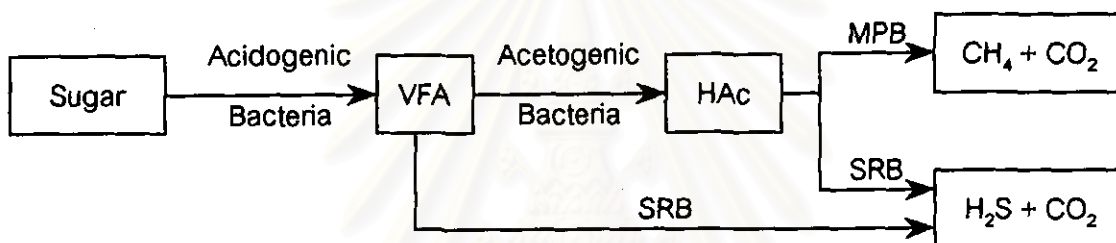
Correction Factor. (due to yield of bacteria)

Case 1: excessive COD.



20 - 30 % of COD loses from system due to the yield of acidogenic bacteria, acetogenic bacteria, MPB and SRB.

Case 2: excessive sulfate.



10 % of COD loses from system due to the yield of acidogenic bacteria, acetogenic bacteria, MPB and SRB.

Limitation

1. Come from the experiment that use only COD:bicarbonate Alk ratio equal to 0.5.
How about the other ratio?
2. Predict only partial pressure and must know the pH of effluent before.
3. Accuracy of gas production and alkalinity of effluent are not satisfied.

Result of Model

Table A Input from thesis.

Input No.	CODin	CODout	Sulfate in	Sulfate out	pH	Alk in	Flow rate
1	516	55	43	4	6.30	250	8
2	521	40	86	11.5	6.37	273	8
3	520	55	847	283	6.84	271	8

Table B Output from model with correction factor compare to thesis. (use 20 % COD loses in case of excessive COD)

Output No.	Partial pressure				Total Volume			Alkalinity			Sulfide		
	CH ₄	CO ₂	H ₂ S	N ₂	Model	Real	%	Model	Real	%	Model	Real	%
1	74.3	17.6	0.32	7.8	1140	1005	113	270	344	81	12.4	13	95
2	73.6	17.9	0.59	7.9	1125	886	127	322	400	81	23.8	23.8	100
3	36.9	13.3	3.4	46.5	86	101	85	706	838	84	187.5	176	107

% = % accuracy

Table C Output from model without correction factor compare to thesis.

Output No.	Partial pressure				Total Volume			Alkalinity			Sulfide		
	CH ₄	CO ₂	H ₂ S	N ₂	Model	Real	%	Model	Real	%	Model	Real	%
1	75.6	18.0	0.31	6.1	1492	1005	149	276	344	80	12.2	13	94
2	75.1	18.2	0.58	6.1	1490	886	168	328	400	82	23.4	23.8	98
3	55.2	13.4	3.4	28.0	226	101	224	713	838	85	186.7	176	106

ประวัติผู้เขียน

นายอนุตร เปียงแก้ว เกิดวันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2518 ที่จังหวัดลำปาง สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2538 และเข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2539



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย