เอกสารอ้างอิง

1. สุเมธ ชวเดช และ เสริมพล รัตสุข "การผลิตก๊าซชีวภาพแบบใช้ตัวกลางไม้รวก" วารสารเคมีวิศวกรรม เทคโนโลยีทางอาหารและเชื้อเพลิง, ปีที่ 2, ฉบับที่ 1,

2. Tietjen, C. "From Biodung to Bio-Gas Historical Review of European Experience" In Energy, Agriculture and Wastetreatment, Edi. by Jewell, W.J., Ann. Arbor Science, N.Y., 2518.

3. Soubolle, B.R. "Fuel Gas from Cow Dung" Bullentin in Published by Sahayogi Prakashan, Tripureshur, Katmandu, Nepal, 2519.

4. Po, C. "Production and Use of Methane from Animal Waste in Taiwan" Proceeding of Internaltional Biomass Energy Conference, The Biomass Energy Institute Inc., Winnipeg, Manitoba, 2516.

5. ESCAP, "Report of the Preparation Mission on Bio-Gas Technology and Utilization", 2518.

6. Lapp, H.M. "Utilization of Bio Gas From Livestock Waste", Waste Treatment and Utilization, Edi. by Moo-Young and Fargnar.

7. Matheson Gas Data Book, The Matheson Company, Inc. Ontario, 2519.

8. "Methane Generation from Human", Animal and Agriculture Waste, National Academy of Science, Nepal, 2520.

9. บรรเลง ศรนิล, "เทคโนโลยี ชีวก๊าซ", จุลสารเทคโนโลยี ประยุกต์ ปีที่ 1, ฉบับที่ 3, มกราคม, 2523.

10. Kreatidapanya, P., "Design Parameter for Bio-Gas Production in Tropical Rural Villages" Master Engineering Thesis, A.I.T., 2523.

11. มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ "การออกแบบขั้นขบวนการของระบบกำจัดน้ำเสียที่อาศัยหลักชีวิทยา" เล่มที่ 3 - การออกแบบ, ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

12. Toerien, D.F., et al, "The Bacteria Nature of the Acid Forming Phase of Anaerobic Digestion" Water Research Vol. 5, 2510.

13. Toerien, D.F., and Hattingh, W.H.J., "Anaerobic Digestion I - The Microbiology of Anaerobic Digestion" Water Research, Pergaman Press, Vol. 2, 2512.

14. Pelezar, M.J.Jr & Reid, R.D., Microbiology, McCraw Hill Book Company New York, 2515.

15. Barker, H.A., "Bacteria Fermentation" John Willey & Son - Inc. New York (2487).

16. Bryant, M.P. Wolin, M.J., and Wolfe, R.S., "Methanobacillus Omelianski, a symbiotic association of two species of bacteria", Arch Microbial 2510.

17. Scheifinger, C.E., Lineman, B, and Wolin, M.J., "H_2 Production by Selemonas Ruminantion in the Absence and Presence of Methanogenic Bacteria", Applied Microbiology, 29, 2518.

18. Hobson, P.N., Bousfield, and Sommer, R., "Anaerobic Digestion of Organic matter" CRC. Cretical Reviews Eng. Center, June, 2517.

19. Barker, H.A., "Bacteria Fermentation" John Willey & Son Inc., N.Y. 2499.

20. Wolfe, R.S., "Microbial Fermentation of Methane" Adv. Microbiology Physiol, Vol. 6, 2514.

21. Jeris, J.S. and McCarty. PL., "The Biochemistry of Methane Fermentation Using C^{14} Tracers" JWPCF V. 37, No. 2, 2508.

22. Smith, P.M. and Mah, R.A., "Kinetics of Acetate Metabolism During Sludge Digestion" App. Microbial, V. 14, No. 5, 2509.

23. Kirsch, E.G., Sykes, R.M., "Anaerobic Digestion in Biological Waste Treatment" Progress in Industrial Microbiology, 9, 2514.

24. Zeikus, J.G. Weimer, P.J., Nelson, D.R. and Danvels, L., "Bacteria Methanogenesis Acetate as Methane Precussor in Pure Culture" Arch Microbial; V. 104, No. 2, 2514.

25. Stadman, T.C. and Barker, H.A., "Studies on the Methane fermentation, IX, The origin of Methane in the acetate and methanol fermentation by Methanosarcina" J. Bact. 61, 2494.

26. Toerien, D.E., Thiel, P.G., and Pretorius; W.A.; "Substrate flow in Anaerobic digestion" Adv. Water Pollution Research, 11, 2513.

27. Pretorious, W.A., "Effect of Formate on the growth of Acetate Utilizing Methane Bacteria" Water Research, V. 6, 2515.

28. Andrews, J.F. and Pearson, E.A., "Kinetics of Characteristics of Volatile Acid Production in Anaerogic Fermentation Process" International Journal of Air and Water Pollution Vol. 9, 2508.

29. Lawrence, A.W. and McCarty, P.L. "Kinetics of Methane Fermentation in Anaerobic Treatment, JWPCF, Vol. 41, No. 2, 2512.

30. McCarty, P.L., "Anaerobic Waste Treatment Fundamental"Public Work, 2507.

31. Clark, R.H. and Speece, R.E., "The pH Tolerance of Anaerobic Digestion" International Association of Water Pollution Research, Vol. 2, 2513.

32. Capri, M.G., and Marais, G.V.R. "pH Adjustment in Anaerobic Digestion"; Water Research, 9, 2518.

33. Graef, S.P., and Andrew, J.F., "Stability and Control of Anaerobic Digestion" JWPCF, Vol. 46, 2517.

34. Specee, R.L., and McCarty, P.L., "Nutrient Requirements and Biological Solids Accimitation in Anaerobic Digestion", Proceeding of the Conference on Water Pollution Research, Pergamon Press. 2505.

35. Lawrence et al "The Efflest of Sulfides on Anaerobic Treatment", Proceeding of the 19th Industrial Waste Conference, Purdue U., Engineering Extention Series No. 117.

36. Hobson, P.N., and Shaw, B.G., "Inhibition of Methane Production by Methanebacterium formicicum, Water research, 10.

37. Andrew, J.F., "Dynamic Model of the Anaerobic Digestion Process", Journal of the sanitary Engineering Division, ASCE, 2512.

38. Young, J.C., and McCarty, P.L., "The Anaerobic Filter for Waste Treatment", JWPCF, V 41, No. 5, 2512.

39. Plummer, A.H., Malina, J.F., and Eckenfelder, W.W., "Stabilization of a Low Solids Carbohydrate Waste by Anaerobic Filter" 23nd PIWC, 2511.

40. Pailthrop, R.E., and Richter, G.A. Filbert, J.W. "Anaerobic Secondary treatment of Potato process Waste Water" presented at 44th WPCF Conventional San Francisco, October, 2514.

41. Dorstal, K.A., "Conventional Mills Starch Gluten Plant, Spokane Washington" Unpublished report, EPA, Pacific Northwest Environmental Research Laboratory, October, 2517.

42. Foree, E.G. and Lovan, C.R. "The Anaerobic Filter for Treatment of Brewery Pree Liquor Waste", Technical Report, UKY, 46 - 72 CER April. 2515.

43. Hovious, J.C., Fisher, J.A. and Conway, R.A. "Anaerobic treatment of synthetic Orgamic waste" EPA Report, Project 12020 DIS, January, 2515.

44. Tadman, J.M., Dow Chemical, personal communication, June, 2516.

45. Combell, G.R. Hydroscience, Inc., personal Communication, 2516.

46. El-Shafie, A.T., and Bloodgood, D.E., "Anaerobic Treatment in a Multiple Upflow System" JWPCF No. 45, 2516.

47. Dennis, N.D. and Jennett, C.S., "Pharmacentical Waste Treatment with an Anaerobic Filter" 29th PIWC, May, 2517.

48. Wilson, A.W. and Timpany, P.L., "Anaerobic Contact Filter for treatment of Waste Sulphite Liquor" Present at 59th Annual Meeting of the Canadial Pulp and paper Association, Montreal, Quebec, January, 2516.

49. Frostell, B. "Anaerobic treatment in a Sludge bed System Compared with a filter System" JWPCF, 53, No. 2, 2524.

50. Mueller, J.A., and Mancini, J.G. "Anaerobic Filter Kinetics and Application", 20th PIWC, ANN ARBOR SCIENCE, 2520.

51. สุรพล สายพานิช "Application of Anaerobic Filter for Treatment of Tapioca Starch Waste" Master's Thesis, Department of Sanitary Engineering Graduate School, Chulalongkorn University, 2518.

52. ไพพรรณ พรประภา และ มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ "การกำจัดน้ำโสโครกจากโรงงานน้ำตาลโดยใช้เครื่องกรองแบบแอนแอโรบิค" งานวิจัยหมายเลข ข 17. เอส. เอ., 2519 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519.

53. บุญส่ง ไข่เกษ "การใช้เครื่องกรองแบบแอนแอโรบิคเพื่อกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานทำผักกาดดองกระป๋อง" วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

54. ไกรสร อุดมรัตน์ "การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเต้าหู้ด้วยเครื่องกรองแอนแอโรบิค", วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521.

55. Dilallo, R. and Alberston, O.E. "Volatile Acids Direct Tritration" JWPCF, Vol 33, No. 4 : 356 - 365, 2504.

56. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 14th Ed., APHA, AWWA, and The WPCF, NY, 2518.

57. Ramanthan, M. and Gaudy, A.F. jr. "Selected Analytical Method for Research in Water Pollution control", Center forresearch in Engineering Bioenvironmental Engineering, Oklahoma State U., Stillwater, Oklahoma, U.S.A.

58. Herbert, "Chemical Analysis of Microbial Cell" Method in Microbiology Vol. 5B, Edi by Booth, C, Academie, 2514.

59. Daque, R.R.; Mckinney, R.E. & Pfeffer, J.T. "Solids Retention in Anaerobic Waste treatment System" JWPCF, Vol 42, P-1829, 2513.

60. Eastment & Ferguson, "Solubulization of particulate Organic Carbon during the acid phase of anaerobic digestion" JWPCF, Vol 53, 2524.

ภาคผนวก

1. การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรท โดยใช้สารแอนโทรน (Anthrone)

(สำหรับปริมาณ $C_6H_{12}O_6$ ซึ่งอยู่ระหว่าง 0.05-0.02 มก.)

2. สารเคมี

2.1 สารแอนโทรน :- ละลายแอนโทรน 0.2 กรัม ใน 95 % กรดซัลฟูริค 100 มล. (เก็บไว้ในที่เย็นจัด 4-6 ชม. ก่อนที่จะนำมาใช้)

2.2 95 % กรดซัลฟูริค :- ใส่กรดซัลฟูริคเข้มข้น 95 มล. ลงไปในน้ำกลั่น 5 มล. แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นก่อนนำไปใช้

2.3 สารละลายน้ำตาลมาตรฐาน :-ละลายน้ำตาลเด็กโตรส (Dextrose) ที่แห้งสนิท จำนวน 50 มก. ในน้ำกลั่น แล้วทำให้มีปริมาตรเป็น 250 มล. เก็บไว้ในที่เย็นจัด ก่อนที่จะนำไปใช้ (1 มล. = 0.2 มก.)

3. เครื่องมือ

3.1 อ่างใส่น้ำเข็ง (Ice bath)

3.2 หลอดทดลองขนาด 15-20 มล. จำนวน 20 อัน

3.3 กระดาษตะกั่วหรือลูกแก้วสำหรับวางปิดบนหลอดทดลอง

3.4 อ่างน้ำเดือด (Boiling water bath)

3.5 สเปคโตโฟโตมิเตอร์

4. วิธีวิเคราะห์

4.1 เตรียมหลอดทดลองขนาด 15-20 มล. จำนวน 15-20 อัน แต่ละหลอดใส่สารต่าง ๆ ในปริมาณดังแสดงอยู่ในตารางต่อไปนี้

หลอดที่	ปริมาณน้ำกลั่น (มล.)	ปริมาณสารละลายน้ำตาลเก๊กโตส (มล.)	ปริมาณตัวอย่างที่ต้องการหา (มล.)	หมายเหตุ
1	3	0	0	Blank
2	2.8	0.2	0	
3	2.7	0.3	0	
4	2.6	0.4	0	
5	2.5	0.5	0	สารละลาย
6	2.4	0.6	0	น้ำตาล
7	2.3	0.7	0	มาตรฐาน
8	2.2	0.8	0	
9	2.1	0.9	0	
10	2.0	1.0	0	
11	0.5	0	2.5	
12	1.0	0	2.0	
13	1.5	0	1.5	
14	2.0	0	1.0	ตัวอย่าง
15	2.5	0	0.5	
16	0	0	3.0	

4.2 ทำหลอดทดลองทั้งหมดมาใส่ในอ่างน้ำเย็นและปล่อยให้เย็นเท่ากับอุณหภูมิของอ่าง

4.3 เติมสารละลายแอนโทรนที่แช่เย็นไว้แล้ว ปริมาณ 9 มล. และคนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกันทันที

4.4 ปิดหลอดทดลองด้วยกระกาษตะกั่วหรือลูกแก้วและนำไปแช่ไว้ในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาทีพอดี

4.5 เมื่อครบ 15 นาทีพอดีให้นำหลอดทดลองออกจากอ่างน้ำเดือดและปล่อยให้เย็น

4.6 วัดสีของสารละลายด้วยเครื่องสเปคโนโฟโตมิเตอร์ที่มีความยาวคลื่น 540 หรือ 620 µm โดยเทียบกับ Blank ที่ปรับให้มี Transmission 100 %

4.7 เตรียม Standard curve ของการวิเคราะห์นี้ด้วยค่า % Transmission ของสารละลายน้ำตาลมาตรฐาน

4.8 อ่านค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรทในสารละลายตัวอย่าง ซึ่งรู้ค่า % T แล้วจาก Standard curve ซึ่งเตรียมไว้ ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรทในตัวอย่างอาจคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\text{คาร์โบไฮเดรท } (C_6H_{12}O_6),\ \text{มก./ล.} \quad \frac{\text{ปริมาณเด็กโตรส (มก.)} \times 1000}{\text{ปริมาณน้ำตัวอย่างที่ใช้ (มล.)}}$$

หมายเหตุ

ในกรณีที่ตัวอย่างมีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรทมากให้เจือจางตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นเสียก่อนแล้วจึงนำมาหาค่าคาร์โบไฮเดรทด้วยสารแอนโทรน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายโรมรัน ศรีสัมฤทธิ์
เกิด	31 มกราคม 2499, กรุงเทพมหานคร
การศึกษา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (โยธา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ที่ทำงาน	การเคหะแห่งชาติ
ที่อยู่	19 ซอยเลื่อนอรรณพ สุขุมวิท 55 กรุงเทพมหานคร