เอกสารอ้างอิง

Anderson, A.J., and Dawes, E.A. Occurrence, metabolism, metabolic role, and industrial uses of bacterial polyhydroxyalkanoates. Microbiological Reviews 54 (1990) : 450-472.

Brivonese, A.C., and Sutherland, I.W. Polymer production by a mucoid stain of *Azotobacter vinelandii* in batch culture. Appl. Microbiol. Biotechnol.30 (1989) : 97-102.

Byrom, D. Polymer synthesis by microorganisms : technology and economics. Trends in Biotechnology 5 (1987) : 246-250.

Comeau, Y., Hall, K.J., and Oldham, W.K. Determination of poly-β-hydroxybutyrate and poly-β-hydroxyvalerate in activated sludge by gas-liquid chromatography. Applied and Environmental Microbiology 54 (1988) : 2325-2327.

Dawes, E.A., and Senior, P.J. The role and regulation of energy reserve polymers in microorganisms. Adv. Microbial. Physiol. 10 (1973 : 135-266.

_____ . The role and regulation of energy reserve polymers in micro-organisms.IV poly-β-hydroxybutyrate. Adv. Microbial. Physiol. 10 (1973) : 203-253.

Dische, Z., and Borenfreund, E. A new spectrophotometric method for the detection and determination of keto sugars and trioses. J. Biol. Chem. 192 (1951) : 583-587.

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

————. Nuclear magnetic resonance studies on poly (β-hydroxybutyrate) and a copolyester of β-hydroxybutyrate and β-hydroxyvalerate isolated from *Alcaligenes eutrophus* H16. Macromolecules 19 (1986) : 2860-2864.

———. Nuclear magnetic resonance studies on unusual bacterial copolyesters of 3-hydroxybutyrate and 4-hydroxybutyrate. Macromolecules 21 (1988) : 2722-2727.

Doi, Y., Segawa, A., and Kunioka, M. Biodegradable poly (3-hydroxybutyrate-co-4-hydroxybutyrate) produced from gamma-butyrolactone and butyric acid by *A.eutrophus* Polym. Commun. 30 (1989) : 169-171.

———. Biosynthesis and characterization of poly (3-hydroxybuty rate-co-4-hydroxybutyrate) in *Alcaligenes eutrophus*. Int.J. Biol . Macromol. 12 (1990) : 106-111.

Doi, Y., Tamaki, A., Kunioka, M., and Soga, K. Biosynthesis of an unusual copolyester (10 mol%3-hydroxybutyrate and 90 mol% 3-hydroxyvalerate units) in *Alcaligenes eutrophus* from pentanoic acid. J. Chem. Soc. Chem. Commun. 1987 (1987) : 1635-1636.

———. Biosynthesis of terpolyesters of 3-hydroxybutyrate, 3-hydroxyvalerate, and 5-hydroxyvalerate in *Alcaligenes eutrophus* from 5-chloropentanoic acid and pentanoic acids. Macromol. Chem. Rapid Commun. 8 (1987) : 631-635.

———. Production of copolyesters of 3-hydroxybutyrate and 3-hydroxyvalerate by *Alcaligenes eutrophus* from butyric and pentanoic acids. Appl. Microbiol. Biotechnol. 28 (1988) : 330-334.

Evans, J.D., and Sikdar, S.K. Biodegradable plastics : An idea whose time has come? Chemtech (1990) : 38-42.

Griebel, R., Smith, Z., and Merick, J.M. Metabolism of poly-β-hydroxy butyrate .I. purification, composition, and properties of native poly-β-hydroxybutyrate granules from *Bacillus megaterium*. Biochemistry 7 (1968) : 3676-3681.

Groom , C.A., Luong, J.H.T., and Mulchandani, A. On line culture fluorescence measurement during the batch cultivation of poly-β-hydroxybutyrate producing *Alcaligenes eutrophus*. Journal of Biotechnology 8 (1988) : 271-278.

————. Substrate inhibition kinetics for microbial growth and synthesis of poly-β-hydroxybutyric acid by *Alcaligenes eutrophus* ATCC 17697. Appl. Microbiol. Biotechnol. 30 (1989) : 11-17.

Haywood, G.W., Anderson, A.J., and Dawes, E.A. A survey of the accumulation of novel polyhydroxyalkanoates by bacteria. Biotechnol. Lett. 11 (1989) : 471-476.

————. The importance of PHB-synthase substrate specificity in polyhydroxyalkanoate synthesis by *Alcaligenes eutrophus*. FEMS Microbiology letters 57 (1989) : 1-6.

Heinzle, E., and Lafferty, R.M. A kinetic model for growth and synthesis of poly-β-hydroxybutyric acid (PHB) in *Alcaligenes eutrophus* H16. European J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 11 (1980) : 8-16.

Holmes, P.A. Applications of PHB-a microbially produced biodegradable thermoplastic. Phys. Technol. 16 (1985) : 32-36.

Jackson, F.A., and Dawes, E.A. Regulation of the tricarboxylic acid cycle and poly-β-hydroxybutyrate metabolism in *Azotobacter beijerinckii* grown under nitrogen or oxygen limitation. Journal of General Microbiology 97 (1976) : 303-312.

Karr, D.B., Waters, J.K., Suzuki, F., and Emerich, D.W. Enzymes of the poly-β-hydroxybutyrate and citric acid cycles of *Rhizobium japonicum* bacteroids. Plant Physiol. 75 (1984) : 1158-1162.

Kunioka, M., Nakamura, Y., and Doi, Y. New bacterial copolyesters produced in *Alcaligenes eutrophus* from organic acids. Polym. Commun. 29 (1988) : 174-176.

————, Kawaguchi, Y., and Doi, Y. Production of biodegradable copolyesters of 3-hydroxybutyrate and 4-hydroxybutyrate by *Alcaligenes eutrophus*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 30 (1989) : 569-573.

Law, J.H., and Slepecky, R.A. Assay of poly-β-hydroxybutyric acid. Journal of Bacteriology 82 (1961) : 33-36.

Lemoigne, M. Products of dehydration and of polymerization of β-hydroxybutyric acid. Bull. Soc. Chem. Biol. 8 (1926) : 770-782.

Lowry, O.H., Rosbrough, N.J., Farr, A.L., and Randall, R.J. Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193 (1951) : 265-275.

Manual of methods for general bacteriology. U.S.A. : American Society for Microbiology, 1981.

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

McDermott, T.R., Griffith, S.M., Vance, C.P., and Graham, P.H. Carbon metabolism in *Bradyrhizobium japonicum* bacteroids. FEMS Microbiol. Rev. 63 (1989) : 327-340.

Oeding, V., and Schlegel, H.G. β-ketothiolase from *Hydrogenomonas eutropha* H16 and its significance in the regulation of poly-β-hydroxybutyrate metabolism. Biochem. J. 134 (1973) : 239-248.

Page, W.J., and Knosp, O. Hyperproduction of poly-β-hydroxybutyrate during exponential growth of *Azotobacter vinelandii* UWD. Applied and Environmental Microbiology 55 (1989) : 1334-1339.

Peoples, O.P., and Sinskey, A.J. Poly -β-hydroxbutyrate biosynthesis in *Alcaligenes eutrophus* H16 : characterization of the genes encoding β - ketothiolase and acetoacetyl -CoA reductase. Journal of Biological Chemistry 264 (1989) : 15293-15297.

————. Poly -β- hydroxybutyrate (PHB) biosynthesis in *Alcaligenes eutrophus* H16 : identification and characterization of the PHB polymerase gene (phbc).Journal of biological Chemistry 264 (1989) : 15298-15303.

Ploux, O.,Masamune, S.,and Walsh, C.T. The NADPH- linked acetoacetyl-CoA reductase from *Zoogloea ramigera* :characterization and mechanistic studies of the cloned enzyme over-produced in *Escherichia coli*. Eur.J. Biochem 174 (1988) : 177-182.

Ramsay , B.A., Ramsay , J.A., and Cooper,D.G. Production of poly -β-hydroxyalkanoic acid by *Pseudomonas cepacia*. Appl. Environ. Microbiol. 55 (1989) : 584-589.

Reusch, R.N. Poly-β-hydroxybutyrate/calcium polyphosphate complexes in eukaryotic membranes. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 191 (1989) : 377-381.

Riis, V., and Mai, W. Gas chromatographic determination of poly-β-hydroxybutyric acid in microbial biomass after hydrochloric acid porpanolysis. Journal of Chromatography 445 (1988) : 285-289.

Schlegel, H.G., Lafferty, R., and Krauss, I. The isolation of mutants not accumulating poly-β-hydroxybutyric acid. Arch. Microbiol. 71 (1970) : 283-294.

Schubert, P., Steinbiichel, A., and Schlegel, H.G. Cloning of the *Alcaligenes eutrophus* genes for the ₉nthesis of poly-β-hydroxybutyric acid (PHB) and synthesis of PHB in *Escherichia coli*. J. Bacteriol. 170 (1988) : 5837-5847.

Senior, P.J., and Dawes, E.A. The regulation of poly-β-hydroxybutyrate metabolism in *Azotobacter beijerinckii*. Biochem. J. 134 (1973) : 225-238.

Slater, S.C.,Voige, W.H., and Dennis, D.E. Cloning and expression in *Escherichia coli* of the *Alcaligenes eutrophus* H16 poly-β-hydroxybutyrate biosynthetic pathway. Journal of Bacteriology 170 (1988) : 4431-4436.

Sonnleitner, B., Heinzle, E., Braunegg, G., and Lafferty, R.M. Formal kinetics of poly-β-hydroxybutyric acid (PHB) production in *Alcaligenes eutrophus* H16 and *Mycoplana rubra* R 14 with respect to the dissolved oxygen tension in ammonium-limited batch cultures. European J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 7 (1979) : 1-10.

Standard method for the examination of water and wastewater. 17th ed. U.S.A. : American Public Health Association, 1989.

Steinbiichel, A., and Schlegel, H.G. Excretion of pyruvate by mutants of *Alcaligenes eutrophus*, which are impaired in the accumulation of poly (β-hydroxybutyric acid) (PHB), under conditions permitting synthesis of PHB. Appl. Microbiol. Biotechnol. 31 (1989) : 168-175.

Suzuki, T., Yamane, T., and Shimizu, S. Kinetics and effect of nitrogen source feeding on production of poly-β-hydroxybutyric acid by fed-batch culture. Appl. Microbiol. Biotechnol. 24 (1986) : 366-369.

————. Mass production of poly-β-hydroxybutyric acid by fully automatic fed- batch culture of methylotroph. Appl. Microbiol. Biotechnol. 23 (1986) : 322-329.

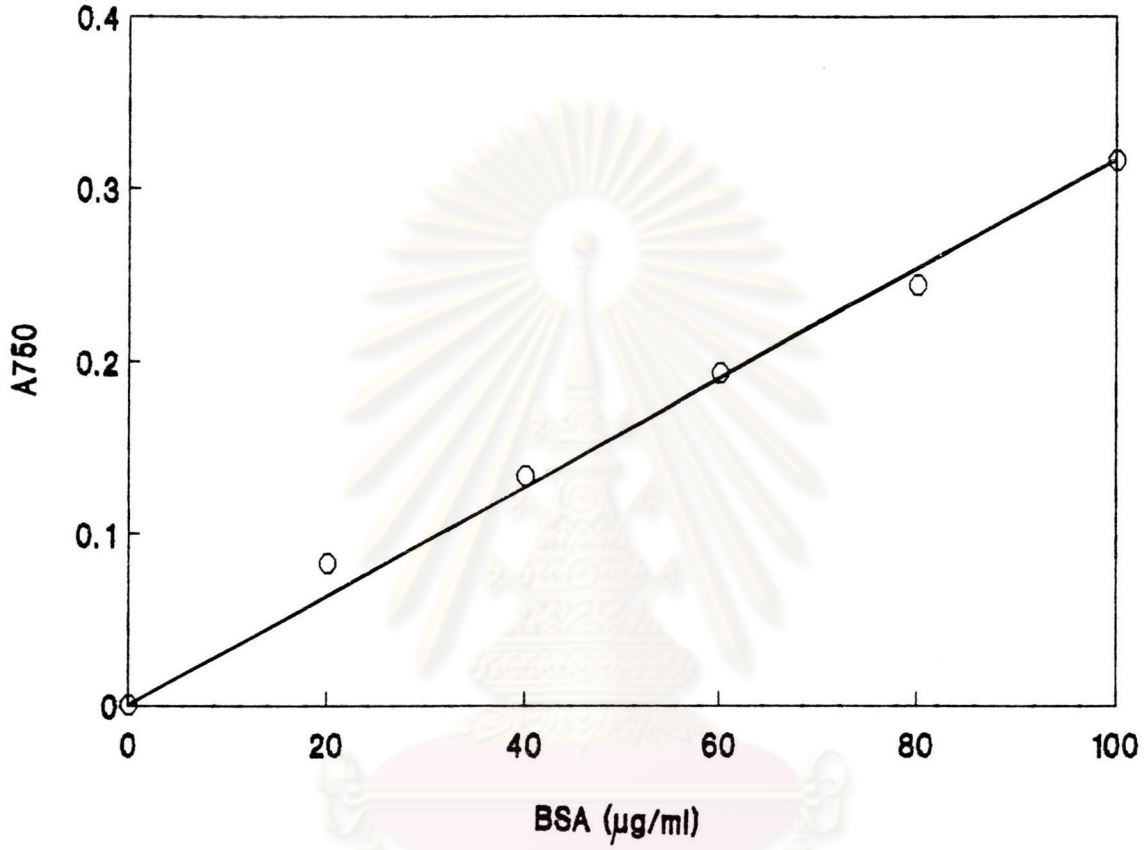
Ward, A.C., Rowley, B.I., and Dawes, E.A. Effect of oxygen and nitrogen limitation on poly-β-hydroxybutyrate biosynthesis in ammonium-grown *Azotobacter beijerinckii*. Journal of General Microbiology 102 (1977) : 61-68.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

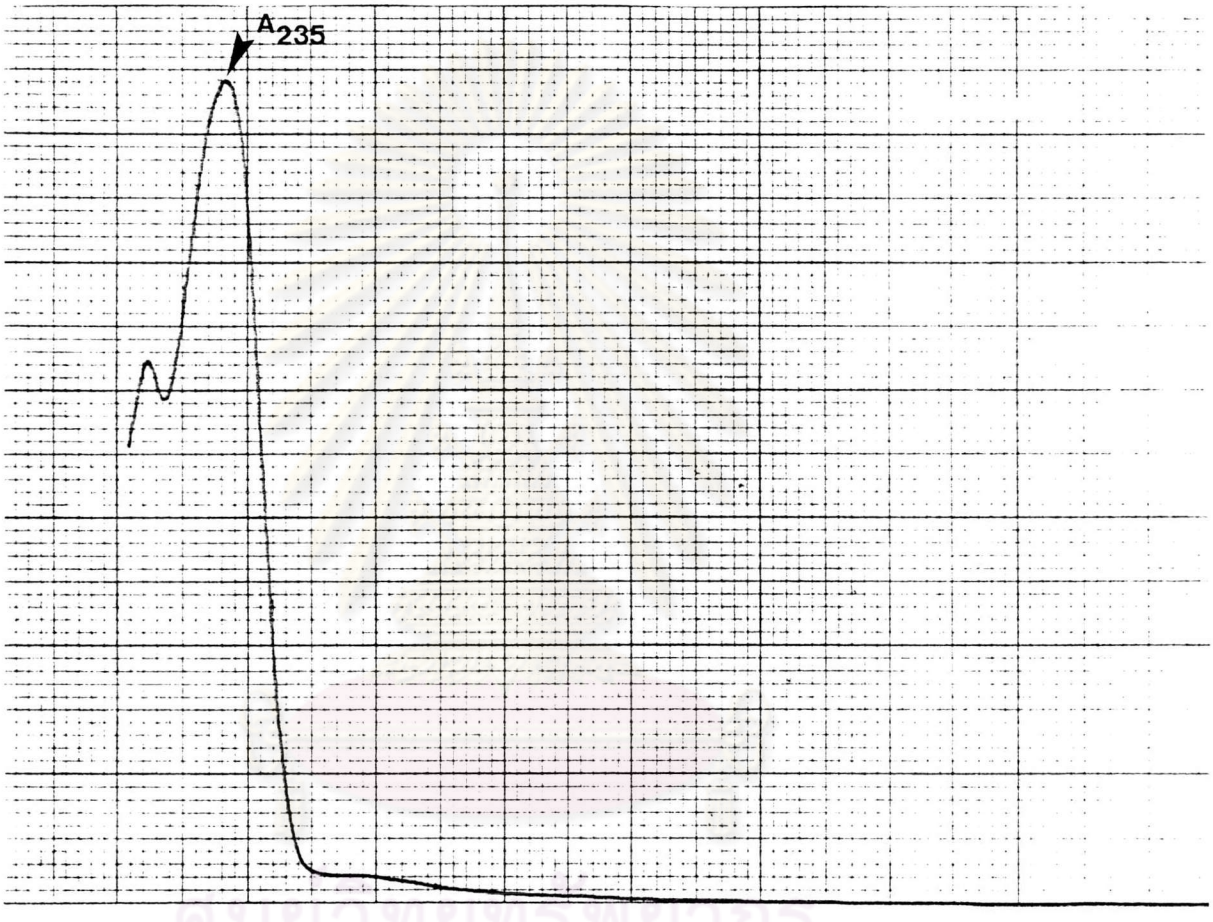
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวกที่ 1



กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธีลอรี แปรเปลี่ยนความเข้มข้นของโปรตีนมาตรฐาน คือ อัลบูมินของซีรัมวัว (Bovine serum albumin) ในช่วง 0 - 100 ไมโครกรัม (ข้อ 2.6.4 (ค)) วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร

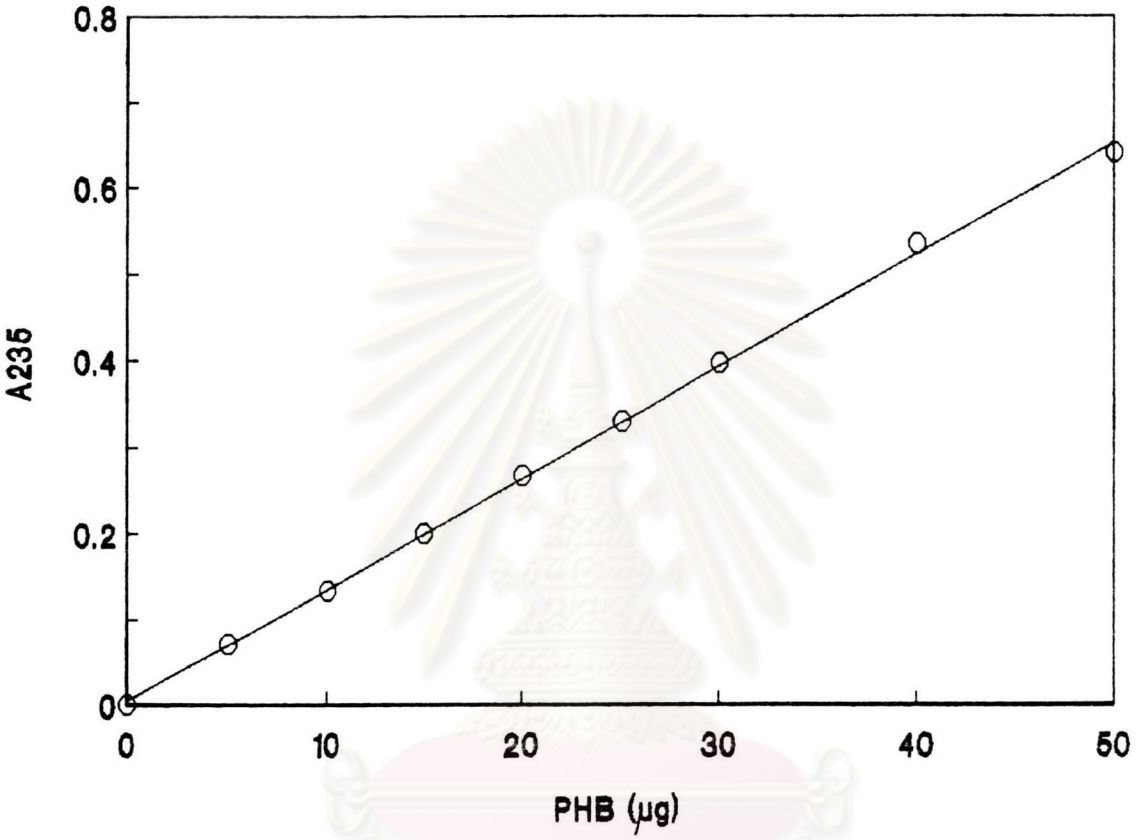
ภาคผนวกที่ 2



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

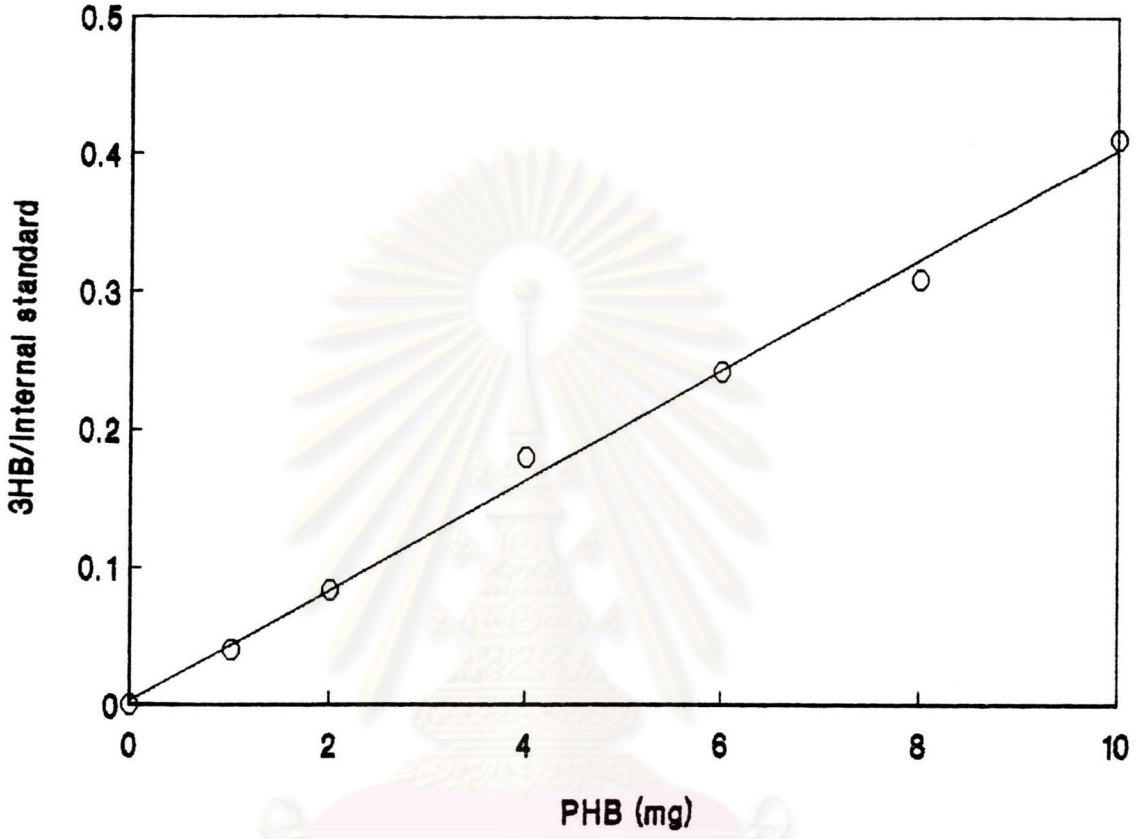
รูปแบบของการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 235 นาโนเมตรของการวิเคราะห์พอลิ-เบต้า-ไฮดรอกซีบิวทิเรท

ภาคผนวกที่ 3



กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณ PHB แปรเปลี่ยนความเข้มข้นของกรดดีแอล-เบต้า-ไฮดรอกซีบิวทิริค (DL-β-hydroxybutyric acid) ในช่วง 0 - 50 ไมโครกรัม (ข้อ 2.7.1) วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 235 นาโนเมตร

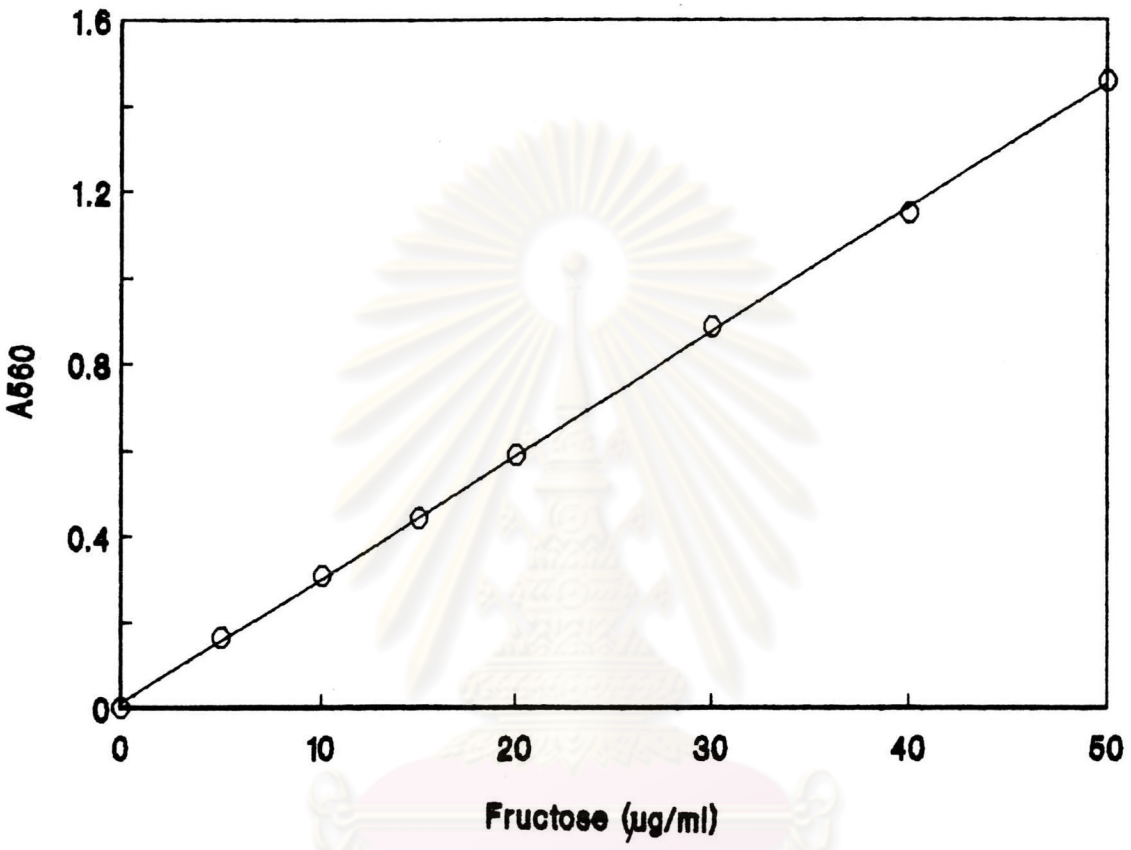
ภาคผนวกที่ 4



กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณ PHB โดยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟฟี แปรเปลี่ยนความเข้มข้นของกรดดีแอล-เบต้า-ไฮดรอกซีบิวทิริค (DL-β-Hydroxybutyric acid) ในช่วง 0-10 มิลลิกรัม (ข้อ 2.7.2)

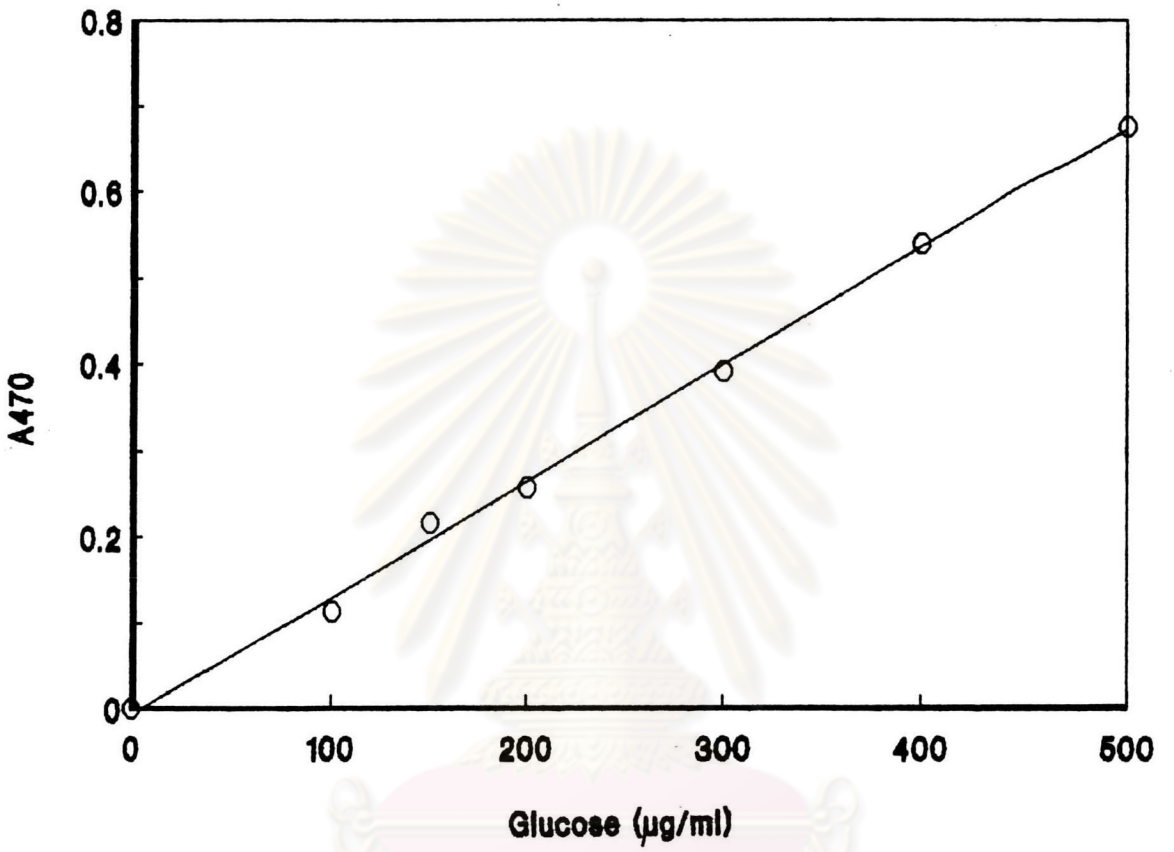
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวกที่ 5



กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณฟรุกโตสโดยวิธีของ Marshall และ Kooi ซึ่งดัดแปลงตามวิธีของ Dische และ Borenfreund แปรเปลี่ยนความเข้มข้นของน้ำตาลฟรุกโตส ในช่วง 0 - 50 ไมโครกรัม (ข้อ 2.8.1) วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร

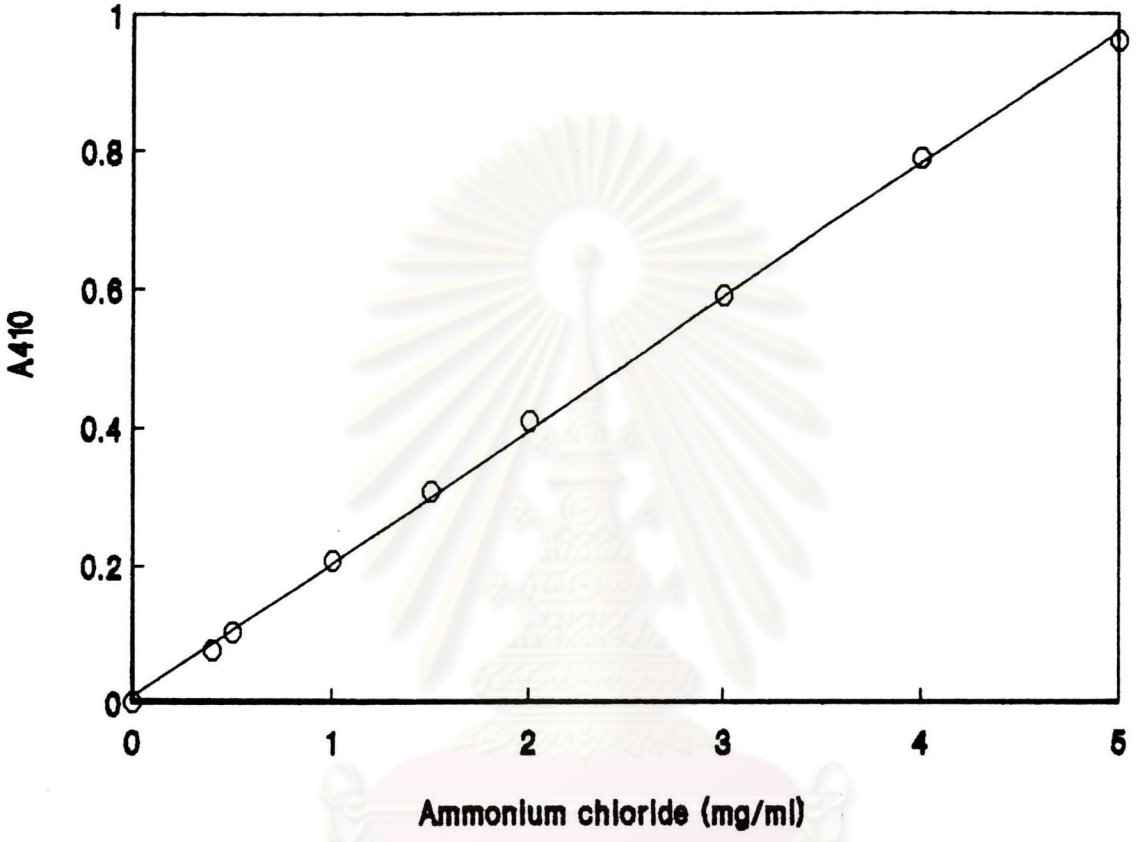
ภาคผนวกที่ 6



กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณกลูโคส แปรเปลี่ยนความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสในช่วง 0 - 500 ไมโครกรัม (ข้อ 2.8.2) วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

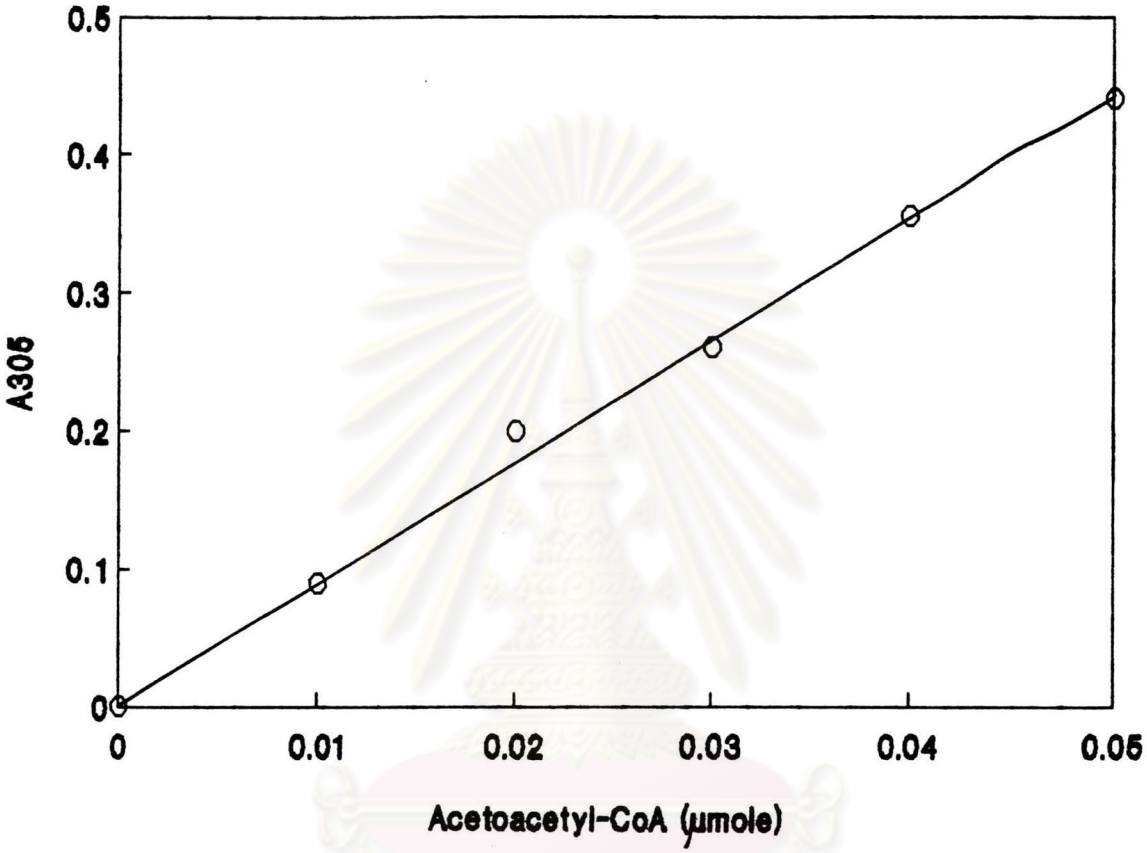
ภาคผนวกที่ 7



กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน แปรเปลี่ยนความเข้มข้นของแอมโมเนียมคลอไรด์ในช่วง 0-5 มิลลิกรัม (ข้อ 2.9) วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

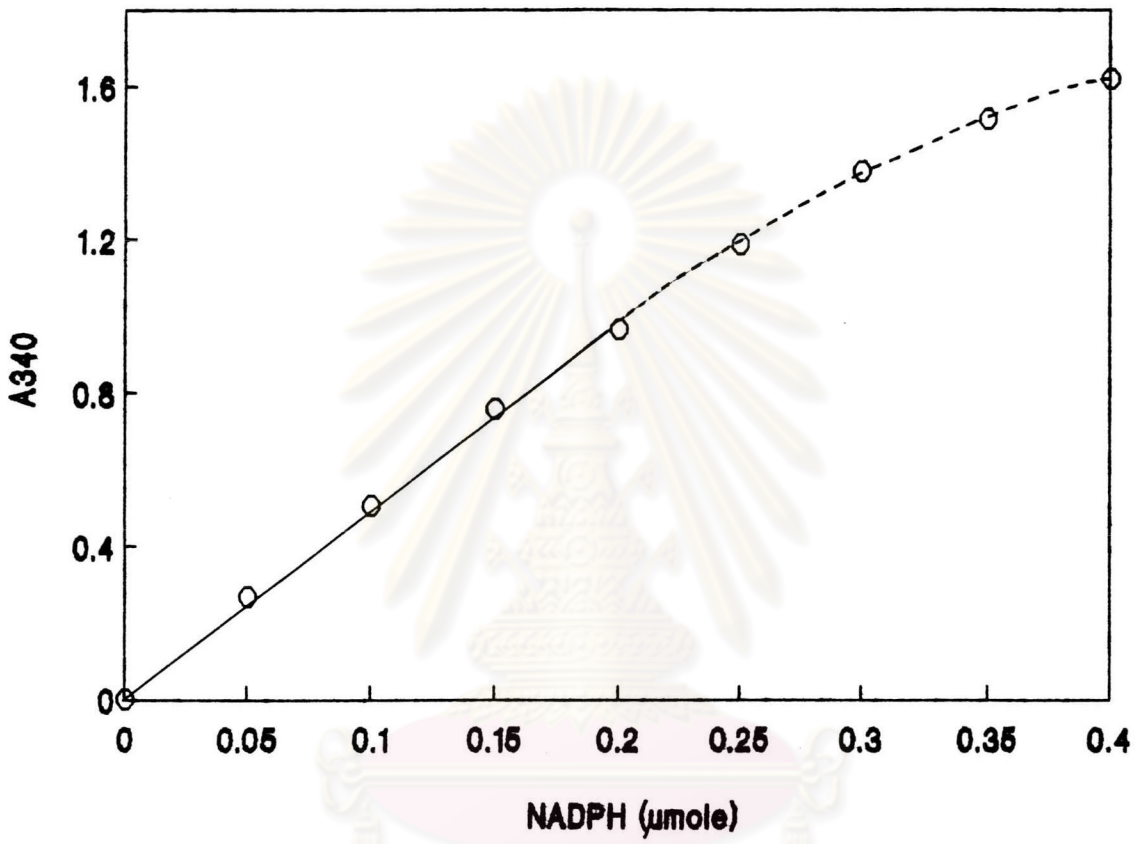
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวกที่ 8



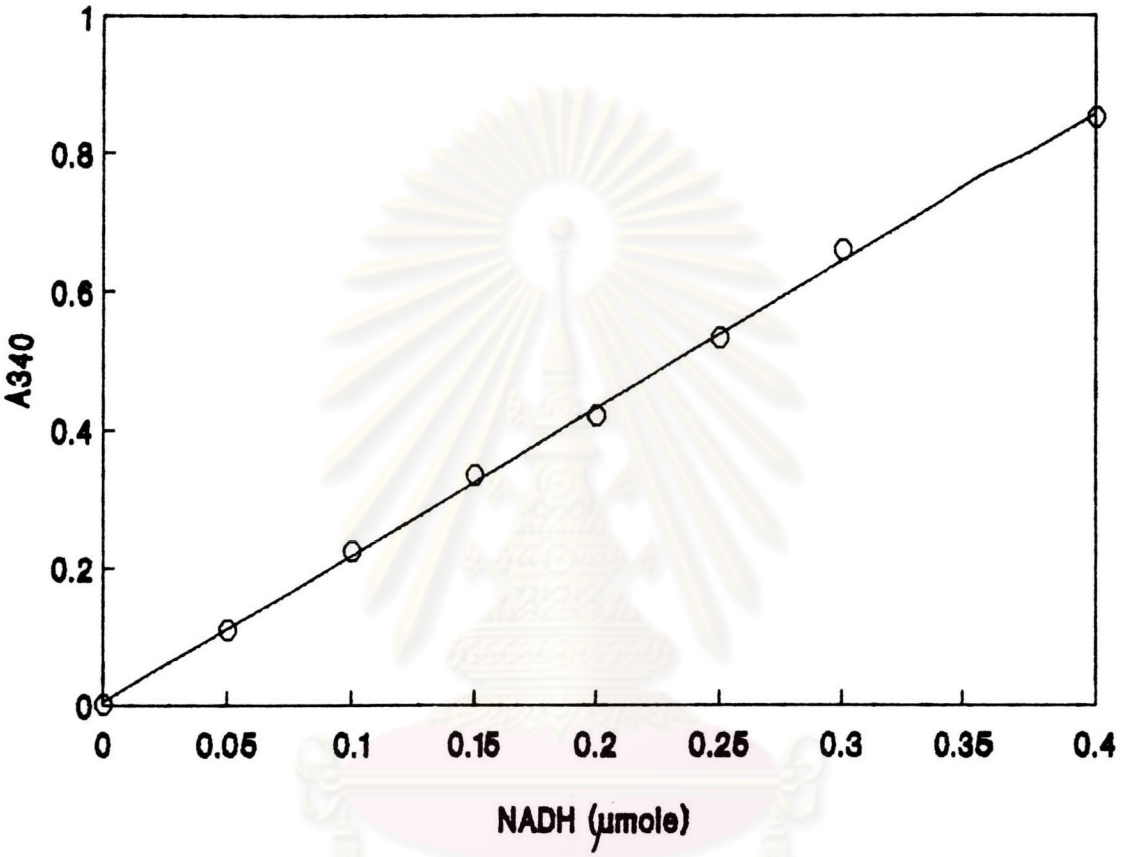
กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณอะซิโตอะซิติลโคเอนไซม์เอ โดยการละลายสารละลายมาตรฐาน (0-0.05 ไมโครโมล) ในสภาพของการวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์เบต้า-คีโตไธโอเลส วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 305 นาโนเมตร

ภาคผนวกที่ 9



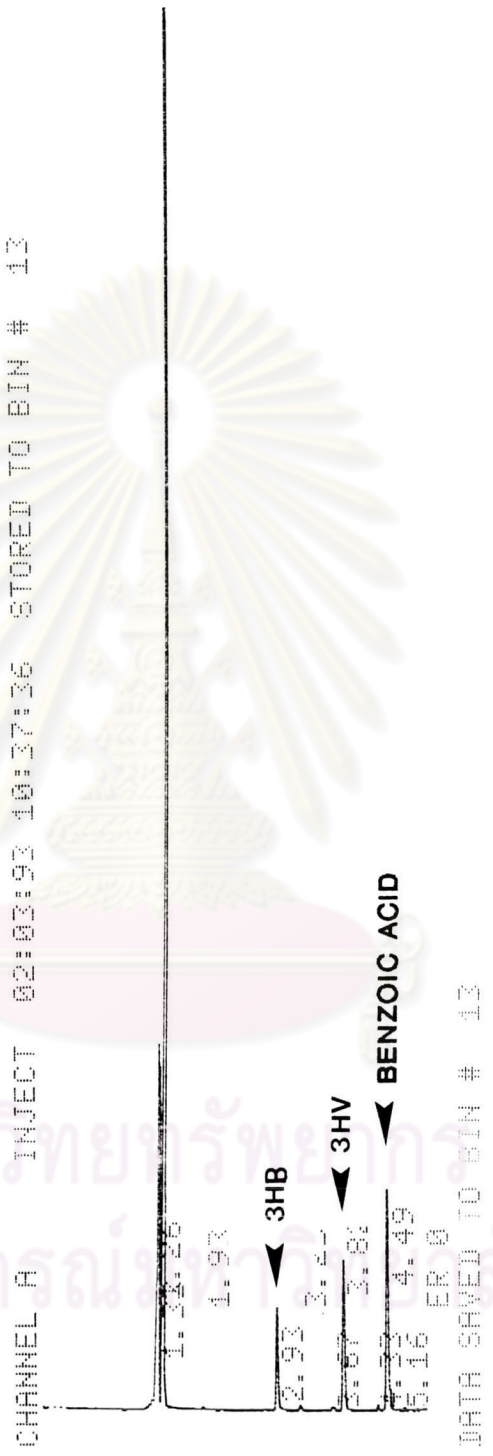
กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณ NADPH โดยการละลายสารละลายมาตรฐาน (0-0.4 ไมโครโมล) ในสภาพของการวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์อะซิโตอะซิติลโคเอรีดักเตส วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร

ภาคผนวกที่ 10



กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณ NADH โดยการละลายสารละลายมาตรฐาน (0-0.4 ไมโครโมล) ในสภาพของการวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์ดี-3-ไฮดรอกซีบิวทิเรทดีไฮโดรจีเนส วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปแสดงโครมาโตแกรมของไฮดรอกซีบิวทิเรท, ไฮดรอกซีวาเลอเรท และกรดเบนโซอิค วิเคราะห์โดยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟฟี ในสภาวะข้อ 2.7.2

ประวัติผู้เขียน

นางสาววนิดา วัฒนการุณ เกิดที่จังหวัดสุพรรณบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) จากคณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย