รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กล้าณรงค์ ศรีรอด และ สิริวัฒนา จิตตรีพล. 2539. การตรวจสอบจุลินทรีย์ที่ทนอุณหภูมิสูงในน้ำตาลทรายขาวของประเทศไทย. รายงานประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 34 สาขาอุตสาหกรรมการเกษตร. 30 มกราคม – 1 กุมภาพันธ์: 173-180.

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2540. ผลกระทบของอ้อยไฟไหม้ต่ออุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลไทย. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กำเนิด สุภัณวงษ์. 2535. จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ธีรวัฒนา ภาระมาตย์. 2543. เอกสารการสอนเรื่องเทคโนโลยีการหมัก. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ณฐิณี สุวรรณสิงห์. 2533. การคัดเลือกแบคทีเรียที่สามารถสร้างเอนไซม์เดกซ์แทรนเนสและการศึกษาสมบัติบางประการของเอนไซม์. รายงานการวิจัย. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

บุญส่ง แสงอ่อน. 2525. บทบาทบัคเตรีในน้ำอ้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาจุลชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมใจ ศิริโภค. 2537. เทคโนโลยีการหมัก. ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ. กรุงเทพฯ

สันต์ ฉายตระกูล. 2525. เดกซ์แทรนศัตรูสำคัญของกระบวนการผลิตและคุณภาพน้ำตาลทราย. วารสารน้ำตาล. พ.ค.-มิ.ย.:5-9.

สำนักงานกองทุนอ้อยและน้ำตาลทราย (2547). รายงานการผลิตน้ำตาลทรายของโรงงานน้ำตาลทั่วประเทศ ประจำปีการผลิต 2546/47.

สำนักงานกองทุนอ้อยและน้ำตาลทราย (2547). ประมาณการพื้นที่ปลูกอ้อยปีการผลิต 2546/47.

สำนักงานกองทุนอ้อยและน้ำตาลทราย (2547). ปริมาณการจำหน่ายน้ำตาลทรายภายในประเทศ ไตรมาสที่ 4 ปี 2547.

สุวรรณา นพพรพันธ์. 2538. การปรับปรุงสายพันธุ์เพื่อการผลิตเอนไซม์เดกซ์แทรนเนสของ *Penicillium* sp. สายพันธุ์ 61. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาจุลชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุหัทยา จิระนันทิพร. 2543. การกลายพันธุ์ *Arthrobacter* sp. สายพันธุ์ AG-2 เพื่อเพิ่มการสร้างเดกซ์แทรนเนส. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนันตพงษ์ สุขเกษ. 2543. การตรึงรูปเดกซ์แทรนเนสบนผิวของทราย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรทัย สุขเจริญ. 2542. วิชาเฉพาะทางวิศวกรรมชีวภาพ. ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอก แสงวิเชียร. 2531. เดกซ์แทรนเนสจาก *Penicillium* sp. สายพันธุ์ 61. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาต่างประเทศ

Abdel-Naby, M.A., Ismail, A.S., Abdel-Fattah, A.M., and Abdel-Fattah, A.F. 1998. Preparation and Some Properties of Immobilized *Penicillium funiculosum* 258 Dextranase. Process Biochemistry. 34:391-398.

Almeida, R.B., Almeida e Silva, J.B., Lima, U.A., Silva, D.P., and Assis, A.N. 2001. Evaluation of Fermentation Parameters During High-gravity Beer Production. Braz. J. Chem. Eng. 18(4).

Amanullah, A., Blair, R., Nienow, A.W., and Thomas, C.R. 1999. Effects of agitation intensity on mycelia morphology and protein production in chemostat cultures of recombinant *Aspergillus oryzae*. Biotechnol Bioeng. 62:434– 46.

Amanullah, A., Christensen, L.H., Hansen, K., Nienow, A.W., and Thomas, C.R. 2002. Dependence of morphology on agitation intensity in fed-batch cultures of *Aspergillus oryzae* and its implications for recombinant protein production. Biotechnol Bioeng. 77:815– 26.

Badino, Jr., A.C., Facciotti, A.C.R., and Schmidell, W. 2000. Improving k_La determination in fungal fermentation, taking into account electrode response time. J Chem Technol Biotechnol. 75:469–74.

Bae, S.O. and Shoda, M. 2005. Production of bacterial cellulose by *Acetobacter xylinum* BPR2001 using molasses medium in a jar fermentor. Applied Microbiology and Biotechnology. 67(1):45-51

Bryce, C.F.A. 1999. Fermentation of Microbiology and Biotechnology. CRC Press, 1st Edition.

Bull AT, and Bushell ME. 1976. Environmental control of fungal growth. In: Smith JE, Berry DR, editors. The Filamentous Fungi vol. 2. London. Edward Arnold. p. 1– 31.

Chaiet, L. et al. 1970. Isolation of a Pure Dextranase from *Penicillium funiculosum*. Appl. Microbiol. 20:421-426.

Charles, A.F., and Farrell, L.N. 1957. Preparation and use of enzymatic material from *Penicillium lilacinum* to yield clinical dextran. Can. J. Microbiol. 3:239-247.

Chynoweth, D.P. 2004. Lecture Documentation in "Microbial Chemicals Production".

Costa, D.T., Bier, L.C., and Gaida, F. 1974. Dextran hydrolysis by a *Fusobacterium* strain isolated from human dental plaque. Archs. Oral. Biol. 19:341-342.

Cui, Y.Q., Okkerse, W.J., van der Lans, R.G.J.M., and Luyben, K.Ch.A.M. 1998a. Modeling and measuring of fungal growth and morphology in submerged fermentations. Biotechnol Bioeng. 60:216– 29.

Cui, Y.Q., van der Lans, R.G.J.M., Giuseppin, M.L.F., and Luyben, K.Ch.A.M. (1998b). Influence of fermentation conditions and scale on the submerged fermentation of *Aspergillus awamori*. Enzyme Microb Technol. 23:157–67.

Denison, S.H. 2000. pH Regulation of Gene Expression in Fungi. Fungi Genet Biol. 29:61-71.

Doelle, M.B. and Doelle, H.W. 1990. Sugar-cane molasses fermentation by *Zymomonas mobilis*. Applied Microbiology and Biotechnology (Historical Archive). 33(1):31-35.

Englezos, P., and Kalogerabis, N. 2001. Applied Parameter Estimation for Chemical Engineering. 1st Edition, Marcel Dekker. New York. pp.120-127.

Forgarty, W.M., and Kelly, C.J. 1984. In Wiseman, A. (ed.), Topics in Enzyme and Fermentation Technology 3, pp. 67-69. New York: John Wileys and Sons.

Fukumoto, J., Hiraoka, N., Hirose, T., and Tsuru, D. 1971. Dextranase production by a strain of *Aspergillus carneus*. Agric.Biol.Chem. 35(11):1727-1732.

Galvez-Mariscal, A. and Lopez-Munguia, A. 1991. Production and Characterization of a Dextranase from an Isolated *Paecilomyces lilacinus* Strain. Appl. Microbiol. Biotechnol. 36:327-331.

Harvey, L.M., and McNeil, B. 1994. Liquid fermentation systems and product recovery of *Aspergillus*. In: Smith JE, editor. Biotechnology Handbooks, vol. 7, *Aspergillus*. New York: Plenum; p. 142, p. 158–66.

Hattori, A. and Ishibashi, K. 1981. Screening of Dextranase Producing Microorganisms. Agric. Biol. Chem. 45(10):2347-2349.

Holbrook, W.P., and Mcmillan, C. 1977. The hydrolysis of dextran by gram-negative non-sporing anaerobic bacilli. Journal of Applied Bacteriology. 43: 369-374.

Hopwood, D.A., Bibb, M.J., Chater, K.F., Kieser, T., Bruton, C.J., Kieser, H.M., Lydiate, D.J., Smith, C.P., Ward, J.M., and Schrempf, H. 1985. Genetic manipulation of *Streptomyces*: A Laboratory manual. Norwich : The John Innes Foundation.

Igarashi, T., Yamamoto, A., and Goto, N. 1992. Characterization of the dextranase purified from *Streptococcus mutants* ingbritt. Microbiol. Immunol. 36(9): 969-976.

Igarashi, T., Yamamoto, A., and Goto, N. 1998. Detection of dextranase-producing gram-negative oral bacteria. Oral. Microbiol. Immunol. 13: 382-386.

Ikram-ul-Haq, Ehsan, A., Butt, W.A., and Ali, S. 2002. Studies on the Biosynthesis of Enzyme Xylanase by Submerged Fermentation from *Aspergillus niger* GCBMX-45. Pakistan Journal of Biological Sciences. 5(12):1309-1310.

Imrie, F.K.E. and Tibury, R.H. 1972. Polysaccharides in Sugar Cane and its Products. Williams, J.C. and Kelsell, D.F. (editors). Sugar Tech Rev. Elsevier Publishing Company. The Netherlands. 5(1):291-361.

Inkerman, P.A., and James, G.P. 1976. Dextranase II, Practical application of the enzyme to sugar mills. Proc. Queensland Soc. Sugar Cane Technologist, 43rd Conf. Watson Ferguson and Co., Brisbane, Queensland, Australia. pp. 307-315.

Intermediate Technology Development Group (2004). Sugar production from sugar cane. (http://www.itdg.org) Sri Lanka.

Irvine, J.E. 1981. Field organics of Dextran and Other Substance Affecting Sucrose Crystalization. Sug. Y. Azugar. 76(7):43-47.

Iwai, A., Ito, H., Mizuno, T., Mori, H., Matsui, H., Nonma, M., Okada, G. and Chiba, S. 1994. Molecular cloning and expression of an isomalto-dextranse gene from Arthrobacter globiformis T6. Journal of Bacteriology. 176(24): 7730-7734.

Joshi, V.K., and Tamhane, D.V. 1973. Location of Dextranase Activity in an *Aspergillus luchensis* isolate. Curr. Sci. 42(20):720-721.

Joshi, V.K., and Tamhane, D.V. 1975. Fermentative Production of Dextranase by *Aspergillus luchensis* Inui. Ind. J. of Exper. Biol. 13:55-57.

Kaster, A.G., and Brown, L.R. 1983. Extracellular dextranase activity produced by human oral strain of the genus *Bifidobacterium* sp. Agric. Biol. Chem. 37:2527-2533.

Kim, H.H., Na, J.G., Chang, Y.K., Lee, S.J. 2005. Effects of Dissolved Oxygen Control on Cell Growth and Exopolysaccharides Production in Batch Culture of *Agaricus blazei*. Korean J. Chem. Eng. 22(1), 80-84 (2005)

Knowledge and Information services. 2004. Sugar Production from Sugar cane. The Schumacher centre for technology and development, UK. (http://www.itdg.org.)

Kobayashi, M., Takagi, S., Shiota, M., Mitsushi, Y., and Matsuda, K. 1983. An isomaltatriose-producing dextranase from *Flavobacterium* sp. M-73: Purification and properties. Agric. Biol. Chem. 47:2585-2593.

Konig, B., Seewald, Ch., and Schugerl, K. 1981. Process engineering investigations of Penicillin production. Eur. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 12: 205.

Koenig, D.W. and Day, D.F. 1989. The Purification and Characterization of a Dextranase from *Lipomyces starkeyi*. Eur. J. Biochem. 183:161-167.

Koenig, D.W. and Day, D.F. 1989. Introduction of *Lipomyces starkeyi* Dextranase. 55(8):2079-2081.

Koh, T.Y. and Khown, B.T. 1970. A Rapid Method for the Assay of Dextranase. Can. J. of Biochem. March 1:225-227.

Kosaric, N., Yu, K., and Zajic, J.E. 1973. Dextranase production from *Penicillium funiculosum*. Biotech. And Bioeng. 15:729-741.

Kreiner, M., McNeil, B., and Harvey, L.M. 2000. "Oxidative stress" response in submerged cultures of a recombinant *Aspergillus niger* (B1-D). Biotechnol Bioeng. 70:662– 9.

Kubo, S., Kubota, H., Ohnishi, Y., Morita, T., Matsuya, T. and Matsushiro, A. 1993. Expression and secretion of an Arthrobacter dextranase in the oral bacterium *Streptococcus gordonii*. Infect. Immun. 61(10): 4375-4381.

Li, Z.J., Shukla, V., Wenger, K.S., Fordyce, A.P., Pedersen, A.G., and Marten, M.R. 2002. Effects of increased impeller power in a production-scale fermentation. Biotechnol Prog. 18:437– 44.

Macris, B.J., and Kokke, R. 2004. Continuous fermentation to produce fungal protein. Effect of growth rate on the biomass yield and chemical composition of *Fusarium moniliforme*. Biotechnol. Bioeng. 20(7):1027-1035.

Madhu, S. and Prabhu, K.A. 1985. Studies on Dextranase from *Penicillium aculeatum*. Enzyme Microb. Technol. 8:217-220.

Makagiansar, H.Y., Shamlou, P. A., Thomas, C. R., and Lilly, M.D. 1993. The influence of mechanical forces on the morphology and production on *Penicilliam chrysogenum*. Bioprocess Engineering. 9: 83.

Malathi, S., and Chakraborty, R. 1991. Production of alkaline protease by a new *Aspergillus flavus* isolate under solidsubstrate fermentation conditions for use as a depilation agent. Appl. Environ. Microbiol. 57, 712–716.

Mizuno, t., Mori, H., Ito, H., Matsui, H. Kimura, A., and Chiba, S. 1999. Molecular cloning of isomaltotrio-dextranase gene from *Brevibacteria fuscum* var. dextranlyticum strain 0407 and its expression in *Escherichia coli*. Biosci. Biotechnol. Biochem. 63(9): 1582-1588.

Moo-Young, M., Halard, B., Allen, D.G., Burrell, R., and Kawase, Y. 1987. Oxygen transfer to mycelial fermentation broths in an air-lift fermenter. Biotechnol Bioeng. 30:746– 53.

Monsan, P. and Paul, F. 1991. Novel Enzymatic Synthesis of Oligosaccharide and Polysaccharides. Food Enzymology. Elsevier Applied Science, England. 77-79.

Navarro, A.R., Sepulveda, M. del C., and Rubio, M.C. 2000. Bio-concentration of vinasse From the alcoholic fermentation of sugar cane molasses. Waste Management. 20:581-585

New South Wales Sugar Milling Co-operative Ltd. 2004. Sugar Industry Information, New Zealand. (http://www.nswsugar.com.au/PAGES/INDUSTRY.HTM)

Okami, Y., Kurasawa, S., and Hirose, Y. 1980. A new glucanase produced by a marine *Bacillus* sp. Agric. Biol. Chem. 44(5):1191–1192.

Okami, Y. 1986. Marine microorganisms as a source of bioactive agents. Microb. Ecol. 12: 65-78.

Pomeranz, Y., and Meloan, C.E. 2001. Food Analysis: Theory and Practice. 3rd Edition, Aspen Publishers.

Rao, D.S. and Panda, T, 1993. Critical analysis of the effect of metal ions on gluconic acid production by *Aspergillus niger* using a treated Indian cane molasses. Bioprocess and Biosystems Engineering (Historical Archive). 10(2):99-107.

Rearick, D.E. 1995. Non-sugar removal in the molasses and raw juice. Chromatographic separation proceses. Proceedings from the 28th Biennial ASSBT Meeting.Louisiana, March 8 - 11, 1995.

Rothberg, A., Weegar, J., von Schalien, R., Fagervik, K., Rydstrom, M., and Lind, K. 1999. Optimization of an *Aspergillus niger* glucose oxidase production process. Bioprocess Eng. 21:307–12.

Ryan, D. and Johnson, R. 2001. Dialysis and Ultrafiltration of Molasses for Fermentation Enhancement. Separation and Purification Technology. 22-23:239-245.

Sangeetha, P.T., Ramesh, M.N., and Prapulla, S.G. 2005. Fructooligosaccharide production using fructosyl transferase obtained from recycling culture of *Aspergillus oryzae* CFR 202. Process Biochemistry. 40(3-4):1085-1088.

Sarkar, D. and Day, D.F. 1986. Method for Dextran Analysis. J. ASSCT. 6:113-120.

Sawai, T., Toriyama, K., and Yano, K. 1974. A bacterial dextranase releasing only isomaltose from dextran. J. Biochem. 75: 105-112.

Schachtele, C.F., Staat, R.H., and Harlander, S.K. 1975. Dextranase from oral bacteria: Inhibition of water-insoluble glucan production and adherence to smooth surface by *Streptococcus mutans*. Infect. Immun. 12(2):309-317.

Shukla, G.D., Madhu, S. and Prabhu, K.A. 1989. Study of Some Parameters for the Production of Dextranase by *Penicillium aculeatum*. Enzyme Microb. Technol. August, 11:533-536.

Sidebotham, R.L. 1974. Dextrans. Adv. Carbohydrate Chem. Biotechnol. 30:371-444.

Simonson, L.G., and Liberta. 1975. New Sources of Fungal Dextranase. Mycologia. 67:845-851

Sikyta, B. 1983. "Nitrogen Source", Method in Industrial Microbiology. Ellis Harwood Ltd., John Wiley and Sons. 1983.

Silva, V.S.C.F. 2003. Science at Home. http://scienceathome.cienciaviva.pt

Staat, R.H., Gawronski, T.H. and Schachtele, C.F. 1973. Detection and Preliminary Studies on Dextranase Producing Microorganism from from Human Dental Plaque. Infect. And Immun. 8:1,009-1,016.

Staat, R.H. and Schachtele, C.F. 1974. Dextranase from Oral Bacteria. Infect. And Immun. 12:309-317.

Staat, R.H., and Schachtele, C.F. 1976. Analysis of the dextranase activity produced by an oral strain of *Bacteriodes ochraceous*. J.Dent.Res. 55(6):1101-1110.

Stanbury, P.F., Whitaker, A., and Hall, S.J., 1998. The Principles of Fermentation Technology. 2nd Edition, Butterworth-Heinemann, UK.

Sugiura, M., and Ito, A. 1975. Studies on dextranase VII. The kinetics parameter of *Brevibacterium fuscum* dextranase and molecular properties of the digestion products. Chem. Pharm. Bull. 23(7):1532-1536.

Takahashi, N. 1982. Isolation and properties of dextranase from *Bacteroides oralis* Ig42. Microbiol. Immunol. 26(5): 375-386.

Talaro, K.P. 2005. Foundations in Microbiology: Basic Principles. 5th Edition, McGraw-Hill Higher Education.

Tilbury, R.H. 1971. Dextrans and Dextranase. Proc. 14th ISSCT. 1444-1458.

Tsuchiya, H.M., Jeanes, A., Briker, H.M. and William, C.A. 1952. Dextran Degrading Enzymes from Molds. J. Bacteriol. 52: 513-519.

Tsuchiya, H.M. et al. 1956. U.S. patent 2,742,399. April 17.

Tsuru, D., Hiraoka, N., Hirose, T., and Fukumoto, J. 1971. Studies on Mold Dextranase. Agr. Biol. Chem. 35(11)1727-1732.

Ujcova,E., Fencl, Z., Musilkova, M., and Seichert, L. 1980. Dependence of release of nucleotides from fungi on fermentor turbine speed. Biotechnol. Bioeng. 22: 237.

Voet, D., and Voet, J.G. 1995. Biochemistry. 2nd Edition, Book News, Inc. Portland, Orlando.

Vecht-Lifshitz, S.E., Magdassi, S., Braun, S. 1990. Pellet formation and cellular aggregation in *Streptomyces tendae*. Biotechnol Bioeng. 35:890– 6.

Wang, L.P., Ridgway, D., Gu, T.Y., and Moo-Young, M. 2005. Bioprocessing strategies to improve heterologous protein production in filamentous fungal fermentations. Biotechnology Advances. 23:115–129.

Watson, P.R. and Woff, A. 1955. J. Am. Chem. Soc. 77:196.

Webb, E., and Spencer-Martin, I. 1983. Extracellular endodextranase from the yeast *Lipomyces starkeyi*. Can. J. Microbiol. 29:1092-1095.

Wheatley, M.A., and Moo-Yong, M. 1977. Degrading of Polysaccharides by endo- and exoenzymes. Dextran- Dextranase model system. Biotech and Bioeng. 19:219-233.

White, J. 1954. Yeast Technology. London. Chapman and Hall.

Wongwicharn, A., McNeil, B., and Harvey, L.M. 1999. Effect of oxygen enrichment on morphology, growth, and heterologous protein production in chemostat cultures of

Aspergillus niger B1-D. Biotechnol Bioeng. 65:416– 24.

Wynter, C.V.A., Galea, C.F., Cox, L.M., Dawsen, M.W., Patel, B.K., Hamilton, S, De Jersay, J and Inkerman, P.A. 1995: Thermostable dextranase: screening, detection and preliminary characterization. Journal of Applied Bacteriology. 79: 203-212.

Wynter, C. 1996. Screening method for dextranases and amylodextranases from anaerobic thermophiles. J. Gen. Appl. Microbiol. 42: 213-223.

Yamaguchi, T., and Gocho, S. 1983. Production and properties of alkaline dextranase from a newly isolated Brevibacterium sp. Agric.Biol.Chem. 37: 2527-2533.

Zerenhuizen, L.P.T.M. 1968. Cell-bound exodextranase of *Bacillus* sp. Carbohys. Res. 6:310–318

http://www.itdg.org

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

สูตรอาหารและวิธีการเตรียมอาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อ

1. สูตรอาหารสำหรับการเลี้ยงเชื้อ

1.1 สูตรอาหาร Fukumoto สูตรปรับปรุงโดย เอก แสงวิเชียร (2531) ซึ่งใช้เลี้ยงเชื้อในระดับขวดเขย่า

ในอาหาร 1 ลิตรประกอบด้วย

เดกซ์แทรนเกรดอุตสาหกรรม	10.0	กรัม
โซเดียมไนเทรต ($NaNO_3$)	2.0	กรัม
สารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract)	2.0	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	0.5	กรัม
เฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)	0.009	กรัม
ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4)	2.0	กรัม
โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)	0.5	กรัม

ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้บงเชื้อเริ่มต้นที่ 4.0 นึ่งฆ่าเชื้อที่ภาวะมาตรฐาน 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที กรณีต้องการทำเป็นอาหารวุ้นให้ปรับความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นเป็น 4.5 และเติมวุ้นผง (Agar) ปริมาณร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก

1.2 สูตรอาหารปรับปรุงจากกากน้ำตาล

ในอาหาร 1 ลิตรประกอบด้วย

กากน้ำตาลจากอ้อย (แหล่งกาญจนบุรี)	15	มล.
เดกซ์แทรนเกรดอุตสาหกรรม	9.4	กรัม
โซเดียมไนเทรต ($NaNO_3$)	0.82	กรัม
สารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract)	3.87	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	0.5	กรัม
ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4)	2.0	กรัม
โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)	0.5	กรัม

ปรับความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ 4.0 นึ่งฆ่าเชื้อที่ภาวะมาตรฐาน 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. สารละลายสำหรับการวิเคราะห์เดกซ์แทรนเนสโดยการหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี Somogyi-Nelson (Somogyi, 1952)

1.1 สารละลายอะซิเทต บัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.05 โมลต่อลิตร ปริมาตร 1,000 มล. ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.5

ชั่งโซเดียมอะซิเทต 1.45 กรัมละลายในน้ำกลั่นปริมาตรประมาณ 950 มล. ปรับค่าความเป็นกรดด่างด้วยกรดอะซิติกเข้มข้น (gracial acetic acid) จนเท่ากับ 4.5 จากนั้นปรับปริมาตรด้วยขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 มล.

1.2 สารละลายเดกซ์แทรน ที 2000 ความเข้มข้น 0.625% (โดยน้ำหนัก)

ละลายเดกซ์แทรน ที 2000 จำนวน 0.625 กรัมในสารละลายอะซิเตต บัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.05 โมลต่อลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.5 (ข้อ 1.1) และปรับปริมาตร ด้วยขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มล.

1.3 สารละลายอัลคาไลน์คอปเปอร์ (Alkaline Copper reagent)

ชั่งโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 71 กรัม และโซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต 40.0 กรัม ละลายด้วยด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 700 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.0 โมลต่อลิตรลงไป 100 มิลลิลิตร และเติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) ที่มีความเข้มข้น 10 %(โดยน้ำหนัก) ลงไป 80 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและทำให้ร้อน จากนั้นเติมโซเดียมซัลเฟต 180 กรัม ละลายให้เข้ากันและปรับปริมาตรสุดท้ายด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตรโดยขวดปรับปริมาตร เก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีชา ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปใช้

1.4 สารละลายเนลสัน (Nelson reagent)

ชั่งแอมโมเนียมโมลิบเดต 53.2 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 900 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงไป 21 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วเติมสารละลายโซเดียมอาร์ซิเนตความเข้มข้น 12 % (โดยน้ำหนัก) ลงไป 50 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรสุดท้ายด้วยน้ำกลั่นเป็น 1,000 มิลลิลิตรโดยขวดปรับปริมาตร เก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีชา ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง หากมีตะกอนให้กรองออกก่อนนำไปใช้

2. สารละลายสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Lowry's reagent) (Lowry และคณะ, 1951)

2.1 สารละลาย Lowry A ประกอบด้วย

โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)	60.0	กรัม
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	12.0	กรัม
โซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต	0.6	กรัม
น้ำกลั่น	3,000	มล.

2.2 สารละลาย Lowry B ประกอบด้วย

คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$)	50.0	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มล.

2.3 สารละลาย Lowry C (เตรียมก่อนใช้) ประกอบด้วย

Lowry A	50	ส่วน
Lowry B	1	ส่วน

2.4 สารละลาย Lowry D (phenol reagent) ประกอบด้วย

สารละลายโฟลิน ฟีนอล รีเอเจนต์ (Folin phenol reagent)	1	ส่วน
น้ำกลั่น	1	ส่วน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

3.1 สารเร่งปฏิกิริยาประกอบด้วยส่วนผสมของ

โพแทสเซียมซัลเฟตแอนไฮดรัส (K_2SO_4)	100	ส่วน
คอปเปอร์ซัลเฟตเพนตาไฮเดรต ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)	10	ส่วน
ผงซีลีเนียม (Selenium powder)	1	ส่วน

3.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 40% (โดยน้ำหนัก)
ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเท่ากับ 100 มล.

3.3 สารละลายกรดบอริก ความเข้มข้น 4% (โดยน้ำหนัก)
ชั่งกรดบอริก 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตรขนาด 1,000 มล.

3.4 สารละลายอินดิเคเตอร์ประกอบด้วย

Methyl red 0.2% ละลายในเอธานอล 95%	2	ส่วน
Methylene blue 0.2 % ละลายในเอธานอล 95%	1	ส่วน

3.5 กรดกำมะถันเข้มข้น (Sulfuric acid)

3.6 สารละลายอินดิเคเตอร์ Methyl orange ความเข้มข้น 0.1%
ชั่ง Methyl orange 0.1 กรัมละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 100 มล.

3.7 สารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนต ($NaCO_3$) ความเข้มข้น 0.4 นอร์มัล
นำโซเดียมคาร์บอเนตแอนไฮดรัส (น้ำหนักโมเลกุล 105.99) มาอบที่อุณหภูมิ 100°ซ ประมาณ 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) และชั่งมา 5.2990 กรัม ทำให้เป็นสารละลายโดยเติมน้ำกลั่นและปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตรขนาด 1,000 มล.

3.8 สารละลายมาตรฐานของกรดกำมะถันความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

ตวงกรดกำมะถันปริมาตร 28 มล. เติมน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1,000 มล. แล้วหาความเข้มข้นของกรดกำมะถัน 0.1 นอร์มัล โดยไทเทรตกับสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ปริมาตร 25 มล. และใช้สารละลายอินดิเคเตอร์ Methyle orange จุดยุติจะเปลี่ยน สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตจากสีเหลืองเป็นสีชมพู

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายกรดกำมะถันโดยใช้สูตร

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

เมื่อ N_1 = นอร์มัลของสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต เท่ากับ 0.1 นอร์มัล

N_2 = นอร์มัลของสารละลายมาตรฐานกรดกำมะถัน

V_1 = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต เท่ากับ 25 มล.

V_2 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดกำมะถันที่ใช้ในการไทเทรต (มล.)

3.9 สารละลายกรดกำมะถัน 0.01 นอร์มัล

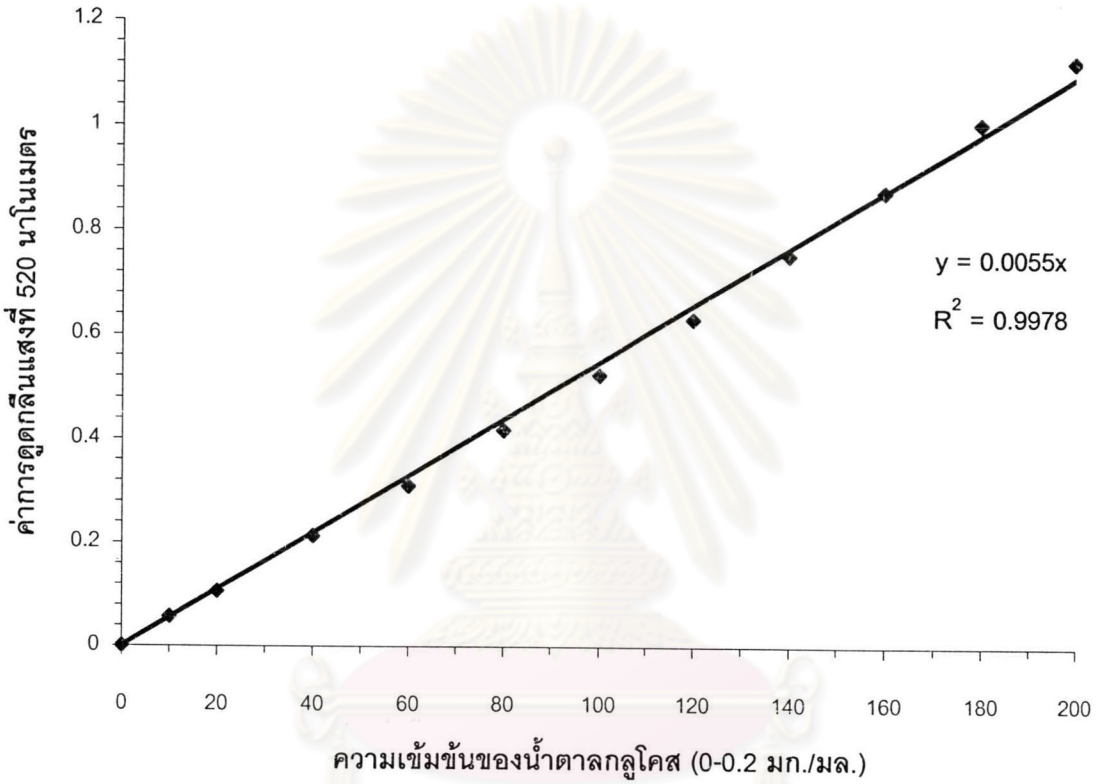
ใช้กรดกำมะถัน 0.1 นอร์มัลจำนวน 100 มล. และเติมน้ำกลั่นเป็น 1,000 มล.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

กราฟมาตรฐาน

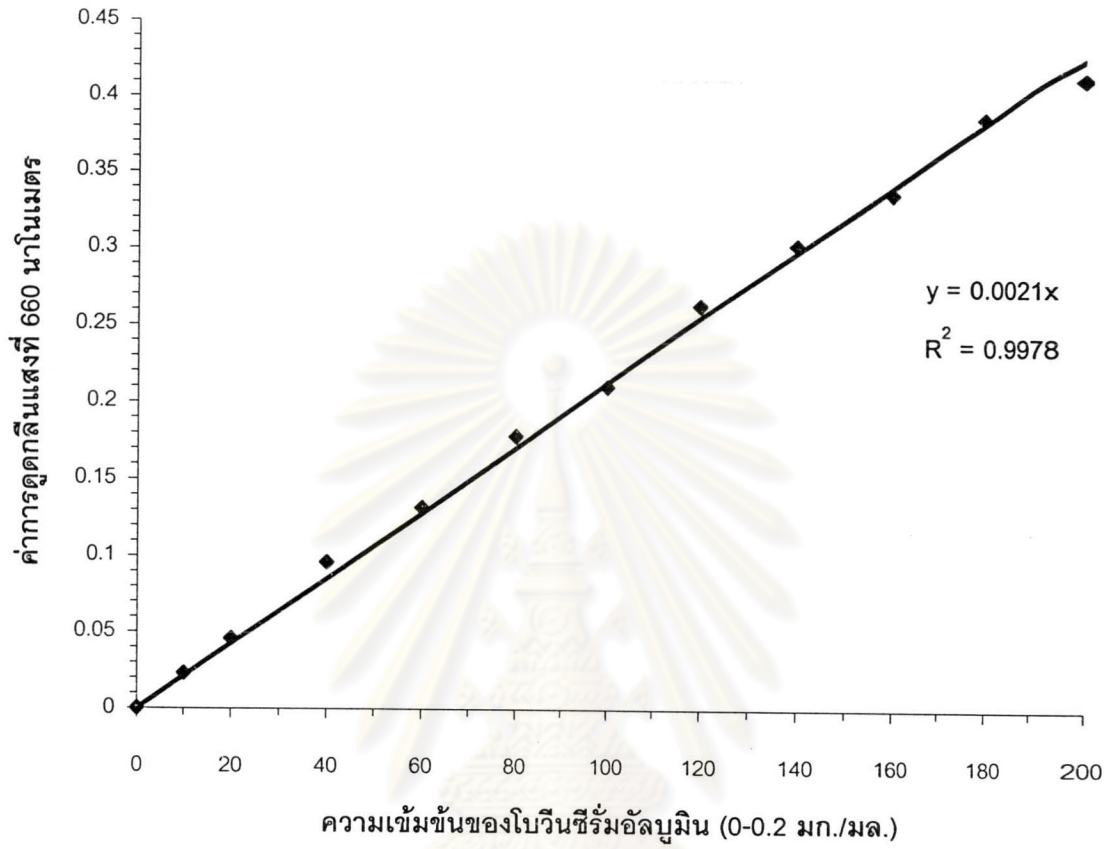
1. กราฟมาตรฐานน้ำตาลรีดิวซ์เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Samogyi-Nelson (Samogyi, 1952)



รูปที่ ผ1 กราฟมาตรฐานแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร กับน้ำตาลกลูโคสความเข้มข้น 0-200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. กราฟมาตรฐานโปรตีนเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Lowry (Lowry และคณะ, 1951)

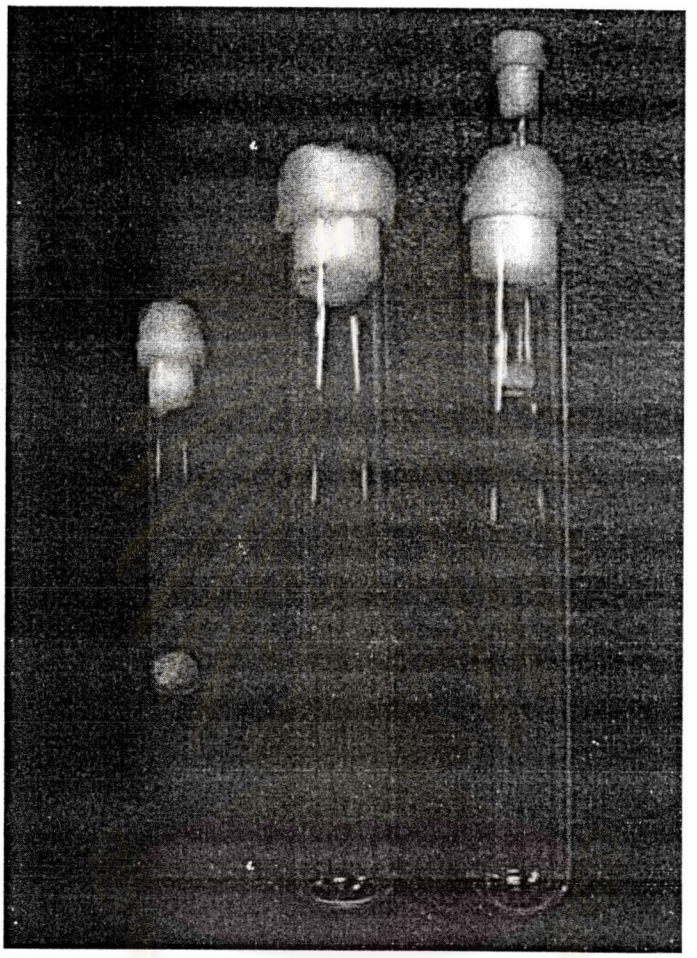


รูปที่ ผ2 กราฟมาตรฐานแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร กับน้ำตาลกลูโคสความเข้มข้น 0-200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

1. ชุดกรองสปอร์ของ *Penicillium* sp. สายพันธุ์ SMCU3-14 (Hopwood และคณะ, 1985)



รูปที่ ผ3 ชุดกรองสปอร์ของ *Penicillium* sp. สายพันธุ์ SMCU3-14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

1. วิธีการหาค่าการเจริญเติบโตจำเพาะ (μ) (ต่อชั่วโมง) ค่าจำเพาะของการสร้างผลิตภัณฑ์ (q_p)(ต่อชั่วโมง) และ ค่าจำเพาะของการใช้สับสเทรต (q_s)(ต่อชั่วโมง) (Englezos และ Kalogerabis, 2001)

1. การหาค่าการเจริญเติบโตจำเพาะ (μ) (ต่อชั่วโมง)

จากค่าน้ำหนักเซลล์แห้งของเชื้อ *Penicillium* sp. สายพันธุ์ SMCU3-14 ให้ทำการคำนวณโดยใช้สูตร

$$\mu = (\ln X_1 - \ln X_0)/t$$

โดยที่ μ = ค่าการเจริญเติบโตจำเพาะ (ต่อชั่วโมง)

X_1 = น้ำหนักเซลล์แห้งชั่วโมงที่ t

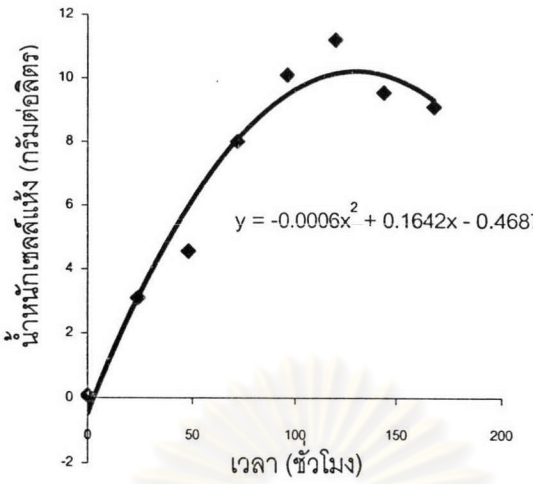
X_0 = น้ำหนักเซลล์แห้งชั่วโมงที่ 0

t = ระยะเวลาห่างจากชั่วโมงที่ 0 ถึงชั่วโมงที่ t

2. ค่าจำเพาะของการสร้างผลิตภัณฑ์ (q_p)(ต่อชั่วโมง (Englezos และ Kalogerabis, 2001)

สร้างการเจริญเติบโตของเชื้อ *Penicillium* sp. สายพันธุ์ SMCU3-14 กับระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อ จากนั้นหาสมการโพลิโนเมียลที่ตรงกับกราฟการเจริญเติบโตมากที่สุด ให้เป็นสมการของการเจริญเติบโต (X) จากนั้นทำการอินทิเกรตสมการดังกล่าว ($\int X dt$) แล้วแทนค่าชั่วโมง (t) ลงไปในสมการจากนั้นทำการสร้างกราฟระหว่าง $\int X dt$ และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นหรือสับสเทรตที่หมดไป

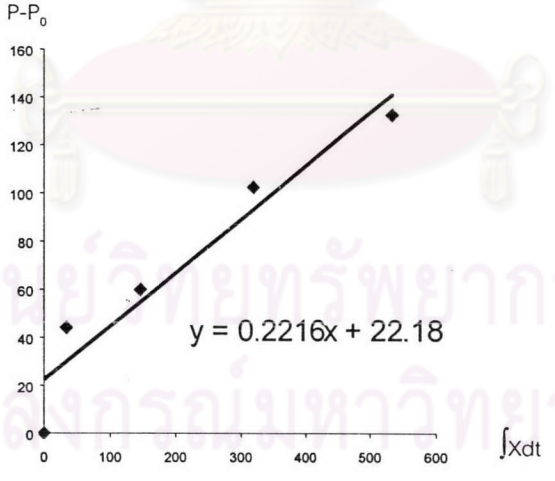
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



$$\int Xdt = -(0.0006t^3/3) + (0.1642t^2/2) - 0.4687t$$

แทนค่าชั่วโมงต่างๆในค่า t

สร้างกราฟระหว่างผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น หรือ สับสเทรตที่หายไป กับค่าที่เกิดจากการแทนค่าสมการและกำหนดสมการ



ค่าจำเพาะของการสร้างผลิตภัณฑ์ (q_p)(ต่อชั่วโมง) = 0.2216

รูปที่ ผ.4 แสดงวิธีการหาค่าจำเพาะของการสร้างผลิตภัณฑ์ (q_p)(ต่อชั่วโมง) และ ค่าจำเพาะของการใช้สับสเทรต (q_s)(ต่อชั่วโมง) จากการสร้างกราฟ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย ศิโรจน์ ศรีสรากรณ์ เกิดวันศุกร์ที่ 2 มิถุนายน พ.ศ. 2521 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในปีการศึกษา 2543 เข้ารับการศึกษาต่อในชั้นปริญญามหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2544

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย