รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชนัญ ผลประไพ. สภาวะที่เหมาะสมในการเลี้ยงเชื้อเพื่อผลิตโพลีเบต้าไฮดรอกซีบิวทิเรทจาก *Alcaligenes sp.* สายพันธุ์ A-04 ในระดับถังหมัก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

อรุณ ชาญชัยเชาว์วิวัฒน์. ลักษณะและการสร้าง โพลี-เบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรท โดย *Alcaligenes* sp. A-04. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

อรอุษา สรวารี. ปฏิบัติการโพลีเมอร์ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

ภาษาอังกฤษ

Akiyama, M., Taima, Y., and Doi, Y. Production of poly-(3-hydroxyalkanoates) by a bacterium of the genus *Alcaligenes* utilizing long chain fatty acids. Appl.Microbiol.Biotechnol. 37(1992):698-701

Ballard, D.G.H., Holmes, P.A., and Senior, P.J. Formation of polymers of β-hydroxybutyric acid in bacterial cell and a comparison of the morphology of growth with the formation of polyethylene in the solid state. In M. Fontanille and A. Guyot (ed.) Recent advances in mechanistic and synthetic aspects of polymerization. 215 (1987) : 239-314.

Berger, E., Ramsay, B.A., Ramsay, J.A., and Chavarie, C. PHB recovery by hypochlorite digestion of non PHB biomass. Biotechnol.Tech. 3(1989) : 227-232.

Berrins, L.M."Injection molding of thermoplastics" in Plastics Engineering Hand Book of Society of the Plastics Industry, ed. Berrins, M.L. (New York: Van Nostrand Reinhol, 1991), p. 153-154.

Bloembergen, S., Holden, D.A., Hamer, G.K., Bluhm, T.L., and Marchessault, R.H. Study of composition and cystallinity of bacterial poly(β-hydroxybutyrate-co-β-hydroxyvalerate). Macromolecule. 19 (1986) : 2865-2871.

Bluhm, T. L., G. K. Hamer, R. H. Marchersault, C. A. Fyfe, and R. P. Veregin. Isoddimorphism in bacterial poly(β-hydroxybutyrate-co-β-hydroxyvalerate). Macromolecules, 19 (1986): 2871-2876.

Bourgne, D., Ouellette, B., Andra, Gand Grolean, D. Production of poly -β-hydroxybutylrate from methanol characterzation of a new isolate of Methylobacterium exterquens. Appl. Microbiol. Biotechnol. (1992) : 7-12

Brandl, H., Gross, R.A., Lenz, R.W. and Fuller, R.C. Plastic from bacteria : Poly(β-hydroxyalkanoates) as natural, biocompatible and biodegradable polymers. Adv.Biochem.Eng. 41(1990) : 78-79.

Braunegg, G., B. Sonnleitner, and R. M. Lafferty. A rapid gas chromatographic method for the determinetion of poly 3-hydroxybutyric acid in microbial biomass. Eur. J. Appl. Micro biol. 6(1978): 29-37.

Byrom, D. Polymer synthetsis by microorganisms:technology and economic Tibtech. 5(1987) : 246-250.

Chowbury, A. Bacterial and exoenzymes capable of degrading poly-β-hydroxybutyric acid. Arch. Mikrobiol. 47 (1963) : 167-200.

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. Appl. Environ. Microbiol. 54 (1988) : 2325-2327.

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

De Smet, M.J., G. Eggink, B. Witholt, J. Kingma, and H. Wynberg. Characterization of intracelluar inclusions formed by *Pseudomonas olevorans* during growth on octane. J. Bacteriol. 154 (1983) : 870-878.

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

_____. Nuclear Magnatic Resonanse studies on poly (β-hydroxybutyrate) and copolyester of β-hydroxybutyrate and β-hydroxyvalerate isolated from *Alcaligenes eutrophus* H16. Macromolecules 19(1986) : 2860-2864.

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

_____. Kanesawa, Y., and Kunioka, M. Biodegradation of microbial copolyesters: poly (3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxy valerate) and poly (3-hydroxybutyrate-co-4-hydroxybutyrate). Macromolecules, 23(1990) : 26-31

_____. 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.

_____. Kunioka, M., Nakamura, Y. and Soga, K. Nuclear Magnatic Resonanse studies on Unusual Bacterial copolyester of 3-hydroxybutyrate and 4-hydroxybutyrate. Macromolecules . (1988) : 2722-2727.

_____. Segawa, A., Kawagnchi, Y., and Kunioka, M. Cyclic nature of poly (3-hydroxyalkanoate) metabolism in *Alcaligenes eutrophus*. FEMS Miicrobiol. Letts. 67 (1990) : 165-170.

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

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

Dunlop, W. F., and A. W. Robards. Ultrastructural study of poly-β -hydroxybutyrate granuls from *Bacillus cesens*. J. Bacteriol. 114 (1973) : 1271-1280.

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

Findley, R.H., and White, D.C. Polymeric batahydroxyalkanoates from environmental samples and *Bacillusmegaterium*. Appl. Environ.Microbiol. 51 (1983) : 71-78.

Gillmeyer, F. W. "Structures and properties" in Text Book of Polymer Sience, ed. Billmeyer, F. W. (Wiley-Intersience, 1984) p. 261-377.

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

Gross, R. A., H. Brandl, H. W. Ulmer, M. A. Posada, R. C. Fuller, and R. W. Len3. The biosynthesis and characterization of new poly (β-hydroxyalkanoates). Polym. Prep. 30 (1989) : 492-493.

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

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.

Holland, S.J., Jolly, A.M., Yasin, M., and Tighe, B.J. Polymers for biodegradable medical device. II. HYdroxybutyrate-hydroxyvalerate copolymers: hydrolytic degradation studies. Biometerial 8 (1987) : 289-295.

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

Huffman, G.L., and Keller, D.J. The plastic issue. In : Guillet J. (Ed. Polymers and Ecological Problems P. 155. London: Plemun, 1973.

Kamiya, N., Yamamoto, Y., Inove, Y., Chujo, R. Microstructure of bacterially synthezied poly (3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvelerate). Macromolecules. 22 (1989) : 1676-1682.

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

Kunioka, M., Nakamura, Y., and Doi, Y. New bacterial copolyesters produced in *Alcaligenes eutrophus* from organic acids. Polym. Cpmmun. 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.

Lageveen, R. G., G. W. Huisman, H. Preusting, P. Ketelaar. G. Eggink, and B. Witholt. Formation of polyesters by *Pseudomonas oleoverans*; Effect of substrates on formation and compsition of poly-(R)-3-hydroxyalkanoates and poly (r)-3 -hydroxyalkanoates. Appl. Environ. Microbiol. 54 (1988) : 2924-2932.

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

Leaversuch, R. Industry weights need to make polymers biodegrable. Mod. Plast. 64 (1987) : 52-55.

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

Lundgren, D. G., R. M. Pfister, and J. M. Mertrick. Structure of poly (β-hydroxybutyric acid) granules. J. Gen. Microbiol. 34 (1 964) : 441-446.

Lusty, C.J., and Doudoroff, M. Poly-β-hydroxybutyrate depolymerase of *Pseudomonas lemoigneii.* Proc. Natl. Acad. Sci. USA 56 (1966) : 960-965.

Mergaert, J., Webb, A., Anderson, C., Wouters, A., and Swings, J. Microbial degradation of poly(3-hydroxybutyrate) and poly(3 -hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) in soils. Appl. Environ. Microbiol. 59 (1993) : 3233-3238.

Mitomo, H., P.J. Barhanr , and A. Keller. Crystallization and morphology of poly (β - hydroxy butyrate) and its copolymer Polym.J. 19 (1987) : 1241-1253.

Mulchandani, A., Luong, J.H.T,and Groom. C. Substrate inhibition kinetic for microbialgrowth andsynthesis of poly-β-hydroxybutyricacid by *Alcaligenes eutrophus* ATCC 17697. Appl. Microbiol. Biotechnol. 30 (1989): 11-17.

Nagayama, K., Saito, T., Fukui, T., Shirakura, Y., and Tomita, K. Purification and Properties of extra cellular poly(3-hydroxy -butyrate) depolymerase from *Peudomonas lemoignei.* Biochem. Biophys. Acta. 827 (1985) : 63-72.

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

Odham , G., Tunlid, A., Westerdahl, G., and Marden,P.Combined determination of poly-β-hydroxyalkanoic and cellular fatty acids in starved marinebacteria and serwage by gas chromatography with flame ionization or mass spectrometry detection. Appl. Environ. Microbiol. 52 (1986) : 905-910.

Page, W.J. Production of poly-β-hydroxybutyrate by *Azotobacter vinelandii* UWD in media containing sugars and complex nitrogen sources. Appl. Microbiol. Biotechnol. 38(1992) : 117-121.

Pruter A. T. Mar. Poll. Bull. 18(1987) : 305.

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

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

_____. Znog, G., and Cooper, D. Use of a nylon manufacturing waste as an industial fermentation substrate. Appl. Environ. Microbiol. (1986) : 152-156.

Repaske, B. Quantitativerequimentfor exponentialgrowth of *Alcaligenes eutrophus*. Appl. Environ. Microbiol. 32(1976) : 585-591.

Scandola , M., M. Pizzoli, G. Cecconelli., A.Cesara, S. paoletti, and L. Navarini. Viscoelasticity and thermal Properties of bacterial poly (D-(-)-β-hydroxy butyrate) Int. J. Biol. Macromol. 10(1988):373-377

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

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* R14 with respect to the dissolved oxygen tension in ammonium-limited batch cultures. Eur. J. Appl. Microbiol. 7(1979) : 1-10.

Steinbuchel, A., Debzi, E., Marchessault, R. H., and Timm, A. Systhesis and production of poly (3-hydroxyvaleric acid) homopolyester by *Chrombacterium violaceum*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 39 (1993) : 443-449.

_____. and Pieper, U. Production of a copolyester of 3 -hydroxybutyric acid and 3-hydroxyvaleric acid from single unrelated carbon sources by a mutant of *Alcaligenes eutrophus*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 37 (1992) : 1-6.

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

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

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

Taidi, B., Anderson, A.J., Dawes, E.A., and Byrom, D. Effect of carbon source and concentration on the molecular mass of poly(β-hydro xybutyrate) produced by *Methylobacterium extorquens* and *Alcaligenes eutrophus*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 40(1994) : 786-790.

Tanio, T., Fukui, T., Saito, T., Tomita, K., Kaiho, T. and Masamune, S. An extracellular poly(3-hydroxybutyrate) depolymerase from *Alcaligenes faecalis*. Eur. J. Biochem. 124 (1982) : 71-77.

Tortoara, G. J., Funke, B. R., and Case, C. L. Lipid metabolism. In Microbiology and Introduction 3rd edition, pp. 132-134. The Benjamin/Cumming Publishing Comp Tnc. 1989.

Wallen, L.L., and Rohwedder, W.R. Poly-β-hydroxyalkanoate from activated sludge. Environ. Sci. Technol. 8(1974) : 576-579.

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*. J. Gen. Microbiol. 102(1977) : 61-68.

Wilber R.J. Oceanus . 30 (3) (1987) : 61

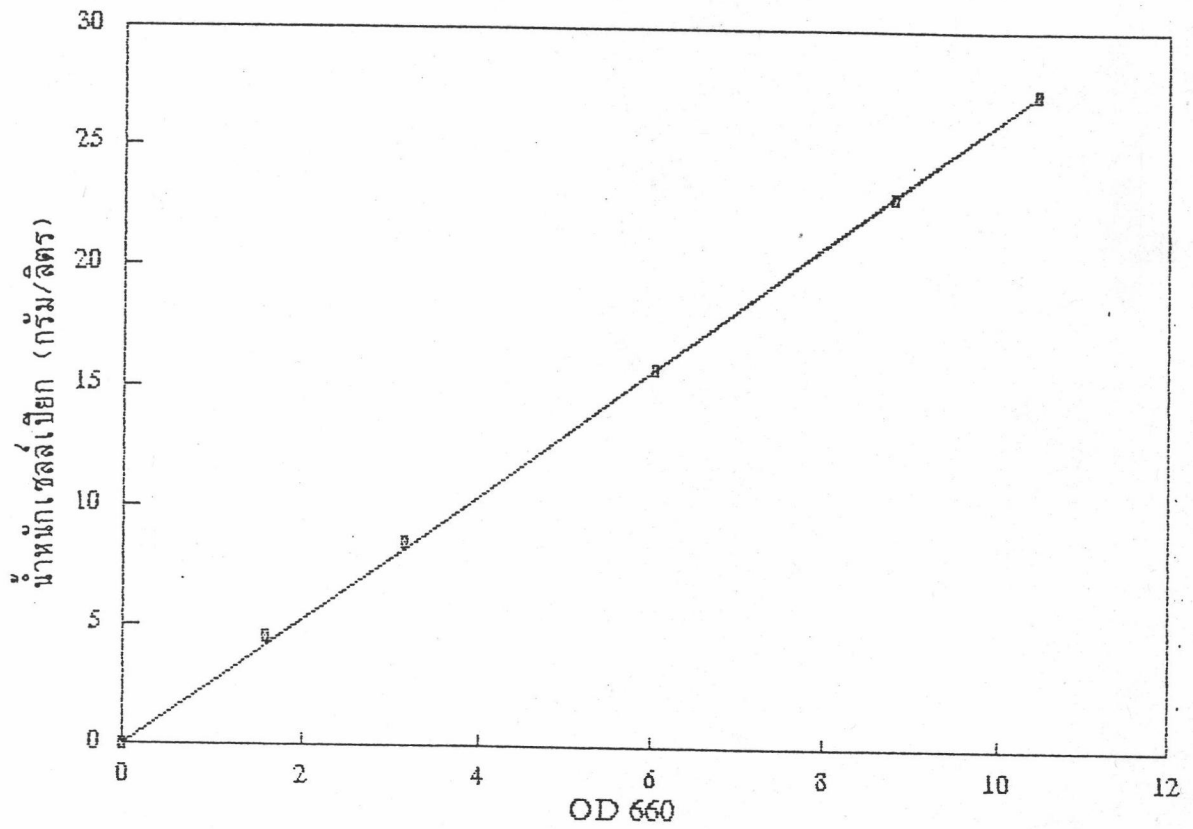
Williams , D.R., Anderson , A.J. , Dawes , E.A. , and Ewing . D.F. Production of a co-polyester of 3 - hydroxy butyrate acid and 3 - hydroxy valeric acid from succinic acid by Rhodococus ruber : biosynthetic consideration. Appl. Microbiol. Biotechnol. 40 (1994) : 717-723.

Williamson, D.H., and Wilkinson, J.F. Theisolation and estimation of the poly-β-hydroxybutyrate inclusions of *Bacillus sp.* J. Gen. Microbiol. 19 (1958) : 198-209.

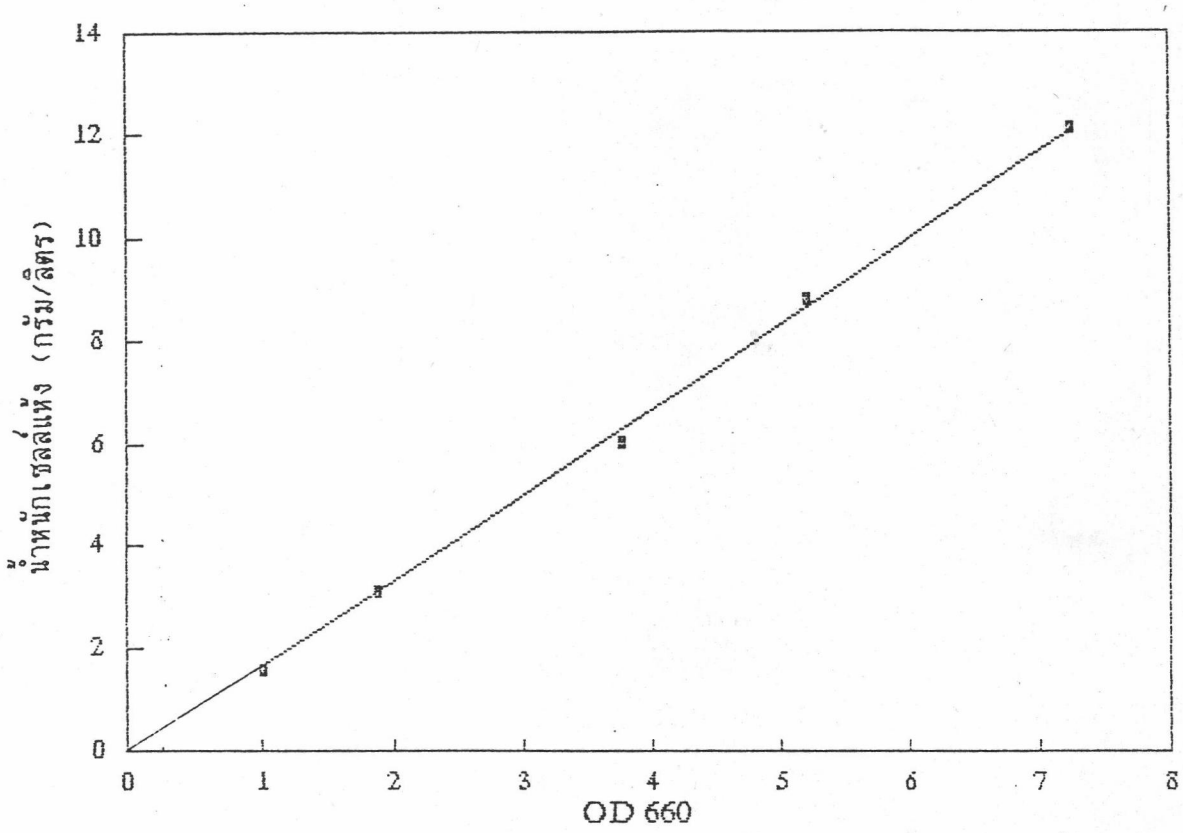
ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 การหาน้ำหนักเซลล์เปียก และน้ำหนักเซลล์แห้งในอาหารสำหรับเตรียมกล้าเชื้อ (2.3.2 สูตรที่ 1)

เตรียมหัวเชื้อของ *Alcaligenes sp.* A-04 ซึ่งมีความเข้มข้นเริ่มต้นและปริมาณจาก 2.4.3 นำมาเลี้ยงในอาหารสำหรับเตรียมกล้าเชื้อ 2.3.2 สูตรที่ 1 ซึ่งเป็นสูตรที่ได้ทำการคัดเลือกแล้วว่าเหมาะสมสำหรับการเติบโต เพื่อให้มีปริมาณเซลล์มากและได้เซลล์ที่มีประสิทธิภาพเมื่อถ่ายในขั้นตอนการผลิต เลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 16 ชั่วโมง นำน้ำหมักมาตวงปริมาตร 10 20 40 60 และ 80 มล. ปั่นแยกเซลล์ที่ 5,000 รอบต่อนาที เวลา 10 นาที นำมาละลายในน้ำกลั่นให้เป็น 40 มล. และผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำแต่ละตัวอย่างมาเจือจางให้ได้ค่า OD_{660} กระจายในช่วง 0.1-0.6 บันทึกค่าการเจือจาง และค่า OD_{660} ปิเปตตัวอย่าง 15 มล. กรองผ่านเมมเบรนขนาด 0.45 ไมครอนที่ทราบน้ำหนักเปียกและน้ำหนักแห้งแล้ว นำมาชั่งหาน้ำหนักเซลล์เปียกจากนั้นเอาไปอบแห้งจนน้ำหนักคงที่เพื่อหาน้ำหนักเซลล์แห้งต่อไป นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐานระหว่าง OD_{660} กับน้ำหนักเซลล์เปียก (ภาคผนวกที่ 1ก) และ OD_{660} กับน้ำหนักเซลล์แห้ง (ภาคผนวก 1ข)



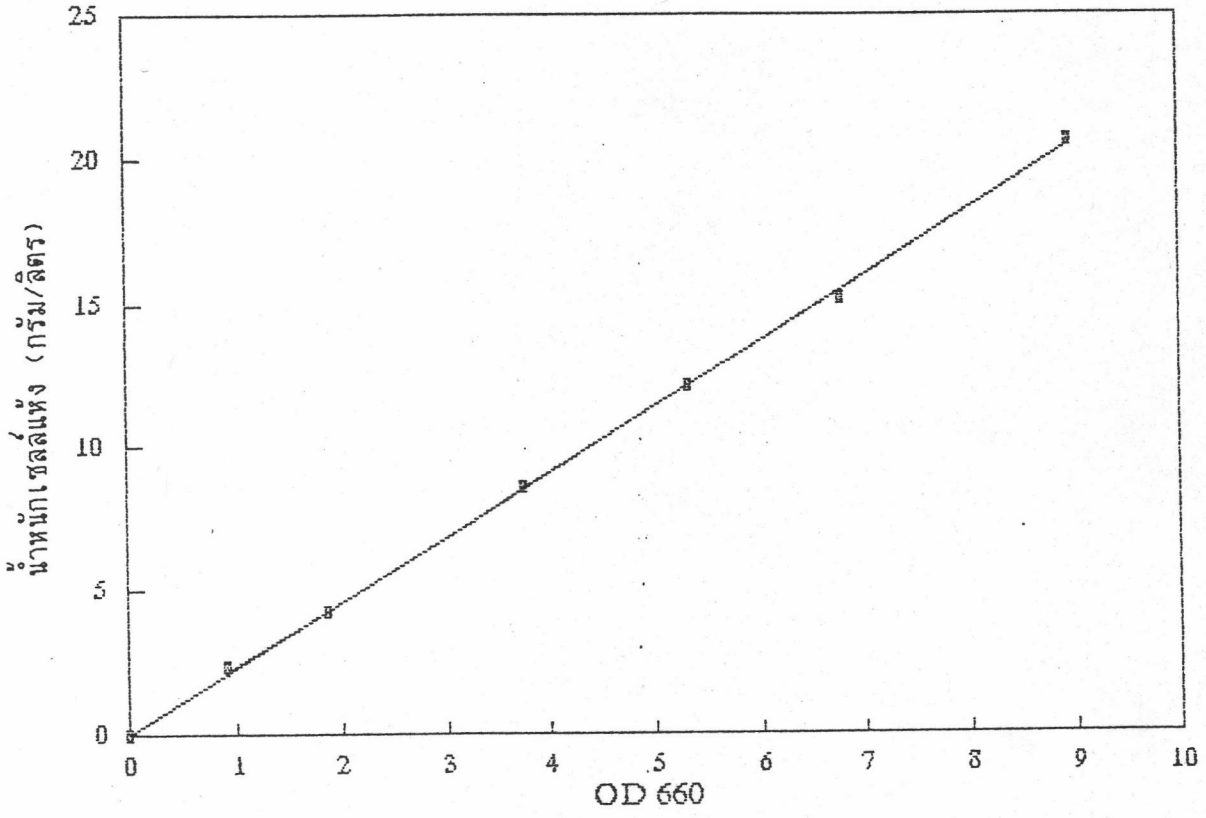
ภาคผนวกที่ 1ก กราฟมาตรฐานสำหรับหาปริมาณน้ำหนักเซลล์เปียกของ *Alcaligenes sp.* A-04 (น้ำหนักเซลล์เปียก (กรัมต่อลิตร)= 2.65625 x OD_{660})



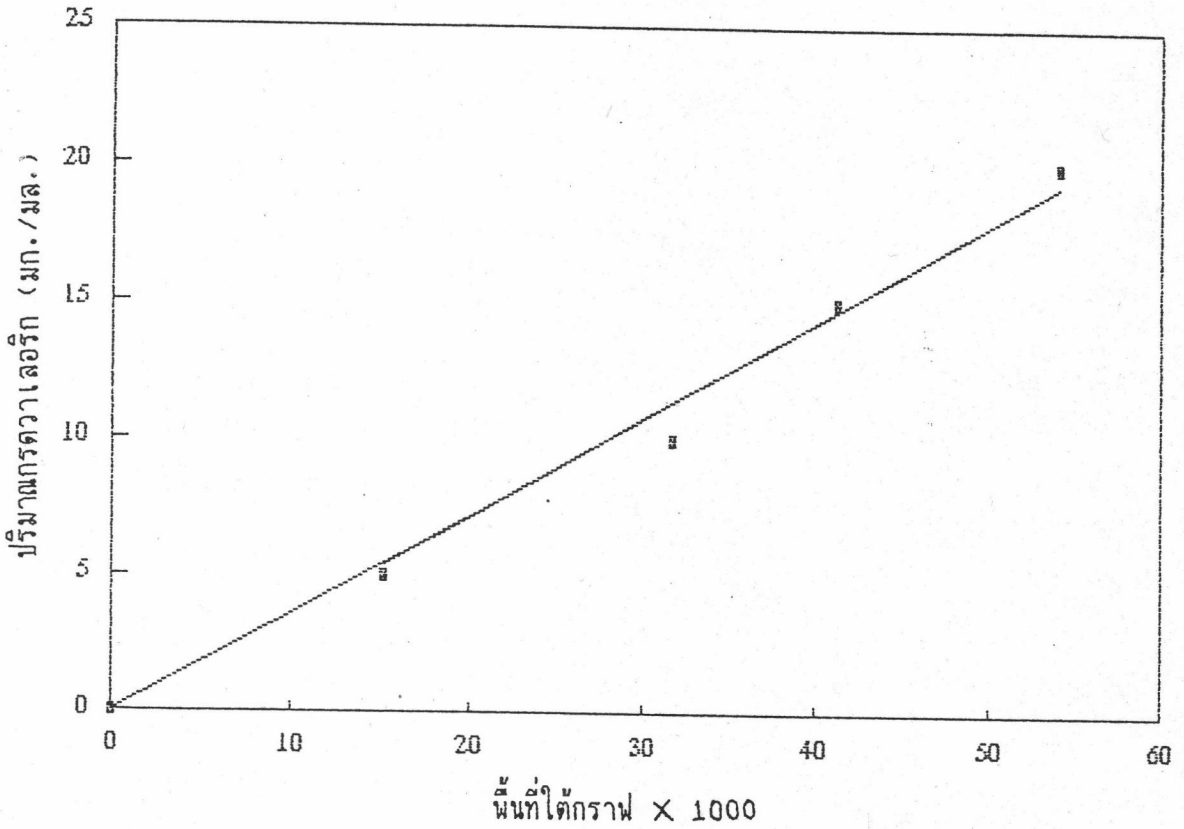
ภาคผนวกที่ 1ข กราฟมาตรฐานสำหรับหาปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้งของ *Alcaligenes sp.* A-04 (น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัมต่อลิตร)= 0.5769 x OD_{660})

ภาคผนวกที่ 2 การหาน้ำหนักเซลล์แห้งในอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อการผลิต (2.3.3) และกราฟมาตรฐานระหว่างน้ำหนักแห้งและ OD_{660}

เลี้ยงเชื้อ *Alcaligenes sp.* A-04 ในอาหารสูตรที่ 2.3.3 เป็นเวลา 60 ชม. ตวงน้ำหมักปริมาตร 10 20 40 60 80 และ 100 มล. ปั่นแยกเซลล์ที่ 5,000 รอบ เวลา 10 นาที นำมาละลายน้ำกลั่นให้เป็น 40 มล. และผสมถ้าเป็นเนื้อเดียวกัน นำแต่ละตัวอย่างมาเจือจางให้ได้ค่า OD_{660} อยู่ในช่วง 0.1-0.5 บันทึกค่าการเจือจางและค่า OD_{660} เก็บไว้ บันทึกน้ำหนักแห้งของเมมเบรน ปิเปตแต่ละตัวอย่าง 20 มล. กรองผ่านเมมเบรนขนาด 0.45 ไมครอน สาวเซลล์ด้วยน้ำกลั่นนำไปอบแห้งจนน้ำหนักคงที่ บันทึกผลต่างของน้ำหนักเซลล์แห้ง และ เมมเบรนแห้ง กับ น้ำหนักเมมเบรนแห้ง นำข้อมูลมาสร้างกราฟมาตรฐานระหว่าง OD_{660} กับ น้ำหนักเซลล์แห้ง (ภาคผนวก 2ก)



ภาคผนวกที่ 2ก กราฟมาตรฐานสำหรับหาปริมาณ - น้ำหนักเซลล์แห้ง ของ *Alcaligenes sp . A-04* ในอาหารสำหรับการผลิตโคโพลิเมอร์ (สูตรที่ 2)
(น้ำหนักเซลล์แห้ง = 0.4356 x OD)



ภาคผนวกที่ 3 กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณกรดวาเลอริก

START 21.07.10.42.
STP TM 10

LOCK 2 (1)

4.51 4.98

Valeric acid

METHOD 41
STOP

C-R1A
SMPL # 00
FILE # 2
REPT # 2185
METHOD 41

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		4.98	99.9999	V	52360
_	TOTAL		99.9999		52360

START 21.07.12.30. (2)

1.88

4.96

STOP

C-R1A
SMPL # 00
FILE # 2
REPT # 2191
METHOD 41

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		1.13	4.7678		5823
0		1.33	4.5893	V	5605
		1.63	14.1071	V	17232
0		1.88	28.6581	V	35006
0		2.5	7.1869	V	8778
0		3.01	5.1454	V	6285
0		3.39	2.4399	V	2980
0		4.96	33.1052		40438
	TOTAL		100		122151

ภาคผนวกที่ 3ก โครมาโตแกรมของกรดวาเลอริกมาตรฐาน (1) และ โครมาโตแกรมของกรดวาเลอริก ที่เหลือในน้ำหมัก (2)

ภาคผนวกที่ 4 การเตรียมรีเอเจนต์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมซัลเฟต

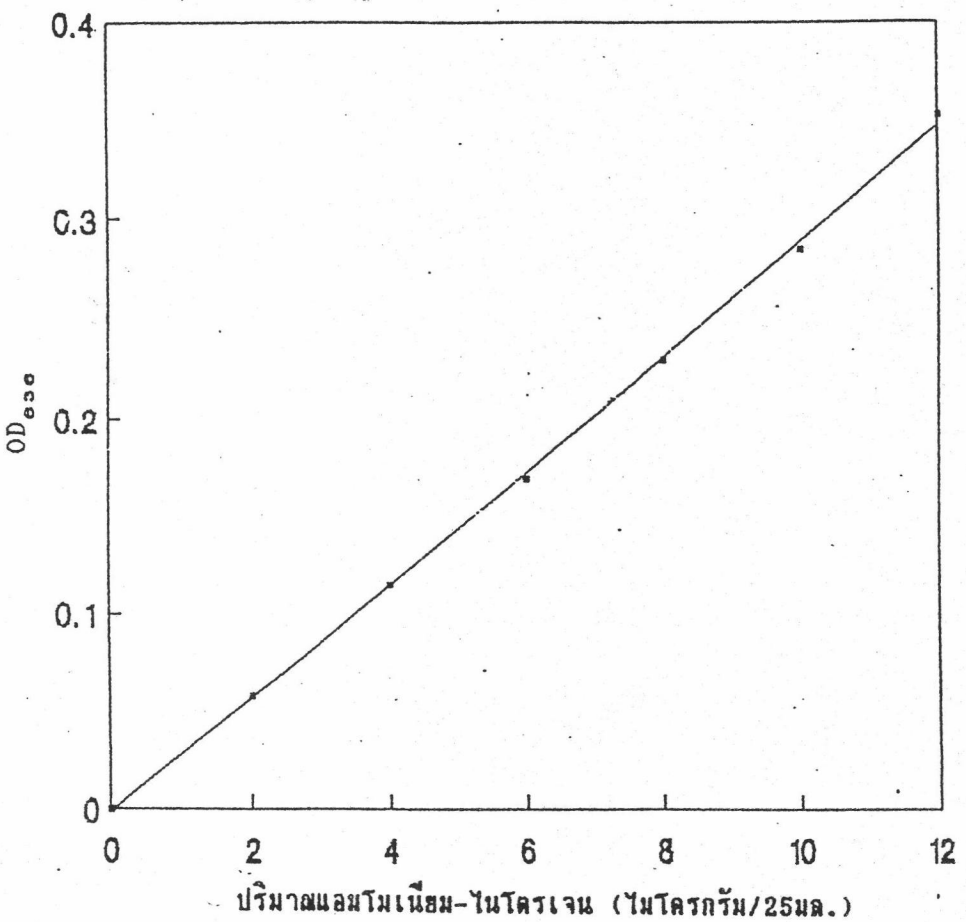
โปแตสเซียมคลอไรด์เข้มข้น 2 โมลาร์ ได้จากโปแตสเซียมคลอไรด์ 150 กรัม ในน้ำปลอดประจุ 800 มล. แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล.

ฟีนอลไนโตรพัสซายด์รีเอเจนต์ ได้จากละลายฟีนอล 7 กรัม และโซเดียมพัสซายด์ 34 มก. ในน้ำปลอดประจุ 80 มล. เจือจางให้ได้ 100 มล. เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4°ซ

บัฟเฟอร์ไฮโปคลอไรด์รีเอเจนต์ ได้จากละลายโซเดียมไฮดรอออกไซด์ 1.480 กรัม ในน้ำปลอดประจุ 70 มล. เติมไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 4.98 กรัม และเติมโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (เข้มข้น 5-5.25% โดยปริมาตร) 20 มล. ปรับค่า PH ให้อยู่ในช่วง 11.4-12.2 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และ ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มล.

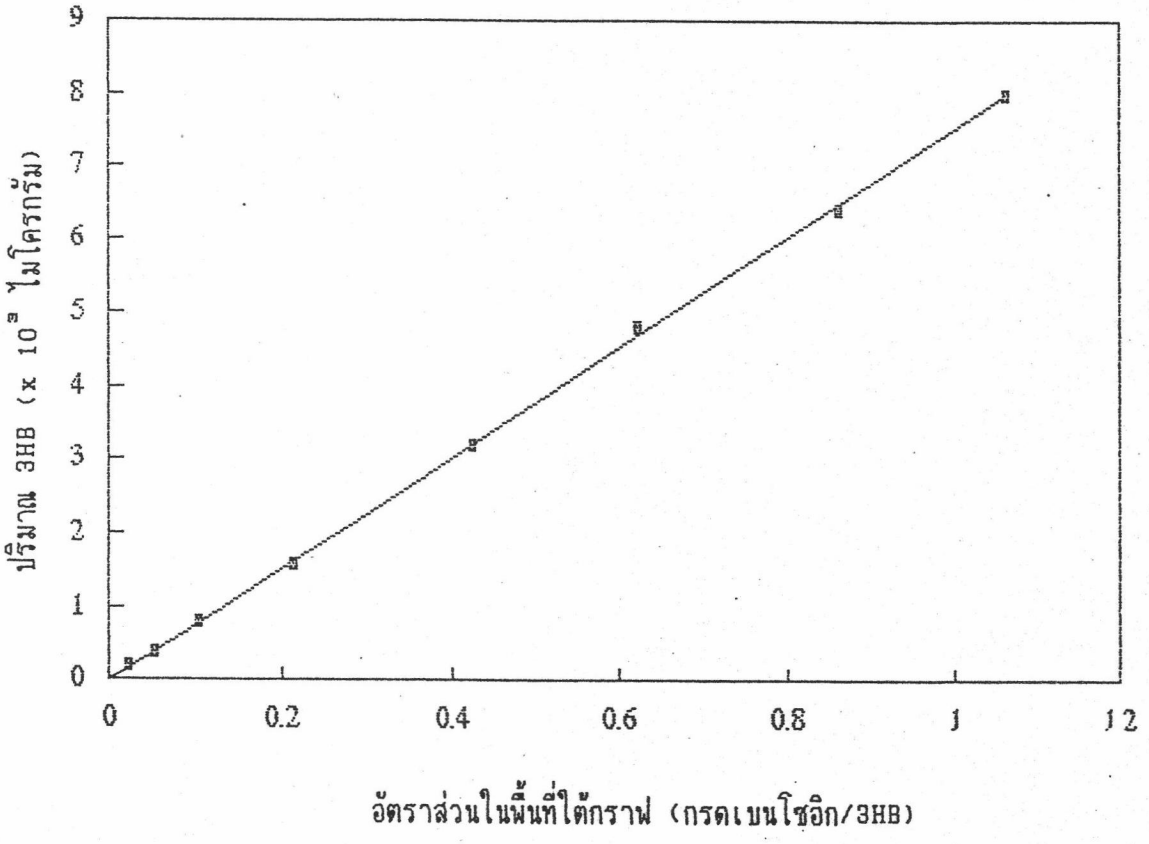
สารละลาย EDTA ได้จากสารละลาย EDTA จำนวน 6 กรัม ในน้ำปลอดประจุ 80 มล. ปรับ PH ให้ได้ 7.0 และปรับปริมาตรเป็น 100 มล.

สารละลายมาตรฐาน แอมโมเนียมซัลเฟต ซึ่ง แอมโมเนียมซัลเฟตที่แห้ง 0.4717 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปลอดประจุปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°ซ ก่อนใช้นำมาเจือจางโดยปิเปต 4 มล. และเจือจางด้วยน้ำกลั่นปลอดประจุ ปรับปริมาตรเป็น 200 มล (NH^{+}_{4}-N) เท่ากับ 2 ไมโครกรัม/มล.

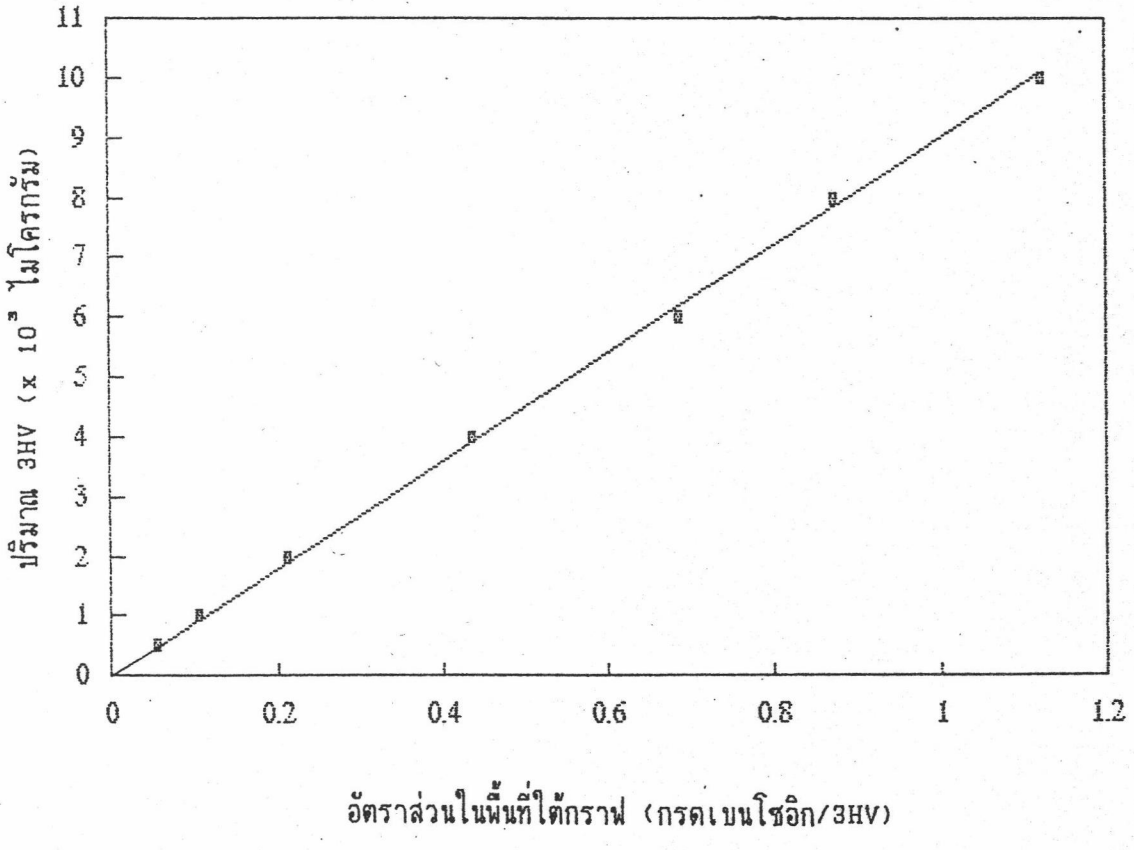


ภาคผนวกที่ 4ก กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนแอมโมเนียม (NH^+_4-N)

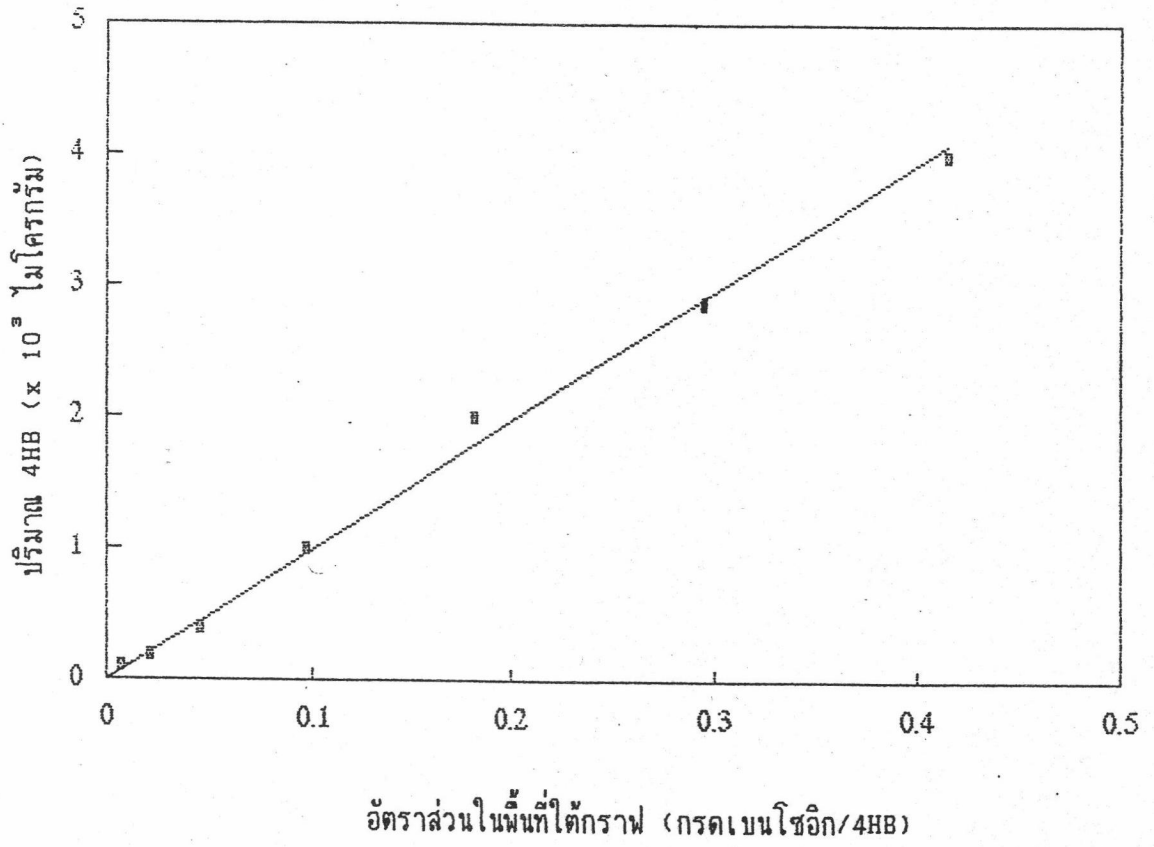
(ปริมาณ(NH^+_4-N) = $\frac{1}{0.025}$ x OD_{636})



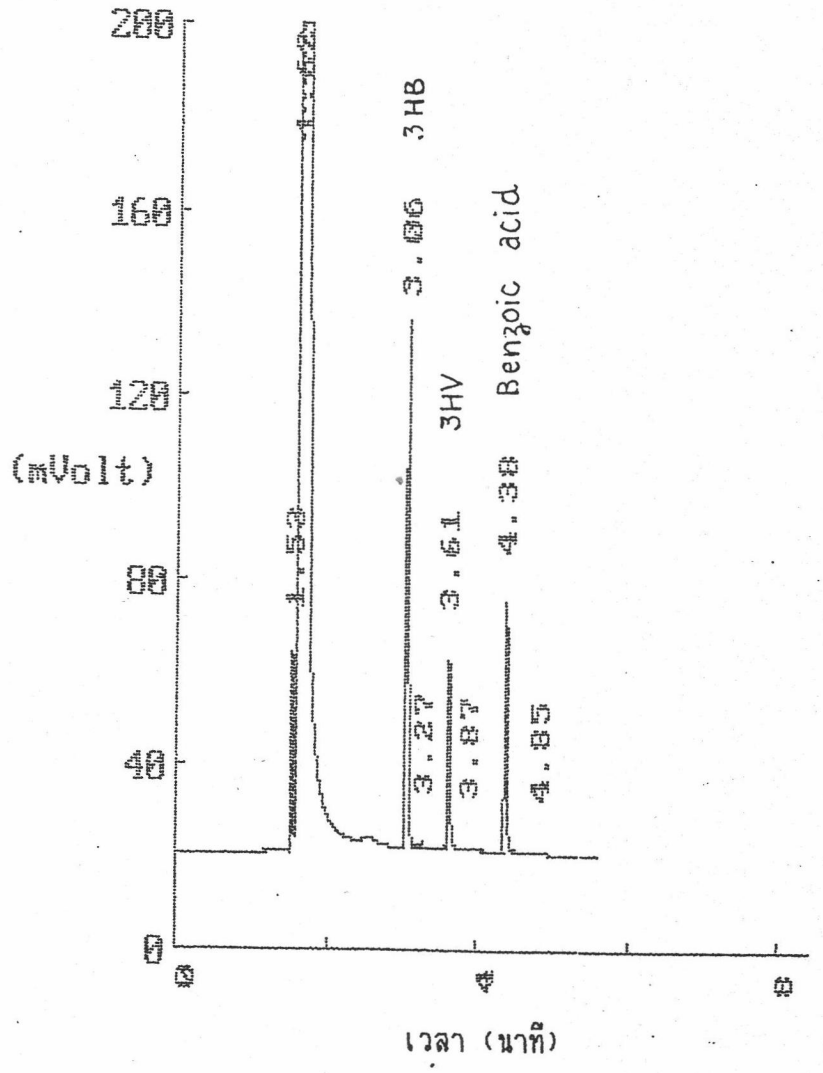
ภาคผนวกที่ 5ก กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณ 3HB
(ความชันเท่ากับ 7539)



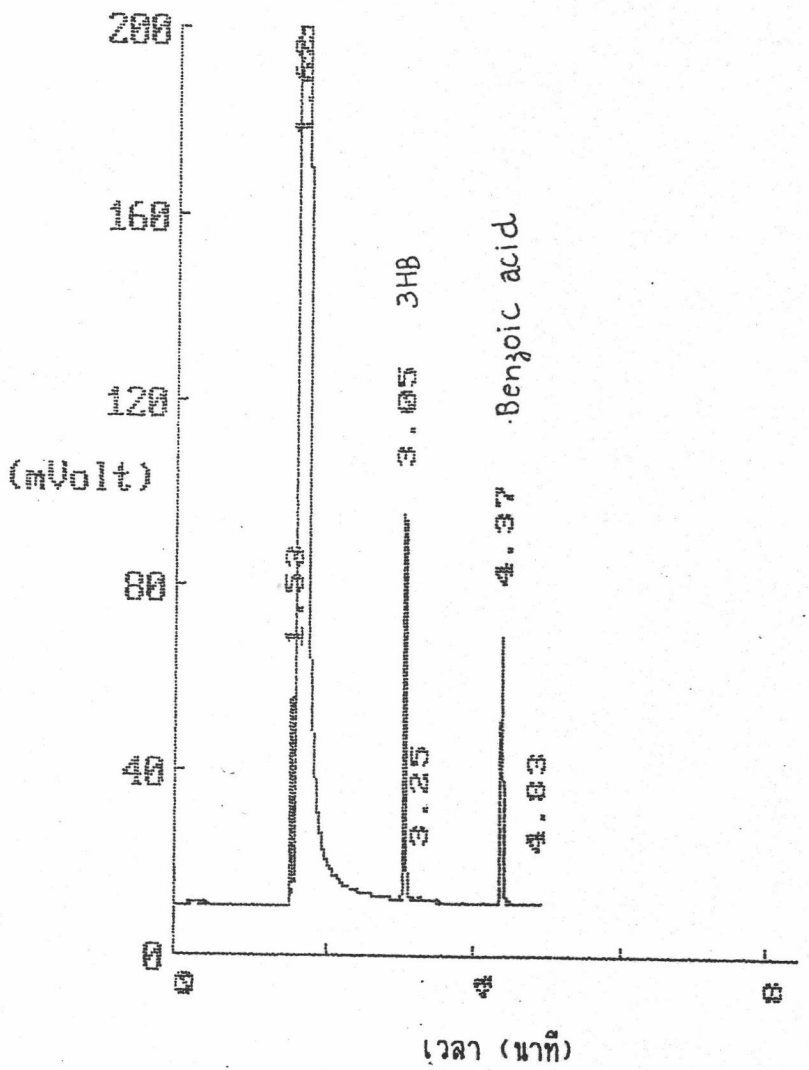
ภาคผนวกที่ 5ข กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณ 3HV
(ความชันเท่ากับ 8979)



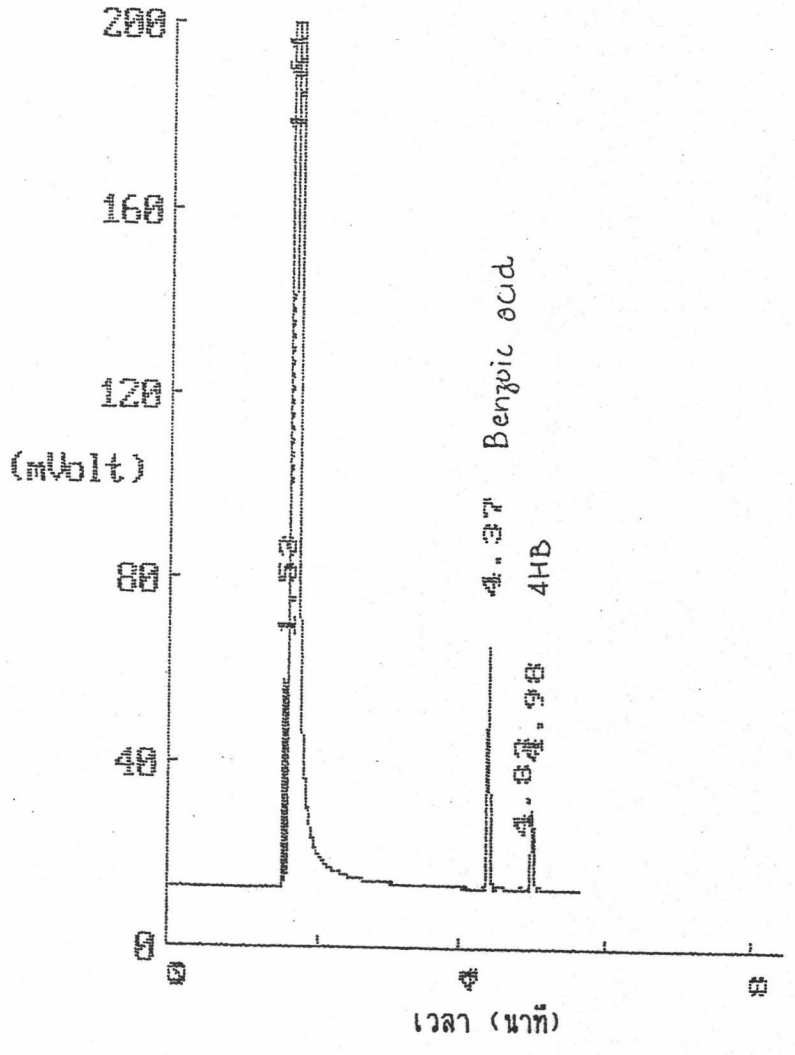
ภาคผนวกที่ 5ค กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณ 4HB
(ความชันเท่ากับ 9883)



ภาคผนวกที่ 6ก โครมาโตแกรม ของสารมาตรฐาน P (3HB-24%3HV)



ภาคผนวกที่ 6ข โครมาโตแกรม ของสารมาตรฐานเกลือโซเดียมของ 3HB



ภาคผนวกที่ 6ค โครมาโตแกรม ของสารมาตรฐานเกลือโซเดียมของ 4HB

<u>ภาคผนวกที่ 7</u> การคำนวณค่า intrinsic viscosity [η] (ปฏิบัติการโพลีเมอร์ และ Billmeyer, 1984)

การคำนวณค่า intrinsic viscosity [η]

1 หาค่า specific viscosity (η_{sp}) โดย

$$\eta_{sp} = (t-t_o)t_o$$

โดยที่ t = เวลาที่สารละลายของโพลีเมอร์ไหลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งใน capillary tube ของ viscometer

t_o = เวลาที่ตัวทำละลายไหลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งใน capillary tube ของ viscometer

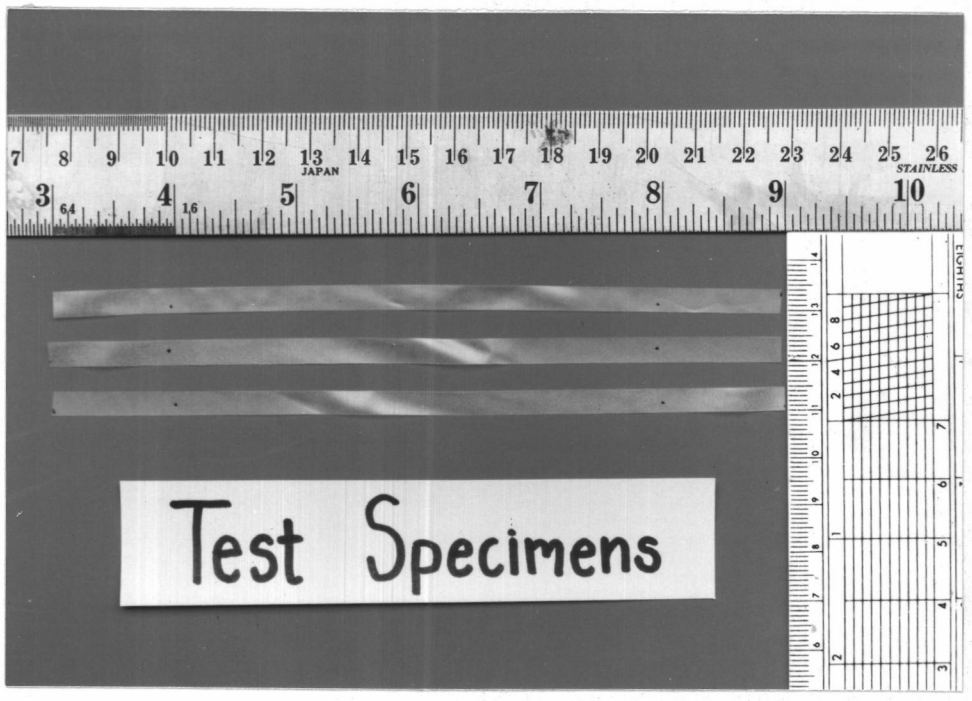
2 หาค่า reduced viscosity (η_{red}) โดย

$$\eta_{red} = \eta_{sp}/c$$

c = ความเข้มข้นของสารละลาย มีหน่วยเป็น กรัม/100 มล.

3 หาค่า [n] โดยสร้างกราฟระหว่าง η_{red} กับ c ที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้ว extrapolate ไปที่ความเข้มข้นเท่ากับศูนย์ซึ่งเป็นค่า [η] กล่าวคือ [η] เป็นค่า reduce viscosity ที่ความเข้มข้นเท่ากับศูนย์นั่นเอง ($[\eta] = (\eta_{sp}/c)_{c=o}$)

ภาคผนวกที่ 8 ลักษณะของ specimen สำหรับการวิเคราะห์สมบัติเชิงกลของแผ่นฟิลม์ (ASTM D882-91)



รูปที่ 48 specimen สำหรับการวิเคราะห์สมบัติเชิงกล

ประวัติผู้เขียน

นางสาว อัญชนา ศุรติยจร เกิดวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2511 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2532 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2534