เอกสารอ้างอิง

1. คณะอนุกรรมการประสานงานวัชชพืชน้ำ และคณะกรรมการสาขาเกษตรกรรมและชีววิทยา, เอกสารเรื่องผักตบชวา กรุงเทพ : สำนักคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, 2521.
2. McLean, K., "Water Hyacinth a Serious Pest in Bengal", Agric. J. India., vol. 17, 23-40, 1972.
3. Vietmeyer, N.D., "The Beautiful Blue Devil", Natural History, vol. 84, 9, 65-71, 1975.
4. Pirie, N.W., "Food from Waste", Applied Science, London, 187-190, 1976.
5. McDonald, R.C., and Wolverton, B.C. "Comparative Study of Waste-water Lagoon With and Without Water Hyacinth", Economic Botany, vol. 34, 2, 101-110, 1980.
6. Meier, U., "Biogas from Water Hyacinth", Swiss Center from Appropriate Technology at ILE, Working Paper no WP 6/82, 1982.
7. Lareo, L. and Bressani, R., "Possible Utilization of The Water Hyacinth in Nutrition and Industry", Food and Nutrition Bulletin, vol. 4, 4, 60-64, 1980.
8. Wolverton, B.C. and McDonal, R.C., "Energy from Vascular Plant Wastewater.", Economic Botany, vol. 35, 2, 222-232, 1981.
9. Linko, M., "An evaluation of enzymatic hydrolysis of cellulosis materials", Adv. in Biochem. Eng., vol. 5, 1977.
10. Madels, M. and Sternberg. D., "Recent Advance in Cellulose Technology.", J. of Ferment, Tech., vol. 54, 4, 267-286, 1976.
11. Beesch, S.C., "Acetone-Butanol Fermentation of Sugar", Ind. Eng. Chem., 44, 1677-1682, 1985.

12. Brechot P., Fermentation acetone-butylique depuis Pasteur, Fernbach et ses collaborateurs Colloque Societe France Microbiol., IFP, Rueil-Malmaison, 111-122, 1982.

13. Walton, M.T., and J.L. Martin, "Production Butanol-Acetone by Fermentation", Microbial Technology, vol. 1, 197-209, 1979.

14. จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์และคณะ, "กระบวนการหมักอาซีโตน-บิวทานอลจากมันสำปะหลัง", สถาบันวิจัยและพัฒนาคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2528.

15. โกวิท ศตวุฒิ และ อิทธิพล ปานงาม, "การวิจัยเพื่อนำเอาแอลกอฮอล์หนักมาใช้เป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์สันดาปภายใน." สถาบันวิจัยและพัฒนา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2527.

16. เบญจ ภมรสุต และคณะ, "โครงการวิจัยเติมสารเสริมในแอลกอฮอล์เพื่อใช้แทนน้ำมันดีเซล, "สภาวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร, 2528.

17. Tangnu, S.K., Process Biochem., May-June, 36-44, 1982.

18. วิวัฒน์ เสือสะอาด, โกศล เจริญสม และบรรพต ณ ป้อมเพชร, "การใช้ด้วงงวงผักตบชวา Neochetina eichhorniae Warner (Coleoptera : Curculionidae) เพื่อควบคุมผักตบชวา โดยชีววิธีในประเทศไทย", เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 8 กรุงเทพมหานคร : ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีอินทรีย์แห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 11, 2522.

19. บรรพต ณ ป้อมเพชร "ด้วงงวงผักตบชวา" เอกสารวิชาการฉบับที่ 13 กรุงเทพฯ : ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีอินทรีย์แห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 7, 2525.

20. ประเสริฐ ล้อมเจริญสุขยิ่ง "การใช้ผักตบชวากำจัดน้ำเสีย" วารสารวิศวกรรมเกษตร 1, 24-27, 2524.

21. Holm, L.G., L. Weldon and R.D. Blachburn "Aquatic weeds", Science 166, 699-708, 1969.

22. Wolverton, B.C. and McDonald, R.C., "Water Hyacinth and alligator weed for removal of lead and Mercury from Polluted Waters", NASA Tech. Mem, 1975.

23. Bagnall, L.O., Furman, T.D., Hentges, J.F., Nolan, W.J. and Shirley, R.L., "Feed and Fiber from Effluent Grown Water Hyacinth in Wastewater Use in the Production of Food and Fiber" Proc. Environ. Protection Agency Technol. Ser EPA 660/2-74-041, 1974.

24. Hasan, S., "Plant Pathology on biological centrol of weed", Rev. Pl. Pathol. 59, 349-359, 1980.

25. สุรพล สายพานิช, "ประโยชน์ของผักตบชวาทางด้านเกษตรกรรมและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม", เอกสารการประชุมวิชาการวัชชพืชแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2, สมาคมวัชชพืชแห่งประเทศไทย, 2529.

26. จินดา วงศ์สุวรรณ, "การศึกษาการกำจัดฟอสเฟตในน้ำทิ้งโรงงานแป้งมันสำประหลังโดยใช้ผักตบชวา", ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 8, 2524.

27. Templeton, G.E., D.O. Tebeest and R.J. Smith, "Biological weed control with mycoherbicides," Ann. Rev. Phytopathol., 17, 301-310, 1979.

28. Gropal,B. and Sharma, K.P.,"Water Hyacinth", Hindasia Publishers, D-35, C.C. colony, Delhi-110007, India, 1981.

29. B.C. Woolverton and R.C. McDonald, New Sci., 71 (1013) 318, 1976.

30. Zabriskie, D.W. and S.A.S.M. Qutabuddin, and K.M. Dowing, "Production of ethanol from cellulose using a soluble cellulose derivative as an intermidiate", Biotech. Bioeng. Symp., 1, 1984.

31. Nisizawa, Kayutosi, "Mode of the action of cellulase", J. Ferment. Technol., 51, 267-304, 1973.

32. Gokoyr, J and Eriken, I. "Cellulase : Microbial Enzyme and Bioconversion," Economic Microbiology, V.S. Rose, A.M. Academic Press London, 1986.

33. Greulch, V.A. "Plant Function and Structure", McMillian, New York, 48-54, 1973.

34. Goodwin, T.W. and Mercer, E.I., "The Plant Cell Wall : Introduction to Plant Biochemistry" 2 edition, 1983.

35. Biely, P., "Microbial Xylanolytic System", Trends in Biotechnology, vol 3, No 11, 286-290, 1985.

36. B.L. Browning, "Method of Wood Chemistry" vol 2, John Willey and sons, Inc. New York, 717-718, 1967.

37. Cassay, J.P., Dulp and Paper 3rd, ed. V.1A, Wiley-Interscience Publishing, John Wiley & Son, Inc. New York, 1980.

38. Paquot, M., Thonart, P., Foucart, M., Desmonas, P. and Mollet, A. "Anaerobic Digestion and Carbohydrate Hydrolysis of Waste", Elsevier Applied Seienee Publishers London, 112-124, 1984.

39. Wood, d T.M., Hoffman, R.M. and Brown, J.A., "Enzymatic Conversion of the carbohydrate of straw into soluble sugar, Anaerobic Digestion and Carbohydrate Hydrolysis of Waste," Elsevier Applied Science Publishers, London, 517, 1984.

40. Norkrans, B., Adv. Appl. Microb., 9, 91-125, 1967

41. Fennington, G., Lupo. D. and Stutzenberger, F., "Enchanced Cellulase Production in Mutants of Thermomonospora curvata" Biotech. Bioeng., vol 24, 2487-2497, 1982.

42. Puri, V.P., Biotech Bioeng vol 26, 1219-1222

43. Dale, Bruce E., and Maria J. Moreira, "A freeze explosion technique for increasing cellulose hydrolysis", Biotech. Bioeng vol. 12, 31-43, 1982.

44. Jurgen Puls, Kaisa Poutanen, Hans-Ulrich Kornen and Lisa ViiKai, "Biotechnical utilization of Wood carbohydrate after steaming pretreatment," Appl. Microb. Biotech., vol.22, 416-423, 1985.

45. Mes-Hartree, M., C. Hogan, R.D. Hayes, and J.N. Saddler, "Enzymatic hydrolysis of agricultural residues by Trichodera cellulase and the fermentation of the liberated sugars to ethanol", Biotech Lett. vol 5, 101-106, 1983.

46. Gininvan, M.J. J.L. Wood and J.R.O'Callagham," Thermophilic fermentation of pig faeces and stran by Actinomyces.", J.of Appl. Bacteriol., vol 43, 231-238, 1977.

47. Rao, Mala, R. Seeta and Vasanti Deshpande, "Effect of pretreatment on the hydrolysis of cellulose by Penicillium fumiculosum cellulase and recovery of enzyme", Biotech Bioeng. vol 25, 1863-1871, 1983.

48. Millet, M.A., Biotech Bioeng. Symp. No 5, 193, 1975.

49. Lardieri, N.J., AICHE Symp. Series No 177, vol 74, 83, 1978.

50. Vid and, C., S. Roussos, M. Raimbault and F. Deschamps, "Effect of various peretreatments on the accessibility of Cellulose comtained in corn straw to cellulose of Trichoderma harizamum Cah. Orstom. Ser. Biol vol 45, 17-23, 1982.

51. Mishra, C., M. Rao, R. Seeta, M.C. Srinivasan and V. Dephpande, "Communication to the editor hydrolysis of lignocellulase by Penicillium funiculosum cellulose.", Biotech. Bioeng. vol 26, 370-373, 1984.

52. R.W. Detroy, R.L. Cunningham, R.J. Bothast, Mo Bagby, and A. Herman, "Bioconversion of wheat straw cellulose/hemicellulose to ethanol by Saccharomyces uvarum and Pachysolen tannophilus," Biotech. Bioeng. vol 24, 1105-1113, 1982.

53. Ander, P. and Erikson, K.E. Progress in Industrial Microbilogy, vol 14, M.J. Bull. Ed. Elsevier, 1978.

54. Hogan, J.P. and T.F. Leche, Types of fibrous residues and their characteristies. The Utilization of fibrous Agriculture Residue. Australian Development Assitance Bureau Research for Development Seminar Five Australian Goverment Publishing Service, 1983.

55. R.W. Detroy, L.A. Lin denfelser, S. Sommer and W.L. Orton, "Bioconversion of Wheat straw to Ethanol : Chemical Modification, Enzymatic Hydrolysis, and Fermentation. : Biotech Bioeng. vol 23,

56. Lars Vallander and Karl-Erik Erikson, "Enzymatic Saccharification of Pretreated Wheat straw.," Biotech. Bioeng. vol 27, 650-659, 1985.

57. Janusz Szezodrak, "The Enzmatic Hydrolysis and Fermentation of Pretreated Wheat Straw to Ethanol," Biotech. Bioeng. vol 32, 771-776, 1988.

58. R.L. Cunringham and M.E. Carr., "Pretreatment of Wheat straw for Separation into Major Component", Biotech Bioeng. Symp. No.14, 95-103, 1984.

59. Jostein, G. and Jny, E., "Economic Microbiology," vol 5, Academic Press, Inc., New York, 283-330, 1980.

60. Alexander, M., "Indroduction to Soil Microbiology." New York John, Wiley and Son, Inc 1976.

61. Reichelt, J.R., Toxicology : Industrial Enzymemology, The Application of Enzymes in Industry, the Nature Press", 1983.

62. Siu, R.G. H and Rese, E.T., Botan. Rev vol 19, 377-416, 1953.

63. Selby, K. and Maitland, C.C., Biochem. J. vol 104, 716-724, 1967.

64. Lee, S.B., I.H. Kim., D.D.Y. Ryu and H. Taguchi, "Structural properties of cellulose and cellulase reaction mechanism." Biotech. Bioeng. vol 25, 35-51, 1983.

65. Tsao, G.T. and L. Ching, Cellulose and hemicellulose technology, In. J.E. Smith, D.R. Berry and B. Kristiansen (eds.) The Filamentous fungi. Fungal Technol. John Wiley & Son Inc., New York, 1983.

66. Ryu, D.D. and Mandels, "Cellulase : biosynthesis and applications" Enzyme Micorb. Technol. vol 2, 91-102, 1980.

67. Brechot P., Fermentation acetono-butylique depuis Pasteur, Pernbach et ses collaborateurs Colloque Societe France Microbiol., IFP.

68. Pescott, S.C., and C.G. Dunn, Industrial Microbiology McGraw-Hill Book Co., New York, 3rd ed., 250-284, 1985.

69. Rogers, P., "Genetic and Biochemistry of Clostridium Relevant to Development of Feruentation Processes", Adv. Appl. Microbiol., vol 31, 1-66, Academic Press, New York, 1986.

70. Ross, D., "The Acetone-Butanol Fermentation." Prog. Ind. Microbiol., vol 3, 71-91, 1978.

71. Walton, M.T., and J.L. Martin, "Production of Butanol-Acetone by Fernentation," Microbial Technology, vol1, 187-209, Academic Press, New York, 1979.

72. Cassida, L., "Fermentation Mechanism", Industrial Microbiology, John Wiley & Son, New York, 264, 1964.

73. SJOLander, N.O, Langlykke, A.F. and Peterson, W.H., "Butyl Alcohol Fermentation of Wood Sugar", Ind. Eng. Chem., vol 30, No11, 1938.

74. Ounine, K., H. Petitdemange, G. Raval, and R.Gay, "Acetone-Butanol Products from Pentose by Cl. acetobutylicum," Biotech. Lett., vol 7, 255, 1985.

75. Lemmel, S.A., D. Rathin, Frankiewiez, J.R., "Fermentation of xylan by Clostridium acetobutylicum", Enzyme Microb. Technol. vol 8, No 4, 217-221, 1986.

76. Leonard, R.H. and Peterson, N.H., "Butanol-Acetone Fermentation of Wood Sugar", Ind. Eng. Chem., vol 39, No 11, 1947.

77. Langlykke, A.F., Van Lanen, J.M. and Fraser, D.R. Ind. Eng. Chem vol 40, 1716-1719, 1948.

78. Ennis, B.M. and I.S. Maddox, "Use of Clostridium acetobutylicum P262 for Products of solvent from Whey Permeate", Biotech Lett., vol 7, 601-606, 1985.

79. Abe, S., Suzuki, S., Takagi, M., Belg 863, 677 (Cl C12D), 07 Aug 1978, Japan App 1. 77/49, 401, 28 Apr 1977.

80. Compere, A.L., Griffith, W.L. "Evaluation of substrates for butanol products", Dev. Ind. Microbiol., vol 20, 509-517, 1978.

81. Guibet, J.C., Vande carteels, J.P., Paul, J. "Fuels from butyl alcohol and acetone", Fr. Demande FR 2,488,272 (Cl. C10L 1/02), 12 Feb, 1982, FR App 1. 80/ 12,822, 09 Jun 1980.

82. Mes-Hartree, M., Saddler, J.N., Biotech Lett. vol 4, No 4, 247-252, 1982.

83. Peterson, W.H. and Fred, F.B., Ind. Eng. Chem. vol 24, No 2, 237-242, 1932.

84. Saddler, J.N., Yu, E.K.C., Mes-Hartree, M., Levitin, N., Browrell, H.H., Appl. Envin. Microbiol., vol 45, No 1, 153-160, 1983.

85. Maddox, I.S. and Murray A.E., "Production of n-Butanol by Fermentation of Wood Hydrolysate", Biotech Lett. vol 5, No 3, 173-178, 1983.

86. Yu, E.K.C., Deschatelets, L. and Suddler, J.N., "The Bioconversion of Wood Hydrolysates to Butanol and Butanediol", Biotech. Lett. vol 6, No 5, 327-332, 1984.

87. Marchal, R., Ropars, M. and Vandecanteele, J.P., "Convension into acetone and Butanol of lignocellulosic substrate pretreated by steam explosion", Biotech. Lett. vol 8 No 5, 365-370, 1986.

88. Forsberg, C.W., Schellhorn, H.E., Gibben, N. Maine, F, Mason, E., Biotech. Bioeng, vol 8, 176-1784, 1986.

89. Voget, C.E., Mignone, C.F. and Ertola, R.J., Biotech. Lett. vol 7, No 1, 43-46, 1985.

90. Marchal, R. and Vandecasteele, J.P., Appl. Microbiol. Biotechnol. vol 23, 92-95, 1985.

91. Marchal, R., Rebeller, M., Fazolle, F., Pourguie, J. and Vardecasteele, J.P., "Acetone-Butanol fernutaiton of hydrolysates obtained by enzymatic hydrolysis of agricultural lignosellulosic Residues," Energy from Biomas, 3nd. F.C. Conference Venice, Italy, 25-29 March, 1985.

92. Robson, P.M. and D.T. Jones, "Industrial Production of Acetone-Butanol", Colloque Societe France Microbiol., 169-213, 1982.

93. เสรี จันทรโสภณ, "การผลิตอาซีโตน-บิวทานอล จากแป้งมันสำปะหลัง โดย Clostridium sp. ที่แยกได้จากดินในประเทศไทย", วิทยานิพนธ์คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

94. Juanbaro, J. and Puigjaner L., "Saccharification of Concentrated Brewing Bugasse Slurries with Dilute Sulfurie and for Producting Acetone-Butanol by Cl. acetobutylicum" Biotech Bioeng vol 28, 1544-1554, 1986.

95. Jones, D.T., A.Van Der Westhuizen, S. Long, E.R, Allock, S.J. Reid and D.R. Woods, "Solvents Products and Morphological changes in Cl. acetobatylicumn," Appl. Euvin. Microb. vol 44, 1443-1449, 1982.

96. Mesibow, R. and J. Adler, J. Bacteriol. vo. 112, 315-326, 1972.

97. Perterson, W.H. and Fred, E.B., Industrial and Engineer Chemical., vol 24, No 2, 237-242, 1952.

98. Adler, J., J. Bacteriol, vol 115, 824-847, 1975.

99. Moulton, R.C. and T.C. Montic, J. Bacteriol, vol 137, 274-280, 1979.

100. Noemi A. Gutierryz and IAN S. Maddox, Appl. Env. Microbiol. vol 53, No 8, 1924-1927, 1987.

101. Prescott, S.C., and Dunn, C.G., Industrial Microbiology, 3rd ed., McGraw-Hill Book Co., New York, 250-284, 1959.

102. Linda K.B. and W.L. Ellefson, Appl Environ Microbiol, 50, 5, 1165-1170 1985.

103. Lin, Y.L. and H.P. Blodvhrk, Appl. Environ Microbio, 45, 966-973, 1983.

104. Grottschall, G. and H. Bahl, "Feasible improvement of the Butanol Production by Clostridium actobutylicum", Trends in the Biological of Fermentation for Fuels and Chemical (Hollander, A. ed) 463-471, Plemum Press New York, 1981.

105. Baugh, K.D., "Rate of formation/decomposition and methane fermentability of autohydrolysis products from lignocellulose", Ph.D. dissertation, Standford University, Standford, CA, 1983.

106. Grohmann, K., M. Himmel, C. Rivard, M. Tucker and J. Baked, "Chemical-Mechanical Methods for Enhanced Utilization of straw," Biotech Bioeng Symp No. 14, 1984.

107. Marton K. and R.T. Granzow, Biotech. Lett, 7,369, 1985.

108. Tarkow V., Appl. Environ Microbiol, 42, 1434-1439, 1982.

109. Spano, L., Tassinari, T., Ryu, D.D.Y., Allen, A. and Mandels, M., Biogas and Alcohol Fuels Production," Seminar Proceedings, 62, 1979.

110. Rie beling, V., R. K Thauer, and K. Jungermann, Tappi, 61, 6, 47, 1978.

111. H. Greorge and J.S. Chen, "Acidic Conditon are not obligatory for Onset of butanol formation by Clostridium beijerinckii (Synomyn Cl. butylicum)", Appl. Environ. Microbio, 321-327, 1983.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ก. อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหารน้ำตาลกลูโคสจากการย่อยสลายผักตบชวา

น้ำตาลกลูโคส	50.0	กรัม
ไดโปตัสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4)	0.5	กรัม
โปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)	0.5	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	0.2	กรัม
เฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)	0.01	กรัม
แมกกานีสซัลเฟต ($MnSo_4 \cdot 3H_2O$)	0.01	กรัม
โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	0.01	กรัม
สารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract)	6.0	กรัม
น้ำกลั่น	1.0	ลิตร

ปรับความเป็นกรดด่างตามต้องการ อบฆ่าเชื้อแบบมาตราฐาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. สารเคมี

1. รีเอเจนท์สำหรับวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์

สารละลายกรดไดไนโตรซาลิกไซลิก (DNS)

นำกรดไดไนโตรซาลิกไซลิก 10 กรัม นีนอล 2 กรัม โซเดียมซัลไฟต์ 0.5 กรัม และโปตัสเซียมโซเดียมตาร์เตรต 200 กรัม ละลายใน 2 เปอร์เซนต์ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 500 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรสุดท้ายเป็น 1 ลิตร เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซสเซียส

2. สารละลายอะซีเตรทบัฟเฟอร์

สารละลายอะซีเตรทบัฟเฟอร์ประกอบด้วยสารละลาย A (X มิลลิลิตร) และสารละลาย B (Y มิลลิลิตร) นำมาผสมรวมกันตาม pH ที่ต้องการ

สารละลาย A : 0.2 โมลาร์ กรดอะซีเตรท

สารละลาย B : 0.2 โมลาร์ โซเดียม อะซีเตรท

X (มิลลิลิตร)	Y (มิลลิลิตร)	pH
46.3	3.7	3.6
44.0	6.0	3.8
41.0	9.0	4.0
36.8	13.2	4.2
30.5	19.5	4.4
25.5	24.5	4.6
20.0	30.0	4.8
14.8	35.2	5.0
10.5	39.5	5.2
8.8	41.2	5.4
4.8	45.2	5.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. สารละลายซิเตรทฟอสเฟตบัฟเฟอร์

สารละลายซิเตรทฟอสเฟตบัฟเฟอร์ประกอบด้วยสารละลาย A (X มิลลิลิตร) และสารละลาย B (Y มิลลิลิตร) นำมาผสมรวมกันตาม pH ที่ต้องการ

สารละลาย A : 0.1 โมลาร์ กรดซิตริก

สารละลาย B : 0.2 โมลาร์ ไดเบสิค โซเดียม ฟอสเฟต

X (มิลลิลิตร)	Y (มิลลิลิตร)	pH
46.3	3.7	3.6
44.0	6.0	3.8
41.0	9.0	4.0
36.8	13.2	4.2
30.5	19.5	4.4
25.5	24.5	4.6
20.0	30.0	4.8
14.8	35.2	5.0
10.5	39.5	5.2
8.8	41.2	5.4
4.8	45.2	5.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. สารละลายซิเตรทบัฟเฟอร์

สารละลายซิเตรทบัฟเฟอร์ประกอบด้วยสารละลาย A (X มิลลิลิตร) และสารละลาย B (Y มิลลิลิตร) นำมาผสมกันแล้วเจือจางให้มีปริมาตรสุดท้าย 100 ml

X (มิลลิลิตร)	Y (มิลลิลิตร)	pH
46.5	3.5	3.0
43.7	6.3	3.2
40.0	10.0	3.4
37.0	13.0	3.6
35.0	15.0	3.8
33.0	17.0	4.0
31.5	18.5	4.2
28.0	22.0	4.4
25.5	24.5	4.6
23.0	27.0	4.8
20.5	29.5	5.0
18.0	32.0	5.2
16.0	34.0	5.4
13.7	36.3	5.6
11.8	38.2	5.8
9.5	41.5	6.0
7.2	42.5	6.2

5. สารละลายอะเซติค-ไนตริก

ผสมกรดอะเซติค 80 เปอร์เซนต์ ปริมาตร 150 มิลลิลิตร กับกรดไนตริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค. การคำนวณ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนผักตบชวาให้เป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (% Saccharification)

$$\text{คำนวณจาก} = \frac{\text{น้ำหนักกรัมของน้ำตาลรีดิวซ์} \times 162 \times 100}{\text{น้ำหนักกรัมของผักตบชวา} \times 180}$$

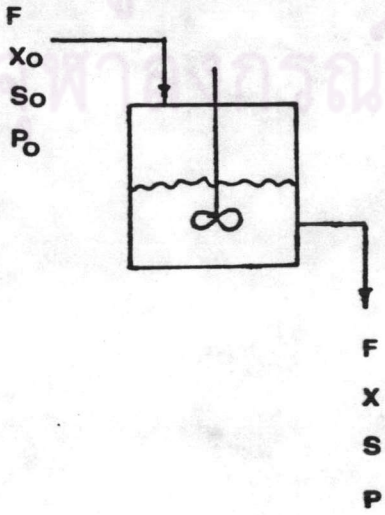
2. ค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนเซลลูโลสในผักตบชวาให้เป็นน้ำตาลกลูโคส (% conversion of cellulose to glucose) มีค่า

$$\text{คำนวณจาก} = \frac{\text{น้ำหนักกรัมของน้ำตาลกลูโคส} \times 162 \times 100}{\text{น้ำหนักกรัมเซลลูโลสผักตบชวา}}$$

3. ค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนน้ำตาลที่ได้จากการย่อยสลายผักตบชวาเป็นตัวทำละลายรวม (บิวทานอล, อะซิโตน, เอธานอล) (% conversion to solvents)

$$\text{คำนวณจาก} = \frac{\text{น้ำหนักกรัมของผลรวมตัวทำละลาย} \times 100}{\text{น้ำหนักกรัมน้ำตาลกลูโคสที่เชื้อใช้}}$$

4. ค่าจลน์ศาสตร์ของการหมัก



เมื่อ F : เป็นอัตราการไหลเข้า-ออก ของสารละลายอาหาร (ลิตร/ชั่วโมง)

X_o, X : เป็นค่าความเข้มข้นของชีวมวลในสารละลายอาหารที่เข้าออกถังหมัก (กรัม/ลิตร)

S_o, S : เป็นค่าความเข้มข้นของสารละลายอาหารที่เข้าออกถังหมัก (กรัม/ลิตร)

P_o, P : เป็นค่าความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ในสารละลายอาหารที่เข้า-ออกถังหมัก (กรัม/ลิตร)

V : เป็นปริมาณของสารละลายในถังหมัก (ลิตร)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมการสมดุลย์เชิงชีวมวล

$$\frac{dx}{dt} = \mu x + \frac{F}{V} S_o - \frac{F}{V} X - \alpha X$$

อัตราการสะสมชีวมวล = อัตราการเกิดชีวมวล + อัตราการไหลของชีวมวลเข้าสู่ถังหมัก - อัตราการไหลของชีวมวลที่ออกจากถังหมัก อัตราการตายของชีวมวล

เมื่อ μ = อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate) ชั่วโมง$^{-1}$

α = อัตราการตายจำเพาะ (specific death rate) ชั่วโมง$^{-1}$

การหมักแบบไม่ต่อเนื่อง $F = 0$ เนื่องจาก $X_o = P_o = 0$ ในสภาวะที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว $\mu >> \alpha$

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ } (\mu) = \frac{1}{x} \frac{dx}{dt}$$

หมายถึง ปริมาณเซลล์ของแบคทีเรียที่ถูกสร้างขึ้นต่อ 1 หน่วยของจุลินทรีย์ ใน 1 หน่วยเวลา (ชั่วโมง)

สมการสมดุลย์เชิงผลิตภัณฑ์

$$\frac{dp}{dt} = \nu x + \frac{F}{V} P_o - \frac{F}{V} P - KP$$

อัตราการสะสมผลิตภัณฑ์ = อัตราการสร้างผลิตภัณฑ์ + อัตราการไหลของผลิตภัณฑ์ที่เข้าสู่ถังหมัก-อัตราการไหลของน้ำหนัก-อัตราการสลายตัวของผลิตภัณฑ์

เมื่อ :

ν = อัตราการสร้างผลิตภัณฑ์จำเพาะ (specific rate of product formation) กรัมผลิตภัณฑ์/กรัมชีวมวล-ชั่วโมง

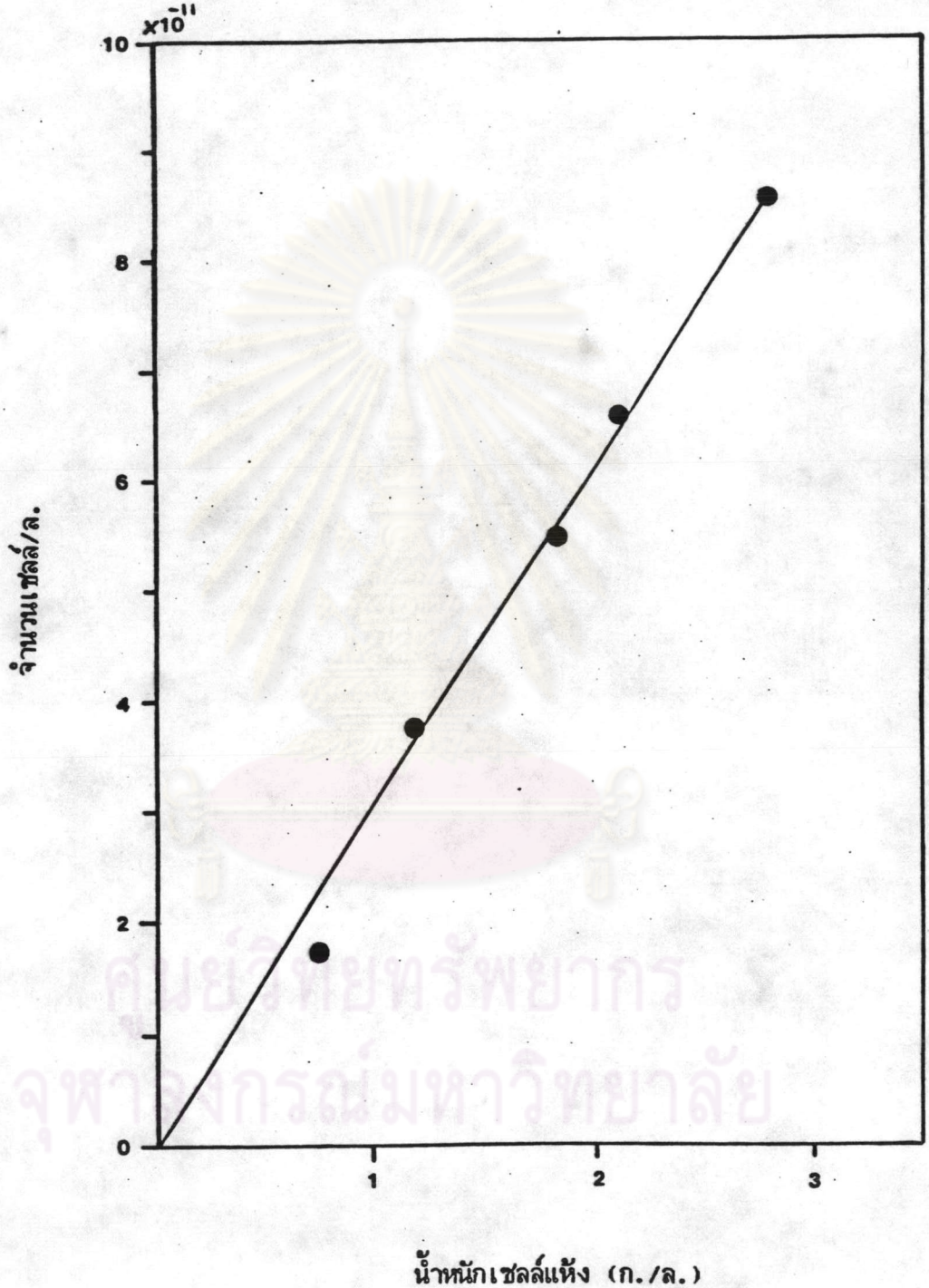
K = อัตราการสลายตัวของผลิตภัณฑ์ (rat of product destruction) ลิตร/ชั่วโมง

การหมักแบบไม่ต่อเนื่อง F = 0 เนื่องจาก $X_o = P_o = 0$ ในสภาวะสารสร้างผลิตภัณฑ์ $\nu >> K$

$$\text{อัตราการสร้างผลิตภัณฑ์จำเพาะ } (\nu) = \frac{1}{X}\frac{dp}{dt}$$

หมายถึง ปริมาณกรดหรือตัวทำละลายที่ถูกสร้างขึ้นต่อ 1 กรัมของจุลินทรีย์ ใน 1 หน่วยเวลา (ชั่วโมง)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 49 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเซลล์และน้ำหนักเซลล์แห้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวปราณี สถิรพิพัฒน์กุล เกิดวันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2504 ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2528

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย