รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรดกลูโคนิกช่วยเพิ่มจำนวนเชื้อบิฟีโดแบคทีเรียม. 2536. จดหมายข่าว อายิโนะโมะโต๊ะ. ฉบับที่ 13 : 1.

กรรณิกา จันทรสอาด. 2530. การคัดเลือกและการศึกษาจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดกลูโคนิกได้ปริมาณมาก. รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภชน์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรรณิกา จันทรสอาด. 2533. การศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตกรดกลูโคนิกโดย *Aspergillus sp.* รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภชน์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2531. น้ำตาลฟรุกโตส คุณสมบัติและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง. วารสารน้ำตาล มค.-กพ. : 17-30

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2532. สารให้ความหวาน. เอกสารประกอบวิชาเทคโนโลยีน้ำตาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กุลธิรา สู่สุข. 2538. การผลิตกรดกลูโคนิกโดย *Aspergillus sp.* G153 ที่ตรึงในแคลเซียมอัลจิเนต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จินตนา ไกรวัฒนพงศ์. 2536. การผลิตกรดกลูโคนิกในรูปโซเดียมกลูโคเนตโดย *Aspergillus sp.* สายพันธุ์ G153. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิติพงษ์ จิระวรานันท์. 2539. การผลิตกรดกลูโคนิกโดย *Aspergillus niger* G153. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บริหารข้อมูล, กอง. 2540. ข้อมูลสถิติสินค้าขาเข้า-ขาออกของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : กองบริหารข้อมูล. กรมศุลกากร. กระทรวงการคลัง. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

บาจรีย์ จันทราภานุกร. 2536. การใช้แป้งไฮโดรไลเสสเพื่อผลิตกรดกลูโคนิกโดย *Aspergillus sp.* G153. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2535. เอนไซม์ทางอาหาร ตอนที่ 1. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 193-204.

ฝ่ายวิชาการธนาคารกสิกรไทย. 2528. High fructose corn syrup: ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่น่าสนใจ. สรุปข่าวธุรกิจ 16 (11) : 7-14

ฝ่ายวิชาการธนาคารกสิกรไทย. 2532. High fructose corn syrup: ฤาฝันร้ายจะกลับมาเยือนระบบอ้อยและน้ำตาล. สรุปข่าวธุรกิจ 20 (20) : 31-36

ฝ่ายวิทยาศาสตร์น้ำตาลทราย. 2542. ตารางแสดงเปรียบเทียบการปริมาณการซื้อน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายบริสุทธิ์ของอุตสาหกรรมและผู้ค้าส่งระหว่างปี 2535-2541. สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล. กระทรวงอุตสาหกรรม.

ภัทรา จันทราทิตย์. 2542. การศึกษาและการพัฒนาคุณภาพน้ำตาลทรายที่ผลิตจากโรงงานน้ำตาลในประเทศไทย. สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล. กระทรวงอุตสาหกรรม.

เยาวภา ทองอร่าม, 2540. การผลิตกรดกลูโคนิกในรูปของโซเดียมกลูโคเนตโดย *Aspergillus niger* G153 ที่ตรึงในชิ้นและแผ่นพอลิยูรีเทนโฟม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รติกร กัณฑะพงศ์. 2534. การผลิตกรดกลูโคนิกโดย *Aspergillus* sp. สายพันธุ์ G153. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุษา ปิยะบงการ. 2538. การหาภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมหัวเชื้อเพื่อผลิตกรดกลูโคนิกจากน้ำตาลซูโครสโดย *Aspergillus sp.*สายพันธุ์ G153. โครงการส่งเสริมประสบการณ์การเรียนการสอนในเชิงวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Asano, T., Konda, T., Mori, R., Takenawa, Y., Yamochi, S., Kunugita, M., and Terachi, K. 1995. Bifidobacterium growth promotor. EP 0,667,107.

Asano, T., Yuasa, T., Kunugita, K., Teraji, T., and Mitsuoka, T. 1994. Effect of gluconic acid on human faecal bacteria. Microbial Ecology in Health and Disease. 7 : 247 - 256.

Barker, S.A., and Shirley, J.A., 1980. Monosaccharide-metabolizing enzymes. In Rose, A.H. (ed.), Microbial enzyme and bioconversions. pp. 213-226. London: Academic press INC. LTD.

Bergmeyer, H.U., and Jaworek, D. 1976. Process for the conversion with immobilized glucose oxidase-catalase. US. Patent. 3935017

Bernfeld, P. 1955. Amylase α,β and . In S.P. Colowick and N.O. Kaplan (eds.), Methods in enzymology. pp. 149. New York : Academic Press.

Biagini M. et al., 1988. Improved hyraulic cement. EP. 0290394

Bigelis, R., 1992. Food Enzymes. In D.B. Finkelstein, and C. Ball (eds.), Biotechnology of Filamentous Fungi : Technology and Products. pp. 361- 384. Boston : Butterworth Heinemann.

Bigelis, R., and Tsai S., 1995. Microorganisms for organic acid production. In Y. N. Hui and G. G. Khachatourians (eds.), Food Biotechnology Microorganisms. pp. 239-262. New York: VCH Publishers, Inc.

Blom, R.H., Pfeifer, V.F., Moyer, A.J., Traufler, D.H., and Conway, H.F. 1952. Sodium gluconate production: fermentation with *Aspergillus niger*. Ind. Eng. Chem. 44 : 435-439.

Bringer-Meyer, S., and Sahm, H. 1991. Process for obtaining sorbitol and gluconic acid by fermentation and cell material suitable for this purpose. US. Patent. 5017485

Bucke, C. 1983. Glucose - transforming enzymes. In W.M. Fogarty (ed.), Microbial Enzyme and Biotechnology, pp. 111 - 122. NewYork : Applied Science publishers.

Caridis, K.A., Christakopoulos, P., and Macris, B.J. 1991. Simultaneous production of glucose oxidase and catalase by *Alternaria alternata*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 34 : 794-797.

Casida, L.E. 1968. Gluconic acid . Industrial Microbiology. New York: John Wiley and Sons. pp. 344-347.

Cho, Y.K., and Bailey, J.E. 1977. Glucoamylase and glucose oxidase preparations and their combined application for conversion of maltose to gluconic acid. Biotech. Bioeng. 19 : 185 – 198.

Chu, L., Li, Y., and Yu, J. 1997. Study on glucose oxidase fermentation coupled with membrane dialysis. Appl. Biochem. Biotechnol. 67 : 59-70.

Chun, U.H., and Rogers, P.L. 1988. The simultanueous production of sorbitol from fructose and gluconic acid from glucose using an oxidoreductase of *Zymomonas mobilis*. Applied Microbiology and Biotechnology. 29 : 19-24 .

Das, A., and Kundu, P.N. 1987. Microbial production of gluconic acid. J.Sci. Ind.Res. 46 : 307-311

Doelle, M.B., Greenfield, P.F., and Doelle, H.W. 1990. The relationship between sucrose hydrolysis, sorbitol formation and mineral ion concentration during bioethanol formation using *Zymomonas mobilis* 2716. Appl microbiol biotechnol. 34 :160-167

Dronawat, S.N., Svihla, C.K., and Hanley, T.R. 1995. The effects of agitation and aeration on the production of gluconic acid by *Aspergillus niger*. Appl. Biochem. and Biotechnol. 51/52 : 347-354.

Gastrock, E.A., and Porges,N. 1938. Gluconic acid production on pilot-plant scale. Industrail and engineering chemistry. 30(7) : 782-789

Hansen, R.S., and Phillips, J.A. 1981. Chemical composition. In P Gerhardt et al. (eds.), Manual of methods for general bacteriology. pp. 328-336. Washington : American society for microbiology.

Hartmeier, W., and Doppner, T. 1983. Preparation and properties of mycelium bound glucose oxidase co-immobilixed with excess catalase. Biotecnol. Lett. 5 : 743-748.

Hartmeier, W. 1987. Glucose oxidation with immobilized glucose oxidase-catalase. US. Patent. 4460686.

Hatcher, H.J. 1972. Gluconic acid production. U.S. Patent. 3,669,840.

Hatzinikolaou, D.G., and Macris, B.J. 1995. Factors regulating production of glucose oxidase by *Aspergillus niger* . Enzyme. Microbial Technol. 17 : 530-534.

Hellmuth, K., Pluschkell, S., Jung, J.-K., Ruttkowski, and Rinas, U. 1995. Optimization of glucose oxidase production by *Aspergillus niger* using genetic and process-engineering techniques. Appl. Microbiol. Biotechnol. 43 : 978 - 984.

Helmut, U. 1998. Carbohydrate hydrolyzing enzymes. Industrial enzymes and their applications. New York:John Wiley and Sons. pp. 77-79.

Herbert, H.J. 1972. Gluconic acid production. US. Patent. 3669840

Hinman, R.L. 1994. The changing face of the fermentation industry. Chemtech 24 : 45-48

Hirayama, M., Sumi, N., and Hidaka, H. 1989. Purification and properties of a fructooligosaccharide-producing β-fructofuranoside from *Aspergillus niger* ATTC 20611. Agic. Biol. Chem. 53(3) : 667-673

Hyvonen, L., and Koivistoinen, P. 1982. Fructose in food systems. In G.G.Birch and K.J. Parker (eds.), Nutritive sweeteners pp. 133-144. London: Applied sciece publishers.

Kantt, C.A., and Torres, J.A. 1993. Growth inhibition by glucose oxidase of selected organisms associated with the microbial spoilage of shrimp (*Pandalus jordani*) : In vitro model studies. J. Food. Protection. 56 : 147-152.

Kautola ,1989. Itaconic acid production by immobilized *Aspergillus terreus* on sucrose medium. Biotechnology Letter. 11 : 313-318

Kempers, A.J. 1974. Determination of sub-microquantities of ammonium and nitrate in soils with phenol, sodium nitroprusside and hypochloride. Geoderma. 12 : 201-206

Kleppet, K. 1966. The effect of hydrogen peroxide on glucose oxidase from *Aspergillus niger*. J. Biochem. 5 : 139-143.

Kubicek, C.P., Witteveen, F.B., and Visser, J. 1994. Regulation of organic acid production by *Aspergllli*. In K.A. Powell., R. Annabl, and F.P. John (eds.), The genus *Aspergillus*. pp. 135-143. New York : Plenum Press.

Kundu, P. N., and Das, A. 1982. Calcium gluconate production by nonconventional fermentation method. Biotechnol. Lett. 4: 365-368.

Lockwood, L.B. 1979. Production of organic acid by fermentation. In H.J., Peppler, and D. Perlman (eds.), Microbial Technology, pp. 200-211 New York : Academic Prees.

Lu, T., Peng. X., Yang, H., and Ji, L. 1996. The production of glucose oxidase using the waste mycelium of *Aspergillus niger* and the effects of metal ion on the activity of glucose oxidase. Enzyme, Microbial Technol. 19 : 339-342.

Mahler H.R., and Cordes E.H., 1971. Other conversions hexoses. Biological chemistry. pp. 542-543 New York: Harper & Row

Markwell, J., Frakes, L.G., Brott, E.C., Osterman, J., and Wagner, F.W. 1989. *Aspergillus niger* mutants with increased glucose oxidase production. Appl. Microbiol. Biotechnol. 30 : 166-169.

Marshall, R.O. and Kooi, E.R., 1957. Enzymatic conversion of D-glucose to D-fructose. Science. 125 : 648-649

Mattey, M. 1992. The production of organic acids. Critical reviews in biotechnology. 12 (1/2) : 87-132

Mayer P.A., 1993. Carbohydrates of Physiologic Significance. In R. K. Murray, D. K. Granner, P.A. Mayer and V.W. Rodwell (eds.), Biochemistry, pp. 131-140. Norwalk: Appleton&Lange.

Merck 1989 , Encyclopedia of chemical , drugs and biologicals. In S. Budavari, M.T.O. Nell, A. Smith, and P. E. Heckelmans (eds.), Merck index , pp. 253 New Jersey : Merck & CO.

Milsom, P. E., 1986 , Organic acid by fermentation ,especially citric acid . In R. D. King and P.S.J. Cheetham (ed.), Food Biotechnology-1 pp.299-302 . London : Elsevier Applied Science.

Milsom, P.E., and Meers, J.L. 1985. Gluconic and itaconic acid. In Y. Murraymoo (ed.), Comprehensive Biotechnology. pp. 681-700. Oxford : Pergamon press

Moksia, J., Larroche, C., and Gros, J. 1996. Gluconate production by *Aspergillus niger*. Biotechnology letters. 18 (9) : 1025-1030.

Moresi, M., Parente, E., and Mazzatura, A. 1991. Effect of dissolved oxygen concentration on repeate production of gluconic acid by immobilized mycelia of *Aspergillus niger*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 36 : 320-323.

Moyer, A.J., Well, P.A., Stubbs, J.J., Herrick, H.T., and May, O.E. 1937. Gluconic acid production development of inoculum and composition of fermatation solution for gluconic acid production by submered mold growths under increased air pressure. Ind. Eng. Chem. 29 : 777-780.

Muller *et al.* 1980. Process for the simultaneous productionof fructose and gluconic acid from glucose-fructose mixtures. US Patent, 4242145.

Novak, M., Stanek, J., and Hollerova, I. 1996. Formation of oligofructosides during gluconate production by *Aspergillus niger*. Biotechnology letters. 18 (2) : 211-212

Nakamura, S., and Ogura, Y. 1968. Mode of inhibition of glucose oxidase by metal ions. J. Biochem. 64 : 439 - 446.

O'Malley, J.J., and Weaver, J.L. 1972. Subunit structure of glucose oxidase from *Aspergillus niger*. Biochemistry. 11 : 3527-3532.

Oreste, L.J., and Jayarama, S.K. 1999. Process for the prepration of gluconic acid produced thereby. US. Patent. 5998179.

Pederson, A.M., and Sonder, H. 1981. Process for the production for sugarless chewing gum. U.S. Patent. 4,263,327.

Pelczar, M.J., Chan, E.C.S., and Krieg, N.R., 1993 Industrail microbiology. Microbiology. New York: McGraw-Hill Inc. pp. 851-853.

Prescott, S.C., and Dunn, C.G. 1959. The Gluconic acid fermentation. Industrial Microbiology. New York: McGraw-Hill Book Company. pp. 578-597.

Rehr, B., and Sahm, H. 1991. Process for production of sorbitol and gluconic acid or gluconate and biomass therefor. EP. 0427150.

Rehr, B., and Sahm, H. 1992. Process for obtaining sorbitol and gluconic acid or gluconate. US. Patent. 5102795.

Rehr, B., and Sahm, H. 1993. Process for obtaining sorbitol and gluconic acid or gluconate using *Zymomonas mobilis*. US. Patent. 5190869.

Richter, G. 1983. Glucose oxidase. In T. Guderey, and J. Reichelt (eds.), Industrial. Enzymology. pp. 428-436. Millan : Macmillan Publisher Ltd.

Rogalski, J., Fiedurek, J., Szezordrak, J., Kapusta, K., and Leonowicz, A. 1988. Optimization of glucose oxidase systhesis in submerged cultures of *Aspergillus niger* G-13 mutant.. Enzyme. Microbial. Technol. 10 : 508-511.

Rohr, M., Kubicek, C.P., and Kominek, J. 1983. Gluconic acid. In H.J. Rehm, and G. Reed (eds.), Biotechnology. vol.3. pp. 455-465. Weinheim : Verlag Chemie.

Rosenberg, M., Svitel, J., Rosenbergova, I., and Sturdik, E. 1992. Importance of invertase activity for gluconic acid production from sucrose by *Aspergillus niger*. Acta Biotechnol. 12 (4) : 311-317.

Roukas, T., and Hervey, L. 1988. The effect of pH on production of citric and gluconic acid from beet molasses using continuous culture. Biotechnology Letters. 10(4): 289-294

Sakurai, H., Lee, H.W., Sato, S., Muataka,S., and Takahashi, J. 1989. Gluconic acid production at high concentration by *A. niger* immobilized on a nonwoven fabric. J. Ferment. Bioeng. 67 : 404-408.

Sasaki, Y., and Takao, S. 1967. Organic acid production by basiomycetes III Cultural condition for L-malic acid production. Appl. Microbiol. 15 : 373-377.

Savas, A., Alexander, A., Christian, W. 1999. Process for the production of gluconic acid with a strain of *Aureobasidium pullulans* (debary) Arnaud. US. Patent. 5962286.

Scopes, R.K., Rogers, P.L., and Leigh, D.A. 1988. Method for the production of sorbitol and gluconate. US. Patent. 4755467.

Seiskari,P., Linko, Y.Y., and Linko, P. 1985. Continuous production of gluconic acid by immobilized *G. oxydans* cell bioreactor. Appl. Microbiol. Biotechnol. 21: 356-360.

Sievers, M., Lanini, C., Weber, A., Sculer-schmid, U., and Teuber M. 1995. Microbiology and fermentation balance in a kombucha beverage obtained from a tea fungus fermentation. System. Appl. Microbial. 18: 590-594.

Shiraishi, F., Kawakami, K., Kono, S., Tamura, A., Tsuruta, S., and Kusunoki, K. 1989. Characterization of production of free gluconic acid by *Gluconobacter suboxydans* adsorbd on ceramic honeycomb monolith. Biotechnol. Bioeng. 33 : 1413-1418.

Shiraishi, F., Kawakami, K., Kono, S., and Jang, L.Y. 1977. Studies on microbial production of sodium gluconate and glucono-delta-lactone from starch. Proc. Nat. Sci. Coun. 10 : 143-159.

Su, Y.C., Liu, W.H., and Jang, L.Y. 1977. Studies on microbial production of sodium gluconate and glucono-delta-lactone from starch. Proc.Nat.Sci.Coun. 10 : 143-159

Takao, S. 1965. Organic acid production by basidiomycetes1. screening of acid-producing strain. Appl. Microbiol. 13 : 732-737.

Van Dijken, J.P., and Veenhuis, M. 1980. Cytochemical location of glucose oxidase in peroxisomes of *Aspergillus niger*. European. J. Appl. Microbial. Biotechnol. 9: 275-283.

Vassilev, N.B., Vassileva, M.C., and Spassova, D.I. 1993. Production of gluconic acid by *Aspergillus niger* immobilized on polyurethane foam. Appl. Microbiol. Biotechnol. 39 : 285-288

Velizarov, and Boschkov, V. 1994. Production of from gluconic acid by cell of *Gluconobacter oxydans*. Biotechnology Letter. 16 : 715-720.

Viikari, L. 1984. Formation of levan and sorbitol from sucrose by *Zymomonas mobilis*. Applied Microbiology and Biotechnology. 19 : 252-255

Vroemen, A.B. and Beverini, M. 1999. Enzymatic production of gluconic acid or its salts. US. Patent. 5897995.

Ward G.E. 1967. Production of gluconic acid, glucose oxidase, fructose,and sorbose. In H.J. Peppler (ed.), Microbial Technology, pp. 201-221. New York: Reinhold publishing corporotion

Well, P.A., Moyer, A.J., Stubbs, J.J., Herrick, H.T., and May, O.E. 1937. Gluconic acid production effect of pressure, air flow and agitation in gluconic acid production by submerged mold growths. Ind. Eng. Chem. 29 : 653-656.

Wilson, R., and Turner, A.P.F. 1992. Glucose oxidase :an ideal enzyme. Biosensors & Bioelectronics. 7 : 165-185.

Witteveen, Cor F.B., Veenhuis, M., and Visser, J. 1992. Localization of glucose oxidase and catalase activities in *Aspergillus niger*. Appl. Enviroment. Microbiol. 58 : 1190 - 1194.

Yu, R.J., and Van Scott, E.J. 1996. Method of using gluconic acid or gluconolactone for treating wrinkles. US. Patent. 5677340

Yun, J.W., and Song, S.K. 1993. The production of high-content fructo-oligosaccharides from sucrose by the mixed-enzyme system of fructosyltransferase and glucose oxidase. Biotechnology letters. 15(6) : 573-576.

Zepeda, C.M.G., Kastner, C.L., Willard, B.L., Phebus, R.K., Schwenke, J.R., Fijal, B.a., and Prasai, R.K. 1994. Gluconic acid as a fresh beef decontaminant. J. Food. Protection. 57 : 956 - 962.

Zidwick M.J. 1992. Organic acids. In Finkelstein D.B. and Ball C. (eds.), Biotechnology of Filamentous Fungi, pp.303-333. Boston : Butterworth-Heinemann

Z iffer,J., Malwaukee, Gaffney, A.S., Waukesha, Rothenberg ,S., Shorewood and Cairney,T.J. 1969. Aldonic and aldonate compositions and production. U.S.Patent 3,454,501,

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สูตรและวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหารแข็งโปเทโทเดกซ์โทรส (Potato Dextrose Agar : PDA)

ใน 1 ลิตรประกอบด้วย

มันฝรั่งหั่น	200	กรัม
เดกซ์โทรส	20	กรัม
วุ้นผง	20	กรัม

เตรียมโดยการนำมันฝรั่งมาปอกเปลือกแล้วหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งน้ำหนักให้ได้ 200 กรัม ต้มให้เดือด 10 นาที กรองส่วนน้ำมาเติมส่วนผสมอื่นๆข้างต้น ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 15 นาที (นึ่งฆ่าเชื้อแบบมาตรฐาน)

2. อาหารเหลวสำหรับเตรียมหัวเชื้อ

ใน 1 ลิตรประกอบด้วย

น้ำตาลทราย	150	กรัม
แอมโมเนียมซัลเฟต	4	กรัม
โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	1	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต	0.5	กรัม
แมงกานีสซัลเฟต	0.5	กรัม
เฟอร์รัสซัลเฟต	10	มิลลิกรัม

ปรับปริมาตรด้วยน้ำปลอดประจุ

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

3. อาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อการผลิตกรดกลูโคนิก [ปรับปรุงจากบาจรีย์ จันทราภานุกร (2536) โดยเปลี่ยนแหล่งคาร์บอนเป็นน้ำตาลทราย]

ใน 1 ลิตรประกอบด้วย

น้ำตาลทราย	250	กรัม
แอมโมเนียมซัลเฟต	4	กรัม
แคลเซียมคาร์บอเนต	60	กรัม

ละลายน้ำตาลทรายและแอมโมเนียมซัลเฟตปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำประปา นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ส่วนแคลเซียมคาร์บอเนตแยกนึ่งฆ่าเชื้อตามแบบมาตรฐาน และเติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเมื่อเริ่มการทดลอง

4. อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรเหมาะสมเพื่อการผลิตกรดกลูโคนิกระดับขวดเขย่า

ใน 1 ลิตรประกอบด้วย

น้ำตาลทราย	450	กรัม
แอมโมเนียมซัลเฟต	1.782	กรัม
แคลเซียมคาร์บอเนต	60	กรัม

ละลายน้ำตาลทรายและแอมโมเนียมซัลเฟตปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำประปา นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ส่วนแคลเซียมคาร์บอเนตแยกนึ่งฆ่าเชื้อตามแบบมาตรฐาน และเติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเมื่อเริ่มการทดลอง

5. อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรเหมาะสมสำหรับการผลิตกรดกลูโคนิกในถังหมัก

ใน 1 ลิตรประกอบด้วย

น้ำตาลทราย	300	กรัม
แอมโมเนียมซัลเฟต	1.179	กรัม
แคลเซียมคาร์บอเนต	60	กรัม

ละลายน้ำตาลทรายและแอมโมเนียมซัลเฟตปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำประปา นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ส่วนแคลเซียมคาร์บอเนตแยกนึ่งฆ่าเชื้อตามแบบมาตรฐาน และเติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเมื่อเริ่มการทดลอง

ภาคผนวก ข

วิธีเตรียมสารเคมีที่สำคัญที่ใช้ในการทดลอง

1. สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์กรดกลูโคนิก

1.1 สารละลายแอมโมเนียมออกซาเลต

ละลายแอมโมเนียมออกซาเลต 25 กรัม ในน้ำปลอดประจุแล้วเติมปริมาตรจนครบ 1 ลิตร

1.2 สารละลายโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนส

ละลายโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนส 15.8 กรัมในน้ำปลอดประจุ 1 ลิตร นำไปต้มประมาณ 1 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ 1 คืนแล้วนำมากรอง ใส่ในขวดสีชาเก็บไว้ในที่เย็น

1.3 สารละลายกรดซัลฟูริก

เทกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตรลงในน้ำปลอดประจุปริมาตร 80 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากัน เก็บในขวดสีชา ปิดฝาให้แน่น

1.4 ตัวบ่งชี้ (indicator)

ละลายฟีนอลชาลีน 0.5 กรัมใน 95 % เอทิลแอลกอฮอล์แล้วเติมปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร

2. สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์น้ำตาลทั้งหมด

ฟีนอล	5	กรัม

เติมน้ำปลอดประจุจนครบ 100 มิลลิลิตร ละลายให้เข้ากัน เก็บไว้ในขวดสีชา

3. สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวส์

กรดไดไนโตรซาลิไซลิก	5	กรัม
โซเดียมไฮดรอกไซด์	100	มิลลิลิตร
โซเดียม-โปแตสเซียม ตาร์เตต	150	กรัม

ละลายกรดไดไนโตรซาลิไซลิกในโซเดียมไฮดรอกไซด์ผสมกับโซเดียม-โปแตสเซียม ตาร์เตต ที่ละลายในน้ำปลอดประจุ 250 มิลลิตร ละลายส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำปลอดประจุให้เป็น 500 มิลลิตร

4. สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์น้ำตาลฟรักโทส

4.1 สารละลายคริสทีอินไฮโดรคลอริก

ละลายคริสทีอินไฮโดรคลอริก 1.5 กรัมในน้ำปลอดประจุแล้วเติมปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร

4.2 สารละลายแอลกอฮอลิกคาร์โบโซล

ละลายคาร์โบโซล 0.12 กรัมในแอลกอฮอล์ แล้วเติมปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร

5. สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมซัลเฟต

5.1 สารละลายโปแตสเซียมคลอไรด์

ละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ 74.55กรัมในน้ำปลอดประจุแล้วเติมปริมาตรจนครบ 500 มิลลิลิตร

5.2 สารละลายเอทธิลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกแอซิดไดโซเดียมซอลท์ (EDTA)

ละลายเอทธิลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกแอซิดไดโซเดียมซอลท์ 6 กรัมในน้ำปลอดประจุ 80 มิลลิลิตร ปรับค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7 ผสมให้เข้ากัน ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

5.3 สารละลายฟีนอลไนโตรไซด์

ละลายฟีนอล 7 กรัมและโซเดียมไนโตรฟรัสไซด์ 34 มิลลิกรัมในน้ำปลอดประจุ 80 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ใส่ในขวดสีชาเก็บในที่เย็น

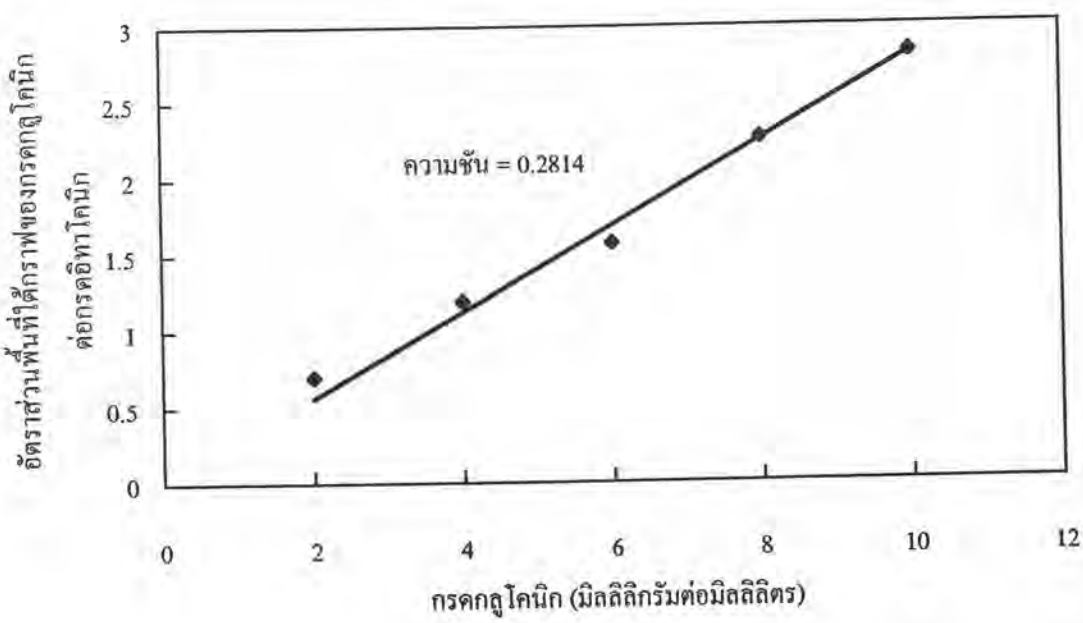
5.4 บัฟเฟอร์ไฮโปคลอไรด์

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.48 กรัม ในน้ำปลอดประจุ 70 มิลลิลิตร จากนั้นเติมโซเดียมโมโนไฮโดรเจนฟอสเฟต 4.98 กรัมและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 5-5.25% (ปริมาตรต่อปริมาตร) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

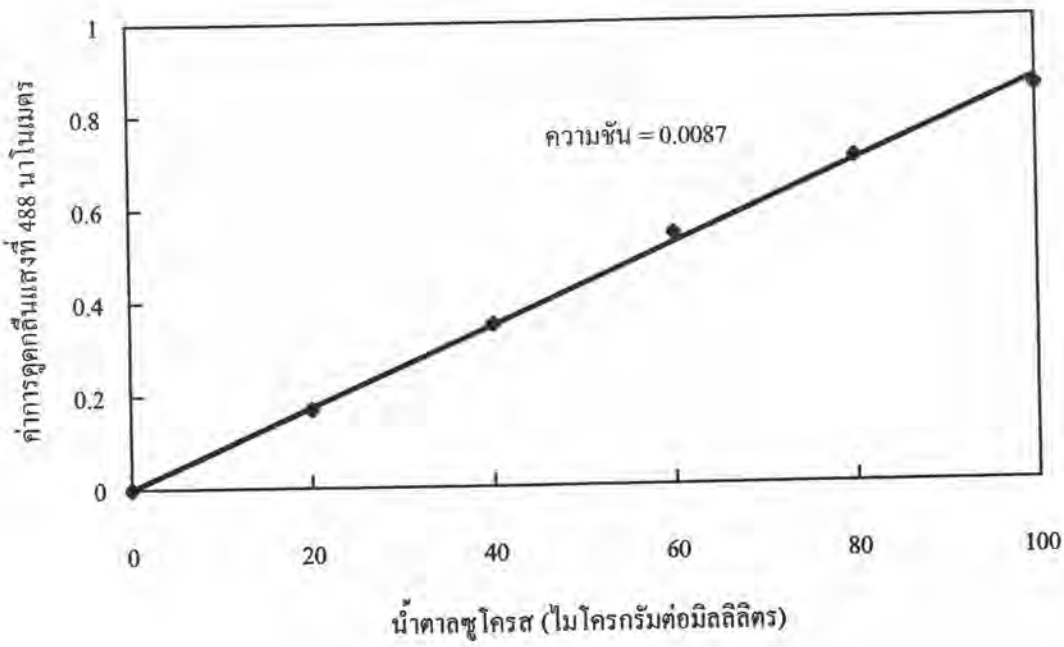
ภาคผนวก ค

กราฟมาตรฐาน

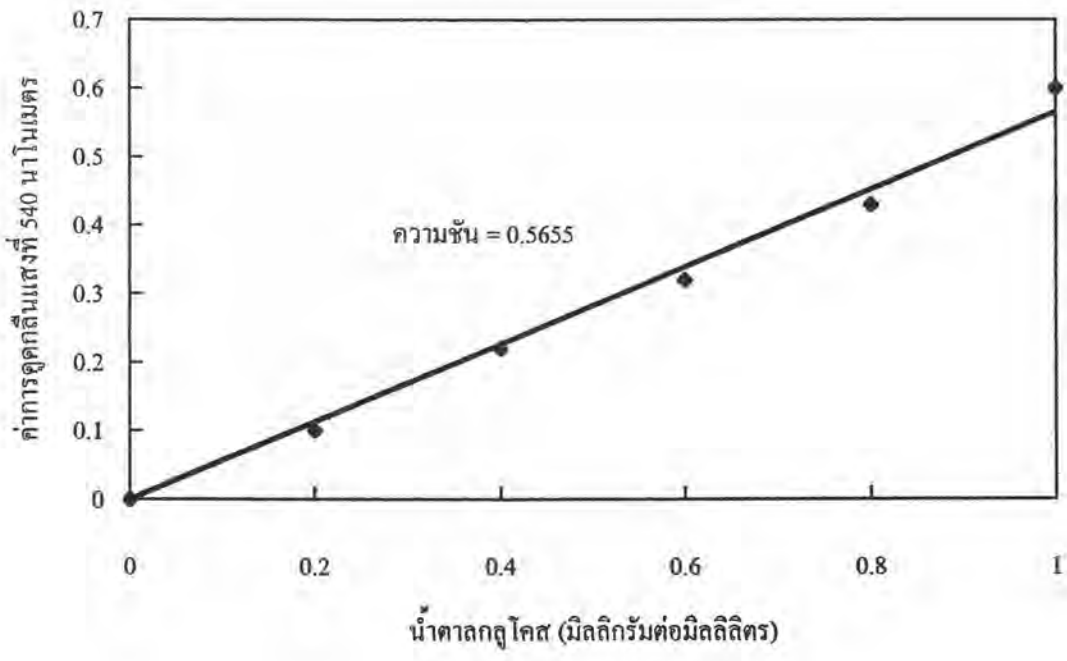
1. กราฟมาตรฐานของกรดกลูโคนิก เมื่อวิเคราะห์ปริมาณกรดกลูโคนิกโดยวิธีโครมาโตรกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)



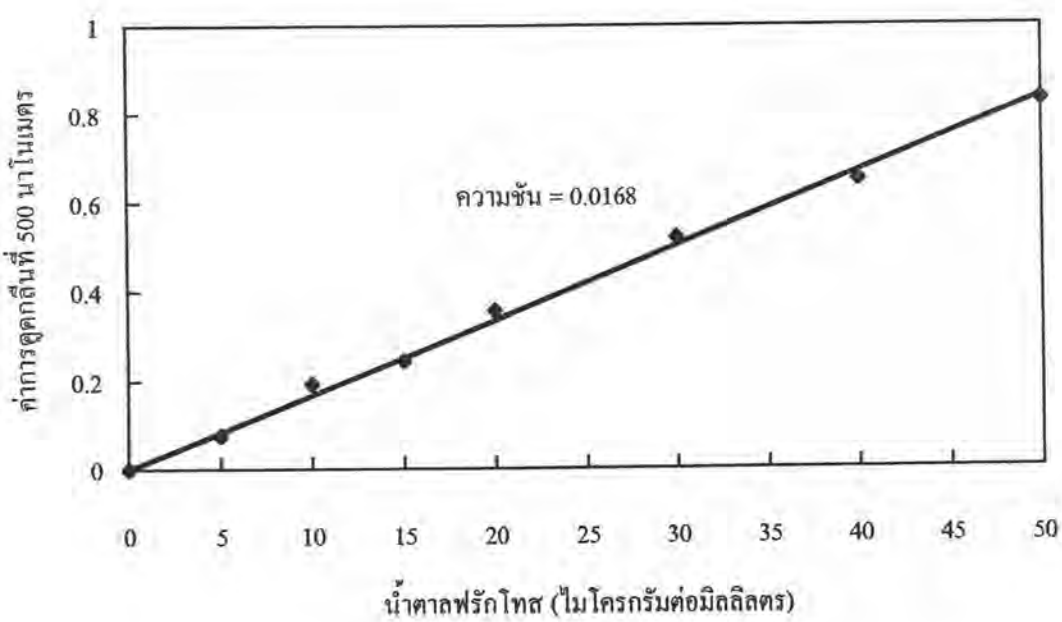
2. กราฟมาตรฐานของน้ำตาลทั้งหมดเมื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดโดยวิธีของ Hansen และ Phillips (1981)



3. กราฟมาตรฐานของน้ำตาลรีดิวส์ เมื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์โดยวิธีของ Bernfeld (1955)

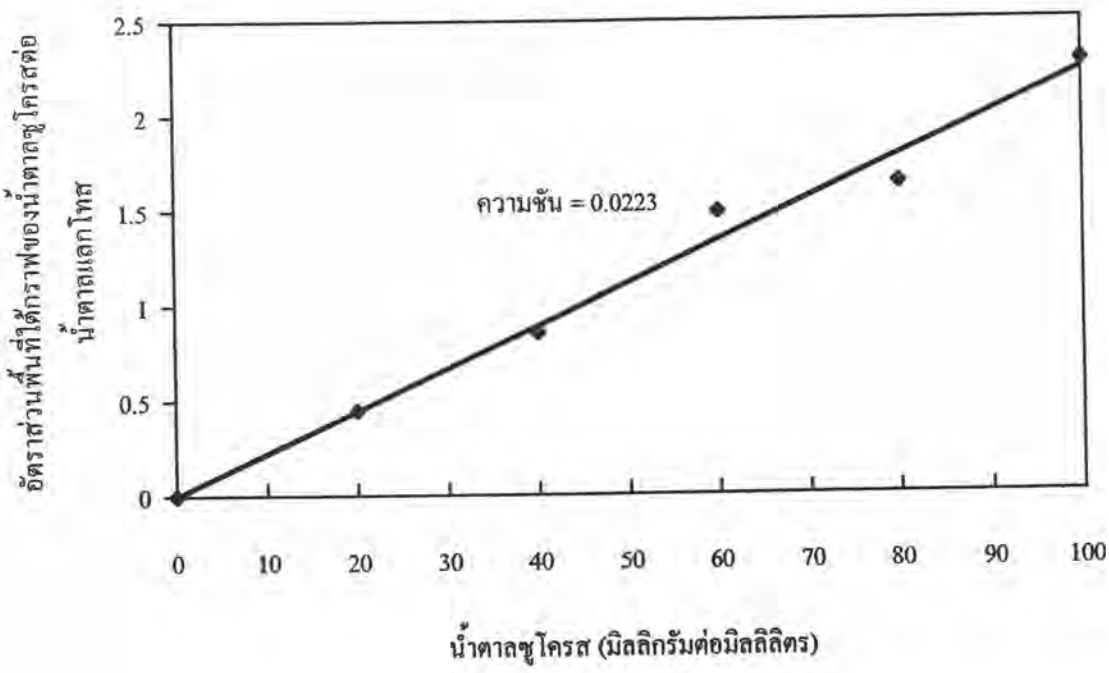


4. กราฟมาตรฐานของน้ำตาลฟรักโทส เมื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลฟรักโทสโดยวิธีของ Marshall และ Kooi (1957)

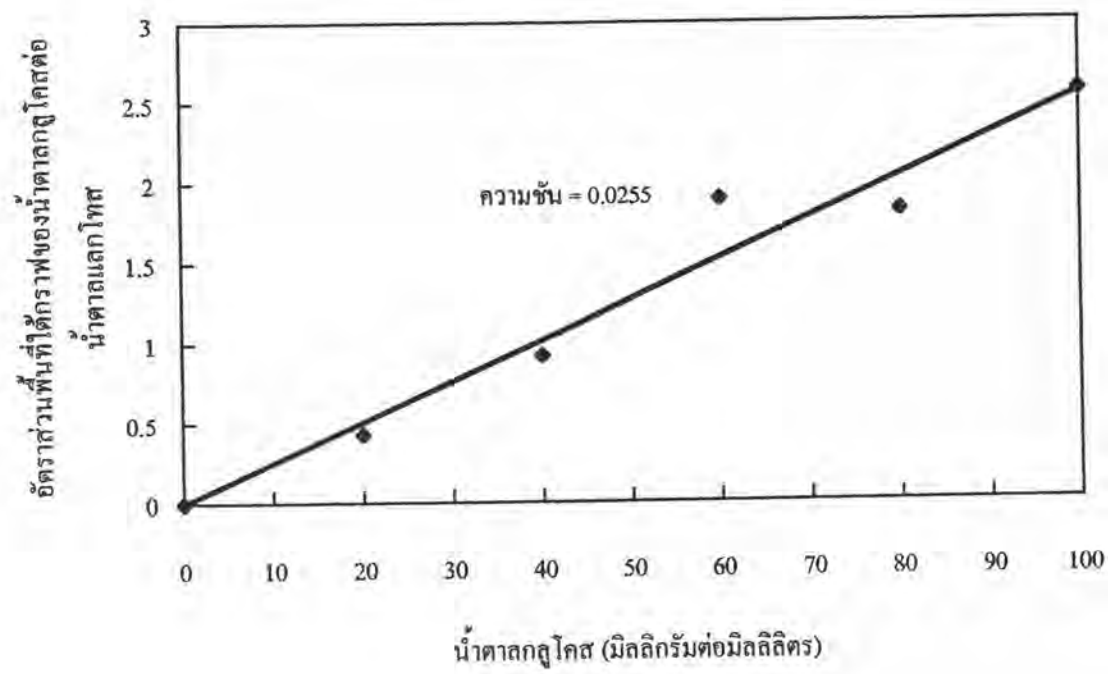


5. กราฟมาตรฐานของน้ำตาลซูโครส กลูโคส ฟรักโทส เมื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลซูโครส กลูโคส ฟรักโทสโดยวิธีโครมาโตรกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)

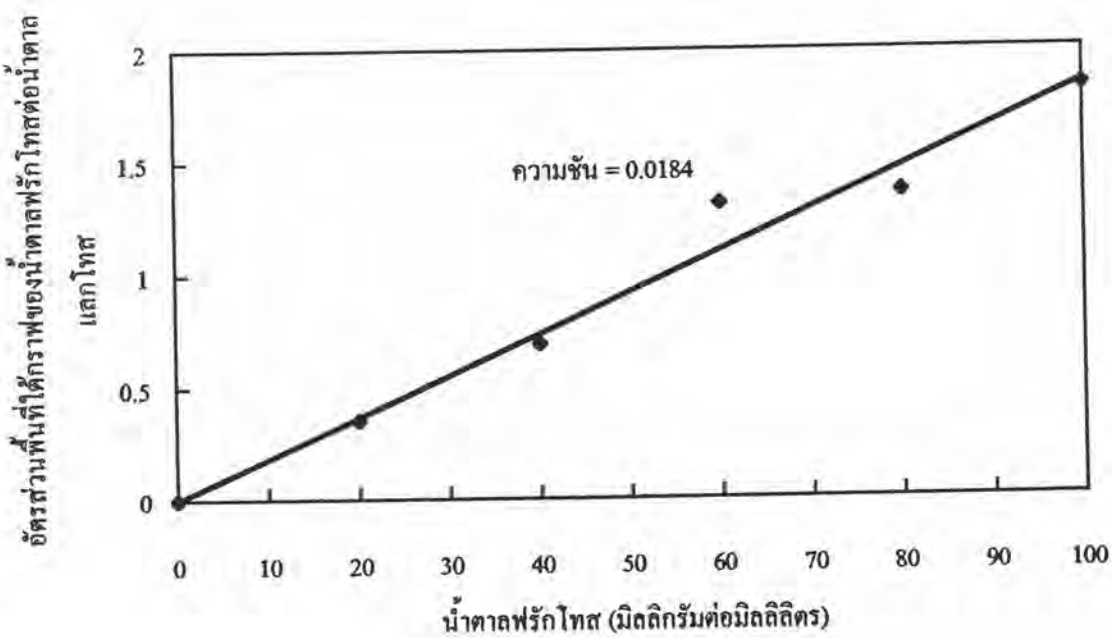
5.1 กราฟมาตรฐานของน้ำตาลซูโครส



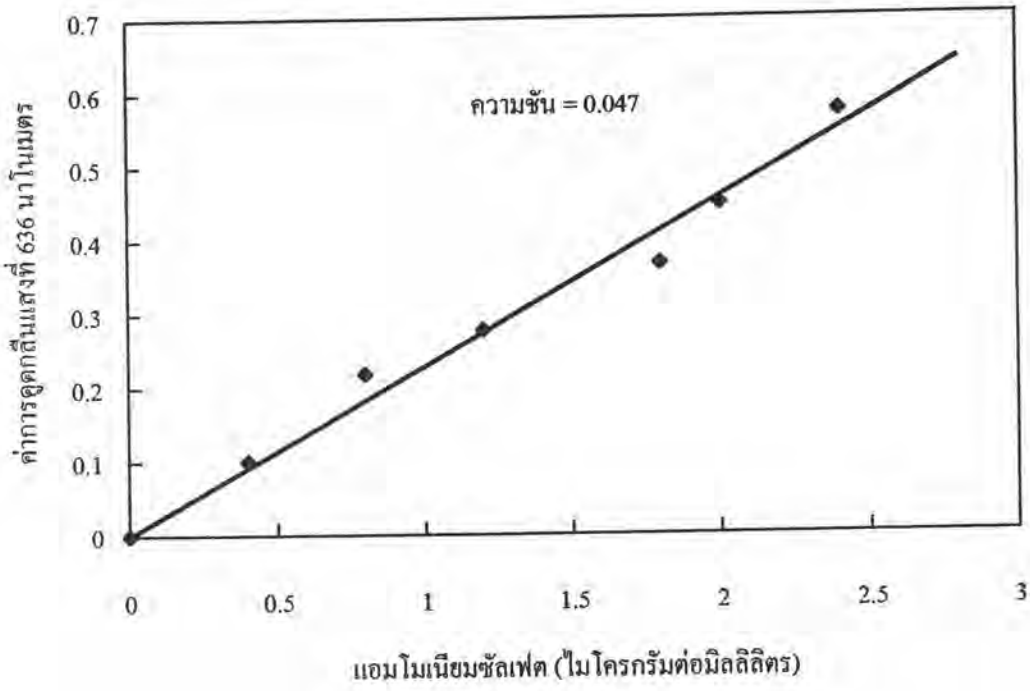
5.2 กราฟมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคส



5.3 กราฟมาตรฐานของน้ำตาลฟรักโทส



6. กราฟมาตรฐานของแอมโมเนียมซัลเฟต เมื่อวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมซัลเฟตโดยวิธี Kempers (1974)



ภาคผนวก ง

วิธีการคำนวณ

1. การคำนวณปริมาณกรดกลูโคนิกโดยวิธีวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมที่ละลาย (Takao, 1965; Sasaki และ Takao, 1967)

คำนวณจากสูตร $G = (X-B) \times f \times 19.6 \times V/5$

โดย G หมายถึง ปริมาณกรดกลูโคนิกที่ได้ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรอาหารเลี้ยงเชื้อ)

X หมายถึง ปริมาณ 0.1 N $KmnO_4$ (มิลลิลิตร)ที่ใช้ในการไตเตรตสารตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร

B หมายถึง ปริมาณ 0.1 N $KmnO_4$ (มิลลิลิตร)ที่ใช้ในการไตเตรตอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ได้เพาะเลี้ยงเชื้อ (blank)

F หมายถึง ค่าแฟกเตอร์ (factor) ของ 0.1 N $KmnO_4$

V หมายถึง ปริมาตรทั้งหมดของน้ำหมักเมื่อแยกสายใยออกแล้ว (มิลลิลิตร)

2. การคำนวณปริมาณกรดกลูโคนิกโดยวิธีโครมาโตรกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)

จากกราฟมาตรฐานของกรดกลูโคนิก เมื่อวิเคราะห์ปริมาณของกรดกลูโคนิกโดยวิธีโครมาโตรกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง ซึ่งมีกรดอิทาโคนิกเป็นสารมาตรฐานภายใน (ภาคผนวก ค.1) ให้ค่าความชันเท่ากับ 0.2814 นำความชันที่ได้มาคำนวณหาปริมาณกรด กลูโคนิกของตัวอย่างน้ำหมักที่ได้จากการเพาะเลี้ยง *Aspergillus niger* G 153 ดังนี้

กรดกลูโคนิก = อัตราส่วนพื้นที่ใต้กราฟของกรดกลูโคนิกในน้ำหมักต่อกรดอิทาโคนิกมาตรฐาน X ค่าการเจือจาง
(มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ค่าความชัน

3. การคำนวณปริมาณแอมโมเนียมซัลเฟตโดยวิธี Kempers (1974)

จากกราฟมาตรฐานของแอมโมเนียมซัลเฟต เมื่อวิเคราะห์ปริมาณของแอมโมเนียมซัลเฟตโดยวิธี Kempers (1974) (ภาคผนวก ค.6)ให้ค่าความชันเท่ากับ 0.047 นำความชันที่ได้มาคำนวณหาปริมาณแอมโมเนียมซัลเฟตของตัวอย่างน้ำหมักที่ได้จากการเพาะเลี้ยง *Aspergillus niger* G 153 ดังนี้

$$\text{ปริมาณแอมโมเนียมัลเฟต (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)} = \frac{\text{A636 X ค่าการเจือจาง X 132}}{\text{ความชัน X 5 X 1000 X 28}}$$

28 คือ น้ำหนักโมเลกุลของไนโตรเจนในแอมโมเนียมซัลเฟต

132 คือ น้ำหนักโมเลกุลของแอมโมเนียมซัลเฟต

ประวัติผู้เขียน

นางสาวจารินี พานิชกรณ์ เกิดวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2517 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย จังหวัดสงขลา เมื่อปี พ.ศ. 2535 ต่อมาสำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อปีการศึกษา 2538 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม ภาควิชาจุลชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2539