รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ทรรศนีย์ ตั้งสกุล. 2544. การทำให้บริสุทธิ์และลักษณะสมบัติของอะซีทิลเอสเทอเรส จาก *Streptomyces* sp. CH7. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชุตา เหล่าเรืองธนา. 2547. การผลิตแอลฟา-แอล-อะราบิโนฟิวราโนสิเดส โดย *Streptomyces* sp. PC 22. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เวฟุรีย์ ทองคำ. 2547. การผลิตอะซีทิลเอสเทอเรส โดย *Streptomyces* sp. PC22. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Altaner, C., Saake, B., and Puls, J. 2003. Specificity of an *Aspergillus niger* esterase deacetylating cellulose acetate. Cellulose. 10: 85-95.

Bachmann, S. L., and McCarthy, A. J. 1991. Purification and cooperative activity of enzymes constituting the xylan-degrading system of *Thermomonospora fusca*. Appl. Environ. Microbiol. 57(8): 2121-2130.

Bajpai, P. 1999. Application of enzymes in the pulp and paper industry. Biotechnol. Prog. 15: 147-157.

Basaran, P., and Hang, Y . D. 2000. Purification and characterization of acetyl esterase from *Candida guilliermondii*. Letter Appl. Microbiol. 30: 167-171.

Basuki, W., Iizuka, M., Ito, K., Furuichi, K., and Minamiura, N. 1992. Evidence for the existence of isozymes of glucose isomerase from *Streptomyces phaeochromogenes*. Biosci. Biotechnol. Biochem. 56(2): 180-185.

Beg, Q. K., Kapoor, M., Mahajan, L., and Hoodal, G. S. 2001. Microbial xylanases and their industrial applications: a review. Appl. Microbiol. Biotechnol. 56: 326-338.

Belancic, A., Scarpa, J., Peirano, A., Diaz, R., Steiner, J., and Eyzayuirre, J. 1995. *Penicillium purpurogenum* produces several xylanases: purification and properties of two of the enzymes. J. Biotechnol. 41: 71-79.

Belghith-Srih, K. 2003. accession CAA75672.

Bentley, S. D., Chater, K. F., Cerdeno-Tarraga, A. M., Challis, G. L., Thomson, N. R., James, K. D., Harris, D. E., Quail, M. A., and Kieser, H. 2002. Complete genome sequence of the model actinomycete *Streptomyces coelicolor* A3(2). Nature. 417(6885): 141-147.

Biely, P. 1993. Biochemical aspects of the production of microbial hemicellulases. In: Cougland, M. P., and Hazlewood, G. P. (eds) Hemicelluloses and hemicellulases. London: Portland Press. pp 29-52.

Biely, P. 1985. Microbial xylanolytic systems. Trends Biotechnol. 3(11): 286-290.

Biely, P., MacKenzie, C. R., and Schncider, H. 1988. Production of acetylxylan esterase by *Trichoderma reesei* and *Schizophyllum commune*. Canadian J. Microbiol. 34: 767-772.

Biely, P., MacKenzie, C. R., Puls, J., and Schneider, H. 1986. Cooperativity of esterases and xylanases in the enzymatic degradation of acetyl xylan. Biotechnology. 4: 731-733.

Biely, P., Mastihubova, M., Grange, D. C., Zyl, W. H., and Prior, B. A. 2004. Enzyme-coupled assay of acetylxylan esterases on monoacetylated *p*-nitrophenyl β-D-xylopyranosides. Anal. Biochem. 332: 109-115.

Biely, P., Wong, K. K. Y., Suckling, I. D., and Spanikova, S. 2003. Transacetylations to carbohydrates catalyzed by acetylxylan esterase in the presence of organic solvent. Biochim. Biophys. Acta. 1623: 62-71.

Blum, D. L., Li, X. L., Chen, H., and Ljungdahl, L. G. 1999. Characterization of an acetyl xylan esterase from the anaerobic fungus *Orpinomyces* sp. strain PC-2. Appl. Environ. Microbiol. 65(9): 3990-3995.

Camacho, N. A., and Aguilar, O. G. 2003. Production, purification and characterization of a low molecular mass xylanase from *Aspergillus* sp. and its application in bakery. Appl. Biochem. Biotechnol. 104: 159-172.

Chen, W. P. 1980. Glucose isomerase (a review); part one. Process Biochem. 6/7: 30-35.

Christov, L. P., and Prior, B. A. 1993. Esterases of xylan-degrading microorganisms: production, properties, and significance. Enzyme Microb. Technol. 15: 460-475.

Christakopoulos, P., Mamma, D., Kekos, D., and Macris, B. J. 1999. Enhanced acetyl esterase production by *Fusarium oxysporum.* World J. Microbiol. Biotechnol. 15: 443-446.

Chun, Y . C., Jung, K. H., Lee, J.C., Park, S.H., Chung, H. K., and Yoon, K.H. 1998. Molecular cloning and the nucleotide sequence of a *Bacillus* sp. KK-1 beta-xylosidase gene. J. Microbiol. Biotechnol. 8(1): 28-33.

Chung, H. J., Park, S. M., Kim, H. R., Yang, M. S., and Kim, D. H. 2002. Cloning the gene encoding acetyl xylan esterase from *Aspergillus ficuum* and its expression in *Pichia pastoris.* Enzyme Microb. Technol. 31(4): 384-391.

Dalrymple, B. P., Cybinski, D. H., Layton, I., Mcsweeney, C. S., Xue, G. P., Swadling, Y. J. O., and Lowry, J. B. 1997. Three *Neocallimastix patriciarum* esterases associated with the degradation of complex polysaccharides are members of a new family of hydrolases. Microbiology. 143: 2605-2614.

Degrassi, G., Okeke, B. C., Bruschi, C. V., and Venturi, V. 1998. Purification and characterization of an acetyl xylan esterase from *Bacillus pumius*. Appl. Environ. Microbiol. 64(2): 789-792.

de Graaff, L. H., Visser, J., van den Broeck, H. C., Strozyk, F., Kormelink, F. J. M. and Boonman, J. C. P. 1992. Cloning, expression and use of acetyl xylan esterases from fungal origin. Patent: EP 0507369-A

Du Preez, J. C. 1994. Process parameters and environmental factors affecting D-xylose fermentation by yeasts. Enzyme Microb. Technol. 16: 944-956.

Dupont, C., Shareck, F., Daigneault, N., Morosoli, R., and Kluepfel, D. 1996. Purification and characterization of an acetyl xylan esterase produced by *Streptomyces lividans*. Biochem. J. 319: 881-886.

Ebringerova, A., and Heinze, T. 2000. Xylan and xylan derivatives biopolymers with valuable properties. 1. Naturally occurring xylans structures, isolation procedures and properties. Macromol. Rapid Commun. 21: 542-556.

Egana, L., Gutierrez, R., Caputo, V., Peirano, A., Steiner, J., and Eyzaguirre, J. 1996. Purification and characterization of two acetyl xylan esterases from *Penicillium purpurogenum*. Biotechnol. Appl. Biochem. 24: 33-39.

Ericksson, K. E. L., Blanchette, R. A., and Ander, P. 1990. Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components. Ozach GmbH and Co., Berlin, Germany. p. 181-222.

Ferreira, L. M., Wood, T. M., Williamson, G., Faulds, C., Hazlewood, G. P., Black, G. W., and Gilbert, H. J. 1993. A modular esterase from *Pseudomonas fluorescens* subsp. *Cellulosa* contains a non-catalytic cellulose-binding domain. Biochem. J. 294: 349-355.

Gong, C. S., Chen, L. F., Flickinger, M. C., Chiang, L. C., and Tsao, G. T. 1981. Production of ethanol from D-xylose by using D-xylose isomerase and yeasts. Appl. Environ. Microbiol. 41: 430-436.

Halgasova, N., Kutejova, E., and Timko, J. 1994. Purification and some characteristics of the actyl xylan esterase from *Schizophyllum commune*. Biochem. J. 298: 751-755.

Haltrich, D., Nidetzky, B., Kulbe, k. D., Steiner, W., and Zupancic, S. 1996. Production of fungal xylanases. Bioresour. Technol. 58: 137-161.

Heo, G. Y., Shin, J. H., Roh, D. H., Joo, G. J., and Rhee, I. K. 1999. *Streptomyces lividans* TK24 xylR/putative xylose operon regulator, TK24 xylB/xylulose kinase, xyl/xylose isomerase. Department of agricultural chemistry, college of agriculture, Kyungpook national university, #1370 Sankyuk-dong, Puk-gu, Taegu 702-701, Korea.

Hespell, R. B., and O'Bryan-Shah. P. J. 1988. Esterase activities in *Butyrivibrio fibrisolvens* strains. Appl. Environ. Microbiol. 54(8): 1917-1922.

Hon, D. N. S., and Shiraishi, N. 1990. Wood and Cellulosic Chemistry. New York: Marcel Dekker. pp. 197.

Ikeda, H., Ishikawa, J., Hanamoto, A., Shinose, M., Kikuchi, H., Shiba, T., Sakaki, Y., Hattori, M., and Omura, S. 2003. Complete genome sequence and comparative analysis of the industrial microorganism *Streptomyces avermitilis*. Nat. Biotechnol. 21(5): 526-531.

Johnson, K. G., Fontana, J. D., and MacKenzie, C. R. 1988. Measurement of acetyl xylan esterase in *Streptomyces*. Methods Enzymol. 160: 551-560.

Kaneko, T., Saito, K., Kawamura, Y., and Takahashi, S. 2001. Molecular cloning of acid-stable glucose isomerase gene from *Streptomyces olivaceoviridis* E-86 by a simple two-step PCR method, and its expression in *Escherichia coli*. Biosci. Biotechnol. Biochem. 65(5): 1054-1062.

Kantelinen, A., Rantanen, T., Buchert, J. J., and Viikari, L. 1993. Enzymatic solubilization of fiber bound and isolated birch xylans. J. Biotechnol. 28: 219-228.

Kormelink, F. J. M., Lefebvre, B., Strozyk, F., and Voragen, A. G. J. 1993. Purification and characterization of an acetyl xylan esterase from *Aspergillus niger*. J. Biotechnol. 27: 267-282.

Koseki, T., Furuse, S., Iwano, K., Sakai, H., and Matsuzawa, H. 1997. An *Aspergillus awamori* acetylesterase: purification of the enzyme, and cloning and sequencing of the gene. Biochem. J. 326(2): 485-490.

Koseki, T., Miwa, Y., Akao, T., Akita, O., and Hashizume, K. 2004. Characterization of acetyl xylan esterase from *Aspergillus oryzae*. Published only in Database.

Koseki, T., Miwa, Y., Fushinobu, S., and Hashizume, K. 2005. Biochemical characterization of recombinant acetyl xylan esterase from *Aspergillus awamori* espressed in *Pichia pastoris*: mutational analysis of catalytic residues. Biochim. Biophv. Acta. 1749: 7-13.

Kosugi, A., Murashima, K., and Doi, R. H. 2002. Xylanase and acetyl xylan esterase activity of Xyn A, a key subunit of the *Clostridium cellulivorans* cellulosome for xylan degradation. Appl. Environ. Microbiol. 68(2): 6399-6402.

Kunst, F., Ogasawara, N., Yoshikawa, H., and Danchin, A. 2003. The complete genome sequence of the gram-positive bacterium *Bacillus subtilis*. Nature. 390(6657): 249-256.

Kuyper, M., Winkler, A. A., van Dijken, J. P., and Pronk, J. T. 2004. Minimal metabolic engineering of *Saccharomyces cerevisiae* for efficient anaerobic xylose fermentation: a proof of principle. FEMS. Yeast. Res. 4: 655-664.

Kwak, Y. Y., Heo, G. Y., Shin, J. H., Jang, H. S., Joo, G. J., and Rhee, I. K. 2000. *Streptomyces thermocyaneoviolaceus* xylA (xylose isomerase). Department of agricultural chemistry, College of agriculture, Kyungpook national university, 1370 Sankyuk-dong, puk-gu, Taegu 702-701, Korea.

Laemmli, U. K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature. 227: 680-685.

Lanz, W. W., and Williams, P. P. 1973. Characterization of esterase produced by a ruminal bacterium identified as *Butyrivibrio fibrisolvens*. J. bacteriol. 113: 1170-1176.

Lee, H., To, R. J. B., Latta, R. K., Biely, P., and Schneider, H. 1987. Some properties of extracellular acetylxylan esterase produced by the yeast *Rhodotorula mucilaginosa*. Appl. Environ. Microbiol. 53(12): 2831-2834.

