เอกสารอ้างอิง

1. เสริมพล รัตสุข และ ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์, การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน, หน้า 1-230, โรงพิมพ์สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, พิมพ์ครั้งที่ 2, 2524.

2. สุจินต์ พนาปวุฒิกุล และคณะ, "รายงานผลการศึกษางานบำบัดน้ำกากส่าโดยวิธีเทคโนโลยีเหมาะสม," บริษัททีมคอนซัลแทนส์ จำกัด (ทค.), 2525.

3. สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ และ มาลี วิศวาจารย์, "การศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพและความต้องการในงานวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรมจากของเสียในโรงงานสุราในประเทศไทย," คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

4. เอกสารโครงการก่อสร้างโรงงานสุราใหม่ กรมสรรพสามิต กระทรวงการคลัง โครงการที่ 1 จังหวัดขอนแก่น, 21 กันยายน 2526. (อัดสำเนา)

5. Polprasert, C. and N.C. Thanh, "Biogas Systems in Asia," Second Regional Seminar on Solid Waste Management (Thanh, N.C., et.al., eds.), pp. 213-243, AIT, Bangkok, Thailand, 1979.

6. Simpson, J.R., "Some Aspects of The Biochemistry of Anaerobic Digestion," Second Symposium on The Treatment of Waste Waters (Peter, G.C. Isaac, ed.), pp. 31-51, Pergamon Press, 1960.

7. Mc Carty, P.L., "Anaerobic Waste Treatment Fundamentals: Part I, Chemistry and Microbiology," Public Works, 95, 107-112, 1964.

8. Anderson, G.K. and T. Donnelly, "Anaerobic Contact Digestion for Treating High Strength Soluble Wastes," New Processes of

Waste Water Treatment and Recovery (Mattock, G. ed.), pp. 75-96, Ellis Horwood Ltd., England, 1978.

9. Hindin, E. and G.H. Dunstan, "Effect of Detention Time on Anaerobic Digestion," JWPCF., 32, 930, 1960.

10. Toerien, D.F. and W.H.J. Hattingh, "Anaerobic Digestion: Part I, The Microbiology of Anaerobic Digestion," Water Res., 3, 385, 1969.

11. ณรงค์ จิตต์จรุงเกียรติ, "การผลิตก๊าซชีวภาพจากกากถั่วเหลืองโดยกรรมวิธีชั้นตะกอนจุลชีพไร้อากาศแบบไหลขึ้น," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

12. National Research Council, "Methane Generation From Human, Animal and Agricultural Wastes," National Acadamy of Sciences, Washington D.C., 2nd printing, 1981.

13. Jeris, J.S. and P.L. Mc Carty. "The Biochemistry of Methane Fermentations Using C^{14} Tracers," JWPCF., 37, 178-192, 1965.

14. Price, E.C. and P. N. Cheremisinoff, Biogas Production and Utilization, Energy Technology Series, Ann Arbor Science Publishers Inc., 1-128, 1981.

15. Owen, W.F., Energy in Wastewater Treatment, pp. 199-240, Prentice-Hall, New Jersey, 1982.

16. Mc Carty, P.L., "Anaerobic Waste Treatment Fundamentals: Part II, Environmental Requirements and Control," Public Works, 96, 123-126, 1964.

17. Dague, R.R., et.al., "Digestion Fundamentals Applied to Digester Recovery-Two Case Studies," JWPCF., 42, 1667-1675, 1970.

18. Kirsch, E.G. and R.M. Sykes, "Anaerobic Digestion in Biological Waste Treatment," Progress in Industrial Microbiology, 9, 155-237, 1971.

19. Pohland, F.G., "High Rate Digestion Control-3-Acid-Base Equilibrium and Buffer Capacity," Proc. 23 Ind. Wastes Conf., Purdue University, 275-284, 1969.

20. Graef, S.P. and J.F. Andrews, "Stability and Control of Anaerobic Digestion," JWPCF., 46, 666-683, 1974.

21. Buswell, A.M. and H.F. Mueller, "Mechanisms of Methane Fermentation," Industrial and Engineering Chemistry, 44, 550-552, 1952.

22. Krocker, E.T., "Anaerobic Treatment Process Stability," JWPCF., 51, 718, 1979.

23. Lettinga, G. and A.F.M. Van Velsen, "Effect of Feed Composition on Digester Performance," Anaerobic Digestion (Stafford, D.A., et.al. eds.), 113-130, Applied Science Publishers Ltd., 1980.

24. Kotze', J.P., et.al., "Anaerobic Digestion: Part II, The Characterization and Control of Anaerobic Digestion," Water Res., 3, 459-494, 1969.

25. Gosh, S., et.al., "Anaerobic Process Literature Review," JWPCF., 50, 1978.

26. McCarty, P.L., "Anaerobic Waste Treatment Fundamentals: Part III, Toxic Materials and Their Control," Public Works, 95, 91-94, 1964.

27. Eckenfelder, W.W. Jr. and C.J. Santanam, Sludge Treatment, Marcel Dekker, Inc. New York, 1978.

28. Lawrence, A.W. and P.L. Mc Carty, "The Role of Sulfide in Preventing Heavy Metal Toxicity in Anaerobic Treatment," JWPCF., 37, 392, 1965.

29. Hayes, T.P. and T.L. Theis, "The Distribution of Heavy Metals in Anaerobic Digestion," JWPCF., 50, 1978.

30. Mc Carty, P.L. and R.E. McKinney, "Salt Toxicity in Anaerobic Digestion," JWPCF., 33, 399-415, 1961.

31. Hobson, R.N. and B.G. Shaw, "Inhibition of Methane Production by Methanobacterium formicicum," Water Res., 10, 849-852, 1976.

32. Eis, B.J., et.al., "The Fate and Effect of Bisulfate in Anaerobic Treatment," JWPCF., 55, 1355, 1983.

33. Johnson, L.D. and J.C. Young, "Inhibition of Anaerobic Digestion by Organic Priority Pollutants," JWPCF., 55, 1441, 1983.

34. Joint Committe Members, "Waste Water Treatment Plant Design," ASCR-Manuals and Reports on Engineering Practice-No. 36.

35. WPCF Manual of Practice No. 16, "Anaerobic Sludge Digestion," Water Pollution Control Federation, Washington, D.C., 1966.

36. Barnett, A., et.al., Biogas Technology in the Third World: A Multidisciplinary Review, pp. IDRC-103C, International Development Research Centre, Ottawa, Canada, 1978.

37. Maramba, F.D., Biogas and Waste Recycling: The Philippine Experience, Regal Printing Company, 1978.

38. Matheson Gas Data Book, The Matheson Company, Inc., Ontario, 1976.

39. Sen, B.P. and T.R. Bhaskaran, "Anaerobic Digestion of Liquid Molass Distillery Wastes," JWPCF., 34, 1015-1025, 1962.

40. Radhakrishnan, I., et.al., "Evaluation of The Loading Parameters for Anaerobic Digester of Cane Molass Distillery Wastes," JWPCF., 41, 431-440, 1969.

41. Basu, A.K..and Leclerc, "Mesophillic Digestion of Beet Molass Distillery Waste Water," Advan. Wat. Pollut. Res. Proc. Int. Conf. 6th, 581-594, 1972.

42. Shea, T.G. and E. Ramos, "Rum Distillery Slops Treatment by Anaerobic Contact Process," EPA 660/2-74-074, July, 1974.

43. Ratasuk, S., "Reprot of Pilot Treatment Plant of Molasses Alcohol Slop of Mahakun Distillery Company." ASRCT Research Report, Thailand, 1976.

44. Qureshi, M.S., "A Study of Cane Sugar Waste Treatment," Master's Thesis, Department of Environmental Engineering, AIT, 1977.

45. กองวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, "แนวทางการกำจัดน้ำกากส่าจากโรงงานสุราภรมสรรพสามิต : ตอนที่ 2, สรุปผลการศึกษาทดลองกำจัดน้ำกากส่าในห้องปฏิบัติการ," สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2524. (อัดสำเนา)

46. Kositratana, N., "Anaerobic Digestion Study of Distillery Waste," Master's Thesis. Department of Environmental Engineering, AIT, 1980.

47. Dilallo, R. and O.E. Albertson, "Volatile Acids by Direct Titration," JWPCF., 33, 356-365, 1961.

48. ศักดิ์ชัย โอภาสวัตชัย, "การย่อยสลายและการผลิตก๊าซชีวภาพของขยะแบบไร้ออกซิเจนโดยแบคทีเรียชนิดชอบความร้อน," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

49. American Public Health Association, "Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water," 15th Ed., APHA, Washington, D.C., 1980.

50. สรชัย พิศาลบุตร, สถิติเพื่อการวิเคราะห์และวิจัย, 296 หน้า, สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, กรุงเทพฯ.

ภาคผนวก

ภาคผนวก - ก

ตาราง ก-1 ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน, ค่าเฉลี่ยของ COD ที่เข้าสู่ระบบ = 24,820 กรัมต่อลบ.ม., อัตราการรับสารอินทรีย์ 3.72 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน

DATE	pH	Volatile Acids (g/m^3) as CH_3COOH	Alkalinity (g/m^3) as $CaCO_3$	Suspended Solid (g/m^3)	Volatile Suspended Solid (g/m^3)	COD Influent (g/m^3)	COD Effluent (g/m^3)	% COD Removal	Total Gas Volume ($m^3/day)x10^{-2}$	% CH_4
17-5-85	7.3	1,355	11,867	6,500	5,320	24,855	9,932	60.0	4.80	61.0
21-5-85	7.4	1,880	12,137	5,000	3,900	24,893	9,725	60.9	5.00	59.0
25-5-85	7.4	1,147	11,183	9.640	6,200	24,799	9,960	59.8	5.81	64.0
29-5-85	7.1	1,475	9,997	4,720	3,740	24,826	10,601	57.3	4.15	56.5
2-6-85	6.9	3,250	11,080	4,500	3,600	24,831	11,149	55.1	3.60	53.0
6-6-85	6.7	3,828	10,617	5,000	4,080	24,908	12,036	51.7	3.32	47.0
10-6-85	6.7	4,168	10,970	5,400	4,620	24,704	13,218	46.5	2.49	48.0
12-6-85	6.8	4,010	10,796	5,280	4,380	24,780	13,027	47.4	2.52	45.0
14-6-85	6.8	4,117	10,775	5,200	4,400	24,819	13,146	47.0	2.55	46.5
16-6-85	6.8	4,015	10,730	5,120	4,360	24,788	13,070	47.3	2.50	45.5

ตาราง ก-2 ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน, ค่าเฉลี่ยของ COD ที่เข้าสู่ระบบ = 18,430 กรัมต่อลบ.ม., อัตราการรับสารอินทรีย์ 2.77 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน

DATE	pH	Volatile Acids (g/m^3) as CH_3COOH	Alkalinity (g/m^3) as $CaCO_3$	Suspended Solid (g/m^3)	Volatile Suspended Solid (g/m^3)	COD Influent (g/m^3)	COD Effluent (g/m^3)	% COD Removal	Total Gas Volume (m^3/day)$x10^{-2}$	% CH_4
20-6-85	6.9	3,668	10,292	-	-	19.290	15,411	20.1	1.71	43.5
24-6-85	7.0	3,576	9,886	3,480	2,940	18,209	14,926	18.0	1.40	53.0
28-6-85	6.9	3,621	9,985	3,200	2,800	18,450	13,063	29.2	1.52	54.0
2-7-85	7.0	3,358	10,081	3,000	2,480	18,065	11,869	34.3	2.16	54.0
6-7-85	7.0	3,206	10,081	3,620	2,900	18,034	11,005	39.0	2.05	52.0
8-7-85	6.95	3,414	10,044	3,780	3,180	18,447	11,282	38.8	2.00	-
10-7-85	6.95	3,440	9,980	4,000	3,230	18,550	11,403	38.5	2.10	50.5
12-7-85	7.0	3,323	10,086	3,840	2,880	18,364	11,104	39.5	2.20	-
14-7-85	6.9	3,512	10,054	3,800	2,960	18,465	11,246	39.1	2.10	49.5

ตาราง ก-3 ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน, ค่าเฉลี่ยของ COD ที่เข้าสู่ระบบ = 15,410 กรัมต่อลบ.ม., อัตราการรับสารอินทรีย์ 2.31 กก. COD ต่อลบ.ม.-วัน

DATE	pH	Volatile Acids (g/m^3) as CH_3COOH	Alkalinity (g/m^3) as $CaCO_3$	Suspended Solid (g/m^3)	Volatile Suspended Solid (g/m^3)	COD Influent (g/m^3)	COD Effluent (g/m^3)	% COD Removal	Total Gas Volume ($m^3/day \times 10^{-2}$)	% CH_4
19-7-85	7.1	3,504	10,583	2,042	1,680	-	-	-	1.77	54.0
23-7-85	7.1	3,422	10,488	3,540	2,980	15,465	9,910	36.0	1.62	54.0
27-7-85	7.05	3,325	9,823	2,620	2,000	15,403	9,633	37.5	1.70	55.5
31-7-85	7.0	3,220	9,925	2,640	2,180	15,557	9,542	38.7	1.45	53.0
4-8-85	6.95	3,040	9,843	2,590	2,200	15,338	9,975	35.0	1.42	55.5
6-8-85	7.0	-	-	2,980	2,230	15,346	10,049	34.5	1.68	-
8-8-85	7.1	3,076	9,744	2,990	2,380	15,434	9,835	36.3	1.93	55.0
10-8-85	7.1	-	-	2,970	2,150	15,310	10,027	34.5	1.80	-
12-8-85	7.05	3,148	9,792	2,820	2,040	15,418	9,946	35.5	1.85	56.0
14-8-85	7.1	3,112	9,745	-	-	15,423	9,953	35.5	1.82	55.5

ตาราง ก-4 ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน, ค่าเฉลี่ยของ COD ที่เข้าสู่ระบบ = 37,170 กรัมต่อลบ.ม., อัตราการรับสารอินทรีย์ 5.58 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน

DATE	pH	Volatile Acids (g/m^3) as CH_3COOH	Alkalinity (g/m^3) as $CaCO_3$	Suspended Solid (g/m^3)	Volatile Suspended Solid (g/m^3)	COD Influent (g/m^3)	COD Effluent (g/m^3)	% COD Removal	Total Gas Volume $(m^3/day)x10^{-2}$	% CH_4
18-8-85	6.75	3,608	9,654	2,980	2,100	37,388	16,438	56.0	-	33.0
22-8-85	6.65	4,480	9,550	2,460	1,940	36,737	22,052	40.0	2.53	28.0
26-8-85	6.6	5,927	13,700	-	-	37,174	24,946	32.9	2.20	26.0
27-8-85	6.7	5,835	14,103	3,380	2,650	37,361	25,169	32.6	2.00	-
30-8-85	6.8	6,790	15,980	-	-	37,223	24,748	33.5	2.15	27.5
1-9-85	6.8	6,560	14,630	2,930	2,240	37,185	24,581	33.9	2.25	26.0
3-9-85	6.8	6,687	15,383	3,310	2,580	37,120	25,225	32.0	2.20	26.0

ตาราง ก-5 ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน, ค่าเฉลี่ยของ COD ที่เข้าสู่ระบบ = 35,255 กรัมต่อลบ.ม., อัตราการรับสารอินทรีย์ 3.17 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน

DATE	pH	Volatile Acids (g/m^3) as CH_3COOH	Alkalinity (g/m^3) as $CaCO_3$	Suspended Solid (g/m^3)	Volatile Suspended Solid (g/m^3)	COD Influent (g/m^3)	COD Effluent (g/m^3)	% COD Removal	Total Gas Volume $(m^3/day)x10^{-2}$	% CH_4
7-9-85	6.9	7,875	18,350	-	-	-	-	-	2.01	29.0
11-9-85	6.9	7,950	19,573	5,420	4,010	36,331	26,898	26.0	1.60	34.0
15-9-85	7.15	8,605	21,268	6,650	4,890	35,424	26,931	24.0	1.08	35.0
19-9-85	7.0	8,841	22,851	8,780	7,160	35,380	24,770	30.0	1.51	36.0
23-9-85	7.3	8,618	25,027	-	-	34,676	23,884	31.1	1.32	50.0
27-9-85	7.4	6,983	26,115	8,420	6,320	34,234	22,529	34.2	2.30	56.5
1-10-85	7.55	6,240	27,599	5,410	4,110	35,412	22,665	36.0	2.74	59.5
5-10-85	7.5	5,843	27,293	5,720	4,620	34,756	21,457	38.3	2.81	63.5
7-10-85	7.55	5,724	27,414	5,670	4,600	35,704	20,673	42.1	2.78	65.5
9-10-85	7.6	5,548	27,543	5,410	4,560	35,383	21,023	40.6	2.82	66.0
11-10-85	7.6	5,495	27,367	5,580	4,580	35,750	20,966	41.5	2.74	65.0
13-10-85	7.6	5,390	27,388	5,470	4,490	34,656	20,952	39.5	2.70	64.5

* หมายเหตุ วันที่ 16-10-85 - วันที่ 26-11-85 หยุดเดินเครื่องเพื่อปรับปรุงและซ่อมแซมเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง รวมเวลาทั้งหมด 40 วัน

ตาราง ก-6 ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน, ค่าเฉลี่ยของ COD ที่เข้าสู่ระบบ = 44,570 กรัมต่อลบ.ม., อัตราการรับสารอินทรีย์ 4.01 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน

DATE	pH	Volatile Acids (g/m^3) as CH_3COOH	Alkalinity (g/m^3) as $CaCO_3$	Suspended Solid (g/m^3)	Volatile Suspended Solid (g/m^3)	COD Influent (g/m^3)	COD Effluent (g/m^3)	% COD Removal	Total Gas Volume ($m^3/day)x10^{-2}$	% CH_4
1-12-85	7.25	2,080	13,443	-	-	-	-	-	3.75	62.5
5-12-85	7.4	2,006	14,461	4,640	3,410	44,324	15,739	64.5	4.91	64.0
9-12-85	7.4	2,006	15,174	4,780	3,560	44,650	16,978	62.0	4.59	61.0
13-13-85	7.45	2,303	15,582	6,400	4,580	44,488	17,354	61.0	5.06	61.0
17-12-85	7.4	2,972	15,327	4,260	3,280	44,215	19,212	56.5	3.43	61.5
21-12-85	7.3	3,418	15,531	4,600	3,560	43,831	19,741	55.0	3.65	59.0
25-12-85	7.3	4,272	15,989	4,700	3,680	43,822	21,006	52.1	3.36	51.5
27-12-85	7.2	4,322	16,228	-	-	45,366	21,323	53.0	3.99	57.0
29-12-85	7.25	4,323	16,430	4,590	3,570	44,804	21,460	52.1	4.16	57.5
2-1-86	7.4	4,205	16,614	4,680	3,760	45,660	21,457	53.0	4.36	58.0
4-1-86	-	-	-	4,690	3,690	-	-	-	4.10	57.0
6-1-86	7 3	4,430	16,744	4 ,520	3,660	44 ,543	21 ,335	52.1	4. 28	59. 5

ตาราง ก-7 ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน, ค่าเฉลี่ยของ COD ที่เข้าสู่ระบบ = 61,360 กรัมต่อลบ.ม., อัตราการรับสารอินทรีย์ 5.52 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน

DATE	pH	Volatile Acids (g/m^3) as CH_3COOH	Alkalinity (g/m^3) as $CaCO_3$	Suspended Solid (g/m^3)	Volatile Suspended Solid (g/m^3)	COD Influent (g/m^3)	COD Effluent (g/m^3)	% COD Removal	Total Gas Volume $(m^3/day)x10^{-2}$	% CH_4
10-1-86	7.25	4,990	18,740	-	-	-	-	-	-	-
12-1-86	7.3	5,433	20,758	-	-	62,524	24,726	60.5	4.21	60.0
16-1-86	7.5	5,692	24,025	5,560	3,890	61,271	26,343	57.0	6.23	59.0
20-1-86	7.55	4,066	23,545	6,380	4,230	61,929	27,257	56.0	5.25	62.0
24-1-86	7.6	4,029	24,602	5,740	3,840	61,050	27,758	54.5	5.18	63.0
28-1-86	7.65	4,509	25,130	6,000	4,080	60,928	27,975	54.1	5.13	60.0
1-1-86	7.55	4,583	25,515	6,220	4,340	60,445	27,502	54.5	5.28	-
5-2-86	7.6	4,103	26,139	5,550	4,180	60,780	28,991	52.3	5.29	62.5
7-2-86	7.6	3,810	26,543	5,730	4,340	60,883	28,496	53.2	5.82	65.5
9-2-86	7.7	3,658	26,810	4,570	3,580	60,442	27,764	54.0	6.71	66.0
11-1-86	7.7	3,663	27,036	-	-	63,062	28,218	55.3	6.96	64.5
13-2-86	7.7	3,625	27,193	4,540	3,440	61,840	28,137	54.5	6.87	66.0
15-2-86	7.7	3,614	27,238	-	-	61,171	28,321	53.7	6.85	65.5
17-2-86	7.7	-	-	4,640	3,520	-	-	-	6.86	65.5

ตาราง ก-8 ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน, ค่าเฉลี่ยของ COD ที่เข้าสู่ระบบ = 82,310 กรัมต่อลบ.ม., อัตราการรับสารอินทรีย์ 7.41 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน

DATE	pH	Volatile Acids (g/m^3) as CH_3COOH	Alkalinity (g/m^3) as $CaCO_3$	Suspended Solid (g/m^3)	Volatile Suspended Solid (g/m^3)	COD Influent (g/m^3)	COD Effluent (g/m^3)	% COD Removal	Total Gas Volume $(m^3/day)x10^{-2}$	% CH_4
21-2-86	7.65	4,620	27,789	5,560	4,240	82,853	33,173	60.0	6,80	-
25-2-86	7.6	5,951	29,214	5,900	4,500	81,732	36,801	55.0	63.8	50.0
1-3-86	7.45	9,388	31,370	6,000	4,590	81,900	40,193	50.9	5.85	48.0
5-3-86	7.4	11,162	30,992	6,380	5,480	81,426	50,384	38.1	5.18	43.5
9-3-86	7.4	12,973	32,242	7,760	5,800	82,577	53,654	35.0	5.53	53.5
13-3-86	7.4	12,936	33,197	8,860	6,460	82,773	52,322	36.8	5.67	59.0
17-3-86	7.55	12,610	33,806	8,660	6,200	82,518	53,666	35.0	5.51	57.0
21-3-86	7.6	11,665	34,876	9,080	6,270	82,439	54,240	34.2	5.45	53.5
23-3-86	7.6	10,995	34,273	8,850	6,110	83,446	53,988	35.3	5.41	55.5
25-3-86	7.6	10,856	34,480	8,930	6,190	82,108	53,747	34.5	5.43	56.5
27-3-86	7.65	-	-	8,780	6,090	81,642	54,011	33.8	5.41	57.0

ตาราง ก-9 ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 8.89 วัน, ค่าเฉลี่ยของ COD ที่เข้าสู่ระบบ = 48,740 กรัมต่อลบ.ม., อัตราการรับสารอินทรีย์ 5,48 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน

DATE	pH	Volatile Acids (g/m^3) as CH_3COOH	Alkalinity (g/m^3) as $CaCO_3$	Suspended Solid (g/m^3)	Volatile Suspended Solid (g/m^3)	COD Influent (g/m^3)	COD Effluent (g/m^3)	% COD Removal	Total Gas Volume $(m^3/day)x10^{-2}$	% CH_4
31-3-86	7.65	10,053	32,131	-	-	49,045	35,331	28.0	-	58.5
4-4-86	7.5	9,610	29,339	8,140	6,060	47,943	30,453	36.5	5.46	59.0
8-5-86	7.5	9,240	27,157	4,980	3,800	49,053	34,239	30.2	5.21	51.0
12-4-86	7.35	9,240	25,075	5,190	3,880	48,592	31,102	36.0	4.87	58.5
16-4-86	7.45	9,166	24,466	3,820	2,900	48,976	30,325	38.1	5.51	55.0
20-4-86	7.4	8,723	22,587	3,760	2,880	48,904	31,067	36.5	5.02	54.5
24-4-86	7.3	8,870	22,740	4,960	3,560	48,898	30,576	37.5	5.36	52.5
26-4-86	7.35	8,744	23,135	-	-	49,113	30,459	38.0	5.38	53.5
28-4-86	7.3	8,708	23,095	5,170	3,630	48,297	30,538	36.8	5.45	57.0
30-4-86	7.3	-	-	5,110	3,580	48,581	30,239	37.4	5.36	52.0

ตาราง ก-10 ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 13.33 วัน, ค่าเฉลี่ยของ COD ที่เข้าสู่ระบบ = 68,510 กรัมต่อลบ.ม., อัตราการรับสารอินทรีย์ 5.14 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน

DATE	pH	Volatile Acids (g/m^3) as CH_3COOH	Alkalinity (g/m^3) as $CaCO_3$	Suspended Solid (g/m^3)	Volatile Suspended Solid (g/m^3)	COD Influent (g/m^3)	COD Effluent (g/m^3)	% COD Removal	Total Gas Volume ($m^3/day)x10^{-2}$	% CH_4
3-5-86	7.3	9,720	24,796	-	-	68,727	27,492	60.0	3.64	-
7-5-86	7.55	6,832	25,938	5,520	3,700	69,180	24,350	64.8	3.50	61.0
11-5-86	7.6	4,934	27,613	5,580	3,910	68,399	29,426	57.0	4.64	71.5
15-5-86	7.7	4,669	28,223	4,290	3,520	68,503	27,432	60.0	4.91	67.0
19-5-86	7.75	4,327	31,593	6,360	4,320	67,654	25,638	62.1	5.88	68.5
23-5-86	7.85	4,137	32,577	6,080	4,120	68,378	22,568	67.0	5.60	69.5
27-5-86	7.75	3,872	32,140	6,120	4,200	68,630	23,949	65.1	5.32	67.5
31-5-86	7.75	2,997	31,976	7,640	5,210	68,437	24,293	64.5	5.64	66.5
4-6-86	7.7	2,809	32,360	7,400	4,820	69,015	23,314	66.2	5.68	66.0
8-6-86	7.8	2,534	32,505	7,280	4,700	67,916	21,051	69.0	5.96	68.5
10-6-86	7.8	2,463	32,406	-	-	68,693	22,985	66.5	5.83	68.0
12-6-86	7.8	2,196	32,378	7,340	4,810	68,269	21,845	68.0	5.55	67.5
14-6-86	7.8	2,245	32,427	7,310	4,750	69,234	21,827	68.5	5.68	67.0
16-6-86	7.8	2,230	32,435	7,360	4,770	68,106	22,104	67.5	5.73	67.0

ตาราง ก-11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ Ca, Na, K ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ

DATE	HRT (days)	ORGANIC LOADING (kg.COD/m^3-day)	CONCENTRATION (g/m^3)		
			Ca	Na	K
23-3-86	11.11	7.41	1,050	4,800	5,000
24-3-86			850	5,200	4,880
28-3-86			1,000	4,700	4,920
29-3-86			800	5,300	5,020
average			925	5,000	4,955
22-4-86	8.89	5.48	780	3,300	3,510
24-4-86			800	3,500	3,370
25-4-86			860	3,400	3,400
27-4-86			700	3,600	3,430
28-4-86			760	3,200	3,390
average			780	3,400	3,420
10-6-86	13.33	5.14	680	4,700	3,260
12-6-86			900	4,400	3,610
14-6-86			940	4,500	3,560
16-6-86			720	4,600	3,610
average			810	4,550	3,510

ภาคผนวก ข

การทดสอบสมมติฐานว่าตัวแปรตำแหน่ง A, B, C มีความแตกต่างกันหรือไม่

การทดสอบนี้ใช้วิธีการทดสอบสมมติฐานทางสถิติเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรสองประชากร โดยทำการทดสอบสองครั้งคือ

ครั้งที่ 1 กำหนดค่าเฉลี่ยตัวแปรตำแหน่ง A, B, C เป็นประชากรหนึ่ง
และค่าเฉลี่ยตัวแปรตำแหน่ง A, B เป็นอีกประชากรหนึ่ง

ครั้งที่ 2 กำหนดค่าเฉลี่ยตัวแปรตำแหน่ง A, B, C เป็นประชากรหนึ่ง
และค่าเฉลี่ยตัวแปรตำแหน่ง B, C เป็นอีกประชากรหนึ่ง

ขั้นตอนการทดสอบแต่ละครั้งมีดังนี้

1. ตรวจสอบความแปรปรวนของประชากรทั้ง 2 ว่าเท่ากันหรือไม่ โดยใช้ค่าสถิติ "F" คือ

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

โดยที่ $S_1^2 > S_2^2$ (ความแปรปรวนของประชากรใดมีค่ามากกว่าให้ประชากรนั้นเป็นประชากรที่หนึ่ง)

เมื่อ S_1^2, S_2^2 คือความแปรปรวนของข้อมูลจากประชากรที่ 1 และที่ 2 ตามลำดับ ซึ่งหาได้จากสูตรข้างล่างนี้

$$S^2 = \frac{1}{n-1}\left[\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - n\bar{X}^2\right]$$

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมดของตัวแปรที่สนใจศึกษา

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยข้อมูลทั้งหมดของตัวแปรที่สนใจศึกษา

นำค่าสถิติ "F" ที่คำนวณได้จากข้อมูลเปรียบเทียบกับค่าสถิติ "F" ที่เปิดได้จากตารางการแจกแจงแบบ "F" ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 และ degree of freedom $(n_1 - 1)$

และ $(n_2 - 1)$ จากการทดสอบพบว่าค่าสถิติ "F" ที่คำนวณได้จากข้อมูลมีค่ามากกว่าค่าสถิติ "F" ที่เปิดได้จากตาราง ซึ่งสรุปได้ว่าความแปรปรวนของประชากรทั้งสองที่นำมาทดสอบเท่ากัน (ตาราง 1-ข และ 2-ข)

2. เมื่อความแปรปรวนของประชากรทั้งสองที่นำมาทดสอบเท่ากัน ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานคือ

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}$$

เมื่อ S_p^2 = ความแปรปรวนรวม (Pooled variance)

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$

n_1, n_2 แทน จำนวนข้อมูลของตัวแปรที่สนใจศึกษาจากประชากรที่ 1 และที่ 2 ตามลำดับ

$\bar{X}_1$, $\bar{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่สนใจศึกษาจากประชากรที่ 1 และที่ 2 ตามลำดับ

S_2^2, S_2^2 แทน ความแปรปรวนของข้อมูลจากประชากรที่ 1 และที่ 2 ตามลำดับ

เนื่องจากกำหนดสมมติฐานเพื่อการทดสอบไว้ว่า ค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่สนใจศึกษาจากประชากรที่ 1 และที่ 2 (μ_1 และ μ_2) ไม่แตกต่างกัน ดังนั้น $\mu_1 - \mu_2 = 0$

นำค่าสถิติ "t" ที่คำนวณได้จากข้อมูลเปรียบเทียบกับค่าสถิติ "t" ที่เปิดได้จากตารางการแจกแจงแบบ "t" ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 และ degree of freedom $(n_1-1) + (n_2-1)$ หรือ $(n_1+n_2) - 2$ จากการทดสอบพบว่าค่าสถิติ "t" ที่คำนวณได้จากข้อมูลมีค่ามากกว่าค่าสถิติ "t" ที่เปิดได้จากตาราง ซึ่งสรุปได้ว่าประชากรทั้ง 2 ที่นำมาทดสอบไม่มีความแตกต่างกัน (ตาราง 1-ข และ 2-ข)

ตารางที่ 1-ข อัตราการรับสารอินทรีย์ 2.77 กก. COD ต่อลบ.ม.-วัน ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน

ครั้งที่	ตัวแปร	ตำแหน่ง			ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	S_X^2	S_Y^2	S_Z^2	$F_{X,Y}$	$F_{X,Y}$	$t_{X,Y}$	
		A	B	C	X	Y	Z							
1	pH	6.8	6.75	6.8	6.78	6.78	6.78	0.0687	0.0013	0.0013	52.81	52.81	0.025	0.025
	Alk.	10,514.8	10,406.4	10,298.0	10,406.4	10,460.6	10,352.2	11,750.6	5,875.4	5,875.3	2.0	2.0	-0.60	0.60
	VA.	3,738.0	3,991.4	4,045.4	3,924.9	3,864.6	4,018.4	26,932.6	32,070.3	1,467.7	1.19	18.35	0.39	-0.75
	COD	15,303.3	15,303.3	15,454.5	15,353.7	15,303.3	15,378.9	7,620.5	0	11,430.6	-	1.50	-	0.29
2	pH	6.9	6.9	7.05	6.95	6.9	6.98	0.005	0	0.011	-	2.20	-	0.327
	Alk.	9,804.0	9,785.0	9,633.0	9,740.7	9,794.5	9,709.0	21,465.0	180.5	11,552.0	118.9	1.86	-0.49	0.26
	VA.	3,359.2	3,440.4	3,512.7	3,437.4	3,399.8	3,476.6	5,898.1	3,302.4	2,609.3	1.79	2.26	0.37	-0.62
	COD	11,947.8	12,959.4	11,953.6	11,953.6	11,953.6	12,456.5	101,633.6	202,267.2	50,586.9	2.0	2.0	0	-0.6
3	pH	6.9	6.9	7.0	6.93	6.9	6.95	0.073	0	0.005	-	14.6	-	-0.098
	Alk.	9,604.5	9,614.0	9,614.0	9,610.8	9,609.3	9,614	126.2	45.1	0	-	2.80	-	0.07
	VA.	3,612.0	3,593.9	3,657.5	3,621.2	3,603.0	3,625.7	1,036.5	163.1	2,019.95	6.36	1.95	0.73	0.17
	COD	12,2230.8	11,538.5	12,243.4	12,004.2	11,884.6	11,890.9	162,106.5	239,646.6	248,434.9	1.48	1.53	-0.30	-0.28

หมายเหตุ X แทน A, B, C
Y " A, B
Z " B, C

ตาราง 2-ข อัตราการรับสารอินทรีย์ 3.17 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน

ครั้งที่	ตัวแปร	ตำแหน่ง			ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	S_X^2	S_Y^2	S_Z^2	$F_{X,Y}$	$F_{X,Y}$	$t_{X,Y}$	$t_{X,Z}$
		A	B	C	X	Y	Z							
1	pH	7.3	7.3	7.45	7.35	7.3	7.38	0.0075	0	0.0113	-	1.5	-	0.45
	Alk.	27,598.7	27,499.8	27,301.9	27,664.8	27,549.2	27,400.8	22,557.0	4,892.0	19,570.0	4.61	1.15	-0.70	0.49
	VA	6,575.1	6,500.8	6,055.0	6,377.0	6,538.0	6,277.9	79,053.6	2,762.2	99,229.8	28.64	1.25	-0.76	-0.37
	COD	23,062.4	21,455.6	22,117.2	22,211.7	22,259.0	21,786.4	652,152.5	129,090.3	218,870.4	5.05	2.98	-0.075	0.65
2	pH	7.5	7.5	7.65	7.55	7.5	7.58	0.0075	0	0.0113	-	1.5	-	0.29
	Alk.	27,598.6	27,751.4	27,598.6	27,649.6	27,675.0	27,675.0	7,778.0	11,666.0	11,666.0	1.5	1.5	0.29	0.29
	VA	5,943.6	5,906.5	5,832.2	5,894.1	5,925.0	5,869.3	3,219.7	690.1	2,759.5	4.67	1.17	-0.70	0.49
	COD	23,408.2	22,191.0	23,314.6	22,971.3	22,799.6	22,752.8	458,586.0	740,824.0	631,239.0	1.62	1.38	-0.25	-0.33

หมายเหตุ X แทน A, B, C

Y " A, B

Z " B, C

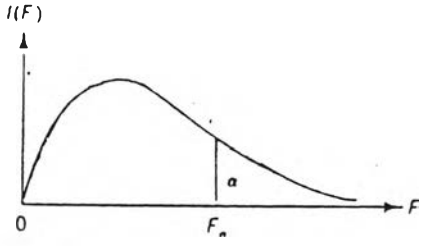
ตารางที่ 3-ข ตารางการแจกแจงแบบ t

DEGREES OF FREEDOM	$t_{.100}$	$t_{.050}$	$t_{.025}$	$t_{.010}$	$t_{.005}$
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Source From M. Merrington,"Table of Percentage Points of the t-Distribution."Biometrika, 1941, 32, 300. Reproduced by permission of E.S. Pearson.

ตารางที่ 4-ข ตารางการแจกแจงแบบ F

PERCENTAGE POINTS OF THE F DISTRIBUTION, $\alpha = .05$



DENOMINATOR DEGREES OF FREEDOM	NUMERATOR DEGREES OF FREEDOM								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88

Source From M. Merrington and C. M. Thompson, "Tables of Percentage Points of the Inverted Beta (F)-Distribution," *Biometrika*, 1943, 33 73–88. Reproduced by permission of the *Biometrika* Trustees.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาว มาลี วิศวาจารย์

เกิด 23 มีนาคม 2504

การศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยรามคำแหง ปีการศึกษา 2525