เอกสารอ้างอิง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาไทย

กรรณิกา จันทรสอาด. 2533. การศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตกรดกลูโคนิคโดย *Aspergillus* sp. รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภช, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นภา โล่ห์ทอง. 2534. กล้าเชื้ออาหารหมักและเทคโนโลยีการผลิต. กรุงเทพมหานคร : หจก. ฟันนี่ พับบลิชชิ่ง.

รติกร กัณฑะพงศ์. 2534. การผลิตกรดกลูโคนิคโดย *Aspergillus* sp. สายพันธุ์ G153. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริลักษณ์ ธีระดากร. 2529. การผลิตกลูโคสไอโซเมอเรสจาก *Streptomyces* sp. 190-1 ในถังหมัก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2534. ผลิตภัณฑ์จากข้าวและคุณค่าทางโภชนาการ. อุตสาหกรรมเกษตร 2:109-115.

ภาษาอังกฤษ

Attwood, M.M., Van Dijken, J.P., and Pronk, J.T. 1991. Glucose metabolism and gluconic acid production by *Acetobacter diazotrophicus*. J. Ferment. Bioeng. 72:101-105.

Baig, M.A. 1987. Calcium gluconate fermentation of maize gur (hydrol) in stirred 50 L. fermenter. Pakistan J. Sci. Ind. Res. 30:942-944.

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

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. 44:435-440.

Bull, D. N., and Kempe, L.L. 1970. Kinetics of the conversion of glucose to gluconic acid by *Pseudomonas ovalis*. Biotechnol. Bioeng. 12:273-290.

Chun, U.H., and Rogers, P.L. 1988. The simultaneous production of sorbitol from fructose and gluconic acid from glucose using an oxidoreductase of *Zymomonas mobilis*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 29:19-24.

Currie, J.N., Kane, J.H., and Finlay, A. 1903. Process for producing gluconic acid by fungi. U.S. Patent 1, 893, 819.

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

Das, A., and Nandi, P. 1969. A strain of *Aspergillus niger* producing calcium gluconate. Curr. Sci. 38:469.

Doneche, B. 1989. Carbohydrate metabolism and gluconic acid synthesis by *Botrytis cinerea*. Can. J. Bot. 67:2888-2893.

Elnaghy, M.A., and Megalla, S.E. 1975. Gluconic acid production by *Penicillium puberulum*. Folia Microbiol. 20:504-508.

Fiedurek, J., Rogalski, J., Ilczuk, Z., and Leonowicz, A. 1986. Screening and mutagenesis of moulds for the improvement of glucose oxidase production. Enzyme Microb. Technol. 8:734-736.

Gastrock, E.A., Porges, N., Wells, P.A., and Moyer, A.J. 1938. Gluconic acid production on pilot-plant scale : Effect of variables on production by submerged mold growths. Ind. Eng. Chem. 30:782-789.

Ghose, T.K., and Ghosh, P. 1976. Kinetic analysis of gluconic acid production by *Pseudomonas ovalis*. J. Appl. Chem. Biotechnol. 26:768-777.

Ghosh, P., and Ghose, T.K. 1978. Oxygen transfer in gluconic acid fermentation. J. Ferment. Technol. 56:139-143.

Hanson, 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.

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

Heinrich, M., and Rehm, H.J. 1982. Formation of gluconic acid at low pH-values by free and immobilized *Aspergillus niger* cells during citric acid fermentation. European J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 15:88-92.

Herrick, H.T., Hellbach, R., and May, O.E. 1935. Apparatus for the application of submerged mold fermentations under pressure. Ind. Eng. Chem. 27:681.

Herrick, H.T., and May, O.E. 1928. The production of gluconic acid by the *Penicillium luteum-purpurogenum* group II Some optimal conditions for acid formation. J. Biol. Chem. 77:185-195.

Humphrey, A.E., and Reilly, P.J. 1965. Kinetic studies of gluconic acid fermentations. Biotechnol. Bioeng. 7:229-243.

Jayaraman, K.N., and Prasad, N.N. 1971. Production of organic acids by certain soil *Aspergilli*. Curr. Sci. 40:198-199.

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

_____. 1985. A note on crossing experiments with *Aspergillus niger* for the production of calcium gluconate. J. Appl. Bacteriol. 59:1-5.

Lee, H.W., Sato, S., Mukataka, S., and Takahashi, J. 1987. Studies on the production of gluconic acid by *Aspergillus niger* under high dissolved oxygen concentration. Hakkokogaku 65:501-506.

Lewis, H.L. 1971. Caproic acid metabolism and the production of 2-pentanone and gluconic acid by *Aspergillus niger*. J. Gen. Microbiol. 63:203-210.

Lockwood, L.B. 1975. Organic acid production. In J.E. Smith and D.R. Berry (eds.), The filamentous fungi, pp. 140-157. London : Edward Arnold.

Mahmoud, S.A.Z., El-Sawy, M., and Nour El-Din Ibrahim, O.O. 1977. Studies on the production of gluconic acid by fermentation. Egypt. J. Food Sci. 5:9-21.

Mandal, S.K., and Chatterjee, S.P. 1985. Gluconic acid production by *Penicillium janthinellum*. Folia Microbiol. 30:414-419.

_____. 1985. Improved production of calcium gluconate by mutants of *Penicillium funiculosum*. Curr. Sci. 54:149-150.

_____. 1986. Effect of some factors influencing calcium gluconate production by *Penicillium janthinellum*. Folia Microbiol. 31:15-18.

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.

May, O.E., Herrick, H.T., Moyer, A.J., and Wells, P.A. 1934. Gluconic acid production by submerged mold growths under increased air pressure. Ind. Eng. Chem. 26:575-578.

May, O., Herrick, H.T., Thom, C., and Church, M.B. 1927. The production of gluconic acid by the *Penicillium luteum-purpurogenum* group I. J. Biol. Chem. 75:417-422.

Merck, The Merck Index. 1989. Encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. In S. Budavari, M.J. O'Nell, A. Smith and P.E. Heckelmans (eds.), pp.699. New Jersey : Merck & Co.

Milsom, P.E., and Meers, J.L. 1985. Gluconic and itaconic acids. In H.W. Blanch, S. Drew, and D.I.C. Wang (eds.), Comprehensive biotechnology, pp. 681-700. Oxford : Pergamon Press.

Miura, Y., Tsuchiya, K., Tsusho, H., and Miyamoto, K. 1970. Kinetic studies of gluconic acid fermentation, using *Aspergillus niger*. J. Ferment. Technol. 48:795-803.

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

Moyer, A.J., Umberger, E.J., and Stubbs, J.J. 1940. Fermentation of concentrated solutions of glucose to gluconic acid : Improved process. Ind. Eng. Chem. 32:1379-1383.

Munk, V.,Paskova, I., and Hanus, J. 1963. Factors influencing glucose oxidase activity in submerged cultivation of *Aspergillus niger*. Folia Microbiol. 8:203. อ้างถึงใน Elnaghy, M.A., and Megalla, S.E. 1975. Gluconic acid production by *Penicillium puberulum*. Folia Microbiol. 20:504-508

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

Nyeste, L., Sevella, B., Szigeti, L., Szoke, A. and Hollo, J. 1980. Modelling and off line optimization of batch gluconic acid fermentation. European J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 10:87-94.

Oosterhuis, N.M.G., Groesbeek, N.M., Olivier, A.P.C., and Kossen, N.W.F. 1983. Scale-down aspects of the gluconic acid fermentation. Biotechnol. Lett. 5:141-146.

Oosterhuis, N.M.G., Kossen, N.W.F., Olivier, A.P.C., and Schenk, E.S. 1985. Scale-down and optimization studies of the gluconic acid fermentation by *Gluconobacter oxydans*. Biotechnol. Bioeng. 27:711-720.

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

Porges, N., Clark, T.F., and Aronovsky, S.I. 1941. Gluconic acid production : Repeated recovery and re-use of submerged *Aspergillus niger* by filtration. Ind. Eng. Chem. 33:1065-1067.

Porges, N., Clark, T.F., and Gastrock, E.A. 1940. Gluconic acid production : Repeated use of submerged *Aspergillus niger* for semicontinuous production. Ind. Eng. Chem. 32:107-111.

Prescott, S.C., and Dunn, C.G. 1959. Industrial microbiology. 3rd ed. New York : McGraw-Hill Book Co.

Prescott, F.J., Shaw, J.K., Bilello, J.P., and Cragwall, G.O. 1953. Gluconic acid and its derivative. Ind. Eng. Chem. 45:338-342.

Pronk, J.T., Levering, P.R., Olijve, W., and Van Dijken, J.P. 1989. Role of NADP-dependent and quinoprotein glucose dehydrogenases in gluconic acid production by *Gluconobacter oxydans*. Enzyme Microb. Technol. 11:160-164.

Qadeer, M.A., Baig, M.A., and Yunus, O. 1975. Production of calcium gluconate by *Aspergillus niger* in 50-l fermenter. Pakistan J. Sci. Ind. Res. 18:227-228.

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.

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

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

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

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

Sigma Chemical Company. 1980. The enzymatic colorimetric determination of glucose in whole blood, plasma or serum at 425-475 nm. Sigma Tech. Bull. 510:8.

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 basidiomycetes I Screening of acid-producing strains. Appl. Microbiol. 13:732-737.

Takao, S., and Sasaki, Y. 1964. Gluconic acid fermentation by *Pullularia pullulans* Part I. Screening of gluconic acid-producing strains and some conditions for its production. Agr. Biol. Chem. 28: 752-756.

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

Vanhuynh, N., Decleire, M., Voets, A.M., Motte, J.C., and Monseur, X. 1986. Production of gluconic acid from whey hydrolysate by *Gluconobacter oxydans*. Process Biochem. 21:31-32.

Walon, R. 1971. Enzymatic production of gluconic acid. U.S. Patent 3,619, 396.

Wells, P.A., Moyer, A.J., and Stubbs, J.J. 1937. Gluconic acid production : Effect of pressure, air flow, and agitation on gluconic acid production by submerged mold growths. Ind. Eng. Chem. 29:653-656.

Whiting, P.H., Midgley, M., and Dawes, E.A. 1976. The regulation of transport of glucose, gluconate and 2-oxogluconate and of glucose catabolism in *Pseudomonas aeruginosa*. Biochem. J. 154:659-668.

Winkler, M.A. 1980. Application of the principles of fermentation engineering to biotechnology. In A. Wiseman (ed.), Principles of Biotechnology, pp. 83-135. Glasgow : Surrey University Press.

Witteveen, C.F.B., Van de Vondervoort, P., Swart, K., and Visser, J. 1990. Glucose oxidase overproducing and negative mutants of *Aspergillus niger*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 33:683-686.

Yasin, M., Niazi, A.H., and Qadeer, M.A. 1969. Studies in the production of calcium gluconate using locally isolated strains of *Aspergillus niger*. pakistan J. Sci. Ind. Res. 12:37-40.

Ziffer, J., Gaffney, A.S., Rothenberg, S., and Cairney, T.J. 1969. Aldonic acid and aldonate compositions and production thereof. U.S.Patent 3, 454, 501.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

สูตรและวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหารแข็งโปเตโตเดกซ์โตรส (Potato Dextrose Agar : PDA)

ใน 1 ลิตร ประกอบด้วย

มันฝรั่งหั่น	200	กรัม
เดกซ์โตรส	20	กรัม
วุ้นผง	20	กรัม

เตรียมโดยการนำมันฝรั่งมาปอกเปลือกแล้วหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ชั่งน้ำหนักให้ได้ 200 กรัม ต้มในน้ำเดือด 10 นาที กรองส่วนน้ำมาเติมส่วนผสมอื่น ๆ ข้างต้น ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°ซ. ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที (การนึ่งฆ่าเชื้อแบบมาตรฐาน)

2. อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 1

ใน 1 ลิตร ประกอบด้วย

กลูโคส	250	กรัม
แอมโมเนียมซัลเฟต	4	กรัม
โปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	1	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต	0.5	กรัม
แมงกานีสซัลเฟต	0.5	กรัม
เฟอร์รัสซัลเฟต	10	มก.
แคลเซียมคาร์บอเนต	60	กรัม

เติมน้ำจนครบ 1 ลิตร แล้วนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110°ซ. เป็นเวลา 15 นาที ส่วนแคลเซียมคาร์บอเนตแยกนึ่งฆ่าเชื้อแบบมาตรฐาน และเติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อก่อนการเลี้ยงเชื้อ

3. อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 2

ใน 1 ลิตร ประกอบด้วย

แป้งไฮโดรไลเสสปรับให้มีกลูโคส	200	กรัม
แอมโมเนียมซัลเฟต	4	กรัม
แคลเซียมคาร์บอเนต	70	กรัม

ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำประปา นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110°ซ. เป็นเวลา 15 นาที แคลเซียมคาร์บอเนตแยกนึ่งฆ่าเชื้อแบบมาตรฐาน และเติมก่อนการเลี้ยงเชื้อ

4. การเตรียมกากถั่วเหลืองไฮโดรไลเสส (ศิริลักษณ์ ธีระดากร, 2529)

นำกากถั่วเหลืองที่อบแห้งแล้ว ขนาด 20 เมช ปริมาตร 12 กรัม มาผสมกับ 40 มล. ของกรดกำมะถันเข้มข้น 1 นอร์มัล แล้วนำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 121°ซ. ภายใต้ความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 40 นาที สกัดสารที่ได้ด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง ครั้งแรก 50 มล. และครั้งที่สอง 30 มล. ปรับพีเอชของสารละลายที่สกัดได้ให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 10 โมลาร์ กรองตะกอนที่เกิดขึ้นทิ้งไป เก็บส่วนละลายไว้ตรวจหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดด้วยวิธีเจดาล์ล (Kjeldahl method) และใช้สำหรับเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. สารละลายกรดไดไนโตรซาลิซิลิก (Dinitrosalicylic acid reagent : DNSA reagent)

เตรียมโดย ละลายกรดไดไนโตรซาลิซิลิก 1 กรัม ในโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2 โมลาร์ จำนวน 20 มล. เติมโซเดียมโปตัสเซียมตาร์เตรต 30 กรัม และปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. บรรจุในขวดสีชา เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

2. สารละลายเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสร่วมกับกลูโคสออกซิเดส (Peroxidase and Glucose oxidase enzymes : PGO enzymes)

เตรียมโดย

1. ละลายไดอะนิซิดีน 0.004 กรัม ในน้ำกลั่น 1.6 มล.
2. ละลายพีจีโอ เอนไซม์ 1 แคปซูล ในน้ำกลั่น 60 มล.
3. เติมสารละลายที่เตรียมไว้ในข้อ 1 ลงไปในสารละลายพีจีโอ เอนไซม์
4. เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล.
5. ใส่ขวดสีชา และเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 0-5°ซ.

สารละลายนี้เก็บไว้ได้นาน 1 เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวบาจรีย์ จันทราภาณุกร เกิดเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2509 ที่จังหวัดแพร่ ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย