รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เจษฎาพันธุ์ จันทขันธ์. 2538. การหาภาวะที่เหมาะสมสำหรับการตรึง *Aspergillus terreus* I10 และการเตรียมสายใยตรึงให้มีประสิทธิภาพสูงเพื่อการผลิตกรดอิทาโคนิก. รายงานการวิจัยโครงการส่งเสริมประสบการณ์การเรียนการสอนในเชิงวิทยาศาสตร์ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรเลง ศรานิล. 2535. เทคโนโลยีพลาสติก. กรุงเทพมหานคร : ดวงกมลสมัย. หน้า 189 - 201.

วิทิต วัณนาวิบูล. 2527. บวบหอม. หมอชาวบ้าน ปีที่ 6 ฉบับที่ 66 (ตุลาคม) : 36 - 37.

สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ. 2528. ฟลูอิไดเซชั่น . กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 1 - 8.

อุษา กรีอักษร. 2539. ภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกรดอิทาโคนิกโดย *Aspergillus terreus* I10. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Armentia, H., and Webb, C. 1992. Ferrous sulphate oxidation using *Thiobacillus ferroxidans* cell immobilized in polyurethane foam support particles. Appl. Microbiol. Biotechnol. 36 : 697 - 700.

Arpai, J. 1959. Ultraviolet induced mutational changes in enzyme activity of *Aspergillus terreus*. J. Bacteriol. 78 : 153 - 158.

Bailliez, C., Largeau, C., Casadevall, E., Yang, L.W., and Berkaloff, C. 1988. Photosynthesis, growth and hydrocarbon production of *Boteycoccus braunii* immobilized by entrapment and adsorption in polyurethane foams. Appl. Microbiol. Biotechnol. 29 : 141 - 147.

Bagavant, S.R., Gole, V.W., and Soni, S.B. 1994. Studies on anti - inflammatory and analgesic activities of itaconic acid systems. Indian J. Pharm. Sci. 56(3) : 80 - 85.

Batti, M., and Schweiger, L.B. 1963. Itaconic acid. U.S. Patent 3,078,217. Chemical Abstract 58 : Abstract No. 14668 ab.

Baup,S. 1836. Üeber eine neue Pyrogen - Citronsaure U.S.W., Annalen 19 : 29 - 38. cited in Milsom, P.E., and Meers, J.L. 1985. Gluconic and itaconic acid. In M. Moo - Young (ed.), Comprehensive biotechnology vol. 3, pp. 681 - 700. Oxford : Pergamon Press.

Bentley, R., and Thiessen, C.P. 1957b. Biosynthesis of itaconic acid in *Aspergillus terreus* III. The properties and reaction mechanism of *cis* - aconitate decarboxylase. J. Biol. Chem. 226 : 703 - 720.

Bernfeld, P. 1955. Amylase α and β. In S.P. Colowick and N.O. Kaplan (eds.), Method in enzymology. Vol. 1, pp. 149. New York : Academic Press.

Braun, S.B. and Vecht - Lifshitz, S.E. 1991. Mucelial morphology and metabolite production. Tibtech. 9 : 63 - 68.

Brickerstaff, G.F. 1997. Immobilization of enzymes and cells : some practical considerations. In G.F. Brickerstaff (ed.), Immobilization of enzymes and cells , pp. 1 - 11. New Jersey : Human Press.

Brodelius, P., and Vandamme, E.J. 1987. Immobilized cell system. In H.J. Rehm and G. Reed (eds.), Biotechnology vol. 7a, pp. 405 - 464. Weinheim : VGH Verlagesllschaft mbH.

Calam, C.T., Oxford, A.E., and Raistrick, H. 1939. Studies in the biochemistry of microorganisms, XLIII. Itaconic acid, a metabolic product of *Aspergillus terreus* Thom. Biochem. J. 33 : 1488 - 1495. cited in Mattey, M. 1992. The production of organic acid. Crit. Rev. Biotechnol. 12 : 87 - 132.

Capdevila, C., Corrieu, G., and Asther, M. 1989. J. Ferment. Bioeng. 68 : 60. cited in Fukada, H. 1995. Immobilized microorganism bioreactor. In J.A. Asenjo, and J.C. Merchuk (eds.), Bioreactor system design. pp. 339 - 375. New York : Marcel Dekker.

Chibata, I., Tosa, T., and Sato, T. 1986. Methods of cell immobilization. In A.L. Demain and N.A. Solomon (eds.), Manual of industrial microbiology and biotechnology, pp. 217 - 226.

Christiansen, A. (Miranol Chemical Company Inc.). 1980. Surface active amides and imidazolines. Br. Patent 1,574,916.

Cros, P., and Schneider, D. 1989. Production of itaconic acid. Eur. Patent 341,112.

Cros, P., and Schneider, D. 1993. Microbiological production of itaconic acid. U.S. Patent 5,231,016.

Crueger, W., and Crueger, A. 1990. Organic acids. In T.D. Brock, Biotechnology : A textbook of industrial microbiology, pp. 148. Sunderland : Sinauer associates, Inc.

Elnaghy, M.A., and Megalla, S.E. 1975. Itaconic acid production by a local strain of *Aspergillus terreus*. Eur. J. Appl. Microbiol. 1 : 152 - 172.

Friedkin, M. 1945. Determination of itaconic acid in fermentation liqour. Ind. Eng. Chem. 17 : 637-638.

Fujimura, M., Kato, J., Tosa, T., and Chibata, I. 1984. Continuous production of L - arginine using immobilized growing *Serratia marcescens* cells : effectiveness of supply of oxygen gas. Appl. Microbiol. Biotechnol. 19 : 136 - 139.

Fukada, H. 1995. Immobilized microorganism bioreactor. In J.A. Asenjo, and J.C. Merchuk (eds.), Bioreactor system design. pp. 339 - 375. New York : Marcel Dekker.

Fukada, H., and Morikawa, H. 1987. Enhancement of γ - linolenic acid production by *Mucor ambiguus* with nonionic surfactants. Appl. Microbiol. Biotechnol. 27 : 15 - 20.

Fynn, G.H., and Whitemore, T.N. 1982. Biotechnol. Lett. 4 : 577. cited in Fukada, H. 1995. Immobilized microorganism bioreactor. In J.A. Asenjo, and J.C. Merchuk (eds.), Bioreactor system design. pp. 339 - 375. New York : Marcel Dekker.

Gainer, J.L., Kirwan, D.J., Foster, J.A., and Seyhan, E. 1980. Biotechnol. Bioeng. Symp. 10 : 35 - 42. cited in Brodelius, P., and Vandamme, E.J. 1987. Immobilized cell system. In H.J. Rehm and G. Reed (eds.), Biotechnology. vol. 7a, pp. 405 - 464. Weinheim : VGH Verlagesllschaft mbH.

Gbewonyo, K., and Wang, D.I.C. 1983. Enhancing gas - liquid mass transfer rates in non - newtonian fermentations by confining mycelial growth to microbeads in a bubble column. Biotechnol. Bioeng. 25 : 2873 - 2887.

Ghommidh, C., Navarro, J.M., and Durand, G. 1981. Acetic acid production by immobilized *Acetobacter* cells. Biotechnol. Lett. 3 : 93 - 98.

Gong, C., Claypool, T., McCracken, L., Maun, C., Ueng, P., and Tsao, G. 1983. Conversion of pentoses by yeasts. Biotechnol. Bioeng. 26 ; 85 - 102.

Green, G.D., Munk, S.A., and Barnes, D.K. 1990. Stain - resistant polymers derived from the itaconic acid useful as coatings for fibers. U.S. Patent 4,925,906.

Guevarra, E.D., and Tabuchi, T. 1990. Accumulation of itaconic, 2 - hydroxyparaconic, itatartaric and malic acid by strain of the Genus *Ustilago*. Agric. Biol. Chem. 54(9) : 2353 - 2358.

Gyamerah, M. 1995a. Factors affacting the growth form of *Aspergillus terreus* NRRL1960 in relation to itaconic acid fermentation. Appl. Microbiol. Biotechnol. 44 : 356 - 361.

Gyamerah, M. 1995b. Oxygen requirement and energy relations of itaconic acid fermentation by *Aspergillus terreus* NRRL1960. Appl. Microbiol. Biotechnol. 44 : 20 - 26.

Haapala, R., Parkkinen, E., Suominen, P., and Linko, S. 1995. Production of extracellular enzymes by immobilized *Trichoderma reesei* in shake flask cultures. Appl. Microbiol. Biotechnol. 43 : 815 - 821.

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.

Horitsu, H., Takahashi, Y., Tsuda, J., Kawai, K., and Kawano, Y. 1983. Production of itaconic acid by *Aspergillus terreus* immobilized in polyacrylamide gels. Eur. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 18 : 358 - 360.

Hughes, K.A., and Swift, G. 1992. Preparation of itaconic acid polymers. Eur. Patent 506,246.

Iida, T., Sakamoto, M., Izumida, H., and Akagi, Y. 1993. Characteristic of *Zymomonas mobilis* immobilized by photo - crosslinkable resin in ethanol fermentation. J. Ferment. Bioeng. 75 : 28 - 31.

Jakubowska, J.D., and Metodiewa, D. 1974. Studies on the metabolic pathway for itatartaric acid formation by *Aspergillus terreus*. Acta Microbiol. Pol. Ser. B. 6 : 51 - 61. cited in Mattey, M. 1992. The production of organic acid. Crit. Rev. Biotechnol. 12 : 87 - 132.

Jarry, A., and Seraudie, Y. 1994. Fermentative production of itaconic acid. Fr. Patent 2,702,492.

Ju, N., and Wang, S. 1986. Continuous production of itaconic acid by *Aspergillus terreus* immobilized in a porous disk bioreactor. Appl. Microbiol. Biotechnol. 23 : 311 - 314.

Karya, M., and Fujiwara, H. 1994. Production of itaconic acid. Jpn. Patent 6,038,774.

Kautola, H. 1990a. Itaconic acid production from xylose in repeated - batch and continuous bioreactors. Appl. Microbiol. Biotechnol. 33 : 7 - 11.

Kautola, H. 1990b. Biotchnical production of itaconic acid by immobilized *Aspergillus terreus*. Acta Polytech. Scand. 192 : 1 - 36.

Kautola, H., and Linko, Y.-Y. 1989. Fumaric acid production from xylose by immobilized *Rhizopus arrhizus* cells. Appl. Microbiol. Biotechnol. 31 : 448 - 452.

Kautola, H., Rymowicz, W., Linko, Y. -Y, and Linko, P. 1991. Itaconic acid production by immobilized *Aspergillus terreus* with varied metal additions. Appl. Microbiol. Biotechnol. 35 : 154 - 158.

Kautola, H., Vahvaselkä, M., Linko, Y. - Y., and Linko, P. 1985. Itaconic acid production by immobilized *Aspergillus terreus* from xylose and glucose. Biotechnol. Lett. 7(3) : 167 - 172.

Kautola, H., Vassilev, N., and Linko, Y. - Y. 1989. Itaconic acid production by immobilized *Aspergillus terreus* on sucrose medium. Biotechnol. Lett. 11(5) : 313 - 318.

Kautola, H., Vassilev, N., and Linko, Y. - Y. 1990. Continuous itaconic acid production by immobilized biocatalysts. J. Biotechnol. 13 : 315 - 323.

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

Kinoshita, K. 1931. Über eine neue *Aspergillus* Art., *A. itaconicus*. Bot. Mag. (Tokyo) 45 : 45 - 61. cited in Milsom, P.E. and Meers, J.L. 1985. Gluconic and itaconic acid. In M. Moo - Young (ed.), Comprehensive biotechnology. vol. 3, pp. 681 - 700. Oxford : Pergamon Press.

Klein, J., and Wagner, F. 1983. Method for the immobilized of microbial cells. In I. Chibata and L.B. Wingard, Jr. (eds.), Applied biochemistry and bioengineering vol. 4,pp. 12 - 44. New York : Academic Press.

Kobayashi, T. 1978. Production of itaconic acid from wood waste. Process. Biochem. 5 : 15.

Kobayashi, T., and Nakumura, I. 1971. Process for recovering itaconic acid and salts thereof from fermented broth. U.S. Patent 3,621,053.

Kobayashi, T., and Tabuchi, B. 1957a. Itaconic acid. Jpn. Patent 571,100.

Kobayashi, T., Tachi, K., Nagamune, T., and Endo, J. 1990. J. Chem. Eng. Jpn. 23 ; 408. cited in Fukada, H. 1995. Immobilized microorganism bioreactor. In J.A. Asenjo, and J.C. Merchuk (eds.), Bioreactor system design. pp. 339 - 375. New York : Marcel Dekker.

Lee, Y.H., Lee, C.W., and Chang, H.N. 1989. Citric acid production by *Aspergillus niger* immobilized on polyurethane foam. Appl. Microbiol. Biotechnol. 30 : 141 - 143.

Linko, Y.-Y., Li, G., Zhong, L.-C., Linko, S., and Linko, P. 1988. Enzyme production by immobilized cells. Methods Enzymol. 137 : 686 - 696.

Lockwood, L.B. 1954. Itaconic acid. In L.A. Underkofler, and R.J. Hickey (eds.), Industrial fermentations. vol. 1, pp. 488 - 497. New York : Chemical publishing Co. Inc.

Lockwood, L.B. 1979. Production of organic acids by fermentation. In H. Pepler, and D. Pertman (eds.), Microbial technology.Microbial process. vol.1, pp. 367 - 372. New York : Academic Press.

Lockwood, L.B., and Nelson, G.E.N. 1946. Some factors affecting the production of itaconic acid by *Aspergillus terreus* in agitated cultures. Arch. Biochem. 10 : 365 - 374.

Lockwood, L.B., and Reeves, M.D. 1945. Some factors affecting the production of itaconic acid by *Aspergillus terreus*. Arch. Biochem. 6 : 455 - 469.

Lockwood, L.B., and Schweiger, L.B. 1977. Citric and itaconic acid. In H.J. Pepler (ed.), Microbial technology, pp. 193 - 199. New York : Robert E. Krieger publishing company.

Login, R.B. 1995. Pyrrolidone - based surfactants. J. American Oil Chemical Society. 72(7) : 759 - 771.

Mattey, M. 1992. The production of organic acids. Crit. Rev. Biotechnol. 112 : 87 - 132.

Milsom, P.E., and Meers, J.L. 1985. Gluconic and itaconic acid. In M. Moo - Young (ed.), Comprehensive biotechnology. vol. 3, pp. 681 -700. Oxford : Pergamon Press.

Nakashima, T., Fukada, H., Kyotani, S., and Morikawa, H. 1988. J. Ferment. Technol. 66 : 441. cited in Fukada, H. 1995. Immobilized microorganism bioreactor. In J.A. Asenjo, and J.C. Merchuk (eds.), Bioreactor system design. pp. 339 - 375.

Nava Saucedo, J.E.N., Barbotin, J.N., and Thomas, D. 1989. Continuous production of gibberellic acid in fixed - bed reactor by immobilized mycelia of *Gibberella fujikuroi* in calcium alginate beads. Appl. Microbiol. Biotechnol. 30 : 226 - 233.

Nowakowska - Waszczuk, A. 1973. Utilization of some tricarboxylic acid cycle intermediates by mitochondria and growing mycelium of *Aspergillus terreus*. J. Gen. Microbiol. 79 : 19 - 29.

Nubel, R.C., and Ratajak, E.J. 1962. Process for producing itaconic acid. U.S. Patent 3,004,941.

Okabe, M., Ohta, N., and Park, Y.S. 1993. Itaconic acid production in an air - lift bioreactor using a modified draft tube. J. Ferment. Bioeng. 76 : 117 - 122.

Park, Y.S., Ohta, N., and Okabe, M. 1993. Effect of dissolved oxygen concentration and impeller tip speed on itaconic acid production by *Aspergillus terreus* . Biotechnol. Lett. 15(6) : 583 - 586.

Prescott, S.C., and Dunn, C.G. 1959. The itaconic acid fermentation. In C.G. Dunn (ed.), Industrial Microbiology, pp. 598 - 608. New York : McGraw - Hill book company.

Riviere, J., Moss, M., and Smith, J. 1977. Industrail application of microbiology, pp. 159 -161. London : Surrey University Press.

Roca, E., Meinander, N., and Hahn - Hägerdal, M. 1996. Xylitol production by immobilization recombinant *Saccharomyces cerevisiae* in a continuous packed - bed bioreactor. Biotechnol. Bioeng. 51 : 317 - 326.

Rychtera, M. and Wase, D. 1981. The growth of *Aspergillus terreus* and the production of itaconic acid in batch and continuous culture. The influence of pH. J. Chem. Technol. Biotechnol. 31 : 509 - 521.

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

Shimi, I.R., and Nour El Dein.1962. Biosynthesis of itaconic acid by *Aspergillus terreus*. Arch. Microbiol. 44 : 181 - 188.

Smith, J.E., Nowakowska - Waszczuk, A., and Anderson, J.G. 1974. Organic acid production by mycelial fungi. Ind. Aspects. Biochem. 30(1) : 297 - 347. cited in Mattey, M. 1992. The production of organic acid. Crit. Rev. Biotechnol. 12 : 87 - 132.

Sun, Y. 1996. Immobilization on foam cubes improves fermentation. Industrial Bioprocessing 18(7) : 6.

Suzuki, A., Isogai, A., Hyeon, S.B., Kikkawa, T., and Someya, S. 1986. Plant growth regulator. U.S. Patent 4,626,277.

Tabuchi, T. 1991. Itaconic acid preparation method. Jpn. Patent 3,035,785.

Tabuchi, T., Sigisawa, T., Ishidori, T., Nakahara, T., and Sugiyama, J. 1981. Itaconic acid fermentation by a yeast belonging to the genus *Candida*. Agric. Biol. Chem. 45 : 475 - 479.

Takabe, K., Yamauchi, Y., Nakamura, H. 1993. A selective method for itaconic acid 1 - monoester production. Jpn. Patent 5,030,978.

Tsukada, M., Goto, Y., Romano, M., Ishikawa, H., and Shinozaki, H. 1992. Structure characteristics of wool fiber modified with itaconic anhydride. J. Appl. Pol. Sci. 46 ; 1477 - 1483.

Vassilev, N., Kautola, H., and Linko, Y.-Y. 1992. Immobilized *Aspergillus terreus* in itaconic acid production from glucose. Biotechnol. Lett. 14 (3) : 201 - 206.

Vassilev, N.B., and Vassileva, M.C. 1990. Influence of reactor mode on citric acid productivity of *Aspergillus niger* immobilized in polyurethane foam. In J.A.M. De Bont, J. Visser, B. Mattiasson, and J. Tramper (eds.), Physiology of immobilized cells, pp. 331 - 334. Amsterdam : Elsevier.

Venkatasubramanian, K., Karkare, S.B., and Vieth, W.R. 1983. Chemical engineering analysis of immobilized - cell system. In I. Chibata, and L.B. Wingard, Jr. (eds.), Applied Biochemistry and Bioengineering. vol.4, pp. 312 - 348. New York : Academic Press.

Voet, D., and Voet, J.G. 1990. Biochemistry. pp. 426 - 507. New York : John Wiley & Sons, Inc.

Winskill, N. 1983. Tricarboxylic acid activity in relation to itaconic acid biosynthesis by *Aspergillus terreus*. Ind. Eng. Chem. 44 : 2975 -2980.

Zidwick, M.J. 1992. Organic acids. In D.B. Finkelstein, and C. Ball (eds.), Biotechnology of filamentous fungi : technology and production, pp. 303 - 334. MA : Butterworth - Heinemann.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สูตรและวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. **อาหารแข็งโปเตโตเด็กซ์โตรส** (Potato Dextrose Agar)

ในอาหารเลี้ยงเชื้อ 1 ลิตร ประกอบด้วย

มันฝรั่งหั่น	200	กรัม
เด็กซ์โตรส	20	กรัม
วุ้นผง	20	กรัม

เตรียมโดยนำมันฝรั่งมาปอกเปลือก ล้างให้สะอาด และหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ชั่งน้ำหนักให้ได้ 200 กรัม ต้มให้เดือดนาน 15 -20 นาที กรองเอาส่วนน้ำออกมาเติมส่วนผสมที่เหลือ ละลายให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

2. **อาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อทำให้สปอร์ตรึงงอก** (เจษฎาพันธุ์ จันทขันธ์, 2538)

ในอาหารเลี้ยงเชื้อ 1 ลิตร ประกอบด้วย

น้ำตาลซูโครส	15	กรัม
แอมโมเนียมซัลเฟต	2.7	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต	0.8	กรัม
คอร์นสตีพลิเคอร์	1.8	กรัม

ละลายส่วนประกอบต่าง ๆ ในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร แล้วนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ความดัน 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 นาที

3. **อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรเหมาะสมเพื่อทำให้สปอร์ตรึงงอก**

ในอาหารเลี้ยงเชื้อ 1 ลิตร ประกอบด้วย

น้ำตาลทรายขาว	15	กรัม
แอมโมเนียมซัลเฟต	1.35	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต	0.8	กรัม
คอร์นสตีพลิเคอร์	1.8	กรัม

ละลายส่วนประกอบต่าง ๆ ในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร แล้วนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ความดัน 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 นาที

4. **อาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อการผลิตกรดอิทาโคนิกโดยสายใยตรึง** (ดัดแปลงจาก เทพนาฏ พุ่มไพบูลย์ (2536) โดยไม่เติมแอมโมเนียมซัลเฟต)

ในอาหารเลี้ยงเชื้อ 1 ลิตร ประกอบด้วย

น้ำตาลซูโครส	66	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต	7	กรัม
เฟอร์ริกทาร์เทรต	0.3	กรัม
คอปเปอร์ซัลเฟต	0.09	กรัม
โปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	0.1	กรัม
แคลเซียมคลอไรด์	2	กรัม
ซิงค์ซัลเฟต	0.1	กรัม

ละลายส่วนประกอบต่าง ๆ ในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร แล้วนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ความดัน 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 นาที

5. **อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรเหมาะสมเพื่อการผลิตกรดอิทาโคนิกโดยสายใยตรึง**

ในอาหารเลี้ยงเชื้อ 1 ลิตร ประกอบด้วย

น้ำตาลทรายขาว	66	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต	7	กรัม
เฟอร์ริกทาร์เทรต	0.3	กรัม
คอปเปอร์ซัลเฟต	0.09	กรัม
โปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	0.1	กรัม
แคลเซียมคลอไรด์	2	กรัม
ซิงค์ซัลเฟต	0.1	กรัม

ละลายส่วนประกอบต่าง ๆ ในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร แล้วนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ความดัน 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10 นาที

ภาคผนวก ข

วิธีการเตรียมสารเคมีสำคัญที่ใช้ในการทดลอง

1. **น้ำโบรมีน**

เตรียมโดยละลายโปตัสเซียมโบรไมด์ 3.0 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาณเล็กน้อยพร้อมกับโบรมีนปริมาตร 1 มิลลิลิตร ในขวดวัดปริมาตร เติมโปตัสเซียมคลอไรด์ 1.87 กรัม และกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ปริมาตร 48.5 มิลลิลิตร ทำให้ละลายจนหมด เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเท่ากับ 500 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 - 8 องศาเซลเซียส

2. **สารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์เข้มข้น**

เตรียมโดยละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ 50 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร บรรจุในขวดมีฝาปิด

3. **สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล**

เตรียมโดยละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 7.905 กรัม ในขวดวัดปริมาตร เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 1 ลิตร บรรจุในขวดมีฝาปิด

4. **สารละลายฟีนอล**

เตรียมโดยละลายฟีนอล 5 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร คนจนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน เก็บในขวดมีฝาปิด (ควรเตรียมก่อนใช้)

5. **สารละลายกรดไดไนโตรซาลิไซลิก**

เตรียมโดยละลายกรดไดไนโตรซาลิไซลิก 5 กรัม ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2 โมลาร์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร บนอ่างน้ำร้อน คนจนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน เติมโซเดียมโปตัสเซียมทาร์เทรต 150 กรัมซึ่งละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 250 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรสุดท้าย 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง

6. **สารละลายโปตัสเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2 โมลาร์**

เตรียมโดยละลายโปตัสเซียมคลอไรด์ 74.55 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร

7. **สารละลาย** EDTA

เตรียมโดยละลายเอทธิลีนไดเอมีนเตตระอะซิติกแอซิดไดโซเดียมซอลท์ 6 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 80 มิลลิลิตร ปรับค่าความเป็นกรด - ด่างเป็น 7 ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

8. **ฟีนอลไนโตรพรัสไซด์รีเอเจนต์**

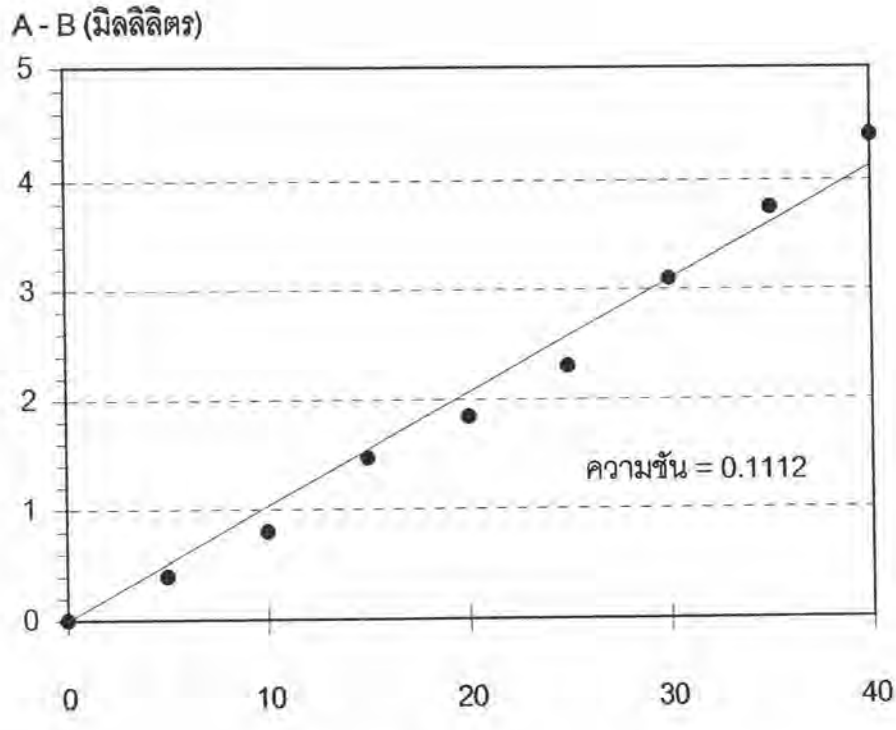
เตรียมโดยละลายฟีนอล 7 กรัม และโซเดียมไนโตรพรัสไซด์ 34 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 80 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชาในตู้เย็น

9. **บัฟเฟอร์ไฮโปคลอไรต์รีเอเจนต์**

เตรียมโดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.48 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 70 มิลลิลิตร เติมโซเดียมโมโนไฮโดรเจนฟอสเฟต 4.98 กรัม และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น 5 - 5.25 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตรต่อปริมาตร) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

ภาคผนวก ค

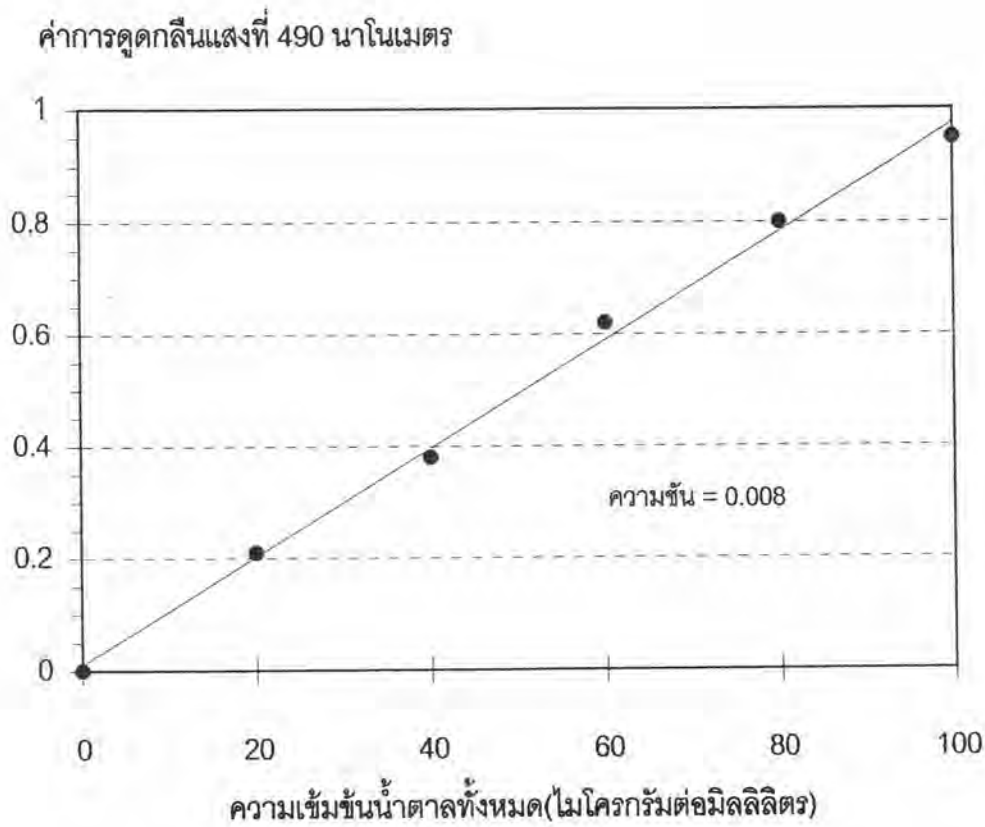
1. กราฟมาตรฐานกรดอิทาโคนิก เมื่อวิเคราะห์ปริมาณกรดอิทาโคนิกด้วยวิธีโบรมิเนชัน



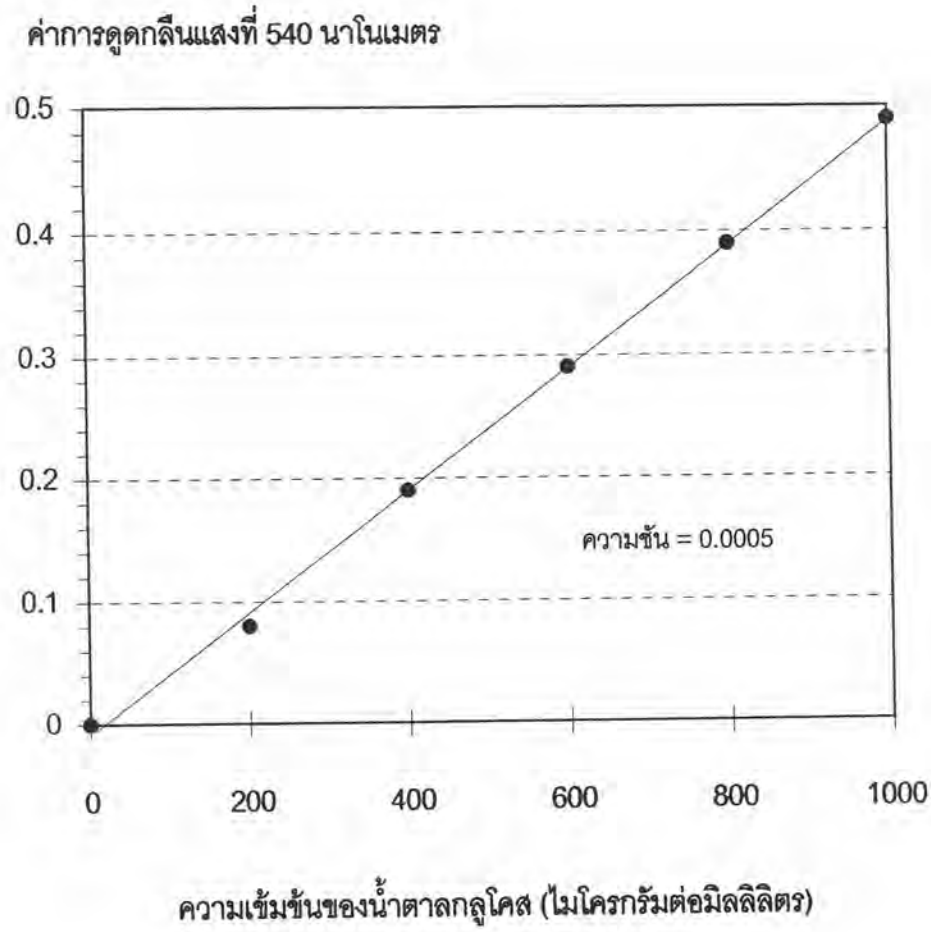
A หมายถึง ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ที่ใช้ในการไตเตรทกับสารละลายที่ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่าง น้ำกลั่นกับสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ (มิลลิลิตร)

B หมายถึง ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ที่ใช้ในการไตเตรทกับสารละลายที่ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่าง ตัวอย่างน้ำหมักกับสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ (มิลลิลิตร)

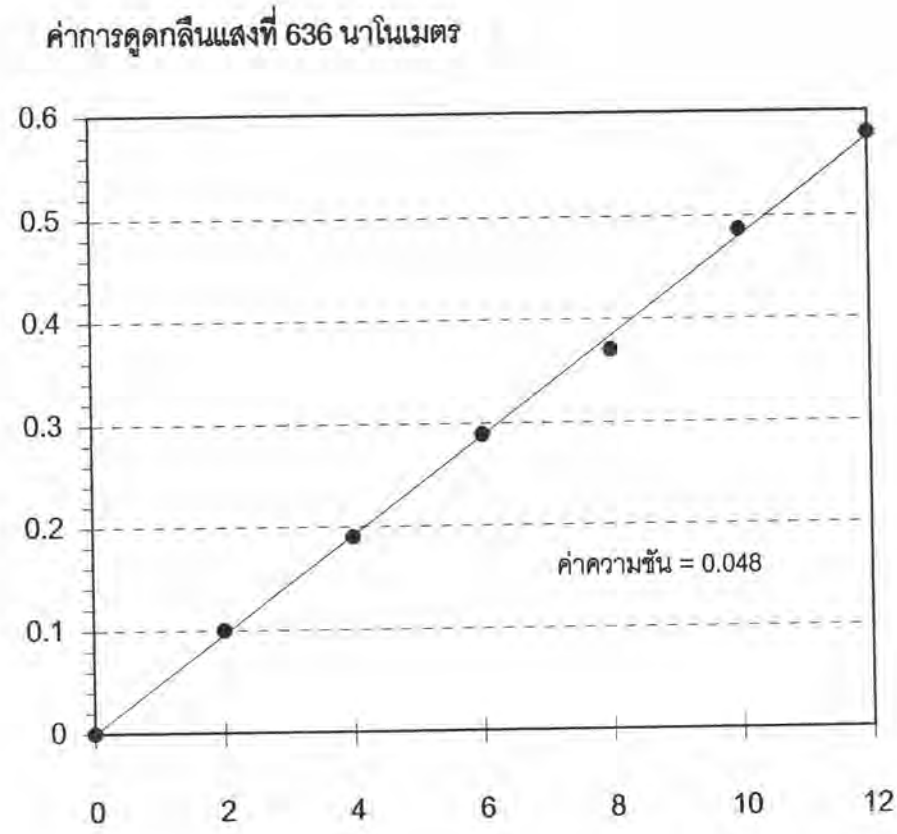
2. กราฟมาตรฐานน้ำตาลทั้งหมด เมื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดโดยการทำปฏิกิริยาของฟีนอลและกรดกำมะถัน กับน้ำตาล (Hansen and Phillips, 1981)



3. กราฟมาตรฐานน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธีของ Bernfeld



4. กราฟมาตรฐานไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม เมื่อวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม โดยวิธีของ Kempers



ความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม (ไมโครกรัมต่อ 25 มิลลิลิตร)

ประวัติผู้เขียน

นางสาว เทพนาฏ พุ่มไพบูลย์ เกิดเมื่อวันที่ 26 สิงหาคม พ.ศ. 2516 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนหอวัง เมื่อปี พ.ศ. 2533 ต่อมาสำเร็จการศึกษา ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2536 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2537