เอกสารอ้างอิง

1. Prescott, S.C., and C.G.Dun, Industrial Microbiology, pp. 578-597, McGraw-Hill Book Co., New York, 3rd ed., 1959.
2. Lockwood, L.B., "Organic Acid Production," The Filamentous Fungi (Smith, J.E., and D.R.Berry, eds.), Vol. 1, pp. 140-157, Wiley, New York, 1975.
3. Rohr, M., C.P.Kubicek, and J.Kominek, "Gluconic Acid," Biotechnology (Dellweg, H., ed.), Vol. 3, pp. 455-465, Verleg Chemia, Florida, 1982.
4. Milsom, P.E., and J.L.Moors, "Gluconic and Itaconic Acid," Comprehensive Biotechnology (Blamch, H.W., S.Drew, and D.I.C.Wang, eds.), Vol. 3, pp. 681-700, Pergamon Press, England, 1982.
5. Takao, S., and Y.Sasaki, "Gluconic Acid Fermentation by Pullularia pullulans," Agri.Biol.Chem., 28(11), 752-756, 1964.
6. Das, A., and P.N.Kundu, "Microbial Production of Gluconic Acid," J.Sci.Ind.Res., 46, 307-311, 1987.
7. Seiskari, P., Y.Y.Linko, and P.Linko, "Continuous Production of Gluconic Acid by Immobilized Gluconobacter oxydans Cell Bioreacter," Appl.Microbiol.Biotech., 21, 356-360, 1985.
8. Barker, S.A., and J.A.Shirly, "Monosaccharide Metabolizing Enzymes," Economic Microbiology (Rose, A.H.,ed.), Vol. 5, pp. 178-226, Acadamic Press, London, 1980.
9. Godfrey, T., and J.Reichelt, Industrial Enzymology, pp.428-436, Macmillan Publisher Ltd., U.K., 1983.

10. Rabin, B.S., and G.Braithwaite, "Enhanced Detection of Anti-Tissue Antibody by Anti-Immunoglobulin Bound Glucose Oxidase," Am.J.Clin.Pathol., 83(5), 601-604, 1985.

11. Field, C.E., L.F.Pivanik, S.M.Barnett, and A.G.Rand, "Utilization of Glucose Oxidase for Extending the Shelf-Life of Fish," J.Food.Sci., 51(1), 66-70, 1986.

12. Merck, The Merck Index. Encyclopedia of Chemicals, Drugs and Biologicals (Budavari, S., M.J. O Neil, A.Smith, and P.E.Heckelmans, eds.), pp. 253, 699, 1362, Merck & Co., Inc., New Jersey, 11th ed., 1989.

13. Mahmoud, S.A.Z., M.EL-Sawy, and O.O.N.E.Ibrahim, "Studies on the Production of Gluconic Acid by Fermentation," Egypt.J.Food.Sci., 5(1-2), 9-20, 1977.

14. Nyeste, L., B.Sevella, L.Szigeti, A.Szoke, and J.Hollo, "Modelling and Off Line Optimization of Batch Gluconic Acid Fermentation," European J.Appl.Microbiol., 10, 87-94, 1980.

15. Oosterhuis, N.M.G., N.M.Groesbeek, A.P.C.Olivier, and N.W.F. Kossen, "Scale-Down Aspects of the Gluconic Acid Fermentation," Biotech.Lett., 5(3), 141-146, 1983.

16. Nakamura, S., and Y.Ogura, " Mode of Inhibition of Glucose Oxidase by Metal Ions," J.Biochem., 64(4), 439-446, 1968.

17. Bucke, C., "Glucose-Transforming Enzymes," Microbial Enzymes and Biotechnology (Fogarty, W.M.,ed.), pp. 93-129, Applied Science Publisher, London, 1983.

18. Karube, I., K.Hirano, and S.Suzuki, "Glucose Oxidase Pellet," Biotech.Bioeng., 19, 1233-1238, 1977.

19. Bentley, R., "Glucose Oxidase," The Enzymes (Boyer, P.D., H.Lardy, and K.Myrback, eds.), Vol. 7, Academic Press, New York, 2nd ed., 1963.

20. Barman, T.E., Enzyme Handbook, Vol. 1, pp. 112-113, Springer-Verlag, New York, 1969.

21. Miwa, I., "Rapid Polarogrphic Mutarotase Assay with B-D-Glucose Oxidase," Ana.Biochem., 45, 441-447, 1972.

22. Constantinides, A., S.J.Myles, and W.R.Vieth, "Glucono-∫-lactonase from Saccharomyces cerevisiae :Extraction , Purification and Characterization," Enzymologia, 43, 121-128, 1972.

23. Cho, Y.K., and J.E.Bailey, "Glucoamylase and Glucose Oxidase Preparation and Their Combined Application for Conversion of Maltose to Gluconic Acid," Biotech.Bioeng., 19, 185-198, 1977.

24. Casida, L.E., Industrial Microbiology, pp. 333-351, John Wiley and Sons, New York, 1964.

25. Hsieh, D.P.H., R.S.Silver, and R.I.Mateles, "Use of the Glucose Oxidase System to Measure Oxygen Transfer Rates," Biotech.Bioeng., 11, 1-18, 1969.

26. Bouin, J.C., P.H.Dudgeon, and H.O.Hultin, "Effect of Enzymes Ratio and pH on The Efficiency of An Immobilized Dual Catalyst of Glucose Oxidase," J.Food.Sci., 41, 886-890, 1976.

27. Humphrey, A.E., and P.J.Reilly, "Kinetic Studies of Gluconic Acid Fermentation," Biotech.Bioeng., 7, 229-243, 1965.

28. Yasin, M., A.H.Niazi, and M.A.Qadeer, "Studies in the Production of Calcium Gluconate Using Locally Isolated Strains of Aspergillus niger," Pakistan J. Sci.Ind.Res., 12, 37-40, 1969.

29. Qadeer, M.A., M.A.Baig, and O.Yunus, "Production of Calcium Gluconate by Aspergillus niger in 50-L Fermenter," Pakistan.J.Sci.Ind.Res., 18(5), 227-228, 1975.

30. Gastrock, E.A., N.Porges, P.A.Wells, and A.J.Moyer, "Gluconic Acid Production on Pilot Plant Scale :Effect of Variables on Production by Submerged Mold Growths," Ind.Eng.Chem., 30(7), 782-789, 1938.

31. Kundu, P.N., and A.Das, "Calcium Gluconate Production by Nonconventional Fermentation Method," Biotech.Lett., 4(6), 365-368, 1982.

32. กรรณิกา จันทรสอาด และ รติกร กัณฑะพงศ์. "ผลกระทบของโลหะธาตุที่มีต่อการผลิตกรดกลูโคนิค โดย Aspergillus sp. สายพันธุ์ G11 , G106 และ G153," (รายงานที่ยังไม่ได้ตีพิมพ์)

33. Bull, D.N., and L.L.Kempe, "Kinetics of the Conversion of Glucose to Gluconic Acid by Pseudomonas ovalis ," Biotech.Bioeng., 12, 273-290, 1970.

34. Wells, P.A., A.J.Moyer, J.J.Stubbs, H.T.Herrick, and O.E.May, "Gluconic Production : Effect of Pressure , Air Flow and Agitation on Gluconic Acid Production by Submerged Mold Growths," Ind.Eng.Chem., 29(6), 653-656, 1937.

35. Nicol, M.J., and F.R.Duke, "Substrate Inhibition with Glucose Oxidase," J.Biol.Chem., 241(18), 4292-4293, 1966.

36. De Wilt, H.G.J.,"Part I Oxidation of Glucose to Gluconic Acid," Ind.Eng.Chem.Prod.Res.Develop., 11(4), 370-373, 1972.

37. Mahmoud, S.A.Z., M.El-Sawy, and O.O.N.El-Din, "Studies on Some Factors Influencing the Production of Gluconic Acid," Egypt.J.Food.Sci., 5(1-2), 21-29, 1977.

38. Takao, S., "Organic Acid Production by Basidiomycetes 1. Screening of Acid-Producing Strain," Appl.Microbiol., 13, 732-737, 1965.

39. Sasaki, Y., and S.Takao, "Organic Acid Production by Basidiomycetes III Cultural Condition for L-Malic Acid Production," Appl.Microbiol., 15, 372-377, 1967.

40. Miller, G.C., "Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar," Anal.Chem., 31, 462-468, 1959.

41. Ashwell, G., "New Colorimetric Methods of Sugar Analysis," Methods in Enzymology (Neufeld, E.F., and V.Ginsburg, eds.), Vol. 8, pp. 85-95, Academic Press, New York, 1966.

42. Sigma Chemical Company. "The Enzymatic Colorimetric Determination of Glucose in Whole Blood, Plasma or Serum at 425-475 nm." Sigma Tech.Bull. No. 510, p. 8, Saint Louis, 1980.

43. Su, Y.C., W.S.Liu, and L.Y.Jang, "Studies on Microbial Production of Sodium Gluconate and Glucono-Delta-Lactone from Starch," Proc.Nat.Sci.Coun., 10, 1977.

44. Yamada, "Industrial Fermentation in Japan," Biotech.Biochem., 19, 1563-1621, 1977.

45. กรรณิกา จันทรสอาด. "การคัดเลือกและศึกษาจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดกลูโคนิคได้ปริมาณมาก." รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภช, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530, (รายงานที่ยังไม่ได้ตีพิมพ์ในวารสารใด)

46. Rogalski, J., J.Fiedurek, J.Szczordrak, K.Kapusta, and A.Leonowicz, "Optimization of Glucose Oxidase Synthesis in Submerged Cultures of Aspergillus niger G13 Mutant," Enzyme Microb.Technol., 10, 508-511, 1988.

47. Nakamura, S., and S.Fujiki, "Comparative Studies on the Glucose Oxidases of Aspergillus niger and Penicillium amagasakiense," J.Biochem., 63(1), 51-58, 1968.

48. Ghosh, P., and T.K.Ghose, "Oxygen Transfer in Gluconic Acid Fermentation," J.Ferment.Technol., 56(2), 139-143, 1978.

49. O'Malley, J.J., and J.L.Weaver, "Subunit Structure of Glucose Oxidase from Aspergillus niger," Biochem., 11, 3527-3532, 1972.

50. Miura, Y., K.Tsuchiya, H.Tsusho, and K.Miyamoto, "Kinetics Studies of Gluconic Acid Fermentation,Using Aspergillus niger," J.Ferment.Technol., 48(12), 795-803, 1970.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

สูตรและวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหารแข็งโปเตโตเดกซ์โตรส(Potato dextrose agar : PDA)สำหรับเลี้ยงเชื้อและเก็บรักษา Aspergillus sp.สายพันธุ์ G153 เพื่อใช้ในการทดลอง

อาหารเลี้ยงเชื้อ 1 ลิตร ประกอบด้วย :-

มันฝรั่งหั่น	200	กรัม
เดกซ์โตรส	20	กรัม
วุ้นผง	20	กรัม
แคลเซียมคาร์บอเนต	20	กรัม

เตรียมโดยการนำมันฝรั่งมาปอกเปลือกแล้วหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งน้ำหนักให้ได้ 200 กรัม ต้มในน้ำเดือด 10 นาที กรองส่วนน้ำมา เติมส่วนผสมอื่นๆข้างต้นจนมีปริมาตรครบ 1 ลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

2. อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 1 สำหรับการผลิตกรดกลูโคนิค ประกอบด้วย :-

กลูโคส	250.0	กรัม
แอมโมเนียมซัลเฟต	2.0	กรัม
โปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	1.0	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต	0.5	กรัม
แมงกานีสซัลเฟต	0.5	กรัม
เฟอร์รัสซัลเฟต	1	ไมโครกรัม

เติมน้ำจนครบ 1 ลิตร แล้วนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ความดัน 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 นาที ก่อนใช้ให้เติมแคลเซียมคาร์บอเนตที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 24% เมื่อเทียบกับปริมาณแหล่งคาร์บอนตั้งต้น

3. อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 2 สำหรับการผลิตกรดกลูโคนิค ประกอบด้วย :-

กลูโคส	250.0 กรัม
แอมโมเนียมซัลเฟต	4.0 กรัม
โปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	1.0 กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต	0.5 กรัม
แมงกานีสซัลเฟต	0.5 กรัม
เฟอร์รัสซัลเฟต	1 ไมโครกรัม

เติมน้ำจนครบ 1 ลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ความดัน 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 นาที ก่อนใช้ให้เติมแคลเซียมคาร์บอเนตที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 24% เมื่อเทียบกับปริมาณแหล่งคาร์บอนตั้งต้น

4. อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3 สำหรับชักนำเชื้อรา Aspergillus sp. ให้สร้างสปอร์จำนวนมาก ประกอบด้วย :-

กลูโคส	50.000 กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต	0.120 กรัม
โปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	0.144 กรัม
ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต	0.560 กรัม
เปปโตน	0.200 กรัม
ผงสกัดยีสต์	0.045 กรัม
วุ้นผง	20.000 กรัม

เติมน้ำจนครบ 1 ลิตร แล้วนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ความดัน 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 10 นาที

อาหารสูตรนี้ได้ดัดแปลงจากอาหารสูตรB ของ Gastrock และคณะ(30) โดยใช้ผงสกัดยีสต์ 0.045 กรัมต่อลิตรแทนเบียร์ 45 มิลลิลิตรต่อลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 4 สำหรับชักนำให้สปอร์ของเชื้อรา Aspergillus sp. งอกได้ดี ประกอบด้วย :-

กลูโคส	100.00 กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต	0.25 กรัม
โปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	0.30 กรัม
ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต	0.80 กรัม
เปปโตน	0.02 กรัม
ผงสกัดยีสต์	0.04 กรัม

เติมน้ำจนครบ 1 ลิตร แล้วนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ความดัน 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 10 นาที จากนั้นเติมแคลเซียมคาร์บอเนตที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วลงไป 37.5 กรัม

อาหารสูตรนี้ได้ดัดแปลงจากอาหารสูตรC ของ Gastrock และคณะ(30) โดยใช้ผงสกัดยีสต์ 0.04 กรัมต่อลิตรแทนเบียร์ 40 มิลลิลิตรต่อลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. สารละลายกรดไดไนโตรซาลิซิลิกรีเอเจนต์(Dinitrosalicylic acid reagent : DNSA reagent)

เตรียมโดย ละลายกรดไดไนโตรซาลิซิลิก 1 กรัมในโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2 โมลาร์ จำนวน 20 มิลลิลิตร เติมโซเดียมโปตัสเซียมตาร์เตรต 30 กรัมและปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตรในอ่างน้ำปรับอุณหภูมิ บรรจุในขวดสีชา เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

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

เตรียมโดย :-

1. ละลายไดอะนิซิดีน 0.004 กรัมในน้ำกลั่น 1.6 มิลลิลิตร
2. ละลาย พีจีโอ เอนไซม์ 1 แคปซูล ในน้ำกลั่น 60 มิลลิลิตร
3. เติมสารละลายที่เตรียมไว้ในข้อ 1 ลงไปในสารละลายพีจีโอ เอนไซม์
4. เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร
5. ใส่ขวดสีชาและเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส

สารละลายนี้เก็บไว้ได้นาน 1 เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายรติกร กัณฑะพงศ์ เกิดเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2506 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ในปีการศึกษา 2527

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย