รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. บทปฏิบัติการที่ 7 การนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ (MicrobialPopulation), 2551. [online].แหล่งที่มา: http://science.kmutt.ac. th/class/mic291/ mic291lab7.doc [2551, September 1]

สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล. เทคโนโลยีชีวภาพอาหาร การหมัก และสิ่งแวดล้อม.1. 1. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

ภาษาอังกฤษ

Abd-Aziz, S., Hung, G. S., Hassan, M. A., Karim, M. I. A. and Samat, N., Indirect method for quantification of cell biomass during solid state fermentation of palm kernel cake based on protein content. Asian Journal of Scientific Research 1 (2008) : 385-393.

Adejoye, O. D., Adebayo-Tayo, B. C., Ogunjobi, A. A., Olaoye, O. A. and Fadahunsi, F.I., Effect of carbon, nitrogen and mineral sources on growth of *Pleurotus florida*, a Nigeria edible mushroom. African Journal of Biotechnology 5 (2006) : 1355-1359.

Akpan, I. and Adelaja, F. A., Production and stabilization of amylase preparations from rice bran solid medium. World Journal of Microbiology and Biotechnology 20 (2004) : 47-50.

Altaf, Md., Naveena, B. J., Venkateshwar, M., Kumar, E. V. and Reddy, G., Single step fermentation of starch to L(+)-lactic acid by *Lactobacillus amylophilus* GV6 in SSF using inexpensive nitrogen sources to replace peptone and yeast extract – Optimization by RSM. Process Biochemistry 41 (2006) : 465-472.

Altaf, Md., Naveena, B. J. and Reddy, G., Use of inexpensive nitrogen sources and starch for L(+)-lactic acid production in anaerobic submerged fermentation. Bioresource Technology 98 (2007) : 498-503.

Aidoo, K. E., Hendry, R. and Wood, B. J. B., Estimation of fungal growth in a solid state fermentation system. European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology 12 (1981) : 6-9.

Aikat, K. and Bhattacharyya, B. C., Protease extraction in solid state fermentation of wheat bran by a local strain of *Rhizopus oryzae* and growth studies by the soft gel technique. Process Biochemistry 35 (2000) : 907-914.

Aikat, K. and Bhattacharyya,B. C., Protease production in solid state fermentation with liquid medium recycling in a stacked plate reactor and in a packed bed reactor by a local strain of *Rhizopus oryzae*. Process Biochemistry 36 (2001) : 1059-1068.

Arasaratnam, V., Senthuran, A. and Balasubramaniam, K., Supplementation of whey with glucose and different nitrogen sources for lactic acid production by *Lactobacillus delbrueckii*. Enzyme and Microbial Technology 19 (1996) : 482-486.

Aráujo, Á. A., Pastore, G. M. and Berger, R. G., Production of coconut aroma by fungi cultivation in solid state fermentation. Applied Biochemistry and Biotechnology 98-100 (2002) : 747-751.

Arzumanov, T., Jenkins, N. and Roussos, S., Effect of aeration and substrate moisture content on sporulation of *Metarhizium anisopliae* var. *acridum*. Process Biochemistry 40 (2005) : 1037-1042.

Ashokkumar, B., Kayalvizhi, N. and Gunasekaran, P., Optimization of media for β-fructofuranosidase production by *Aspergillus niger* in submerged and solid state fermentation. Process Biochemistry 37 (2001) : 331-338.

Babu, K. R. and Satyanarayana, T., α-Amylase production by thermophilic *Bacillus coagulans* in solid state fermentation. Process Biochemistry 30 (1995) : 305-309.

Bai, D. M., Jia, M. Z., Zhao, X. M., Ban, R., Shen, F., Li, X. G. and Xu, S. M., L(+)-lactic acid production by pellet-form *Rhizopus oryzae* R1021in a stirred tank fermentor. Chemical Engineering Science 58 (2003) : 785-791.

Barros, L., Baptista, P., Estevinho, L. M. and Ferreira, I. C. F. R., Bioactive properties of the medicinal mushroom *Leucopaxillus giganteus* mycelium obtained in the presence of different nitrogen sources. Food Chemistry 105 (2007) : 179-186.

Barton, L. L., Lineback, D. R. and Georgi, C. E., The influence of nitrogen and carbon sources on the production of glucoamylase by *Aspergilli*. The Journal of General and Applied Microbiology 15 (1969) : 327-344.

Bhargav, S, Panda, B. P, Ali, M. and Javed, S., Solid state fermentation : an overview. Chemical and Biochemical Engineering Quarterly 22 (2008) : 49-70.

Bhatti, H. N., Rashid, M. H., Nawaz, R., Asgher, M., Perveen, R. and Jabbar, A., Optimization of media for enhanced glucoamylase production in solid-state fermentation by *Fusarium solani*. Food Technology and Biotechnology 45 (2007) : 51-56.

Biesebeke, R. te, Biezen, N. van . Heerikhuisen, M., Franken, A., Punt, P. J. and van der Hondel, C. A. M. J. J., Branching mutants of *Aspergillus oryzae* with improved amylase and protease production on solid substrates. Applied Microbiology and Biotechnology 69 (2005) : 44-50.

Blandino, A., Iqbalsyah, T., Pandiella, S.S., Cantero, D. and Webb, C., Polygalacturonase production by *Aspergillus awamori* on wheat in solid state fermentation. Applied Microbiology and Biotechnology 58 (2002) : 164-169.

Budavari, S., O'Neil, M.J., Smith, A. and Heckelman, P.E.(eds.)., The merck index.11th Ed., 5214. Merck, Rahway,NJ. (1989)

Bulut, S., Elibol, M. and Ozer, D., Effect of different carbon sources on L(+)-lactic acid production by *Rhizopus oryzae*. Biochemical Engineering Journal 21 (2004) : 33-37.

Cavalcante, R. S., Lima, H. L. S., Pinto, G. A. S., Gava, C. A. T. and Rodrigues, S., Effect of moisture on *Trichoderma conidia* production on corn and wheat bran by solid state fermentation. Food and Bioprocess Technology 1 (2008) :100-104.

Chahal, D.S., Solid state fermentation with *Trichoderma reesei* for cellulase production. Applied and Environmental Microbiology 49 (1985) : 205-210.

Chinn, M. S., Nokes, S. E. and Strobel, H. J., Influence of moisture content and cultivation duration on *Clostridium thermocellum* 27405 end-product formation in solid substrate cultivation on Avicel. Bioresource Technology 99 (2008) : 2664-2671.

Christen, P., Bramorski, A., Revaha, S. and Soccol, C. R., Characterization of volatile compounds produced by *Rhizopus* strains grown on agro-industrial solid wastes. Bioresource Technology 71 (2000) : 211-215.

Corona, A., Sáez, D. and Agosin, E., Effect of water activity on gibberellic acid production by *Gibberella fujikuroi* under solid-state fermentation conditions. Process Biochemistry 40 (2005) : 2655-2658.

Couto, S. R. and Sanroma, M. A., Application of solid state fermentation to food industry - A review. Journal of Food Engineering 76 (2006) : 291-302.

Cui, Y.Q., van der Lans, R.G.J.M. and Luyben, K.Ch.A.M., Effects of dissolved oxygen tension and mechanical forces on fungal morphology in submerged fermentation. Biotechnology and Bioengineering 57 (1998) : 409-419.

Desgranges, C., Vergoignan, C., Georges, M. and Durand, A., Biomass estimation in solid state fermentation I. Manual biochemical methods. Applied Microbiology and Biotechnology 35 (1991) : 200-205.

Elisashvili, V., Penninckx, M., Kachlishvili, E., Tsiklauri, N., Metreveli, E., Kharziani, T. and Kvesitadz, G., *Lentinus edodes* and *Pleurotus* species lignocellulolytic enzymes activity in submerged and solid state fermentation of lignocellulosic wastes of different composition. Bioresource Technology 99 (2008) : 457-462.

Ellaiah, P., Adinarayana, K., Bhavani, Y., Padmaja, P. and Srinivasulu, B., Optimization of process parameters for glucoamylase production under solid state fermentation by a newly isolated *Aspergillus* species. Process Biochemistry 38 (2002) : 615-620.

Ellis, D.H., Zygomycetes, Microbiology and Microbial Infections 9 (1997) : 247-277.

Facciotti, M. C. R., Wuhstrack, G. H., Tonso, A., Chiquetto, M. L. and Schmidell, W., Effect of yeast extract on glucoamylase synthesis by *Aspergillus amamori* NRRL 3112. Biotechnology Letters 13 (1991) : 547-552.

Feng, X. M., Eriksson, A. R. B. and Schnürer, J., Growth of lactic acid bacteria and *Rhizopus oligosporus* during barley tempeh fermentation. International Journal of Food Microbiology 104 (2005) : 249-256.

Fujio, Y. and Morita, H., Improved glucoamylase production by *Rhizopus* sp. A-I 1 using metal-ion supplemented liquid medium. Journal of Fermentation and Bioengineering 82 (1996) : 554-557.

Gervais, P., Bensoussan, M. and Grajek, W., Water activity and water content: comparative effects on the growth of *Penicilium roqueforti* on solid substrate. Applied Microbiology and Biotechnology 27 (1988) : 389-392.

Gervais, P. and Molin, P., The role of water in solid-state fermentation. Biochemical Engineering Journal 13 (2003) : 85-101.

Ghaly, A. E., Tango, M. S. A., and Adams, M. A., Enhanced lactic acid production from cheese whey with nutrient supplement addition. Agricultural Engineering International : the CIGR Journal of Scientific Research and Development (2003) : 1-20.

Gkargkas, K., Mamm, D., Nedev, G., Topakas, E., Christakopoulos, P., Kekos, D. and Macris, B. J., Studies on a *N*-acetyl-ß-D-glucosaminidase produced by *Fusarium oxysporum* F3 grown in solid state fermentation. Process Biochemistry 39 (2004) :1599-1605.

Grajek, W. and Gervais, P., Influence of water activity on the enzyme biosynthesis and enzyme activities produced by *Trichoderma viride* TS in solid state fermentation. Enzyme and Microbial Technology 9 (1987) : 658-661.

Graminha, E. B. N., Goncalves, A. Z. L., Pirota, R. D. P. B., Balsalobre, M. A. A., Silva, D.R. and Gomes, E., Enzyme production by solid state fermentation : Application to animal nutrition. Animal Feed Science and Technology 144 (2008) : 1-22.

Gullóna, B., Yáñeza, R., Alonso, J. L. and Parajó, J.C., L-Lactic acid production from apple pomace by sequential hydrolysis and fermentation. Bioresource Technology 99 (2008) : 308-319.

Gustavo, V. -G., Ernesto, F. -T., Cristobal N. A., Sergio de Jesus, R. -G., Gerardo D. -G. and Augur, C., Advantages of fungal enzyme production in solid state over liquid fermentation systems. Biochemical Engineering Journal 13 (2003) : 157-167.

Gutarra, M. L. E., Cavalcanti, E. D. C., Castilho, L. R., Freire, D. M. G. and Sant'anna Jr. G. L., Lipase production by solid state fermentation. Applied Biochemistry and Biotechnology 121–124 (2005) : 105–116.

Hallsworth, J. E. and Magan, N., Water and temperature relations of growth of the entomogenous fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces farinosus*. Journal of Invertebrate Pathology 74 (1999) : 261-266.

Hang, Y. D., Hamamci, H. and Woodams, E. E., Production of L(+)-lactic acid by *Rhizopus oryzae* immobilized in calcium alginate gels. Biotechnology Letters 11(1989) : 119-120.

Hana, B. Z., Ma, Y., Rombouts, F. M. and Nout, M. J. R., Effects of temperature and relative humidity on growth and enzyme production by *Actinomucor elegans* and *Rhizopus oligosporus* during sufu pehtze preparation. Food Chemistry 81 (2003) : 27-34.

Hakil, M., Voisinet, F., Viniegra, G. G. and Augur, C., Caffeine degradation in solid state fermentation by *Aspergillus tamari* : effects of additional nitrogen sources. Process Biochemistry 35 (1999) : 103-109.

Hofvendahl, K. and Hahn-Hagerdal, B., Factor affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources. Enzyme and Microbial Technology 26 (2000) : 87-107.

Hong, K., Ma, Y. and Li, M. Q., Solid state fermentation of phytase from cassava dregs. Applied Biochemistry and Biotechnology 91–93 (2001) : 777-785.

Hölker, U. and Lenz, J., Solid state fermentation - are there any biotechnological advantages? Current Opinion in Microbiology 8 (2005) : 301-306.

Holten, C.H., Muller, A. and Rehbinder, D., Lactic acid-Properties and chemistry of lactic acid and derivatives. VCH, Weinheim, Germany,1971.

Huang, L. P., Jin, B., Lant, P. and Zhou, J. T., Simultaneous saccharification and fermentation of potato starch wastewater to lactic acid by *Rhizopus oryzae* and *Rhizopus arrhizus*. Biochemical Engineering Journal 23 (2005) : 265-276.

Hujanen, M. and Linko, Y. Y., Effect of temperature and various nitrogen sources on L(+)-lactic acid production by *Lactobacillus casei*. Applied Microbiology and Biotechnology 45 (1996) : 307-313.

Ikasari, L. and Mitchell, D. A., Protease production by *Rhizopus oligosporus* in solid state fermentation. World Journal of Microbiology and Biotechnology 10 (1994) : 320-324.

Ikasari, L. and Mitchell, D. A., Oxygen uptake kinetics during solid state fermentation with *Rhizopus oligosporus*. Biotechnology Techniques 12 (1998) : 171-175.

Jin, B., Huang, L. P. and Lant, P., *Rhizopus arrhizus* - a producer for simultaneous saccharification and fermentation of starch waste materials to L(+)-lactic acid. Biotechnology Letters 25 (2003) : 1983-1987.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

Jin, B., Yin, P. H., Ma, Y. H. and Zhao, L., Production of lactic acid and fungal biomass by *Rhizopus* fungi from food processing waste streams. The Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology 32 (2005) : 678-686.

John, R. P., Nampoothiri, K. M. and Pandey, A., Solid-state fermentation for L-lactic acid production from agro wastes using *Lactobacillus delbrueckii*. Process Biochemistry 41 (2006) : 759–763.

John, R. P., Nampoothiri, K. M. and Pandey, A., Fermentative production of lactic acid from biomass : an overview on process developments and future perspectives. Applied Microbiology and Biotechnology 74 (2007) : 524-534.

Judith, L. S. L., Maria, C. A. F. and Nei, P. Jr., Xylanase production by *Aspergillus awamori* in solid state fermentation and influence of different nitrogen sources. Applied Biochemistry and Biotechnology 91-93 (2001) : 681-189.

Kadam, S. R., Patil, S. S. and Bastawde, K. B., Strain improvement of *Lactobacillus delbrueckii* NCIM 2365 for lactic acid production. Process Biochemistry 41(2005) : 120-126.

Kosugi, A., Kondo, A., Ueda, M., Murata, Y., Vaithanomsat, P., Thanapase, W., Arai, T. and Mori, Y. Production of ethanol from cassava pulp *via* fermentation with a surface-engineered yeast strain displaying glucoamylase . Renewable Energy 34 (2009) : 1354-1358.

Kumar, P. K. R. and Lonsane, B. K., Solid state fermentation : physical and nutritional factors influencing gibberellic acid production. Applied Microbiology and Biotechnology 34 (1990) : 145-148.

Li, Y., Chen, J., Liang, D. F. and Lun, S. Y., Effect of nitrogen source and nitrogen concentration on the production of pyruvate by *Torulopsis glabrata*. Journal of Biotechnology 81 (2000) : 27-34.

Liao, W., Liu, Y., Frear, C. and Chen, S. L., A new approach of pellet formation of a filamentous fungus – *Rhizopus oryzae*. Bioresource Technology 98 (2007) : 3415-3423.

Lin, J., Zhou, M., Zhao, X., Luo, S. and Lu, Y., Extractive fermentation of L-lactic acid with immobilized *Rhizopus oryzae* in a three-phase fluidized bed. Chemical Engineering and Processing 46 (2007) : 369-374.

Litchfield, J. H., Microbiological production of lactic acid. Advances in Applied Microbiology 42 (1996) : 45-95.

Lockwook, L.B., Lactic acid. Annals of the New York Academy of Science 119 (1965) : 354-867.

Lu, M. Y., Brooks, J. D. and Maddox, I. S., Citric acid production by solid state fermentation in a packed-bed reactor using *Aspergillus niger*. Enzyme and Microbial Technology 21 (1997) : 392-397.

Liu, Y., Wen, Z., Liao, W., Liu, C. and Chen, S., Optimization of the process for the production of L(+)-lactic acid from cull potato by *Rhizopus oryzae*. Engineering in Life Sciences 5 (2005) : 343-349.

Vandenberghe, L. P. S. , Soccol, C.. R. , Prado, F. C. and Pandey, A., Comparison of citric acid production by solid state fermentation in flask, column, tray, and drum bioreactors. Applied Biochemistry and Biotechnology 118 (2004) : 293-303.

Luis, N. B. J., Hugo, J. I., Enrique, B. A., Ramiro, R. M. and Octavio, P. L., An optimization study of solid state fermentation : xanthophylls extraction from marigold flowers. Applied Microbiology and Biotechnology 65 (2004) : 383-390.

Mamma, D., Kourtoglou, E. and Christakopoulos, P., Fungal multienzyme production on industrial by-products of the citrus-processing industry. Bioresource Technology 99 (2008) : 2373-2383.

Malarvizhi, K., Murugesan, K. and Kalaichelvan, P. T., Xylanase production by *Ganoderma lucidum* on liquid and solid state fermentation. Indian Journal of Experimental Biology 41 (2003) : 620-626.

Marlida, Y., Saari, N., Hassan, Z. and Radu, S., Improvement in raw sago starch degrading enzyme production from *Acremonium* sp. endophytic fungus using carbon and nitrogen sources. Enzyme and Microbial Technology 27 (2000) : 511–515.

Marin-Cervantes, M. C., Matsumoto, Y., Ramırez-Coutino, L., Rocha-Pino, Z., Viniegra, G. and Shirai, K., Effect of moisture content in polyurethane foams as support for solid-substrate fermentation of *Lecanicillium lecanii* on the production profiles of chitinases. Process Biochemistry 43 (2008) : 24-32.

Martak, J., Scholosser, S., Sabolova, E., Kristofikova, L. and Rosenberg, M., Fermentation of lactic acid with *Rhizopus arrhizus* in a stirred tank reactor with a periodical bleed and feed operation. Process Biochemistry 38 (2003) : 1573-1583.

Mirdamadi, S., Sadeghi, H., Sharafi, N., Fallahhpour, M., Mohseni F. A. and Bakhtiari, M.R., Comparision of lactic acid isomers produced by fungal and bacterial strains. Iranian Biomedical Journal 2 (2002) : 69-75.

Mitchell, D. A., Doelle, H. W. and Greenfield, P. F., Agar plate growth studies of *Rhizopus oligosporus* and *Aspergillus oryzae* to determine their suitability for solid state fermentation. Applied Microbiology and Biotechnology 28 (1988) : 598-602.

Mitchell, D. A., Krieger, N., Stuart, D. M. and Pandey, A., New developments in solid state fermentation II. Rational approaches to the design, operation and scale-up of bioreactors. Process Biochemistry 35 (2000) : 1211-1225.

Mitchell, D. A., Berovic, M. and Krieger, N., Overview of solid state bioprocessing. Biotechnology Annual Review 8 (2002) : 183-225.

Michelson, T., Kask, K., Jõgi, E., Talpsep, E., Suitso, I. and Nurk, A., L(+)-Lactic acid producer *Bacillus coagulans* SIM-7 DSM 14043 and its comparison with *Lactobacillus delbrueckii* ssp. lactis DSM 20073. Enzyme and Microbial Technology 39 (2006) : 861-867.

Miura, S., Arimura, T., Itoda, N., Dwiarti, L., Feng, J. B., Bin, C. H. and Okabe, M., Production of L-lactic acid from corncob. Journal of Bioscience and Bioengineering 97 (2004) : 153-157.

Mussatto, S. I., Fernandes, M., Dragone, G., Mancilha, I. M. and Roberto, C., Brewer's spent grain as raw material for lactic acid production by *Lactobacillus delbrueckii*. Biotechnology Letters 29 (2007) : 1973-1976.

Nahar, S., Hossain, F., Feroza, B. and Halim, M. A., Production of glucoamylase by *Rhizopus* sp. in liquid culture. Pakistan Journal of Botany 40 (2008): 1693-1698.

Nair, S. G., Sindhu, R. and Shashidhar, S., Fungal xylanase production under solid state and submerged fermentation conditions. African Journal of Microbiology Research 2 (2008) : 82-86.

Narayanan, N., Roychoudhury, P. K. and Srivastava, A., L(+)-lactic acid fermentation and its product polymerization. Electronic Journal of Biotechnology 7 (2004) : 167-179.

Naveena, B. J., Altaf, M., Bhadrayya, K., Madhavendra, S. S. and Reddy, G., Direct fermentation of starch to L(+)-lactic acid in SSF by *Lactobacillus amylophilus* GV6 using wheat bran as support and substrate : medium optimization using RSM. Process Biochemistry 40 (2005) : 681-690.

Niladev, K. N. Sukumara, R. K. and Prema, P., Utilization of rice straw for laccase production by *Streptomyces psammoticus* in solid state fermentation. The Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology 34 (2007) : 665-674.

Norouzian, D., Akbarzadeh, A., Scharer, J. M. and Young, M. M., Fungal glucoamylases. Biotechnology Advances 24 (2006) : 80-85.

Oda, Y., Saito, K., Yamauchi, H. and Mori, M. Lactic acid fermentation of potato pulp by the fungus *Rhizopus oryzae*. Current Microbiology 45 (2002) : 1-4.

Oguntoyinbo, F. A., Identification and functional properties of dominant lactic acid bacteria isolated at different stages of solid state fermentation of cassava during traditional *gari* production. World Journal of Microbiology and Biotechnology 23 (2007) : 1425-1432.

Oh, H., Wee, Y. J., Yun, J. S., Han, S. H., Jung, S. W. and Ryu, H. W., Lactic acid production from agricultural resources as cheap raw materials. Bioresource Technology 96 (2005) : 1492-1498.

Ong, L. G. A., Abd-Aziz, S., Noraini, S., Karim, M. I. A., and Hassan, M. A., Enzyme production and profile by *Aspergillus niger* during solid substrate fermentation using palm kernel cake as substrate. Applied Biochemistry and Biotechnology 118 (2004) : 73-79.

Ooijkaas, L. P., Tramper, J. and Buitelaar, R. M., Biomass estimation of *Coniothyrium minitans* in solid state fermentation. Enzyme and Microbial Technology 22 (1998) : 480-486.

Oriol, E., Raimbaul, M., Roussos, S. and Gustavo, V. G., Water and water activity in the solid state fermentation of cassava starch by *Aspergillus niger*. Applied Microbiology and Biotechnology 27 (1988) : 498-503.

Pandey, A., Improvements in solid-state fermentation for glucoamylase production. Biological Wastes 34 (1990) : 1-19.

Pandey, A., Ashakumary, L., Selvakumar, P. and Vijayalakshmi, K. S., Influence of water activity on growth and activity of *Aspergillus niger* for glycoamylase production in solid state fermentation. World Journal of Microbiology and Biotechnology 10 (1994) : 485-486.

Pandey, A., Soccol, C. R. and Mitchell, D., New developments in solid state fermentation : I-bioprocesses and products. Process Biochemistry 35 (2000) : 1153-1169.

Pandey, A., Solid state fermentation. Biochemical Engineering Journal 13 (2003) : 81-84.

Panesa, P. S., Kennedy, J. F., Gandhi, D. N. and Bunko, K., Bioutilisation of whey for lactic acid production. Food Chemistry 105 (2007) : 1-14.

Papagianni, M., Nokes, S. E. and Filer, K., Production of phytase by *Aspergillus niger* in submerged and solid state fermentation. Process Biochemistry 35 (1999) : 397-402.

Park, E. Y., Kosakai, Y. and Okabe, M., Efficient production of L-(+)-lactic acid using mycelial cotton-like flocs of *Rhizopus oryzae* in an air-lift bioreactor. Biotechnology Progress 14 (1998) : 699-704.

Park, E. Y., Anh, P. N. and Okuda, N., Bioconversion of waste office paper to L(+)-lactic acid by the filamentous fungus *Rhizopus oryzae*. Bioresource Technology 93 (2004) : 77-83.

Patidar, P., Agrawal, D., Banerjee, T. and Patil, S., Chitinase production by *Beauveria felina* RD 101: optimization of parameters under solid substrate fermentation conditions. World Journal of Microbiology and Biotechnology 21 (2005) : 93-95.

Pedersen, H. and Nielsen, J., The influence of nitrogen sources on the α-amylase productivity of *Aspergillus oryzae* in continuous cultures. Applied Microbiology and Biotechnology 53 (2000) : 278-281.

Prado, F. C., Vandenberghe, L. P. S., Woiciechowski, A. L., Rodrígues-León, J. A. and Soccol C. R., Citric acid production by solid-state fermentation on a semi-pilot scale using different percentages of treated cassava bagasse. Brazilian Journal of Chemical Engineering 22 (2005) : 547-555.

Pinto, F. S. T., Flôres, S. H., Ayub, M. A. Z. and Hertz, P. F., Production of cyclodextrin glycosyltransferase by alkaliphilic *Bacillus circulans* in submerged and solid state cultivation. The journal Bioprocess and Biosystems Engineering 30 (2007) : 377-382.

Pothiraj, C., Balaji, P. and Eyini, M. Enhanced production of cellulases by various fungal cultures in solid state fermentation of cassava waste. African Journal of Biotechnology 5 (2006) : 1882-1885.

Pritchard, G.G., Factors affecting the activity and synthesis of NAD-dependent lactate dehydrogenase in *Rhizopus oryzae*. Journal of General Microbiology 78 (1973) : 125-137.

Rattanachomsri, U., Tanapongpipat, S., Eurwilaichitr, L. and Champreda, V. Simultaneous non-thermal saccharification of cassava pulp by multi-enzyme activity and ethanol fermentation by Candida tropicalis. Journal of Bioscience and Bioengineering 107 (2009) : 488-493.

Rhodes, L. and Broderick, A., Bioconversion of nitrogen supplemented wheat pollard and bran by filamentous fungi. Biological Wastes 30 (1989) : 101-109.

Ride, J.P. and Drysdale, R.B., A rapid method for the chemical estimation of filamentous fungi in plant tissue. Physiological and Molecular Plant Pathology 2 (1972) : 7-15.

Robinson, T. and Nigam, P., Bioreactor design for protein enrichment of agricultural residues by solid state fermentation. Biochemical Engineering Journal 13 (2003) : 197-203.

Roche, N., Venague, A., Desgranges, C. and Durand, A., Use of chitin measurement to estimate fungal biomass in solid state fermentation. Biotechnology Advances 11 (1993) : 677-683.

Rodriguez, J. A., Mateos, J. C., Nungaray, J., González, V., Bhagnagar, T., Roussos, S., Cordova, J. and Baratti, J., Improving lipase production by nutrient source modification using *Rhizopus homothallicus* cultured in solid state fermentation. Process Biochemistry 41 (2006) : 2264-2269.

Ronald, H. W. M., Robert, R. B., Gerrit, E. and Ruud, A. W., Lactic acid production from xylose by the fungus *Rhizopus oryzae*. Applied Microbiology and Biotechnology 72 (2006) : 861-868.

Romero, S.M., Patriarca, A., Pinto, V. F. and Vaamonde, G., Effect of water activity and temperature on growth of ochratoxigenic strains of *Aspergillus carbonarius* isolated from Argentinean dried vine fruits. International Journal of Food Microbiology 115 (2007) : 140-143.

Rosenberg, M. and L. Kristofikova., Physiological restriction of the l-lactic acid production by *Rhizopus arrhizus*. Acta Biotechnologica 15 (1995) : 367-374.

Ruengruglikit, C. and Hang, Y. D., L(+)-lactic acid production from corncobs by *Rhizopus oryzae* NRRL 395. Swiss Society of Food Science and Technology 36 (2003) : 573-575.

Saito, K., Takakuwa, N. and Oda, Y., Purification of the extracellular pectinolytic enzyme from the fungus *Rhizopus oryzae* NBRC 4707. Microbiological Research 159 (2004) : 83-86.

Sandhya, C., Sumantha, A., Szakacs, G. and Pandey, A., Comparative evaluation of neutral protease production by *Aspergillus oryzae* in submerged and solid state fermentation. Process Biochemistry 40 (2005) : 2689–2694.

Sautour, M., Dantigny, P., Divies, C. and Bensoussan, M., A temperature-type model for describing the relationship between fungal growth and water activity. International Journal of Food Microbiology 67 (2001) : 63-69.

Scotti, C. T., Vergoignan, C., Feron, G. and Durand, A., Glucosamine measurement as indirect method for biomass estimation of *Cunninghamella elegans* grown in solid state cultivation conditions. Biochemical Engineering Journal 7 (2001) : 1–5.

Selvakumar, P., Ashakumary, L. and Pandey, A., Biosynthesis of glucoamylase from *Aspergillus niger* by solid state fermentation using tea waste as the basis of a solid substrate. Bioresource Technology 65 (1998) : 83-85.

Skory, C. D., Freer, S. N. and Bothast, R. J., Production of L-lactic acid by *Rhizopus oryzae* under oxygen limiting conditions. Biotechnology Letters 20 (1998) : 191–194.

Skory, C.D., Lactic acid production by *Rhizopus oryzae* transformants with lactate dehydrogenase activity. Applied Microbiology and Biotechnology 64 (2004) : 237-242.

Sharma, A., Vivekananda, V. and Singh, R. P., Solid state fermentation for gluconic acid production from sugarcane molasses by *Aspergillus niger* ARNU-4 employing tea waste as the novel solid support. Bioresource Technology 99 (2008) : 3444-3450.

Shankar, S. K. and Mulimani, V. H., α-Galactosidase production by *Aspergillus oryzae* in solid-state fermentation. Bioresource Technology 98 (2007) : 958-961.

Shoj, H., Sugimoto, T., Hosoi, K., Shibata, K., Tanabe, M., and Kawatsura, K., Simultaneous production of glucoamylase and acid-stable α-amylase using novel submerged culture of *Aspergillus kawachii* NBRC 4308. Journal of Bioscience and Bioengineering 103 (2007) : 203-205.

Singhania, R. R., Patel, A. K., Soccol, C. R. and Pandey, A., Recent advances in solid state fermentation. Biochemical Engineering Journal 44 (2009) : 13-18.

Soccol, C .R., Iloki, I., Marin, B. And Raimbaults, M., Comparative production of alpha-amylase, glucoamylase and protein enrichment of raw and cooked cassava by *Rhizopus* strains in submerged and solid state fermentations. Journal of Food Science & Technology 31 (1994) : 320-323.

Soccol, C. R. and Vandenberghe, L. P. S., Overview of applied solid state fermentation in Brazil. Biochemical Engineering Journal 13 (2003) : 205-218.

Soletto, D., L. Binaghi, Lodi, A., Carvalho, J. C. M. and Converti, A., Batch and fed-batch cultivations of *Spirulina platensis* using ammonium sulphate and urea as nitrogen sources. Aquaculture 243 (2005) : 217-224.

Soni, S. K., Kaura, A. and Gupta, J. K., A solid state fermentation based bacterial α-amylase and fungal glucoamylase system and its suitability for the hydrolysis of wheat starch. Process Biochemistry 39 (2003) : 185-192.

Sparringa, R. A., Owens, J. D., Glucosamine content of tempe mould, *Rhizopus oligosporus*. International Journal of Food Microbiology 47 (1999) : 153-157.

Srirotha, K., Chollakup, R., Chotineeranat, S., Piyachomkwan, K. and Oates, C. G., Processing of cassava waste for improved biomass utilization. Bioresource Technology 71 (2000) : 63-69.

Stajic, M., Persky, L., Friesem, D., Hadar, Y., Wasser, S. P., Nevo, E. and Vukojevi, J., Effect of different carbon and nitrogen sources on laccase and peroxidases production by selected *Pleurotus* species. Enzyme and Microbial Technology 38 (2006) : 65-73.

Sun, Y., Li, Y. L. and Bai, S., Modeling of continuous L(+)-lactic acid production with immobilized *R. oryzae* in an airlift bioreactor. Biochemical Engineering Journal 3 (1999) : 87-90.

Sun, S. Y. and Xu, Y., Solid-state fermentation for 'whole-cell synthetic lipase' production from *Rhizopus chinensis* and identification of the functional enzyme. Process Biochemistry 43 (2008) : 219-224.

Suresh, P. V. and Chandrasekaran, M., Utilization of prawn waste for chitinase production by the marine fungus *Beauveria bassiana* by solid state fermentation. World Journal of Microbiology and Biotechnology 14 (1998) : 655-660.

Suresh, P. V. and Chandrasekaran, M., Impact of process parameters on chitinase production by an alkalophilic marine *Beauveria bassiana* in solid state fermentation. Process Biochemistry 34 (1999) : 257-267.

Szendefy, J., Szakacs, G. and Christopher, L., Potential of solid state fermentation enzymes of *Aspergillus oryzae* in biobleaching of paper pulp. Enzyme and Microbial Technology 39 (2006) : 1354-1360.

Tay, A. and Yang, S. T., Production of L(+)-lactic acid from glucose and starch by immobilized cells of *Rhizopus oryzae* in a rotating fibrous-bed bioreactor. Biotechnology and Bioengineering 80 (2002) :1–12.

Terebiznik, M. R. and Pilosof, A. M. R., Biomass estimation in solid state fermentation by modeling dry matter weight loss. Biotechnology Techniques 13 (1999) : 215-219.

Thomas, T.D., Ellwood, D.C. and Longyear, M.C., Change from homo-and heterolactic fermentation by *Streptococcus lactis* resulting from glucose limitation in anaerobic chemostat cultures. Journal Bacteriology 138 (1979) : 109-117.

Thongchul N., Lactic acid production by immobilized *Rhizopus oryzae* in a rotating fibrous bed bioreactor. PhD thesis. Program in Chemical engineering. The Ohio State University. Columbus, Ohio, 2005.

Tung, T. Q., Miyata, N. and Iwahori, K., Growth of *Aspergillus oryzae* during treatment of cassava starch processing wastewater with high content of suspended solids. Journal of Bioscience and Bioengineering 97 (2004) : 329-335.

Vaidya, A. N., Pandey, R. A., Mudliar, S., Kumar, M. S., Chakrabarti, T. and Devotta, S., Production and recovery of lactic acid for polylactide-an overview. Critical Reviews in Environmental Science and Technology 35 (2005) : 429-467.

Vandenberghe, L. P. S., Soccol, C.R., Prado, F. C. and Pandey, A., Comparison of citric acid production by solid state fermentation in flask, column, tray, and drum bioreactors. Applied Biochemistry and Biotechnology 118 (2004) : 293-303.

Varadarajan, S. and Miller, D.J., Catalytic upgrading of fermentation-derived organic acids. Biotechnology Progress 15 (1999) : 845-854.

Vijayakuma, J., Aravindan, R., and Viruthagiric, T., Recent trends in the production, purification and application of lactic acid. Chemical and Biochemical Engineering Quarterly 22 (2008) : 245-264.

Vintila, T., Dragomirescu, M., Jurcoane, S., Vintila, D., Caprita, R. and Maniu, M., Production of cellulase by submerged and solid-state cultures and yeasts selection for conversion of lignocellulose to ethanol. Biotechnological Letters 14 (2009) : 4275-4281.

Wassewar, K.L., Separation of lactic acid: recent advances. Chemical and Biochemical Engineering Quarterly 19 (2005) : 159-172.

Wee, Y. J., Kim, J. N. and Ryu, H. W., Biotechnological production of lactic acid and its recent applications. Food Technology and Biotechnology 44 (2006) : 163-172.

Wright, B.E., Longacre, A. and Reimers, J., Models of metabolism in *Rhizopus oryzae*. Journal of Theoretical Biology 182 (1996) : 453-457.

Yang, S. S. and Wang, J. Y., Protease and amylase production of *Streptomyces rimosus* in submerged and solid state cultivations. Botanical Bulletin of Academia Sinica. A Quarterly Journal Containing Scientific Contributions from the Institute of Botany, Academia Sinica. Shanghai 40 (1999) : 259-265.

Yang, S., Huang, Z., Jiang, Z. and Li, L., Partition and purification of a thermostable xylanase produced by *Paecilomyces thermophila* in solid state fermentation using aqueous two-phase systems. Process Biochemistry 43 (2008) : 56-61.

Yao, W. Y., Wu, X., Zhu, J., Sun, B. and Miller, C., Utilization of protein extract from dairy manure as a nitrogen source by *Rhizopus oryzae* NRRL 395 for L-lactic acid production. Bioresource Technology 101 (2010) : 4132-4138.

Yin, P. M., Nishina, N., Kosakai, Y., Yahiro, K., Park, Y. S. and Okabe M., Enhanced production of L(+)-lactic acid from corn starch in a culture of *Rhizopus oryzae* using an air-lift bioreactor. Journal of fermentation and bioengineering 84 (1997) : 249-253.

Yin, P. M, Yahiro, K., Ishigaki, T., Park, Y. and Okabez, M., L(+)-lactic acid production by repeated batch culture of *Rhizopus oryzae* in air-lift bioreactor. Journal of Fermentation and Bioengineering 85 (1998) : 96-100.

Yu, R. C and Hang, Y. D., Kinetics of direct fermentation of agricultural commodities to L(+)- lactic acid by *Rhizopus oryzae*. Biotechnology Letters 11(1989) : 597-600.

Zambare, V., Solid state fermentation of *Aspergillus oryzae* for glucoamylase production on agro residues. International Journal of Life Sciences 4 (2010) : 16-25.

Zhang, Z. Y., Jin, B. and Kelly, J. M., Production of lactic acid and byproducts from waste potato starch by *Rhizopus arrhizus* : role of nitrogen sources. World Jounal of Microbiology and Biotechnology 23 (2007) : 229-236.

Zhang, Z. Y., Jin, B. and Kelly, J. M., Production of lactic acid from renewable materials by *Rhizopus* fungi. Biochemical Engineering Journal 35 (2007) : 251-263.

Zhao, D. and Ding, X. Studies on the low-salt Chinese potherb mustard (*Brassica juncea*, Coss.) pickle. I-The effect of a homofermentative L(+)-lactic acid producer *Bacillus coagulans* on starter culture in the low-salt Chinese potherb mustard pickle fermentation. Food Science and Technology 41(2008) : 474-482.

Zhou, Y., Du, J. and Tsao, G.T., Mycelial pellet formation by *Rhizopus oryzae* ATCC52311. Applied Biochemistry and Biotechnology 84-86(2000) : 779-789.

Zhu, Y. P., Yin, L. J., Cheng, Y. Q., Yamaki, K., Mori, Y., Su, Y. C. and Li, L. T., Effects of sources of carbon and nitrogen on production of α-glucosidase inhibitor by a newly isolated strain of *Bacillus subtilis* B2. Food Chemistry 109 (2008) : 737-742.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. การหาแอคติวิตีแอลฟา-อะไมเลส

หลักการ

$$\text{polysaccharide} \xrightarrow{\alpha\text{-amylase}} \text{glucose}$$

สารเคมี A : สารละลาย 1% (w/v) แป้งมันฝรั่งใน 0.1 M sodium acetate buffer pH 6.0

B : สารละลาย DNSA

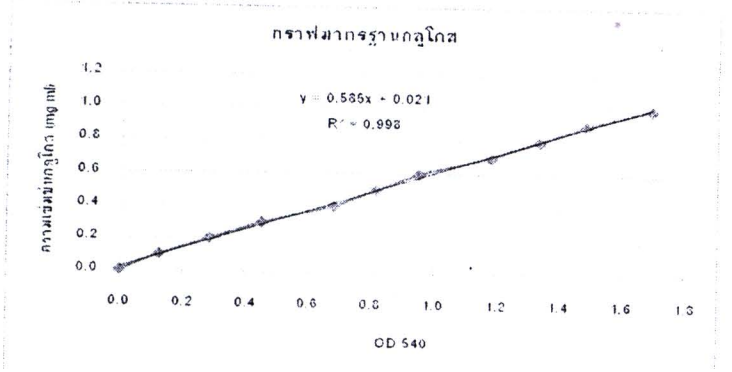
วิธีการตรวจวัดหาค่ากิจกรรมของแอลฟา-อะไมเลส

ตัวอย่าง	ชุดควบคุม
1. ตัวอย่างปริมาตร 125 ไมโครลิตร	1. สารละลาย A ปริมาตร 125 ไมโครลิตร
2. เติมสารละลาย A ปริมาตร 125 ไมโครลิตร	2. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที
3. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที	3. เติมสารละลาย B 500 ไมโครลิตร
4. เติมสารละลาย B 500 ไมโครลิตร	4. ตัวอย่างปริมาตร 125 ไมโครลิตร
5. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที	5. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที
6. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร	6. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร

เทียบหาปริมาณกลูโคสกับกราฟมาตรฐาน และนำไปคำนวณค่าแอคติวิตีของอะไมเลสตามภาคผนวก ข ข้อ 4

วิธีเตรียมกราฟมาตรฐานกลูโคส

สารละลายมาตรฐานกลูโคสความเข้มข้นระหว่าง 1-10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรแทนสารตัวอย่าง และทำตามขั้นตอนข้างบน แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้นข้นของสารละลายมาตรฐานกับค่าการดูดกลืนแสง



ภาพที่ ก.1 กราฟมาตรฐานกลูโคส

ค่าแอคติวิตีจำเพาะของเอนไซม์ 1 หน่วยของเอนไซม์ หมายถึง ปริมาณเอนไซม์ทั้งหมดที่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสของโพลีแซคคาไรด์ 1 ไมโครโมลภายใน 1 นาที รายงานเป็นปริมาณเอนไซม์ต่อกรัมกากมันแห้งเริ่มต้นในหน่วยมิลลิกรัม

2. การหาแอคติวิตีกลูโคอะไมเลส

หลักการ

ρ – Nitrophenyl – α – D – glucopyranoside (PNPG) $\xrightarrow{\text{Glucoamylase}}$ ρ – nitrophenol (PNG)

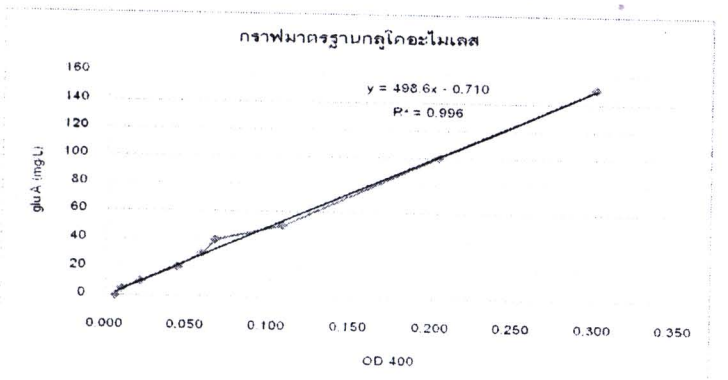
สารเคมี A: 0.1 % (w/v) 4-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside ใน0.1 M sodium acetate buffer pH 5.0

B: 0.1M sodium tetraborate

ขั้นตอนการวิเคราะห์

ตัวอย่าง	ชุดควบคุม
1. ตัวอย่างปริมาตร 125 ไมโครลิตร	1. ตัวอย่างปริมาตร 125 ไมโครลิตร
2. เติมสารละลาย A ปริมาตร 250 ไมโครลิตร	2. เติมสารละลาย A ปริมาตร 250 ไมโครลิตร
3. บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง	3. เติมสารละลาย B 575 ไมโครลิตร
4. เติมสารละลาย B 575 ไมโครลิตร	4. บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
5. บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที	5. บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที
6. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 400 นาโนเมตร	6. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 400 นาโนเมตร

เตรียมสารละลายมาตรฐานโดยใช้ กลูโคอะไมเลสความเข้มข้นระหว่าง 0-200 มิลลิกรัมต่อลิตร มาทำปฏิกิริยากับสารละลาย 4-nitrophemyl-α-D-glucopyranoside และเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้นข้นของกลูโคอะไมเลสกับค่าการดูดกลืนแสง



ภาพที่ ก.2 กราฟมาตรฐานกลูโคอะไมเลส

3. **การหาปริมาณชีวมวล**

หลักการ

$$\text{Chitin (in cell wall)} \xrightarrow{\text{acid hydrolysis}} \text{N-Acetyl-D-glucosamine}$$

สารเคมี A : 5% (w/v) sodium bisulphate

B : 5% (w/v) sodium nitrate

C : 12.5% (w/v) ammonium sulfamate

D : 0.5 % (w/v) 3-methyl-2-benzothiazolinone hydrozone hydrochloride (MBTH)

F : 0.5% (w/v) feric chloride

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. สารละลายไคตินที่ผ่านการย่อยด้วยกรด 0.5 มิลลิลิตร

2. เติมสารละลาย A และ B อย่างละ 0.5 มิลลิลิตร

3. นำไปเขย่าให้เข้ากันนาน 15 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง

4. แบ่งสารละลายที่ได้จากข้อ 3. 0.6 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย C 200 ไมโครลิตร

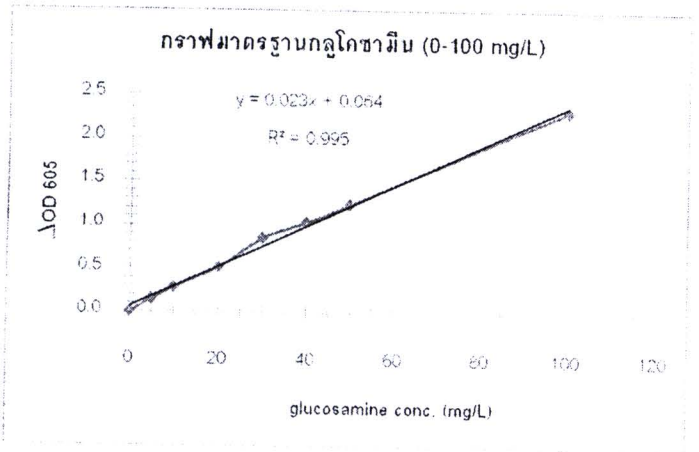
5. นำไปเขย่าให้เข้ากันนาน 5 นาที เติมสารละลาย D 200 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน

6. บ่มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที แล้วทำให้เย็น

7. เติมสารละลาย F 200 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง นาน 30 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง

8. วัดค่าดูดกลืนแสงที่ 650 นาโนเมตร เทียบหาปริมาณกลูโคซามีนกับกราฟมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐานโดยใช้ กลูโคซามีนความเข้มข้นระหว่าง 0-1000 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วเลือกแค่ช่วง log phase มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้นข้นของสารละลายมาตรฐานกับค่าการดูดกลืนแสง



ภาพที่ ก.3 กราฟมาตรฐานกลูโคซามีน

ในการคำนวณนำปริมาณกลูโคซามีนที่ได้จากการวัดค่าดูดกลืนแสงมาคำนวณเพื่อเทียบเป็นปริมาณชีวมวล โดยกลูโคซามีน 150 มิลลิกรัม เท่ากับ1 กรัมของชีวมวล

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภาคผนวก ข

การคำนวณ

1. การหาเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำที่เติมเสริม

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ % additional free water = (5+x)/(7.5+5+x)

เช่นถ้าต้องการให้มีเปอร์เซ็นต์น้ำที่เติมเสริมเท่ากับ 80

แทนค่า $0.8 = (5+x)/(7.5+5+x)$

$0.8(7.5+5+x) = (5+x)$

$6+4+0.8x = 5+x$

$10-5 = x-0.8$

$5 = 0.2x$

$X = 25$

หมายเหตุ

X = ปริมาณน้ำที่ต้องใส่เพิ่มลงไป หน่วย มิลลิลิตร

7.5 = น้ำหนักกากมันสำประหลังสดที่ใช้ หน่วย กรัม

5 = ปริมาตรของกล้าเชื้อที่ใส่ลงไป หน่วย มิลลิลตร

2. การหาค่า yield ($Y_{p/s}$)

ตัวอย่างการหมักแบบอาหารแข็งโดยใช้กากมันสำปะหลังเป็นแหล่งคาร์บอนที่มีปริมาณน้ำที่เติมเสริม 80 เปอร์เซ็นต์ ควบคุมค่ากรด-ด่างเท่ากับ 6.0 ทุกๆ 12 ชั่วโมง ไม่มีการเขย่า

ตารางที่ ข .1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดแลกติกและเอทานอลกับกลูโคส และปริมาณน้ำหมักที่เก็บได้หลังจากการนำไปปั่นเหวี่ยงแยกส่วนของเหลวออกจากของแข็ง

h	Concentration (g/L)			amount of
	glucose	lactic	ethanol	liquid (ml)
0	1.9305	0.0000	0.0000	33.0
12	1.7475	0.6505	0.0000	12.5
24	5.8072	1.1957	0.0000	26.0
36	6.0175	3.9448	0.0000	25.0
48	5.6696	5.3796	0.0000	26.5
60	4.5764	7.6254	0.0000	27.0
72	2.2200	8.0468	0.0000	26.2
84	0.0000	10.5736	3.3402	27.0
96	0.8685	9.9615	2.0325	25.0
108	1.6514	6.6839	0.0000	26.5
120	0.0000	10.7475	2.1296	25.5
132	0.0000	10.5502	0.0000	27.0
144	0.0000	11.2475	0.0000	27.5
156	0.0000	11.0167	0.0000	26.0
168	3.0717	7.5870	0.0000	26.3

นำความเข้มข้นของสารที่ได้ในหน่วย กรัมต่อลิตร ไปคูณ กับ ปริมาณของเหลวที่ได้ ตัวอย่างเช่น กรดแลกติกชั่วโมงที่ 24 จะได้ 1.1957 (g/l) × 26 (ml) = 31.0882 mg จากนั้นนำค่าที่ได้ในหน่วยมิลลิกรัมนี้ไปหารด้วยน้ำแห้งของกากมันสำปะหลังแห้งเริ่มต้น ซึ่งมีค่าเท่า 1.5 กรัม เมื่อกากมันสำปะหลังมีความชื้น 80 เปอร์เซ็นต์ จะได้ 31.0882 (mg) / 1.5 (g) = 20.7255 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักกากมันแห้งเริ่มต้นในหน่วยมิลลิกรัม

3. การหาปริมาณแป้งที่เหลือในกากมันสำปะหลัง

ตัวอย่างการหมักแบบอาหารแข็งโดยใช้กากมันสำปะหลังเป็นแหล่งคาร์บอน ที่เปอร์เซ็นต์น้ำอิสระที่ใส่เข้าไปเมื่อเทียบกับน้ำหนักรวมทั้งหมด เท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ ควบคุมค่ากรด-ด่าง 6.0 ทุกๆ 12 ชั่วโมง ไม่มีการเขย่า

ตารางที่ ข.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลกับน้ำหนักแห้งของกากมันหลังการหมัก

h	Dextrose (g/l)	Dried pulp after fermented (g)	conc. Dextrose (g/1 g FD)
0	59.100	1.2871	0.5910
12	60.800	1.1801	0.6080
24	46.400	0.9039	0.4640
36	38.000	0.8092	0.3800
48	33.300	0.7166	0.3330
60	18.300	0.6572	0.1830
72	14.300	0.6747	0.1430
84	8.760	0.6665	0.0876
96	9.210	0.6630	0.0921
108	6.340	0.6297	0.0634
120	6.210	0.6610	0.0621
132	7.600	0.6312	0.0760
144	6.230	0.6214	0.0623
156	3.820	0.6607	0.0382
168	5.770	0.7065	0.0577

นำความเข้มข้นของน้ำตาลที่ได้จากการวัดจากเครื่อง YSI ในหน่วย กรัมต่อลิตร คูณกับ 0.01 เพื่อให้อยู่ในหน่วยกรัมต่อหนึ่งกรัมกากมันแห้ง ตัวอย่างเช่น ที่ชั่วโมงที่ 24 จะได้ 46.400 × 0.01 = 0.4640 g/1g dried pulp จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคูณกับน้ำหนังแห้งของกากมันที่ได้หลังจากการหมัก ได้ 0.9039 × 0.4640 = 0.419 กรัมน้ำตาล นำไปหารด้วยน้ำหนักแห้งเริ่มต้น 0.419/1.5 = 0.2796 กรัมน้ำตาลต่อน้ำหนักกากมันแห้งเริ่มต้น

4. **วิธีการคำนวณค่าแอคติวิตีของแอลฟา-อะไมเลส**

ตัวอย่าง การหมักแบบอาหารแข็งโดยใช้กากมันสำปะหลังเป็นแหล่งคาร์บอนที่มีปริมาณน้ำที่เติมเสริม 80 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเร็วรอบการเหวี่ยง 80 รอบต่อนาที ควบคุมค่ากรด-ด่างเท่ากับ 6.0 ทุกๆ 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และมีการเติมสารละลายยูเรียเข้มข้น 0.1 กรัมต่อลิตร เป็นแหล่งไนโตรเจน

ตารางที่ ข.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณแอลฟา-อะไมเลสและปริมาณน้ำหมักที่เก็บได้หลังจากการนำไปปั่นเหวี่ยงแยกส่วนของเหลวออกจากของแข็งกับน้ำหนักแห้งของกากมันหลังการหมัก

h	OD 400			mg/ml	Free water (ml)	U / g initial dry pulp
	Blank	Sample	Difference			
0	0.535	0.669	0.134	3.9756	24.8	12.1722
12	0.608	0.629	0.021	1.3236	19.2	3.1374
24	0.948	1.023	0.075	2.5950	22.3	7.1443
36	0.726	0.818	0.092	2.9850	23.5	8.6602
48	0.537	0.690	0.153	4.4280	24.8	13.5573
60	0.414	0.463	0.050	2.0022	24.8	6.1302
72	0.548	0.578	0.031	1.5576	24.2	4.6536
84	0.548	0.699	0.151	4.3734	24.8	13.3902
96	0.504	0.667	0.163	4.6542	23.5	13.5029
108	0.429	0.570	0.140	4.1238	21.0	10.6913
120	0.400	0.547	0.147	4.2876	21.0	11.1160
132	0.434	0.524	0.090	2.9460	21.0	7.6378
144	0.443	0.656	0.213	5.8242	23.5	16.8974
156	0.437	0.670	0.233	6.2844	24.2	18.7756
168	0.422	0.549	0.127	3.8040	19.8	9.2987

นำค่าการดูดกลืนแสงที่ต่างกันระหว่างตัวอย่างกับชุดควบคุมที่ได้ ไปคำนวณในสมการ $y=0.585x+0.021$ ที่ได้จากการสร้างกราฟมาตรฐาน เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของกลูโคสในหน่วยมิลลิกรัมต่อมิลลิตรออกมา ตัวอย่างเช่นในชั่วโมงที่ 48 จะได้ $y= (0.585 \times 0.153)+0.021$ แล้วนำไปคูณกับจำนวนเท่าที่เจือจาง จะได้เท่ากับ 4.4280 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร จากนั้นนำค่าที่ได้ไปหารด้วยน้ำหนักโมเลกุลของกลูโคสเพื่อให้อยู่ในหน่วยไมโครโมล ได้ $(4.4280/180) \times 10^6 = 24600$ และเวลาที่ใช้การบ่มคือ 30 นาที ได้ 24600/30 = 820 ไมโครโมลต่อลิตรต่อนาที หรือ ยูนิต

จากนั้นนำไปคูณกับปริมาณน้ำอิสระที่แยกออกมาได้ แล้วหารด้วยน้ำหนักแห้งของกากมันเริ่มต้นที่ใช้ จะได้ (820 ×24.8)/1.5 = 13.5573 ยูนิตต่อกรัมน้ำหนักกากมันแห้งเริ่มต้น

5. วิธีการคำนวณค่าแอคติวิตีของกลูโคอะไมเลส

ตัวอย่าง การหมักแบบอาหารแข็งโดยใช้กากมันสำปะหลังเป็นแหล่งคาร์บอนที่มีปริมาณน้ำที่เติมเสริม 80 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเร็วรอบการเหวี่ยง 80 รอบต่อนาที ควบคุมค่ากรด-ด่างเท่ากับ 6.0 ทุกๆ 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และมีการเติมสารละลายยูเรียเข้มข้น 0.1 กรัมต่อลิตร เป็นแหล่งไนโตรเจน

ตารางที่ ข.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณกลูโคอะไมเลสและปริมาณน้ำหมักที่เก็บได้หลังจากการนำไปปั่นเหวี่ยงแยกส่วนของเหลวออกจากของแข็งกับน้ำหนักแห้งของกากมันหลังการหมัก

h	OD 400			GluA	Free water	GluA	mg/int. DP
	Blank	Sample	Difference	(mg/)l	(ml)	(mg)	
0	0.121	0.138	0.016	7.4338	24.8	184.3582	122.9055
12	0.123	0.137	0.014	6.2704	19.2	120.3917	80.2611
24	0.118	0.137	0.020	9.0958	22.3	202.8363	135.2242
36	0.123	0.136	0.013	5.938	23.5	139.5430	93.0287
48	0.122	0.141	0.019	8.7634	24.8	217.3323	144.8882
60	0.134	0.153	0.019	8.9296	24.8	221.4541	147.6361
72	0.123	0.141	0.018	8.2648	24.2	200.0082	133.3388
84	0.128	0.156	0.028	13.2508	24.8	328.6198	219.0799
96	0.127	0.154	0.027	12.9184	23.5	303.5824	202.3883
108	0.138	0.142	0.003	0.952	21.0	19.9920	13.3280
120	0.138	0.151	0.013	5.6056	21.0	117.7176	78.4784
132	0.136	0.152	0.016	7.4338	21.0	156.1098	104.0732
144	0.122	0.163	0.041	19.7326	23.5	463.7161	309.1441
156	0.120	0.171	0.051	24.7186	24.2	598.1901	398.7934
168	0.137	0.161	0.024	11.2564	19.8	222.8767	148.5845

นำค่าการดูดกลืนแสงที่ต่างกันระหว่างตัวอย่างกับชุดควบคุมที่ได้ ไปคำนวณในสมการ y= 498.6x - 0.71 ที่ได้จากการสร้างกราฟมาตรฐาน เพื่อให้ได้ปริมาณกลูโคอะไมเลส ตัวอย่างเช่น ในชั่วโมงที่ 48 จะได้ y = (498.6 × 0.019) – 0.71 เท่ากับ 8.7634 จากนั้นนำไปคูณกับปริมาณน้ำ

อิสระที่แยกออกมาได้ แล้วหารด้วยน้ำหนักแห้งของกากมันเริ่มต้นที่ใช้ จะได้ (8.7634 × 24.8)/1.5 เท่ากับ 144.8882 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักกากมันแห้งเริ่มต้น

6. วิธีการคำนวณหาปริมาณเซลล์แห้ง

ตัวอย่าง การหมักแบบอาหารแข็งโดยใช้กากมันสำปะหลังเป็นแหล่งคาร์บอนที่มีปริมาณน้ำที่เติมเสริม 80 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเร็วรอบการเหวี่ยง 80 รอบต่อนาที ควบคุมค่ากรด-ด่างเท่ากับ 6.0 ทุกๆ 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และมีการเติมสารละลายยูเรียเข้มข้น 0.1 กรัมต่อลิตร เป็นแหล่งไนโตรเจน

ตารางที่ ข.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณชีวมวลที่ได้หลังการหมัก

h	Aver. OD 650	Δ OD 650	conc.(mg/L)	amt.(g/1g)
blank	0.152			
0	0.343	0.191	5.536	0.369
12	0.326	0.174	4.768	0.318
24	0.407	0.255	8.304	0.554
36	0.441	0.289	9.768	0.651
48	0.454	0.302	10.362	0.691
60	0.415	0.263	8.630	0.575
72	0.458	0.306	10.522	0.701
84	0.443	0.291	9.855	0.657
96	0.512	0.360	12.870	0.858
108	0.427	0.275	9.159	0.611
120	0.405	0.253	8.217	0.548
132	0.443	0.291	9.855	0.657
144	0.482	0.330	11.565	0.771
156	0.463	0.311	10.725	0.715
168	0.440	0.288	9.725	0.648

นำค่าการดูดกลืนแสงที่ต่างกันระหว่างตัวอย่างกับชุดควบคุมที่ได้ ไปคำนวณในสมการ $y = 0.023x + 0.064$ ที่ได้จากการสร้างกราฟมาตรฐาน เพื่อให้ได้ปริมาณความเข้มข้นของกลูโคซามีน ตัวอย่างเช่นในชั่วโมงที่ 48 จะได้ $y = (0.023 \times 0.302) + 0.064$ เท่ากับ 10.362 มิลลิกรัมต่อลิตร นำค่าที่ได้ไปคูณกับการเจือจางให้ความเข้มข้นเป็น 0.1 เท่า สองครั้ง จะได้ 1036.232 มิลลิกรัมต่อลิตร นำค่าที่ได้คูณกับ 0.01 เพื่อให้ได้ปริมาณกลูโคซามีนอยู่ในหน่วย มิลลิกรัมต่อ 0.1 กรัม

น้ำหนักกากมันแห้ง แล้วหารด้วย 0.1 ได้ (1036.232 × 0.01)/0.1 ได้ปริมาณกลูโคซามีนเท่ากับ 103.623 มิลลิกรัมต่อหนึ่งกรัมน้ำหนักกากมันแห้ง นำค่าปริมาณกลูโคซามีนที่ได้ ไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณชีวมวล โดยใช้ กลูโคซามีน 150 มิลลิกรัม เท่ากับ 1 กรัมของชีวมวล เพราะฉะนั้น 103.623/150 จึงได้ปริมาณชีวมวลเท่ากับ 0.691 กรัมต่อหนึ่งกรัมน้ำหนักกากมันแห้ง

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวปริฉัตร พฤกษะวัน เกิดวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2526 ที่จังหวัดพิจิตร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เมื่อปีการศึกษา 2548 ต่อมาได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550

การเสนอผลงานวิจัย

Phrueksawan, P., Sooksai, S. and Thongchul, N., Direct production of L(+)-lactic acid from Cassava Pulp by solid state fermentation of *Rhizopus oryzae*. Poster presentation and proceedings. The 21st Annual Meeting and International Conference of Thai Society for Biotechnology. "TSB 2009 : Biotechnology: A Solution to the Global Economic Crisis?". 24-25 September, 2009, Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand.