รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

พิสิษฐ คงกำเนิด. 2540. ผลของแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนต่อการเติบโตของ *Bacillus* sp. BA-019 และการผลิตพอลิ(3-ไฮดรอกซีบิวทิเรต-โค-3-ไฮดรอกซีวาเลอเรต). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตนศิริ มุทิตากุล 2538. การผลิตพอลิบีต้าไฮดรอกซีบิวทิเรต โดยแบคทีเรียสายพันธุ์ *Bacillus* sp. BA-019 ที่แยกได้. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศิรวิทย์ สิตปรีชา 2541. ผลการกระตุ้นของกรดอะมิโน กรดไขมัน และกรดอินทรีย์บางชนิดต่อการสังเคราะห์ พอลิ(3-ไฮดรอกซีบิวทิเรต) โดย *Alcaligenes* sp.A-04. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุชาดา จันทร์ประทีป. 2537. การผลิตเทอร์พอลิเมอร์ พอลิ(3-ไฮดรอกซีบิวทิเรต-โค-3-ไฮดรอกซีวาเลอเรต-โค-4-ไฮดรอกซีบิวทิเรต) โดย *Alcaligenes* sp. A-04. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุดา สุภาชวินสวัสดิ์. 2542. ผลของซับสเตรตต่อสัดส่วนของ 3-ไฮดรอกซีวาเลอเรตในพอลิ (3-ไฮดรอกบิทิเรตเรต-โค3-ไฮดรอกซีวาเลอเรต) ซึ่งผลิตจาก *Bacillus* sp. BA-019. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์. 2542. พอลิเมอร์ ชายน์ เล่ม1. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อติพล บุญเรืองถาวร 2543. การผลิตพอลิ(3-ไฮดรอกซีบิวทิเรต)โดยการเพาะเลี้ยง Bacillus sp. BA-019 แบบป้อนเป็นงวด ภายการจำกัดปริมาณไนโตรเจน วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Aiba, S., Humhry, A.E.H. and Millis, N.F. 1973. Biochemical engineering. 2nd ed. London, New york : Academic Press.

Anderson, A. J., and Dawes, E. A. 1990. Occurrence, metabolism, metabolic role, and industrial uses of bacterial polyhydroxyalkanoates. Microbiol. Rev. 54:450-472.

Assobhei, O. el Kanouni, A. Ismaili, M. Loutfi, M. and Petitdemange, H. 1998. Effect of acetic and butyric acids on the stability of solvent and spore formation by Clostidium acetobutylicum ATCC 824 during repeated subculturing. J. Ferment. Bioeng. 85(2):209-212.

Beaulieu, M., Beaulieu, Y. Melinard, J. Pandian, S. and Goulet, J. 1995. Influence of ammonium salts and cane molasses on growth of Alcaligenes and Production of polyhydroxybutyrate. Appl. Environ. Microbiol. 165-169.

Bernfeld, F. 1955. Amylase α and β. In Colowich, P.S. and Kaplan, O.N. (eds.), Method in Enzymology, p.149. London: Academic Press.

Bloembergen, S., Holden, D. A., Bluhm, T. L., Hamer, G. K., and Marchessault, R. H. 1986. Study of composition and crystallinity of bacterial poly(β-hydroxybutyrate-*co*-β-hydroxyvalerate). Macromolecules. 19:2868-2871.

Brandl, H., Gross, R. A., Lenz, R. W., and Fuller, R. C. 1990. Plastic from bacteria and for bacteria : poly(β-hydroxyalkanoates) as natural, biocompatible and biodegrable polyesters. Adv. Biochem. Eng. Biotechnol. 41:77-93.

Brandl, H., Bachofen, R., and Mayer, J. 1995. Degradation of applications of polyhydroxyalkanoates. Can. J. Microbiol. 41(suppl.1):143-153.

Braunegg, G., and Sonnleitner, B., and Lafferty, R. M. 1978. A rapid gas chromatographic method for the determination of poly-β-hydroxybutyric acid in microbial biomass. European J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 6:29-37.

Braunegg, G., Lefebvre, G., and Genser, K. F. 1998. Polyhydroxyalkanoates, biopolyester from renewable resources: physiological and engineering aspects. Journal of Biotechnology. 65: 127-161.

Brown, A.B. and Harvey, L.M.(ed.). 1990. Fermentation a practical approach : Fed-batch and continuous culture. McNeil : Oxford University Press.

Byrom, D. 1987. Polymer synthesis by microorganisms : technology and economics. Tibtech. 5:246-250.

Chang, H. N., Kim, Y. C., Lee, S. Y., and Kim, B. S. 1994. Current status of Biodegradable Plastics in Korea : Research, commercial production and government policy. Doi, Y. and Fukuda, K. (eds.), Biodegradable Plastics and Polymers. pp. 120-135. Elsevier Science B.V.

Choi, J. and Lee, S.Y. 1999. Factors affecting the economics of polyhydroxyalkanoate production by fermentation. Appl. Microbiol. Biotechnol. 51:13-21.

Comeau, Y., Hall, K. J., and Oldman, w. k. 1988. Determination of poly-β-hydroxybutyrate in activated sludge by gas chromatography. Appl. Environ. Microbiol. 54:2325-2327.

Cox, M. K. 1994. Properties and applications of polyhydroxyalkanoates. Doi, Y. and Fukuda, K. (eds.), Biodegradable Plastics and Polymers. pp. 120-135. Elsevier Science B.V.

Dawes, E. A., and Senior, P. J. 1973. The role and regulation of energy reserve polymers in microoganisms. Adv. Microb. Physiol. 10:203-266.

Doi, Y. (ed). 1990. Microbial Polyesters. VCH. New York.

Doi, Y., Kunioka, M. Nakamura, Y., and Soga, K. 1986. Nuclear Magnetic Resonance studies on poly(β-hydroxybutyrate) and a copolyester of β-hydroxybutyrate and β-hydroxyvalerate isolated from *Alcaligenes eutrophus* H16. Macromolecules. 19:2860-2864.

Doi, Y., Segawa, A., Nakamura, S., and Kunioka, M. 1992. In: Dawes E. H. (ed.). Novel Biodegradable Microbial Polymer, 2nd ed. Kluwer Academic Publishers, Dordercht, pp.37-48.

Doi, Y., Kunioka, M. Nakamura, Y., and Soga, K. 1987a. Biosynthesis of copolyesters in *Alcaligenes eutrophus* H16 from ^{13}C-labeled acetate and propionate. Macromolecules. 20:2988-2991.

Eggink, G., Smegen, J., Ongen-baysal, G. and Huijberts, G.N.M.; Mathouth, M.(ed.). 1992. Bacterial poly(hydroxyalkanoates) : Food packaging and preservation. Acadamic Press.

Eggink, G., Van Der Wal. H. Huizberts, G.N.M. and de Waard, P. 1993. Oleic acid as a substrate for poly 3-hydroxybutyrate formation in *Alcaligenes eutropha* and *Pseudomonas putida*. Ind. Crop. Prod. 1:157-163.

Evan, D.J. and Sikdar, K.S. 1990. Biodegradable plastic. Chemtech. 5:38-42.

Hammond, T. and Liggat, J. J. 1995. Properties and applications of bacterially derived polyhydroxyalkanoates. Scott, G. and Gilead, D. (eds.), Dedradable Polymers, London : Chapman&Hall. pp. 88-111.

Hassan, M. A., Shirai, Y., Kusubayashi, N., Karim, M. I. A., Nakanishi, K., and Hashimoto, K. 1996. Effect of organic acid profiles during anaerobic treatment of palm oil mill effluent on the production of polyhydroxyalkanoates by *Rhodobacter sphaeroides*. Annual Reports of IC Biotech. 19:650-655.

Kim, B.S. and Chang, H.N. 1998. Production of poly(3-hydroxybutyrate) from starch by *Azotobacter chroococcum*. Biotechnol. Lett. 20:109-112.

Kim, M. K., Lee, I. Y., and Park, Y. H. 1996. Metabolites and amino acids affecting cellular cofactor concentrations and poly-β-hydroxybutyrate biosynthesis in *Alcaligenes eutrophus*. Biotechnol. Lett. 18:559-564.

Holmes, P.A. 1988. Biologically produced (R)-3-hydroxyalkanoate polymers and copolymers, In Bassitt, D.C. (ed.). Developments in crystalline Polymer. 2nd ed. Elsevier Applied Science Publishers. London. pp.1-65.

Lee, K. T., Kim, J. Y., Rhee, Y. H. Bae, K. S., and Kim, Y. B. 1995. Biosynthesis Poly-β- hydroxyalkanoates by *Bacillus thuringiensis* R-510. J. Microbiol.. 23:59-65 .

Lee, S. Y. 1996a. Plastic bacteria Progress and prospects for polyhydroxyalkanoate production in bacteria. Tibtech. 14:431-437 .

Lee, S. Y. 1996b. Review bacterial polyhydroxyalkanoates. Biotechnol. Bioeng. 49:1-14 .

Lee, S. Y. 1999. Polyhydroxyalkanoate by recombinant *Escherichia coli.* Abstracts of APBioChEC'99. pp. 33. Phuket. Thailand.

Lee, S. Y. and Chang, H. N. 1993. High cell density cultivation of Escherichia coli W using sucrose as a carbon source. Biotechnol. Lett. 15(19):971-974.

Lee, S. Y., Lee, Y. K., and Chang, H. N. 1995. Stimulatory effects of amino acids and Oleic acid on poly(3-hydroxybutyric acid) synthesis by recombinant *Escherichia coli*. J. Ferment. Bioeng. 79:177-180.

Lehninger, A.L. 1993. Biochemistry. 2nd ed. New York : R.R. Donnelley and Sons.

Luzier, W. D. 1992. Materials derived from biomass/biodegradable materials. Proc. Nalt. Acad. Sci. USA. 89:839-842.

Macrae, R. M., and Wilkinson, J. F. 1958. Poly-β-hydroxybutyrate metabolism in washed suspensions of *Bacillus cereus* and *Bacillus megaterium*. J. Gen. Microbiol. 19:210-222.

Madison, L. L., and Huisman, G. W. 1999. Metabolic Engineering of Poly(3-hydroxyalkanoates): From DNA to Plastic. Microbiol. Mol. Biol. Rev. 63:21-53.

Marangoni, C., Furigo Jr., A. and de Aragao, G.M.F. 2000. Oleic acid improves poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) production by *Ralstonia eutropha* in inverted sugar and propionic acid. Biotecnol. Lett. 22:1635-1638.

Martinez-Toledo, M.V., Gonzalez-Lopez, J., Rodelas, B. Pozo, C. and Salmeron, V. 1995. Production of poly-β-hydroxybutyrate by *Azotobacter chroococcum* H23 in chemically defined medium and alpechin medium. J. Appl. Bacteriol. 78:413-418.

Narayan, R. 1994. Impact of governmental policies, Regulations and standards activities on an emerging biodegradable plastics industry. Doi, Y. and Fukuda, K. (eds.), Biodegradable Plastics and Polymers. pp. 261-272. Elsevier Science B.V.

Nobes, G. A. R., Holden, D. A., and Marchessault, R. H. 1994. Spreading of poly(β-hydroxyalkanates) at the air-water interface a model system for the nascent hydrotropic state to bacterial polyester. Polymer. 35:435-437.

Oeding, V. and Schlegel, H.G. 1973. β-ketothiolase from Hydrogenomonas eutropha H-16 and its significance in the regulation of poly-β-hydroxybutyrate metabolism. Biochem. J. 134:239-248.

Osterhout, G. J., Valentine, J. L., and Dick, J. D. 1998. Phenotypic and Genotypic characterization of clinical strains of CDC group IVc-2. Journal of Clinical Microbiology. 36: 2618-2622. PubMed Citation. (abstracts)

Page, W. J., Bhanthumnavin, N., Manchak., and Ruman, M. 1997. Production of poly(3-hydroxybutyrate-*co*-3-hydroxyvalerate) copolymer from sugars by Azotobacter salinestris. Appl Microbiol Biotechnol. 48:88-93.

Quagliano, J. C., and Miyazaki, S. S. 1997. Effect of aeration and carbon/nitrogen ratio on the molecular mass of the biodegradable polymer poly-β-hydroxybutyrate obtained from *Azotobacter chroococcum* 6B. Appl. Microbiol. Biotechnol. 48:662-664.

Ramsay, B. A., Lomaliza, K., Chavarie, C., Dube, B., Bataille, P., and Ramsay, J. A. 1990. Production of poly(β-hydroxybutyric-*co*-hydroxyvaleric). Appl. Environ. Microbiol. 56:2093-2098.

Rhee, Y. H., Jang, J. H., and Rogers, P. L. 1993. Production of copolymer consisting of 3-hydroxybutyrate and 3-hydroxyvalerate by fed-batch culture of *Alcaligenes* sp. SH-69. Biotechnol. Lett. 15:377-382.

Ryu, H.W., Hahn, S.K., Chang, Y.K. and Chang, H.N. 1997. Production of poly(3-hydroxybutyrate) by high cell density fed-batch culture of *Alcaligenes eutrophus* with phosphate limitation. Biotechnol. Bioeng. 55:28-32.

Savenkova, L., Gercberga, Z., Kizhola, Z., and Stegantseva, E. 1999. Effect of phosphate supply and aeration on poly-β-hydroxybutyrate production in *Azotobacter chroococcum*. Process Biochemistry. 34:109-114.