Leeuwen, M. J. F., Broek, L. A. M., Schols, H. A., Beldman, G., and Voragen, A. G. J. 1992. Rhamnogalacturonan acetyl esterase: a novel enzyme from *Aspergillus aculeatus*, specific for the deacetylation of hairy (ramified) regions of pectins. Appl. Microbiol. Biotechnol. 38: 347-349.

Li, K., Azadi, P., Collins, R., Tolan, J., Kim, J. S., and Eriksson Karl-Erick, L. 2000. Relationships between activities of xylanases and xylan structures. Enzyme Microb. Technol. 27: 89-94.

Linden, J. C., Decker, S. R., and Samara, M. 1994. Role of acetyl esterase in biomass conversion. American Chemical Society. 453-467.

Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., and Randall, R. J. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193: 267-275.

Luiten, R. G. M., Quax, W. J., Schuurhuizen, P. W., and Mrabet, N. 1990. Novel glucose isomerase enzymes and their use. Patent: EP 0351029-A.

Luthi, E., Jasmat, N. B., and Bergquist, P. L.1990. Overproduction of an acetylxylan esterase from the extreme thermophile '*Caldocellum saccharolyticum*' in *Escherichia coli*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 34: 214-219.

Magee, R. J., and Kosaric, N. 1985. Bioconversion of hemicellulose. Adv. Biochem. Bioeng. 32: 64-93.

Maijala, P. 2000. Heterobasidium annosum and wood decay : Enzymology of cellulose, hemicellulose and lignin degradation. Helsinki: University of Helsinki.

Manin, C., Shareek, F., Morosoli, R., and Kluepfel, D. 1994. Purification and characterization of an α-L-arabinofuranosidase from *Streptomyces lividans* 66 and DNA sequence of the gene (*abf*A). Biochem. J. 302: 443-449.

Margolles-Clark, E., Tenkanen, M., Soderlund, H., and Penttila, M. 1996. Acetyl xylan esterase from *Trichoderma reesei* contains an active site serine residue and a cellulose-binding domain, Eur. J. Biochem. 237: 553-560.

McDermid, K. P., Forsberg, C. W., and MacKenzie, C. R. 1990. Purification and properties of an acetylxylan esterase from *Fibrobacter succinogenes* S85. Appl. Environ. Microbiol. 56(12): 3805-3810.

Mukhopadhyay, A., Hazra, P. P., Sengupta, T., Saha, R., Nandi, R., and Sengupta, S. 2003. Protein-protein interaction conferring stability to an extracellular acetyl(xylan) esterase produced by *Termitomyces clypeatus*. Biotechnol. Prog. 19: 720-726.

Mukhopadhyay, A., Hazra, P. P., Sengupta, T., Ghosh, A. K., and Sengupta, S. 1997. Acetyl esterase production by *Termitomyces clypeatus*. Biotechnol. Lett. 19(2): 159-161.

Nakajima, T., Tsukamoto, K., Watanabe, T., Kainuma, K., and Matsuda, K. 1984. Purification and some properties of an endo-1,4-β-D-xylanase from *Streptomyces* sp. J. Ferment. Technol. 62(3): 269-276.

Nakanishi, K., Yokotsuka, K., and Yasui, T. 1987. Induction of membrane bound xylosidase in a *Streptomyces* sp. J. Ferment. Technol. 65: 1-6.

Neale, A. D., Scopes, R. K., and Kelly, J. M. 1988. Alcohol production from glucose and xylose using *Escherichia coli* containing *Zymomonas mobilis* genes. Appl. Microbiol. Biotechnol. 29: 162-167.

Nierman, W., Wortman, J., Pain, A., Anderson, M. J., Arroya, J., Hall, N., Barrell, B., Fraser, C., and Denning, D. W. 2005. Genomic sequence of the pathogenic and allergenic filamentous fungus *Aspergillus fumigatus*. The Institute for Genomic Research, 9712 Medical Center Dr, Rockville, MD 20850, USA.

Paice, M. G., Gurnagul, N., Page, D. H., and Jurasek, L. 1992. Mechanism of hemicellulose-directed prebleaching of kraft pulps. Enzyme Mibrob. Technol. 14: 272-276.

Panbangred, W., Kondo, T., Negoro, S., Shinmyo, A., and Okada, H. 1983. Molecular cloning of the genes for xylan degradation of *Bacillus pumilus* and their expression in *Escherichia coli*. Mol. Gen. Genet. 192: 335-341.

Parajo, J. C., Domingues, H., and Domingues, J. M. 1998. Biotechnological production of xylitol. Part I, interest of xylitol and fundamentals of its biosynthesis. Bioresour. Technol. 65: 191-201.

Pinphanichakarn, P., Tangsakul, T., Thongnumwon, T., Talawanich, Y., and Thamchaipenet, A. 2003. Purification and characterization of β-xylosidase from *Streptomyces* sp. CH7 and its gene sequence analysis. Microbiology, Chulalongkorn University, Bangkok 10900, Thailand.

Pinphanichakarn, P. 1991. Glucose isomerase from *Streptomyces* sp. 191-1: Properties, production and strain improvement. In proceedings of the 3rd Annual Meeting of Thai Society for Biotechnology, organized by the Thai society for biotechnology, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology and the Faculty of Science of Chulalongkorn University. pp. 48-56.

Polizeli, M. L. T. M., Rizzatti, A. C. S., Monti, R., Terenzi, H. F., Jorge, J. A., and Amorim, D. S. 2005. Xylanases from fungi: properties and industrial applications. Appl. Microbiol. Biotechnol. 67: 577-591.

Poutanen, K., and Sundberg, M. 1988. An acetyl esterase of *Trichoderma reesei* and its role in the hydrolysis of acetyl xylans. Appl. Microbiol. Biotechnol. 28: 419-424.

Poutanen, K., Sundberg, M., Korte, H., and Puls, J. 1990. Deacetylation of xylans by acetyl esterases of *Trichoderma reesei*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 33: 506-510.

Puls, J., Tenkanen, M., Korte, H, E., and Poutanen, K. 1991. Products of hydrolysis of beechwood acetyl-4-*O*-methylglucuronoxylan by a xylanase and an acetyl xylan esterase. Enzyme Microb. Technol. 13: 483-486.

Ruangtaep, J., Chungool, W., and Pinphanichakarn, P. 2002. Preliminary study of xylan-binding properties of xylanases I and II from *Streptomyces* sp. PC22 for the purification potentials. J. Sci. Res. Chula. Univ. 27(2). 175-182.

Saddler, J. N., Yu, E. K. C., Mesh-Hartree, M., Levitin, N., and Brownell, H. H. 1983. Utilization of enzymatically hydrolyzed wood hemicellulose by microorganisms for production of liquid fuels. Appl. Environ. Microbiol. 45(1): 153-160.

Saha, B. C. 2003. Hemicellulose bioconversion. J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 30: 279-291.

Saraswat, V., and Bisaria, V. S. 1997. Biosynthesis of xylanolytic and xylan debranching enzymes in *Melanocarpus albomyces* IIS 68. J. Ferment. Bioeng. 83(4): 352-357.

Schyns, P. J. Y. M. J., de Frankrijker, J., Zehnder, A. J. B., and Stams, A. J. M. 1994. Production, purification and characterization of an α-L-arabinofuranosidase from *Bacteroides xylanolyticus* X5-1. Appl. Microbiol. Biotechnol. 42: 548-554.

Shao, W., and Wiegel, J. 1995. Purification and characterization of two thermostable acetyl xylan esterases from *Thermoanaerobacterium* sp. strain JW/SL-YS485. Appl. Environ. Microbiol. 61(2): 729-733.

Shareck, F., Roy, C., Yaguchi, M., Morosoli, R., and Kluepfel, D. 1991. Sequences of three genes specifying xylanases in *Streptomyces lividans*. Gene. 107(1): 75-82.

Somogyi, M. 1952. Notes on sugar determination. J. Biol. Chem. 195: 19-23.

Sundberg, M., Poutanen, K., Markkanen, P., and Linko, M. 1990. An extracellular esterase of *Aspergillus awamori.* Biotechnol. Appl. Biochem. 12: 670-680.

Sundberg, M., and Poutanen, K. 1991. Purification and properties of two acetylxylan esterases of *Trichoderma reesei.* Biotechnol. Appl. Biochem. 13: 1-11.

Sunna, A., and Antranikian, G. 1997. Xylanolytic enzymes from fungi and bacteria. Crit. Rev. Biotechnol. 17(1): 39-67.

Tenkanen, M. 1998. Action of *Trichoderma reesei* and *Aspergillus oryzae* esterases in the deacetylation of hemicelluloses. Biotechnol. Appl. Biochem. 27: 19-24.

Tenkanen, M., Schuseil, J., Puls, J., and Poutanen, K. 1991. Production, purification and characterization of an esterase liberating phenolic acids from lignocellulosics. J. Biotechnol. 18: 69-84.

Tsao, G. T., and Chiang, L. 1983. Cellulose and hemicellulose technology in Barry, S. D. R., and Kristianiansen, B. (eds.). The Filamentus Fungi : Fungal Technology. New York: John Wiley and Son. p. 296-362.

Tsujibo, H., Miyamoto, K., Kuda, T., Minami, K., Sakamoto, T., Hasegawa, T., and Inamori, Y. 1992. Purification, properties, and partial amino acid sequences of thermostable xylanases from *Streptomyces thermoviolaceus* OPC-520. Appl. Environ. Microbiol. 58(1): 371-375.

Tsujibo, H., Ohtsuki, T., Iio, T., Yamazaki, I., Miyamoto, K., Sugiyama, M., and Inamori, Y. 1997. Cloning and sequence analysis of genes encoding xylanases and acetyl xylan esterase from *Streptomyces thermoviolaceus* OPC-520. Appl. Environ. Microbiol. 63(2): 661-664.

Twomey, L. N., Pluske, J. R., Rowe, J. B., Choct, M., Brown, W., McConnell, M. F., and Pethick, D. W. 2003. The effects of increasing levels of soluble non-starch polysaccharides and inclusion of feed enzymes in dog diets on faecal quality and digestibility. Anim. Feed Sci. Technol. 108(1-4): 71-82.

Ungchaithum, S., and Pinphanichakarn, P. 1998. Optimization of xylanase production by *Streptomyces* sp. PC22 growing on agricultural residues. J. Sci. Res. Chula. Univ. 23(1): 45-50.

Walker, G. M. 1998. Yeast physiology and biotechnology. New York: John Wiey and Sons. p. 228-231.

Wang, Y., Huang, Z., Dai, X., Liu, J., Cui, T., Niu, L., Wang, C., and Xu, X. 1994. The sequence of xylose isomerase gene from *Streptomyces diastaticus* No.7 M1033. Chin. J. Biotechnol. 10(2): 97-103.

Wateewuthajarn, K., and Pinphanichakarn, P. 2000. Purification and characterization of xylanase from *Streptomyces* sp. PC22. J. Sci. Res. Chula. Univ. 25(2): 245-256.

Wong, K. K. Y., Tan, L. U. L., and Saddler, J .N. 1988. Multiplicity of β-1,4-xylanase in microorganisms: functions and applications. Microbiol. Rev. 52(3): 305-317.

Xu, W. Z., Shima, Y., Negoro, S., and Urabe, I. 2002. Sequence and properties of beta-xylosidase from *Bacillus pumilus* IPO. Contradiction of the previous nucleotide sequence. Eur. J. Biochem. 202 (3): 1197-1203.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งข้าวไรย์ (Rye Agar Medium)

เกล็ดข้าวไรย์บด (rye)	10.0	กรัม
แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$)	30.0	กรัม
กลูโคส (glucose)	20.0	กรัม
สารสกัดจากยีสต์ (yeast extract)	10.0	กรัม
สารสกัดจากเนื้อ (beef extract)	10.0	กรัม
วุ้นผง (agar)	18.0	กรัม
น้ำกลั่น (distilled water)	1000.0	มิลลิลิตร

ปรับระดับความเป็นกรดด่างสำหรับ *Streptomyces* sp. CH 7 เท่ากับ 7.0

ปรับระดับความเป็นกรดด่างสำหรับ *Streptomyces* sp. PC22 เท่ากับ 9.0

อบฆ่าเชื้อแบบมาตรฐาน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที

2. ไซแลน คอมเพล็กซ์ มีเดียม (Xylan complex medium) สำหรับผลิตอะซีทิลเอสเทอเรส

ไซแลนจากไม้เบิร์ช (Birchwood xylan)	0.75	เปอร์เซ็นต์
พอลิเพบโตน (polypeptone)	0.5	เปอร์เซ็นต์
สารสกัดจากยีสต์ (yeast extract)	0.1	เปอร์เซ็นต์
ไดโปแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4)	0.4	เปอร์เซ็นต์
โปแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)	0.02	เปอร์เซ็นต์
แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	0.1	เปอร์เซ็นต์
เฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)	0.002	เปอร์เซ็นต์
ปรับระดับความเป็นกรดด่างเท่ากับ	9.0	

อบฆ่าเชื้อแบบมาตรฐาน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที

3. ไซแลน คอมเพล็กซ์ มีเดียม (Xylan complex medium) สำหรับผลิตไซแลเนสกับบีตา-ไซโลสิเดส

ไซแลนจากเปลือกข้าวโอ๊ต (oat spelt xylan)	0.75	เปอร์เซ็นต์
พอลิเพบโตน (polypeptone)	0.5	เปอร์เซ็นต์
สารสกัดจากยีสต์ (yeast extract)	0.1	เปอร์เซ็นต์
ไดโปแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4)	0.4	เปอร์เซ็นต์
โปแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)	0.02	เปอร์เซ็นต์
แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	0.1	เปอร์เซ็นต์
เฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)	0.002	เปอร์เซ็นต์

ปรับระดับความเป็นกรดด่างสำหรับ *Streptomyces* sp. CH 7 เท่ากับ 7.0

ปรับระดับความเป็นกรดด่างสำหรับ *Streptomyces* sp. PC22 เท่ากับ 9.0

อบฆ่าเชื้อแบบมาตรฐาน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที

ภาคผนวก ข

สารเคมี

1. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์

1.1 สารละลาย อัลคาไลน์ คอปเปอร์ (alkaline copper reagent)

สารละลายไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ($Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$) 71 กรัม และโรเชล ซอลท์ (Rochelle salt) 40 กรัม ในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 1 นอร์มอล 100 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ 80 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นเติมโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) ปริมาณ 180 กรัม ละลายให้เข้ากันแล้วปรับปริมาตรสุดท้ายด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร เก็บในขวดสีชา ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24-48 ชั่วโมง ถ้ามีตะกอนให้กรองออกก่อนนำไปใช้

1.2 สารละลายเนลสัน (Nelson' reagent)

ละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท ($(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$) 53.2 กรัม ในน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร กรดซัลฟุริกเข้มข้น 21 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วเติมสารละลายโซเดียมอาซีเนท ($NaHAsO_4$) ความเข้มข้น 12 เปอร์เซ็นต์ 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรสุดท้ายด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร เก็บในขวดสีชา ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24-48 ชั่วโมง ถ้ามีตะกอนให้กรองออกก่อนนำไปใช้

2. สารละลายสำหรับวิเคราะห์โปรตีนโดยวิธีของ Lowry (1952)

2.1 Lowry A

โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)	60.0	กรัม
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	12.0	กรัม
โซเดียมโปแทสเซียมทาร์เทรต	0.6	กรัม
ละลายในน้ำกลั่น	3000.0	มิลลิลิตร

2.2 Lowry B

คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)	5.0	กรัม
ละลายในน้ำกลั่น	1000.0	มิลลิลิตร

2.3 Lowry C

Lowry A	50	ส่วน
Lowry B	1	ส่วน

2.4 Lowry D

สารละลายโฟลินฟีนอลรีเอเจนท์ (Folin phenol reagent)	1	ส่วน
น้ำกลั่น	1	ส่วน

3. สารละลายสำหรับใช้ในการทำพอลิอะคริลาไมด์เจลอีเลคโทรโฟริซิส

3.1 สารละลายทริสไกลซีนอีเลคโทรดบัฟเฟอร์ (เข้มข้น 5 เท่า)

ทริส	9.0	กรัม
ไกลซีน	43.2	กรัม
ปรับความเป็นกรดด่างเท่ากับ	8.3	
เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร	600.0	มิลลิลิตร

3.2 สารละลายทริส pH 6.8 ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ทริส

ทริส	6.0	กรัม
ความเป็นกรดด่างเท่ากับ	6.8	
เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร	100.0	มิลลิลิตร

3.3 สารละลายทริส pH 6.8 ความเข้มข้น 2.0 โมลาร์ทริส

ทริส	24.2	กรัม
ความเป็นกรดด่างเท่ากับ	6.8	
เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร	100.0	มิลลิลิตร

3.4 สารละลายทริส pH 8.8 ความเข้มข้น 1.5 โมลาร์ทริส

ทริส	18.15	กรัม
ความเป็นกรดด่างเท่ากับ	8.8	
เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร	100.0	มิลลิลิตร

3.5 สารละลายอะคริลาไมด์ (30% T, 2.67% C)

อะคริลาไมด์	14.60	กรัม
Bis (N,N,-Methylene bis acrylamide)	0.40	กรัม
ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร	50.00	มิลลิลิตร

3.6 บัฟเฟอร์ที่ใช้กับโปรตีนที่จะวิเคราะห์ (Sample buffer) ความเข้มข้น 5 เท่า

สารละลายทริส pH 6.8 ความเข้มข้น 2.0 โมลาร์	1.0	มิลลิลิตร
กลีเซอรอล	0.2	มิลลิลิตร
สารละลาย 5 เปอร์เซ็นต์ บรอมฟีนอลบลู	7.0	มิลลิลิตร

3.7 สารละลายแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต 10 เปอร์เซ็นต์

แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต	0.1	กรัม
ละลายในน้ำกลั่น	1.0	มิลลิลิตร

3.8 สารละลายผสมของเซพาเรติงเจล 10 เปอร์เซ็นต์เจล

น้ำกลั่น	4.20	มิลลิลิตร
สารละลายทริส pH 8.8 ความเข้มข้น 1.5 โมลาร์	2.50	มิลลิลิตร
สารละลายอะคริลาไมด์	3.33	มิลลิลิตร
TEMED	5.00	ไมโครลิตร
สารละลายแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต 10 เปอร์เซ็นต์	50.00	ไมโครลิตร

3.9 สารละลายสแตกกิงเจล 4 เปอร์เซ็นต์เจล

น้ำกลั่น	6.20	มิลลิลิตร
สารละลายทริส pH 6.8 ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์	2.50	มิลลิลิตร
สารละลายอะคริลาไมด์	1.33	มิลลิลิตร
TEMED	10.00	ไมโครลิตร
สารละลายแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต 10 เปอร์เซ็นต์	50.00	ไมโครลิตร

3.10 สารละลายสำหรับย้อมสี (staining solution)

0.1 เปอร์เซ็นต์ สีคูแมสซี บริลเลียนท์ บลู จี 250
40 เปอร์เซ็นต์ เมธานอล
10 เปอร์เซ็นต์ กรดอะซีติก

3.11 สารละลายสำหรับล้างสี (destaining solution)

40 เปอร์เซ็นต์ เมธานอล
10 เปอร์เซ็นต์ กรดอะซีติก

4. สารละลายที่ใช้ในการทำอีเลคโทรโฟริซิสบนโซเดียมโดเดซิลโพลีอะคริลาไมด์เจลชนิดแผ่น

4.1 สารละลายทริสไกลซีนอีเลคโทรดบัฟเฟอร์ (เข้มข้น 5 เท่า)

ทริส	9.0	กรัม
ไกลซีน	43.2	กรัม
โซเดียมโดเดซิลซัลเฟต	3.0	กรัม
ปรับความเป็นกรดด่างเท่ากับ	8.3	
เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร	600.0	มิลลิลิตร

4.2 สารละลายทริส pH 6.8 ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์

ทริส	6.0	กรัม
ความเป็นกรดด่างเท่ากับ	6.8	
เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร	100.0	มิลลิลิตร

4.3 สารละลายทริส pH 6.8 ความเข้มข้น 2.0 โมลาร์ทริส

ทริส	24.2	กรัม
ความเป็นกรดด่างเท่ากับ	6.8	
เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร	100.0	มิลลิลิตร

4.4 สารละลายทริส pH 8.8 ความเข้มข้น 1.5 โมลาร์ทริส

ทริส	18.15	กรัม
ความเป็นกรดด่างเท่ากับ	8.8	
เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร	100.0	มิลลิลิตร

4.5 สารละลายโซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (SDS stock) 10 เปอร์เซ็นต์

โซเดียมโดเดซิลซัลเฟต	1.0	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร	10.0	มิลลิลิตร

4.6 สารละลายโซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (SDS stock) 20 เปอร์เซ็นต์

โซเดียมโดเดซิลซัลเฟต	20.0	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร	100.0	มิลลิลิตร

4.7 สารละลายอะคริลาไมด์ (30% T, 2.67% C)

อะคริลาไมด์	14.60	กรัม
Bis (N,N,-Methylene bis acrylamide)	0.40	กรัม
ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร	50.00	มิลลิลิตร

4.8 บัฟเฟอร์ที่ใช้กับโปรตีนที่จะวิเคราะห์ (Sample buffer) ความเข้มข้น 5 เท่า

สารละลายทริส pH 6.8 ความเข้มข้น 2.0 โมลาร์	1.0	มิลลิลิตร
สารละลายโซเดียมโดเดซิลซัลเฟต 20 เปอร์เซ็นต์	3.2	มิลลิลิตร
กลีเซอรอล	2.0	มิลลิลิตร
2-บีตา-เมอแคบโตเอทานอล	1.6	มิลลิลิตร
สารละลาย 5 เปอร์เซ็นต์ บรอมฟีนอลบลู	0.2	มิลลิลิตร

4.9 สารละลายแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต 10 เปอร์เซ็นต์

แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต	0.1	กรัม
ละลายในน้ำกลั่น	1.0	มิลลิลิตร

4.10 สารละลายผสมของเซพาเรติงเจล 12 เปอร์เซ็นต์เจล

น้ำกลั่น	3.35	มิลลิลิตร
สารละลายทริส pH 8.8 ความเข้มข้น 1.5 โมลาร์	2.50	มิลลิลิตร
สารละลายโซเดียมโดเดซิลซัลเฟต 10 เปอร์เซ็นต์	100.00	ไมโครลิตร
สารละลายอะคริลาไมด์	4.00	มิลลิลิตร
TEMED	5.00	ไมโครลิตร
สารละลายแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต 10 เปอร์เซ็นต์	50.00	ไมโครลิตร

4.11 สารละลายสแตกกิงเจล 4 เปอร์เซ็นต์เจล

น้ำกลั่น	6.10	มิลลิลิตร
สารละลายทริส pH 6.8 ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์	2.50	มิลลิลิตร
สารละลายโซเดียมโดเดซิลซัลเฟต 10 เปอร์เซ็นต์	100.00	ไมโครลิตร
สารละลายอะคริลาไมด์	1.33	มิลลิลิตร
TEMED	10.00	ไมโครลิตร
สารละลายแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต 10 เปอร์เซ็นต์	50.00	ไมโครลิตร

4.12 สารละลายสำหรับย้อมสี (Staining solution)

0.1 เปอร์เซ็นต์ สีคูแมสซี บริลเลียนท์ บลู จี 250
40 เปอร์เซ็นต์ เมธานอล
10 เปอร์เซ็นต์ กรดอะซีติก

4.13 สารละลายสำหรับล้างสี (destaining solution)

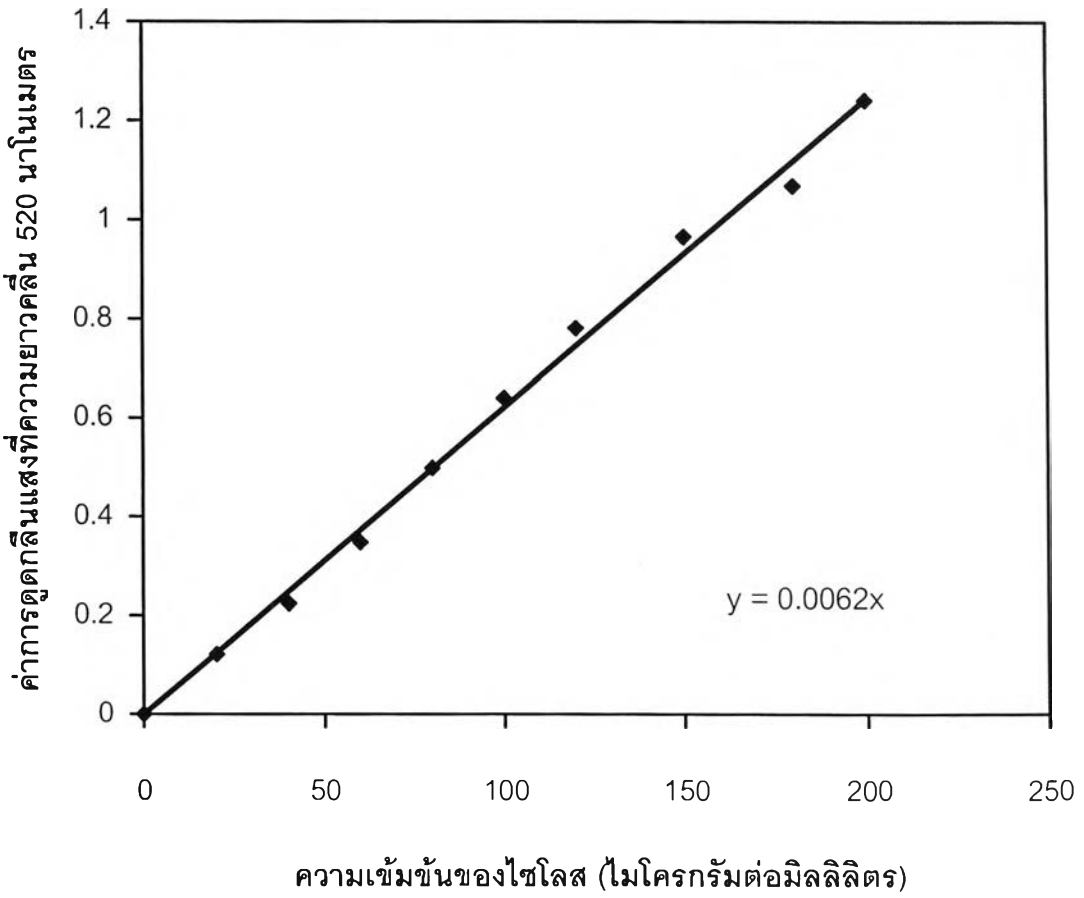
40 เปอร์เซ็นต์ เมธานอล
10 เปอร์เซ็นต์ กรดอะซีติก

ภาคผนวก ค

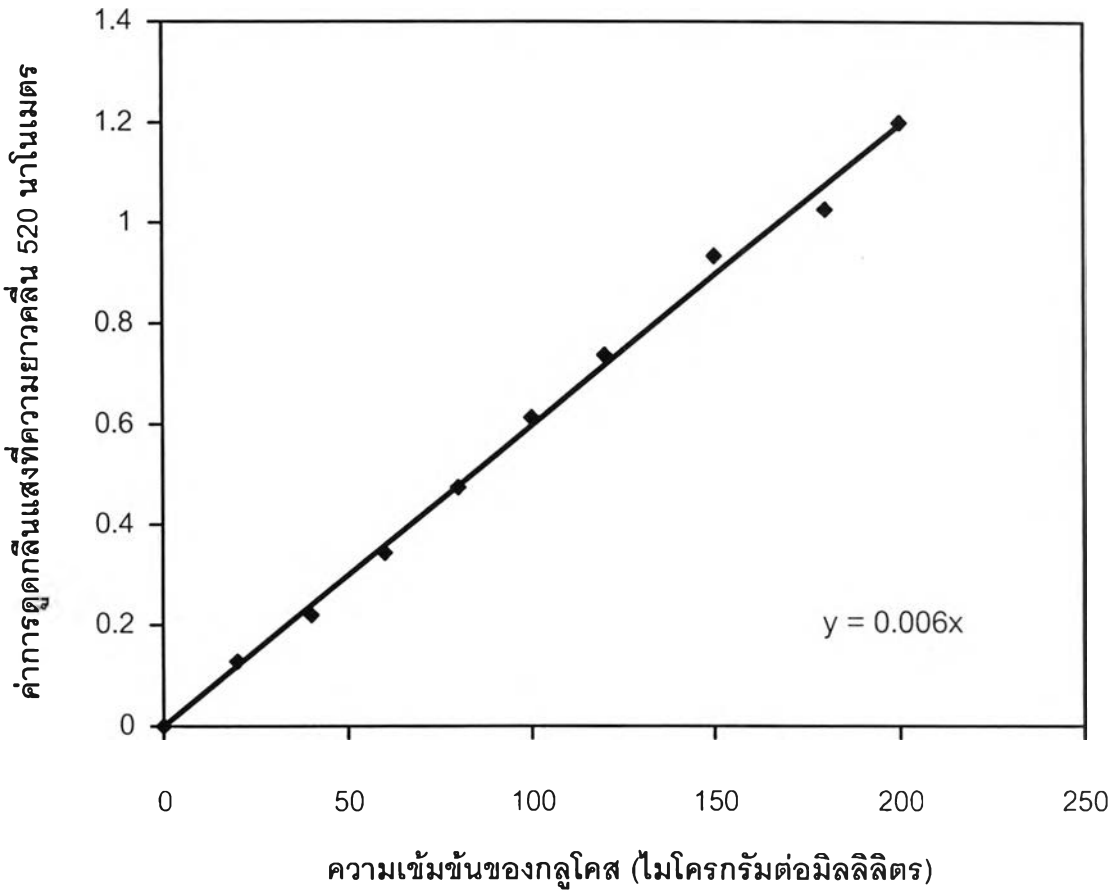
กราฟมาตรฐาน

1. กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์

1.1 กราฟมาตรฐานไซโลสความเข้มข้น 0-200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

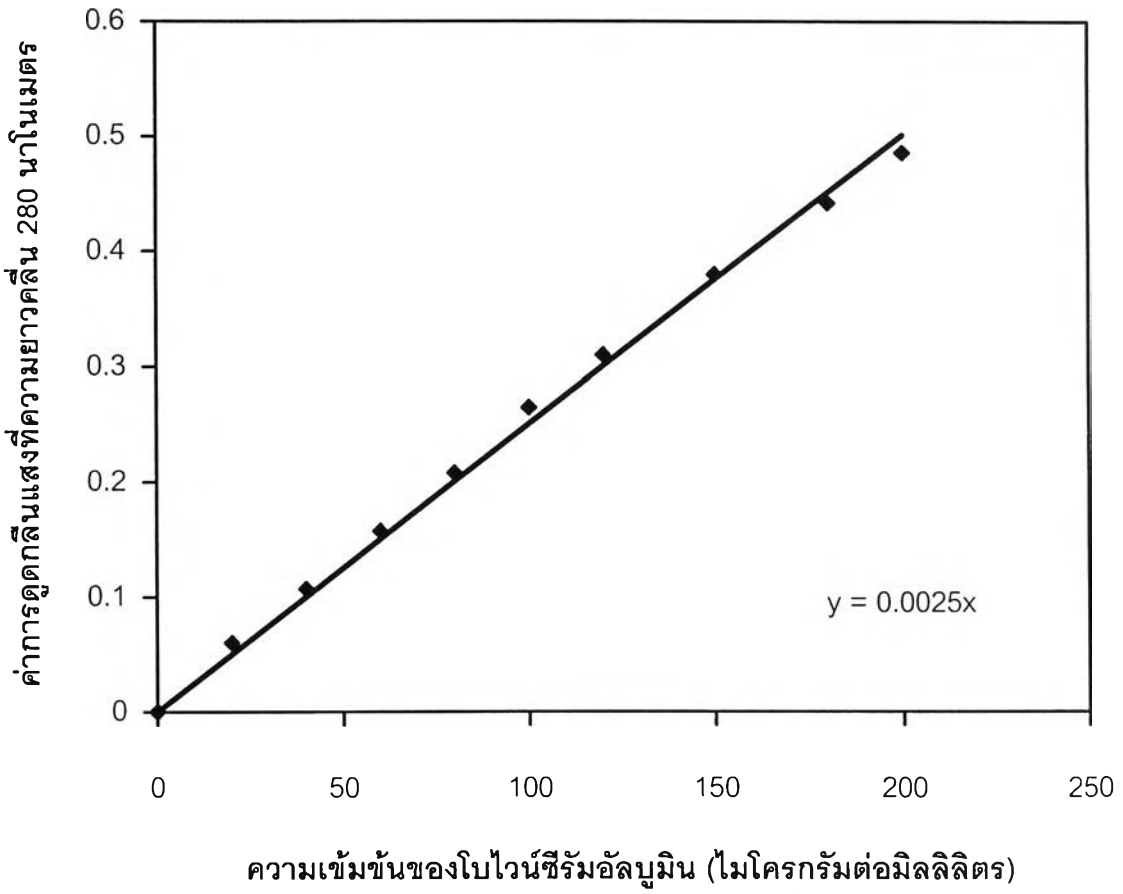


1.2 กราฟมาตรฐานกลูโคสความเข้มข้น 0-200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



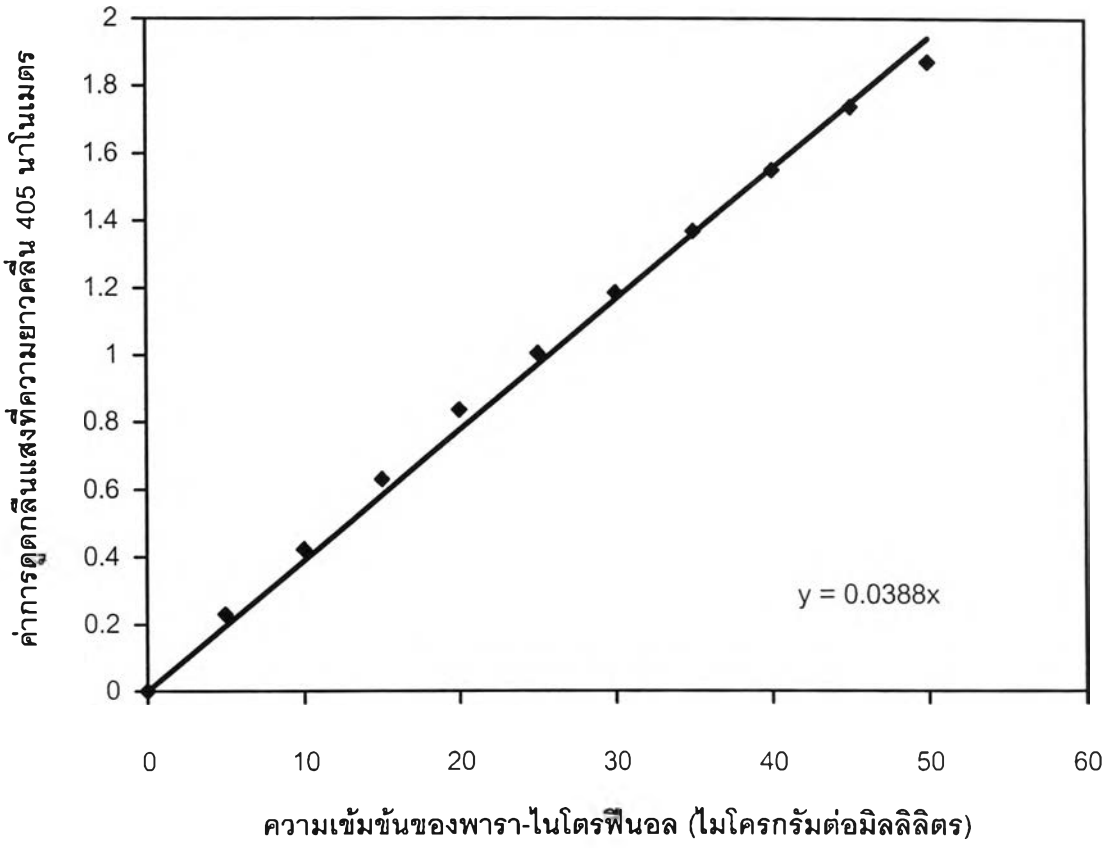
2. กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์โปรตีน

กราฟมาตรฐานของโบไวน์ซีรัมอัลบูมิน ความเข้มข้น 0-200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



3. กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์

กราฟมาตรฐานของพารา-ไนโตรฟีนอล ความเข้มข้น 0-50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววัชรี ชุณห์กุล เกิดเมื่อวันพฤหัสบดีที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523 ที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2544 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2545 ปัจจุบันอาศัยอยู่ที่บ้านเลขที่ 81 หมู่ที่ 6 ตำบลท่าทองหลาง อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา 24110

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

1. งานวิจัยระดับปริญญาตรี "Ruangtaep, J., Chungool, W., and Pinphanichakarn, P. 2000. Preliminary study of xylan-binding properties of xylanases I and II from *Streptomyces* sp. PC22 for the purification potentials. J. Sci. Res. Chula. Univ. 27(2), 175-182."

2. ส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้ได้เข้าร่วมเสนอผลงานในการประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติ BioThailand 2005 ระหว่างวันที่ 2-5 พฤศจิกายน 2005 ณ. ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ ในหัวข้อเรื่อง"α-L-Arabinofuranosidase and acetyl esterase from *Streptomyces* sp. PC22 and their synergistic actions with xylanase and β-xylosidase." ร่วมกับรองศาสตราจารย์ ดร. ไพเราะ ปิ่นพานิชการ นางสาวปิ่นปัญญา เรียงรุ่งโรจน์ และนางสาวปาริฉัตร ราวีศรี