Scragg, H.H. 1991. Bioreactors in biotechnology. London : Ellis Horwood. pp.26-85.

Shimizu, H., Kozaki Y., Kodama, H., and Shioya, S. 1999b. Maximum production strategy for biodegradable copolymer P(HB-*co*-HV) in fed-batch culture of *Alcaligenes eutrophus*. Biotechnol. Bioeng. 62: 518-525.

Slepecky, R. A., and Law, J. H. 1960. A rapid spectrophotometric assay of alpha, beta-unsaturated acids and beta-hydroxy acids. Analytical Chemistry. 32:1697-1699.

Son, H., and Lee, S. 1996. Biosynthesis of poly(3-hydroxybutyrate-*co*-3-hydroxyvalerate) from structurally unrelated single carbon sources by newly isolated *Pseudomonas* sp. EL-2. Biotechnol. Lett. 18:1217-1222.

Suzuki, T., Miyake, S. and Tokiwa, Y. 1996. A recombinant cyanobacterium that accumulate poly-β-hydroxybutyrate. Biotechnol. Lett. 18:1047-1050.

Suzuki, T., Yamane, T. and Shimizu, S. 1986. Mass production of poly-β-hydroxybutyric acid by fully automatic fed-batch culture of methylotroph. Appl. Microbiol. Biotechnol. 23:322-329.

Voet, D., and Voet, J. G. 1995. Biochemistry. 2nd. USA: John Wiley & Son Inc.

Wang, F., and Lee, S. Y. 1997a. Poly(3-hydroxybutyrate) production with high productivity and high polymer content by a fed-batch culture of *Alcaligenes latus* under nitrogen limitation. Appl. Environ. Microbiol. 63:3703-3706.

Wang, F., and Lee, S. Y. 1997b. Production of poly(3-hydroxybutyrate) by fed-batch culture of filamentation-suppressed recombinant *Escherichia coli*. Appl. Environ. Microbiol. 63(12):4765-4769.

Williamson, D. H., and Wilkinson, J. F. 1958. The isolation and estimation of the poly-β-hydroxybutyrate inclusions of *Bacillus* species. J. Gen. Microbial. 19:198-209.

Yamane, T., Fukunaga, M., and Lee, Y. W. 1996. Increased PHB productivity by high-cell-density fed-batch culture of *Alcaligenes latus*, a growth-associated PHB producer. Biotechnol. Bioeng. 50:197-202.

Yamane, T. and Shimizu, S. 1984. Fed-batch techniques in microbial processes. Adv. Biochem. Eng. Biotechnol. 23:322-329.

Yim, K.S., Lee, S.Y. and Chang, H.N. 1996. Synthesis of poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) by recombinant *Escherichia coli*. Biotechnol. Bioeng. 49:495-503.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การเตรียมกราฟมาตรฐาน และสารที่ใช้ในงานวิจัย

1. การเตรียมสารละลายเอนไซม์อินเวอร์เทส (invertase)

1.1 สารละลายอะซิเตตบัฟเฟอร์ เตรียมจากการละลายโซเดียมอะซิเตตปริมาณ 9.10 กรัม ในน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร เติมกรดอะซิติก 1.90 มิลลิลิตร ปรับ pH เป็น 4.5 ปรับปริมาตรให้เป็น1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

1.2 สารละลายอินเวอร์เทส เตรียมจากการละลายเอนไซม์อินเวอร์เทสปริมาณ 0.15 กรัม ในสารละลายอะซิเตตบัฟเฟอร์ 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1

2. การเตรียมสารละลายเอนไซม์ยูเรียเอส (urease)

2.1 สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ เตรียมจากการละลายโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตไดไฮเดรตปริมาณ3.28 กรัม และไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตปริมาณ0.57 กรัม ในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร ปรับ pH เป็น 6.1 ปรับปริมาตรให้เป็น250 มิลลิลิตร

2.2 สารละลายยูเรียเอส เตรียมจากการละลายเอนไซม์ยูเรียเอสปริมาณ .75 กรัมในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 250 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1

3. การเตรียมสารละลายกรดไนโตรซาลิไซลิก (DNSA reagent)

สารละลายกรดไนโตรซาลิไซลิก เตรียมจากละลายกรดไนโตรซาลิไซลิกปริมาณ 1.0 กรัม ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 โมลาร์ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วเติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร เติมโพแตสเซียมโซเดียมตาร์เตรต 30 กรัม ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นปลอดประจุ เก็บไว้ในขวดสีชา

ภาคผนวก ข

สูตรคำนวณ

1. การคำนวณน้ำหนักเซลล์แห้ง

สูตร น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัมต่อลิตร) = $\frac{\text{น้ำหนักถ้วยที่มีเซลล์ - น้ำหนักถ้วยเปล่า}}{10} \times 1000$

2. การคำนวณปริมาณโมโนเมอร์จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟฟี

การคำนวณปริมาณโมโนเมอร์ของ 3HB และ 3HV (กรัมต่อลิตรต่อน้ำหนักเซลล์แห้ง 20 มิลลิกรัม) ทำการประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Star chromatogram: version 4.02 ซึ่งจะทำการคำนวณปริมาณโมโนเมอร์(กรัมต่อลิตร) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานที่ทำการวิเคราะห์ในสภาวะเดียวกัน

การคำนวณปริมาณโมโนเมอร์แต่ละชนิด(กรัมต่อลิตร)

สูตร ปริมาณโมโนเมอร์ = $\frac{\text{ค่าจากการวิเคราะห์ (ก/ล)} \times \text{น้ำหนักเซลล์แห้ง (ก/ล)}}{20}$

3. การคำนวณสัดส่วน (เปอร์เซนต์โดยโมล) ของแต่ละโมโนเมอร์ จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟฟี

3.1 คำนวณหาปริมาณของแต่ละโมโนเมอร์(กรัมต่อลิตร)

3.2 คำนวณหาจำนวนโมลของแต่ละโมโนเมอร์ โดยการหารด้วยน้ำหนักโมเลกุลของแต่ละโมโนเมอร์ (น้ำหนักโมเลกุลของ 3HB และ 3HV = 86 และ 100 ตามลำดับ)

3.3 คำนวณหาสัดส่วนของแต่ละโมโนเมอร์ (เปอร์เซนต์โดยโมล)

สูตร เปอร์เซนต์โดยโมลของแต่ละโมโนเมอร์ = $\frac{\text{จำนวนโมลของโมโนเมอร์} \times 100}{\text{ผลรวมของจำนวนโมลของโมโนเมอร์ทั้งหมด}}$

4. การคำนวณปริมาณซูโครส

สูตร ปริมาณซูโครส (กรัมต่อลิตร) = $\frac{1}{\text{ความชัน}} \times A_{540} \times \text{ค่าการเจือจาง} \times \frac{1}{1000}$

5. การหาปริมาณยูเรียในน้ำหมัก

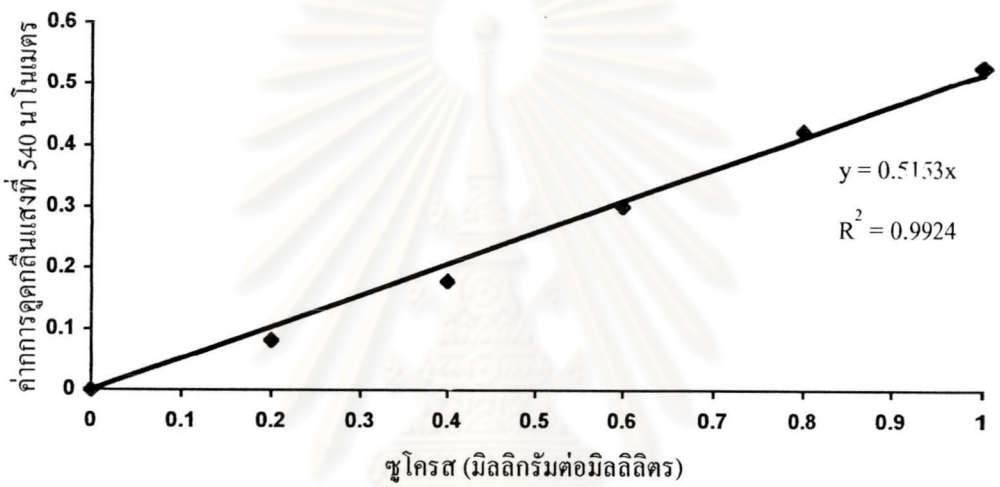
สูตรปริมาณยูเรีย(กรัมต่อลิตร) = ค่าศักย์ไฟฟ้า(มิลลิโวลท์) x ความชัน x ค่าการเจือจาง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

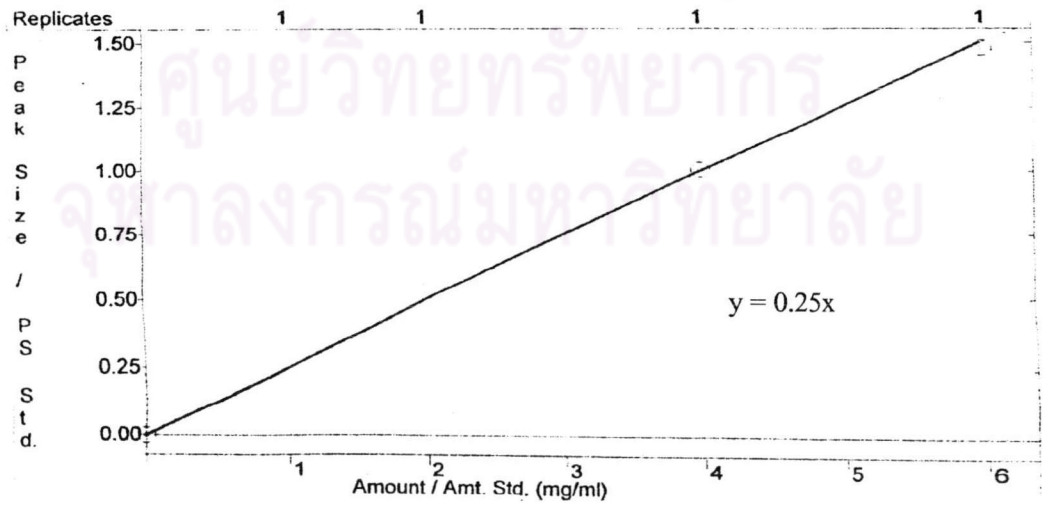
กราฟมาตรฐาน

1. กราฟมาตรฐานของน้ำตาลซูโครส (วิธี DNSA)



รูปที่ 39 กราฟมาตรฐานสำหรับหาปริมาณซูโครสด้วยวิธีDNSA ในช่วงความเข้มข้น 0-1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

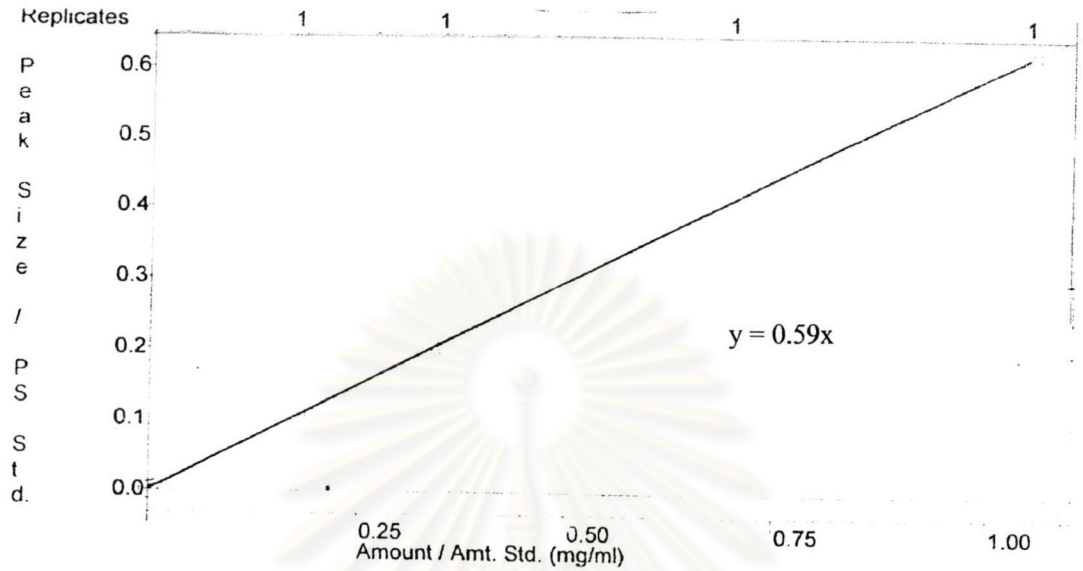
2. กราฟมาตรฐานโมโนเมอร์ 3-ไฮดรอกซีบิวทิเรต (3HB)



รูปที่ 40 กราฟมาตรฐานโมโนเมอร์ 3-ไฮดรอกซีบิวทิเรต ความเข้มข้น 0-4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

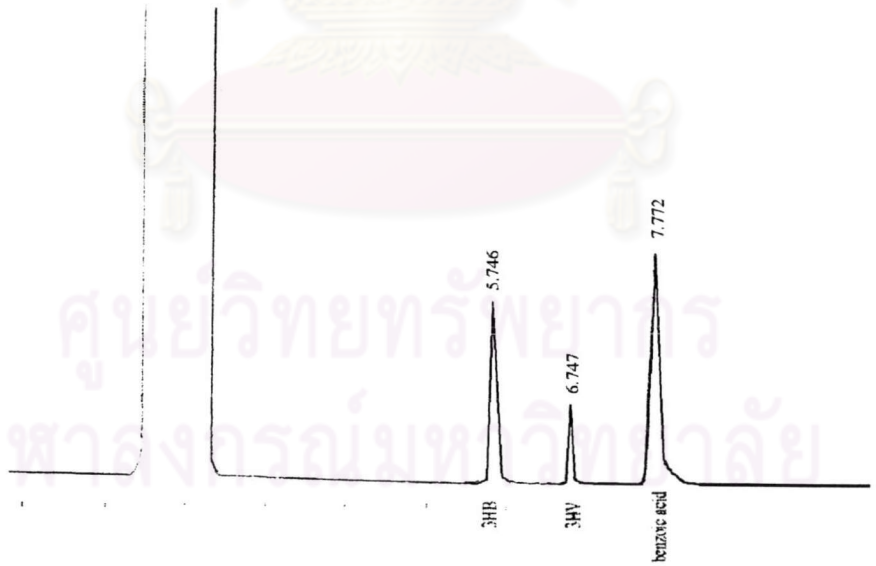
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. กราฟมาตรฐานโมโนเมอร์ 3-ไฮดรอกซีวาเลอเรต (3HV)



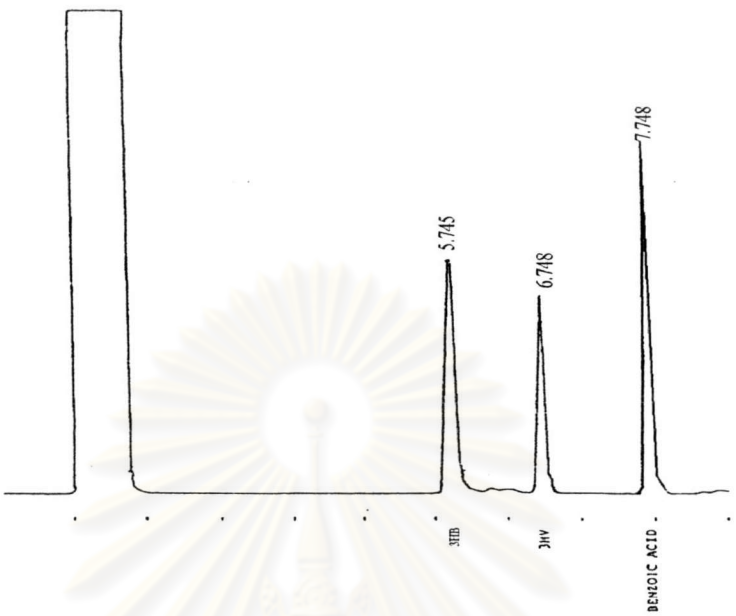
รูปที่ 41 กราฟมาตรฐานโมโนเมอร์ 3-ไฮดรอกซีวาเลอเรต ความเข้มข้น 0-4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

4. ตัวอย่างโครมาโตรแกรมของโคพอลิเมอร์ P(3HB-co-3HV) ที่ผลิตจาก *Bacillus* sp. BA-019



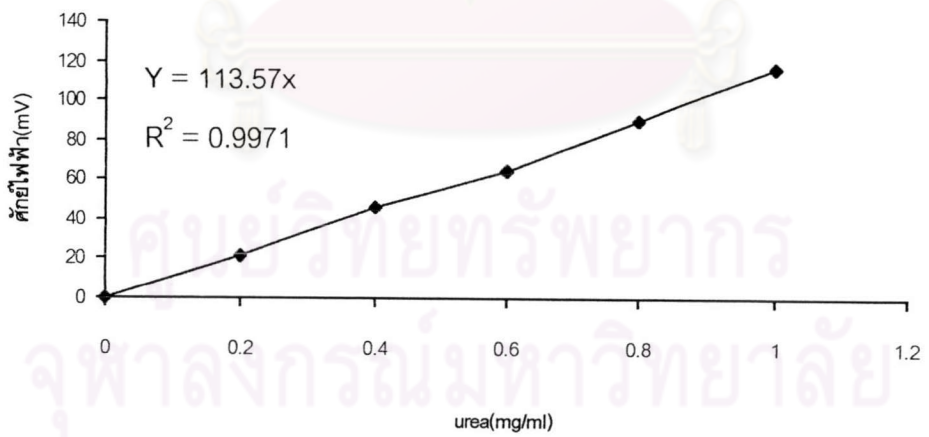
รูปที่ 42 ตัวอย่างโครมาโตรแกรมของโคพอลิเมอร์ P(3HB-co-3HV) ที่มีสัดส่วนของ 3HV เท่ากับ 40 โมลเปอร์เซนต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 43 ตัวอย่างโครมาโตรแกรมของโคพอลิเมอร์ P(3HB-co-3HV) ที่มีสัดส่วนของ 3HV เท่ากับ 65 โมลเปอร์เซนต์

5. กราฟมาตรฐานของยูเรีย



รูปที่ 44 กราฟมาตรฐานของยูเรียในช่วงความเข้มข้น0 - 0.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

1. การทดสอบความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิต โดยการทดสอบค่า t

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิต (σ_{x1-x2}) มีสูตรหาได้ดังนี้

1.1 จาก $\sigma_{x1-x2} = \sqrt{(\sigma_{x1}^2+\sigma_{x2}^2)}$

1.2 จาก $\sigma_{x1}^2 = S_1^2/n_1$ และ $\sigma_{x2}^2 = S_2^2/n_1$

1.3 $\therefore \sigma_{x1-x2} = \sqrt{(S_1^2/n_1 + S_2^2/n_1)}$

1.4 สูตรความแปรปรวนที่แก้ความลำเอียงแล้ว คือ

$$S^2 = \Sigma X^2/(n-1)$$

1.5 แทนค่าสูตรข้อ 1.3 ได้

$$\sigma_{x1-x2} = \sqrt{(\Sigma X_1^2/ n_1(n_1-1) + \Sigma X_2^2/ n_2(n_2-1))}$$

1.6 ความแปรปรวนร่วมคือ

$$[(\Sigma X_1^2) + (\Sigma X_2^2)]/(n_1+n_2-2)$$

1.7 แทนค่าสูตรข้อ 1.5 ได้

$$\sigma_{x1-x2} = \sqrt{([(\Sigma X_1^2) + (\Sigma X_2^2)]/[n_1(n_1+n_2-2)] + [(\Sigma X_1^2) + (\Sigma X_2^2)]/[n_2(n_1+n_2-2)]}$$

1.8 $\therefore \sigma_{x1-x2} = \sqrt{\{[(\Sigma X_1^2) + (\Sigma X_2^2)]/[n_1(n_1+n_2-2)][(1/n_1)+(1/n_2)]\}}$

1.9 ถ้า $n_1 = n_2$ สูตรเป็น

$$\sigma_{x1-x2} = \sqrt{\{(\Sigma X_1^2) + (\Sigma X_2^2)]/[n(n-1)]\}}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนและหาค่าสถิติ F

แบบของข้อมูลเป็นดังนี้

คะแนนของกลุ่ม (ตัวอย่าง)

A	B	C
$X_{A1}, X_{A2}, \ldots, X_{An}$	$X_{B1}, X_{B2}, \ldots, X_{Bn}$	$X_{B1}, X_{B2}, \ldots, X_{Bn}$

ให้ $N = nA + nB + nC$

สมมติฐานทางสถิติเป็น $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \ldots$

สรุปการวิเคราะห์ความแปรปรวน

แหล่ง (source)	df	ผลบวกของ $(X-X)^2$ SS	ความแปรปรวน MS = SS/df	F
ระหว่างกลุ่ม (among groups)	k-1	SSA	MSA = SSA/(k-1)	MSA/MSW
ภายในกลุ่ม (within group)	N-k	SSW = SST-SSA	MSW = SSW/(N-k)	
ทั้งหมด (total)	N-1	SST		

SSA = ผลบวกของกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบนระหว่างกลุ่มจากมัชฌิมเลขคณิตร่วม

SSW = ผลบวกของกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบนภายในกลุ่มจากมัชฌิมเลขคณิตร่วม

SST = ผลบวกของกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนจากมัชฌิมเลขคณิตร่วม

MSA = ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม

MSW = ความแปรปรวนภายในกลุ่ม

ค่า F มีชั้นแห่งความเป็นอิสระ (k-1), (N-k) ถ้าค่า F คำนวณได้มากกว่าค่า F จากตารางก็หมายความว่าทั้งสามกลุ่มต่างกันหรืออาจมีบางคู่ต่างกัน บางคู่ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ให้ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ละคู่โดยใช้ความคลาดเคลื่อนมาตราฐานที่คำนวณจาก MSW ซึ่งเป็นความแปรปรวนร่วม

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกิติพงศ์ ปวรางกูร เกิดวันที่ 24 มิถุนายน 2520 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา2541 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2542

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย