รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ณัฐกานต์ บุศรพงษ์พานิช และ ณรงค์ฤทธิ์ คงอยู่. 2548. การทำกลีเซอรอลที่ได้จากการผลิตไบโอดีเซลให้บริสุทธิ์ รายงานโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิทัศน์ จิระอรุณ.2543. วัสดุพอลิเมอร์ ชุดที่ 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่ : โครงการเอกสาร และตำราภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พูนสุข ปุระเสริฐสรรพ์ ภาวดี เมธะคานนท์ และ ศุภลักษณ์ สัตยสมิทสถิตย์. 2550. การแยกและจำแนกเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิต 1,3-โพรเพนไดออลจากกลีเซอรอลที่เหลือจากการผลิตไบโอดีเซล รายอะเอียดโครงการร่วมมือกับศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลาครินทร์.

แม้น อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม. 2539. Principles and techniques of instrumental analysis (หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : ชวนพิมพ์.

รุจิลักขณ์ รัตตะรมย์. 2549. ก๊าซ โครมาโตกราฟี (Gas Chromatography; GC). เอกสารประกอบการเรียนคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศิริรัตน์ ศิริพรวิศาล. 2552. PHA : พลาสติกชีวภาพจากแบคทีเรีย. วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี ปีที่ 35 ฉบับที่ 202 ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

สมชาย พวงเพิกศึก และ ชูศักดิ์ แช่มเกษม. 2518. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 2 พลาสติก [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://guru.sanook.com/enc_preview.php?id=673 [4 สิงหาคม 2553]

สุชาดา จันทร์ประทีป. 2539. การผลิตเทอร์พอลิเมอร์ พอลิ(3-ไฮดรอกซีบิวทิเรต-โค-3-ไฮดรอกซีวาเลอเรต-4-ไฮดรอกซีบิวทิเรต) โดย *Alcaligenes* sp. A-04 วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สารานุกรมเสรี. 2548. พลาสติก [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://th.wikipedia.org/wiki/พลาสติก [3 สิงหาคม 2553]

ภาษาอังกฤษ

Abate, R., Ballistrri, A. and Montaudo, O. 1995. Separation and structural characterization of cyclic and open chain oligomers produced in the partial pyrolysis of microbial poly(hydroxybutyrates). Macromolecules 28 : 791-796.

Albuquerque, M.G.E., Eiroa, M., Torres, C., Nunes, B.R. and Reis, M.A.M. 2007. Strategies for the development of a side stream process for polyhydroxyalkanoate (PHA) production from sugar cane molasses. Journal of Biotechnology 130 : 411-421.

Anderson, A.J., Dawes, E.A. 1990. Occurrence, metabolism, metabolic role, and industrial use of bacteria polyhydroxyalkanooates. Microbiology Review 54 : 450–472.

Ashby, R.D., Solaiman, D.K.Y. and Foglia, T.A. 2004. Bacterial poly(hydroxyalkanoate) polymer production from the biodiesel co-product stream. Journal of Polymers and the Environment 12(3) : 105-112.

Ayorinde, F.O., Saeed, K.A., Price, E., Morrow, A., Collins, W.E., McInnis, F., Pollack, S.K. and Eribo, B.E. 1998. Production of poly-(β-hydroxybutyrate) from saponified *Vernonia galamensis* oil by *Alcaligenes eutrophus*. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology 21 : 46–50.

Bassas, M., Marqués, A.M. and Manresa, A. 2008. Study of the crosslinking reaction (natural and UV induced) in polyunsaturated PHA from linseed oil. Biochemical Engineering Journal 40 : 275–283.

Bengtsson, S., Werker, A., Christensson, M. and Welander, T. 2008. Production of polyhydroxyalkanoates by activated sludge treating a paper mill wastewater. Bioresource Technology 99 : 509-516.

Bernfeld, P. 1955. Amylases, α and β. Methods in Enzymology 1 : 149-158.

Bhubalan, K., Lee, W.H., Loo, C.Y., Yamamoto, T., Tsuge, T., Doi, Y. and Sudesh, K. 2008. Controlled biosynthesis and characterization of poly(3-hydroxybutyrate-*co*-3-hydroxyvalerate-*co*-3-hydroxyhexanoate) from mixtures of palm kernel oil and 3HV-precursors. Polymer Degradation and Stability 93 : 17-23.

Bozbas, K. 2008. Biodiesel as an alternative motor fuel: production and policies in the European Union. Renewable and Sustainable Energy Reviews 12 : 542–552.

Brandl, H., Gross, R. A., Lenz, R. W. and Fuller, R.C. 1990. Plastics from bacteria and for bacteria: poly(β-hydroxyalkanoates) as natural, biocompatible, and biodegradable polyesters. Advance in Biochemical Engineering/Biotechnology 41 : 77-93.

Braunegg, G., Bona, R. and Koller, M. 2004. Sustainable polymer production. Polymer-Plastic Technology and Engineering. 43(6) : 1779-1793.

Braunegg, G., Lefebvre, G. and Gecser, K.F. 1998. Polyhydroxyalkanoates, biopolyesters from renewable resources: Physiological and engineering aspects. Journal of Biotechnology 65 : 127-161.

Brzostowicz, P.C., Blasko, M.S. and Rouvire, P.E. 2002. Identification of two gene clusters involved in cyclohexanone oxidation in *Brevibacterium epidermidis* strain HCU. Applied Microbiology and Biotechnology 58 : 781–789.

Byrom, D. 1994. Polyhydroxyalkanoates. In: Mobley D.P. (ed.), Plastics from microbes: microbial synthesis of polymers and polymer precursors, pp. 5-33. Hanser Munich.

Canakci, M. and Sanli, H. 2008. Biodiesel production from various feedstocks and their effects on the fuel properties. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology 35 : 431–441.

Casini, E., de Rijk, T.C., de Waard, P. and Eggink, G. 1997. Synthesis of poly(hydroxyalkanoate) from hydrolyzed linseed oil. Journal of Environmental Polymer Degradation 5(3) : 153-158.

Cavalheiro, J.M.B.T., de Almeida, M.C.M.D., Grandfils, C. and da Fonseca, M.M.R. 2009. Poly(3-hydroxybutyrate) production by *Cupriavidus necator* using waste glycerol. Process Biochemistry 44 : 509-515.

Chan, P.L., Yu, V., Wai, L., and Yu, H.F. 2006. Production of medium-chain-length polyhydroxyalkanoates by *Pseudomonas aeruginosa* with fatty acids and alternative carbon sources. Applied Biochemistry and Biotechnology 132 : 933-941.

Chanprateep, S. 2010. Current trends in biodegradable polyhydroxyalkanoates. Journal of Bioscience and Bioengineering (in press, available only doi:10.1016/j.jbiosc. 2010.07.014).

Chanprateep, S., Katakura, Y., Visetkoop, S., Shimizu, H., Kulpreecha, S. and Shioya, S. 2008. Characterization of new isolated *Ralstonia eutropha* strain A-04 and kinetic study of biodegradable copolyester poly(3-hydroxybutyrate-*co*-4-hydroxybutyrate) production. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology 35 : 1205–1215.

Chen, C.W., Don, T.M. and Yen, H.F. 2006. Enzymatic extruded starch as a carbon source for the production of poly(3-hydroxybutyrate-*co*-3-hydroxyvalerate) by *Haloferax mediterranei*. Process Biochemistry 41 : 2289-2296.

Chen, G.Q. and Wu, Q. 2005. Microbial production and applications of chiral hydroxyalkanoates. Applied Microbiology and Biotechnology 67 : 592-599.

Chen, G.Q. 2009. A microbial polyhydroxyalkanoates (PHA) based bio- and material industry. Chemical Society Reviews 38 : 2434-2446.

Chen, G.Q. 2010a. Industrial production of PHA. In Chen, G.Q. (ed.), Plastics from Bacteria: Natural Functions and Applications, pp. 121-132. Chaina : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Chen, G.Q. 2010b. Plastics completely synthesized by bacteria:polyhydroxyalkanoates. In Chen, G.Q. (ed.), Plastics from Bacteria: Natural Functions and Applications, pp. 17-37. Chaina : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Chohan, S.N. and Copeland, L. 1998. Acetoacetyl coenzyme A reductase and polyhydroxybutyrate synthesis in *Rhizobium* (Cicer) sp. strain CC 1192. Applied and Environmental Microbiology 64 : 2859–2863.

Comeau, Y., Hall, K.J. and Oldham, W.K. 1988. Determination of poly-3-hydroxybutyrate and poly-3-hydroxyvalerate in activated sludge by gas-liquid chromatography. Applied and Environmental Microbiology 54 (9) : 2325-2327.

Doi, Y. Microbial Polyesters. New York: VCH, 1990.

Doi, Y., Kitamura, S. and Abe, H. 1995. Microbial synthesis and characterization of poly(3-hydroxybutyrate-*co*-3-hydroxyhexanoate). Macromolecules 28 (14) : 4822–4828.

Dove, A. 2000. Experts disagree over color of biomass. Nature Biotechnology 18 : 490.

Evans, J.D. and Sikdar, S.K. 1990. Biodegradable plastics: An idea whose time has come. Chemtech 5 : 38-42.

Field, L.D. and Sternhell, S. 1989. Analytical NMR. Avon : Bath press.

Goff, M., Ward, P.G. and O'Connor, K.E. 2007. Improvement of the conversion of polystyrene to polyhydroxyalkanoate through the manipulation of the microbial aspect of the process: A nitrogen feeding strategy for bacterial cells in a stirred tank reactor. Journal of Biotechnology 132 : 283-286.

Gerngross, T.U. 1999. Can biotechnology move us toward a sustainable society? Nature Biotechnology 17 : 541–544.

Gross, R.A., DeMello, C.,Lenz, R.W., Brandl, H. and Fuller, R.C. 1989. Biosynthesis and characterization of poly(β-hydroxyalkanoates) produced by *Pseudomonas oleovorans*. Macromolecules 22 : 1106-1115.

Haas, R., Jin, B. and Zepf, F.T. 2008. Production of poly (3-hydroxybutyrate) from waste potato starch. Bioscience Biotechnology and Biochemistry 72(1) : 253-256.

Haba, E., Vidal-Mas, J., Bassas, M., Espuny, M.J., Llorens, J. and Manresa, A. 2007. Poly 3-(hydroxyalkanoates) produced from oily substrates by *Pseudomonas aeruginosa* 47T2 (NCBIM 40044): Effect of nutrients and incubation temperature on polymer composition. Biochemical Engineering Journal 35 : 99–106.

Haywood, G.W., Anderson, A.J., Ewing, D.F. and Dawes, E.A. 1990. Accumulation of a polyhydroxyalkanoate containing primarily 3-hydroxydecanoate from simple carbohydrate substrates by *Pseudomonas* sp. strain NCIMB 40135. Applied and Environmental Microbiology 56(11) : 3354-3359.

Hazenberg, W. and Witholt, B. 1997. Efficient production of medium-chain-length poly(3-hydroxyalkanoates) from octane by Pseudomonas oleovorans : economic considerations. Applied Microbiology and Biotechnology 48 : 588-596.

Hazer, B. and Steinbüchel, A. 2007. Increased diversification of polyhydroxyalkanoates by modification reactions for industrial and medical applications. Applied Microbiology and Biotechnology 74 : 1-12.

He, W., Tian, W., b, Zhang, G., Chen, G.Q., and Zhang, Z. 1998. Production of novel polyhydroxyalkanoates by *Pseudomonas stutzeri* 1317 from glucose and soybean oil. FEMS Microbiology Letters 169 : 45-49.

Howell, R. 1982. Opportunities in biotechnology for the chemical industry. Chemical Industry 8 : 508–511.

Huijberts, G.N.M., de Rijk, T.C., de Waard, P. and Eggink, G. 1995. ^{13}C Nuclear magnetic resonance studies of *Pseudomonas putida* fatty acid metabolic routes involved in poly(3-hydroxyalkanoate) synthesis. Journal of Bacteriology 176 : 1661–1666.

Huijberts, G.N., Eggink, G., de Waard, P., Huisman, G.W. and Witholt, B. 1992. *Pseudomonas putida* KT2442 cultivated on glucose accumulates poly(3-hydroxyalkanoates) consisting of saturated and unsaturated monomers. Applied and Environmental Microbiology 58 : 536–544.

Ibrahim, M.H.A. and Steinbüchel, A. 2010. *Zobellella denitrificans* strain MW1, a newly isolated bacterium suitable for poly(3-hydroxybutyrate) production from glycerol. Journal of Applied Microbiology 108 : 214–225.

Jenkins, D., Richard, M.G. and Daigger, G.T. 1993. Manual on the causes and control of activated sludge bulking and foaming. 2nd edn. Lewis Publishers, Michigan

Johnson, H.E., Douglas, J.F. and Granick, S. 1993. Topological influences on polymer adsorption and desorption dynamics. Physical Review Letters 70(21) : 3267–3270.

Kashiwaya, Y., Takeshima, T., Mori, N., Nakashima, K., Clarke, K., and Veech, R.L. 2000. D-beta-hydroxybutyrate protects neurons in models of Alzheimer's and Parkinson's disease. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 97 : 5440-5444.

Kempers, A.J. 1974. Determiantion of sub-micro quantities of ammonium and nitrates in soils with phenol, sodiumnitroprusside and hypochlorite. Geoderma 12 : 201-206.

Kessler, B. and Witholt, B. 2001. Factors involved in the regulatory network of polyhydroxyalkanoate metabolism. Journal of Biotechnology 86 : 97–104.

Kim, D.Y., Kim, H.W., Chung, M.G., and Rhee, Y.H. 2007. Biosynthesis, modification, and biodegradation of bacterial medium-chain-length polyhydroxyalkanoates. Journal of Microbiology 45(2) : 87-97.

Kim, S. and Dale, B.E. 2005. Life cycle assessment study of biopolymers (polyhydroxyalkanoates) derived from no-tilled corn. International Journal of Life Cycle Assessment 10 : 200–210.

Kimura, M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through compaprative studies of nucleotide sequence. Journal of Molecular Evolution 16 : 111-120.

Koller, M., Bona, R., Chiellini, E., Fernandes, E.G., Horvat, P., Kutschera, C., Hesse, P. and Braunegg, G. 2008. Polyhydroxyalkanoate production from whey by *Pseudomonas hydrogenovora*. Bioresource Technology 99(11) : 4854-63.

Koller, M., Atlic, A., Dias, M., Reiterer, A. and Braunegg, G. 2010. Microbial PHA production from waste raw materials. In Chen, G.Q. (ed.), Plastics from Bacteria: Natural Functions and Applications, pp. 85-119. Austria : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Kulpreecha, S., Boonruangthavorn, A., Meksiriporn, B. and Thongchul, N. 2009. Inexpensive fed-batch cultivation for high poly(3-hydroxybutyrate) production by a new isolate of *Bacillus magaterium*. Journal of Bioscience and Bioengineering 107(3) : 240-245.

Lee, S.Y. 1996a. Bacterial polyhydroxyalkanoates. Biotechnology and Bioengineering 49 :1-14.

Lee, S.Y. 1996b. Plastic bacteria? Progress and prospects for polyhydroxyalkanoate production in bacteria. Trends Biotechnology 14 : 431– 438.

Lee, S.Y., Choi, J.I. 1998. Effect of fermentation of performance on the economics of poly(3-hydroxybutyrate) production by *Alcaligenes latus*. Journal of Polymer Degradation and Stability 59 : 387-393.

Lee, S.Y., Choi, J.L., Wong, H.H., 1999. Recent advances in polyhydroxyalkanoate production by bacterial fermentation. International Journal of Biological Macromolecules 25 : 31–36.

Lee, W.H., Loo, C.Y., Nomura, C.T. and Sudesh, K. 2008. Biosynthesis of polyhydroxyalkanoate copolymers from mixtures of plant oils and 3-hydroxyvalerate precursors. Bioresource Technology 99: 6844-6851.

Loo, C.Y., Lee, W.H., Tsuge, T., Doi Y. and Sudesh K. 2005. Biosynthesis and characterization of poly(3-hydroxybutyrate-*co*-3-hydroxyhexanoate) from palm oil products in a *Wautersia eutropha* mutant. Biotechnology Letters 27 : 1405–1410.

López-Cortés, A., Lanz-Landázuri, A. and García-Maldonado, J.Q. 2008. Screening and isolation of PHB-producing bacteria in a polluted marine microbial mat. Microbial Ecology 56 :112–120.

Luengo, M.J., Garcia, B., Sandoval, A., Naharro, G. and Olivera, R.E. 2003. Bioplastics from microorganisms. Current Opinion in Microbiology 6 : 251-260.

Madison, L. and Huisman, G. 1999. Metabolic engineering of poly (3-hydroxyalkanoates): from DNA plastic. Microbiology and Molecular Biology 63 : 21-53.

Massieu, L., Haces, M.L., Montiel, T. and Hernandez-Fonseca, K. 2003. Acetoacetate protects hippocampal neurons against glutamate-mediated neuronal damage during glycolysis inhibition. Neuroscience 120(2) : 365-378.

Mittendorf, V., Robertson, E.J., Leech, R.M., Krüger, N., Steinbüchel, A. and Poirier, Y. 1998. Synthesis of medium-chain-length polyhydroxyalkanoates in *Arabidopsis thaliana* using intermediates of peroxisomal fatty acid b-oxidation. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 95 : 13397–13402.

Mothes, G., Schnorpfeil, C. and Ackermann, J.U. 2007. Production of PHB from crude glycerol. Engineering in Life Sciences 7(5) : 475-479.

Narayan, R. 1993. *Biodegradable Plastics*, In Opportunities for innovation: Biotechnology. Proceeding of National Institute of Standards and Technology (NIST, U.S. Department of Commerce) Monograph; NIST GCR-93-633. : 135-150.

Ojumu, T.V., Yu, J. and Solomon, B.O. 2004. Production of polyhydroxyalkanoates, a bacterial biodegradable polymer. Journal of Biotechnology 3(1) : 18-24.

Pantazaki, A.A., Papaneophytou, C.P., Pritsa, A.G., Liakopoulou-Kyriakides, M. and Kyriakidis, D.A. 2009. Production of polyhydroxyalkanoates from whey by *Thermus thermophilus* HB8. Process Biochemistry 44 : 847–853.

Reddy, C.S.K., Ghai, R., Rashmi, and Kalia, V.C. 2003. Polyhydroxyalkanoates: an overview. Bioresource Technology 87 : 137-146.

Reusch, R. N., Sparrow, A. W., Gardiner, J . 1992. Transport of poly-P-hydroxybutyrate in human plasma. Biochimica et Biophysica Acta 1123 : 33-40.

Raghavan, D. 1995. Characterization of Degradable Plastics. Polymer Plastics Technology and Engineering 34 (1) : 41-63.

Shang, L., Jiang, M., Yun, Zh., Yan, H.Q. and Chang, H.N. 2008. Mass production of medium-chain-length poly(3-hydroxyalkanoates) from hydrolyzed corn oil by fed-batch culture of *Pseudomonas putida*. World Journal of Microbiology and Biotechnology 24(12) : 2783-2787.

Singh, A.K., Mallick, N. 2009. Exploitation of inexpensive substrates for production of a novel SCL–LCL-PHA co-polymer by *Pseudomonas aeruginosa* MTCC 7925. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology 36 : 347–354.

Simon-Colin, C., Raguenes, G., Crassous, P., Moppert, X. and Guezennec, J. 2008. A novel mcl-PHA produced on coprah oil by *Pseudomonas guezennei* biovar.*tikehau*, isolated from a "kopara" mat of French Polynesia. International Journal of Biological Macromolecules 43(2) : 176-181.

Solaiman, D., Ashby, R., Hotchkiss, A. and Foglia, T. 2006. Biosynthesis of medium-chain-length poly(hydroxyalkanoates) from soy molasses. Biotechnology Letters 28 : 57-162.

Song, Hwan, J., Jeon, C.O., Choi, M.H., Yoon, S.C., and Park, W. 2008. Polyhydroxyalkanoate (PHA) production using waste vegetable oil by *Pseudomonas* sp. strain DR2. Journal of Microbiology and Biotechnology 18(8) : 1408–1415.

Steinbüchel, A. Novel materials from biological sources. 1991. In: Byrom, D. (ed.) Biomaterials, pp. 124–213. New York: Stockton.

Steinbüchel, A. and Hein, S. 2001. Biochemical and molecular basis of microbial synthesis of polyhydroxyalkanoates in microorganisms. Advances in biochemical engineering/biotechnology 71: 81-123

Stevens, E.S. 2002. How green are green plastics? Biocycle, Dec, : 42–45.

Sudesh, K., Abe, H. and Doi, Y. 2000. Synthesis, structure and properties of polyhydroxyalkanoates: biological polyesters. Progress in Polymer Science 25 : 1503–1555.

Suriyamongkol, P., Weselake, R., Narine, S., Moloney, M. and Shah, S. 2007. Biotechnological approaches for the production of polyhydroxyalkanoates in microorganisms and plants — A review. Biotechnology Advances 25 : 148–175.

Taguchi, K., Aoyagi, Y., Matsusaki, H., Fukui, T., Doi, Y. 1999. Over-expression of 3-ketoacyl-ACP synthase III or malonyl-CoA-ACP transacylase gene induces monomer supply for polyhydroxybutyrate production in *Escherichia coli* HB101. Biotechnology Letters 21 : 579–584.

Tian P.Y., Shang L., Ren H., Mi Y., Fan D.D. and Jiang M. 2009.Biosynthesis of polyhydroxyalkanoates: Current research and development. African Journal of Biotechnology 8 (5) : 709-714.

Valentin, H.E. and Dennis, D. 1997. Production of poly(3-hydroxybutyrate-*co*-4-hydroxybutyrate) in recombinant *Escherichia coli* grown on glucose. Journal of Biotechnology 58 : 33–38.

Valentin, H.E. and Steinbüchel, A. 1995. Accumulation of poly(3-hydroxybutyric acid-*co*-3-hydroxyvaleric acid-*co*-4-hydroxyvaleric acid) by mutants and recombinant strains of *Alcaligenes eutrophus*. Journal of Environmental Polymer Degradation 3 : 169–175.

Vandamme, P. and Coenye, T. 2004. Taxonomy of the genus *Cupriavidus*: a tale of lost and found. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 54 : 2285–2289.

Vaneechoutte, M., Kampfer, P., De Baere, T., Falsen, E. and Verschraegen, G. 2004. *Wautersia* gen. nov., a novel genus accommodating the phylogenetic lineage including *Ralstonia eutropha* and related species, and proposal of *Ralstonia [Pseudomonas] syzygii* (Roberts et al. 1990) comb. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 54 : 317–327.

Vasudevan, P.T. and Briggs, M. 2008. Biodiesel production – current state of the art and challenges. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology 35 : 421–430.

Verlinden, R.A.J., Hill, D.J., Kenward, M.A., Williams, C.D. and Radecka, I. 2007. Bacterial synthesis of biodegradable polyhydroxyalkanoates. Journal of Applied Microbiology 102 : 1437–1449.

Wang, Z.H., Wu, H.N., Chen, J., Zhang, J. and Chen, G.Q. 2008. A novel self-cleaving phasin tag for purification of recombinant proteins based on hydrophobic nanoparticles. Lab on a Chip 8 : 1957-1962.

Wong, A.L., Chua, H. and Yu, P.H.F. 2000. Microbial production of polyhydroxyalkanoates by bacteria isolated from oil wastes. Applied Biochemistry and Biotechnology 84–86 : 843-852.

Xie, W.P. and Chen, G.Q. 2008. Production and characterization of terpolyester poly(3-hydroxybutyrate-*co*-4-hydroxybutyrate-*co*-3-hydroxyhexanoate) by recombinant *Aeromonas hydrophila* 4AK4 harboring genes *phaPCJ*. Biochemical Engineering Journal 38 : 384–389.

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

Yu, J., and Heiko, S. 2008. Microbial utilization and biopolyester synthesis of bagasse hydrolysates. Bioresource Technology 99 : 8042-8048.

Zheng, L.Z., Li, Z., Tian, H.L., Li, M. and Chen, G.Q. 2005. Molecular cloning and functional analysis of (*R*)-3-hydroxyacyl-acyl carrier protein: coenzyme A transacylase from *Pseudomonas mendocina* LZ. FEMS Microbiology Letters 252 : 299–307.

Zinn, M. Biosynthesis of medium-chain-length poly[(*R*)-3-hydroxyalkanoates]. 2010. In Chen, G.Q. (ed.), Plastics from Bacteria: Natural Functions and Applications, pp. 213-236. Switzerland : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Zinn, M., Witholt, B. and Egli, T. 2001. Occurrence, synthesis and medical application of bacterial polyhydroxyalkanoate. Advanced Drug Delivery Reviews 53 : 5-21.

Zou, X.H., Li, H.M., Wang, S., Leski, M., Yao, Y.C., Yang, X.D., Huang, Q.J. and Chen, G.Q. 2009. The effect of 3-hydroxybutyrate methyl ester on learning and memory in mice. Biomaterials 30 : 1532-1541.

Available from: Analytical Equipment. [online]. http://classes.engr.oregonstate.edu/cbee/spring2005/che415/PublicTeam1/Biodiesel_Project_Proposal.html Accessed 15 August 2010.

Available from: Biotechnological Polyester Production from Renewable Resources. [online]. www.hdb.hr/bec2008/PDF_files/Braunegg_pha.pdf. Accessed 3 August 2010.

Available from: Biodiesel Series: Production Costs. [online]. http://econuz.com/page/7/ Accessed 11 August 2010.

Available from: Bacterial production of polyhydroxyalkanoates from biodiesel process waste glycerol. [online]. http://www.bio.org/ind/wc/08/breakout_pdfs. Accessed 10 August 2010.

Available from: Nuclear Magnetic Resonance. [online]. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/nuclear/nmr.html Accessed 15 August 2010.

Available from: Application of gel chromatography. [online]. http://pharamcytimes.wordpress.com/catagory/instrumental-analysis-studies/chromatography/ Accessed 15 August 2010.

Available from: Gel permeation chromatography. [online].

http://www.answers.com/topic/gel-permeation-chromatography. Accessed 15 August 2010.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สูตรและวิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. **สูตรอาหารแข็งสำหรับเก็บรักษาเชื้อ** (stock culture medium) ใน 1 ลิตร ประกอบด้วย

สารสกัดจากเนื้อ	3	กรัม
เปปโตน	5	กรัม
วุ้นผง	15	กรัม

ปรับ pH เป็น 7.0 นึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที (การนึ่งฆ่าเชื้อแบบมาตรฐาน)

2. **สูตรอาหารเหลวสำหรับเลี้ยงกล้าเชื้อ** (seed culture medium) โดย Chanprateep และคณะ (2008) ใน 1 ลิตร ประกอบด้วย

ผงสกัดจากยีสต์	10	กรัม
สารสกัดจากเนื้อ	5	กรัม
ทริปโตส	10	กรัม
แอมโมเนียมซัลเฟต	5	กรัม

ปรับ pH เป็น 7.0 นึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

3. **สูตรอาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เพื่อการผลิต** PHA (Production Medium) สูตรปรับปรุงโดย Chanprateep และคณะ (2008) ใน 1ลิตรประกอบด้วย

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	3.4	กรัม
ไดโปแตสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต	5.8	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต	0.12	กรัม
โซเดียมซิเตรท	5.0	กรัม
ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต	3.0	กรัม
แอมโมเนียมซัลเฟต แปรผันตามอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน		
สารละลาย trace element	1.0	มิลลิลิตร

ปรับ pH เป็น 7.0 นึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

สารละลาย trace element ใน HCl 1 ลิตร ประกอบด้วย

แคลเซียมคลอไรด์	1.67	กรัม
ซิงค์ซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต	2.78	กรัม
แมงกานีสไดคลอไรด์เตตระไฮเดรต	1.98	กรัม
คอปเปอร์ไดคลอไรด์ไดไฮเดรต	0.17	กรัม
เฟอร์รัสซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต	0.2	กรัม

แยกละลายเกลือ แมกนีเซียมซัลเฟต และ สารละลาย trace element เมื่อละลายแล้วจึงนำมารวมกัน ปรับ pH เป็น 7.0 โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 3 โมลาร์ นึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ภาคผนวก ข

สารเคมีและวิธีเตรียมที่ใช้ในการทดลอง

1. **กลีเซอรอล 10 เปอร์เซ็นต์**

เตรียมโดยนำกลีเซอรอล 87 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 11.5 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่นปลอดประจุปริมาตร 88.5 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. **สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์** (NaOH 1 M)

เตรียมโดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5.844 กรัม ในน้ำกลั่นปลอดประจุปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

3. **สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3 โมลาร์** (HCl 3 M)

เตรียมโดยเติมน้ำกลั่นปลอดประจุไปปริมาตรหนึ่ง จากนั้นเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 37 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 48.99 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 300 มิลลิลิตร

4. **สารละลาย 0.85 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมคลอไรด์** (0.85 **เปอร์เซ็นต์** NaCl)

เตรียมโดยละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.85 กรัม ในน้ำกลั่นปลอดประจุปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

5. Nile blue A

เตรียมโดยละลาย Nile blue A 0.05 มิลลิกรัม ใน dimethyl sulfoxide (DMSO) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปกรองผ่านเมมเบรนขนาด 0.2 ไมโครเมตร เก็บไว้ในขวดสีชา

6. Sudan Black B

เตรียมโดยละลาย Sudan Black B 0.3 กรัม ใน 70 เปอร์เซ็นต์ v/v เอทานอล ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปกรองผ่านเมมเบรนขนาด 0.2 ไมโครเมตร เก็บไว้ในขวดสีชา

7. Nyatatin

เตรียมโดยละลาย Nyatatin 40 มิลลิกรัมใน DMSO 1 มิลลิลิตร กรองผ่านเมมเบรนขนาด 0.2 ไมโครเมตร ใส่ในภาชนะที่ไม่โดนแสง เก็บที่ -20 องศาเซลเซียส

8. **สารละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 โมลาร์** (KCl 2 M)

เตรียมโดยละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ 150 กรัม ในน้ำกลั่นปลอดประจุปริมาตร 800 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 1,000 มิลลิลิตร

9. **สารละลาย** Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)

เตรียมโดยละลายเกลือของ EDTA ไดโซเดียม (EDTA disodium salt) 6 กรัม ในน้ำกลั่นปลอดประจุปริมาตร 80 มิลลิลิตร ปรับค่าความเป็นกรด ด่างเท่ากับ 7.0 ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มิลลิลิตร

10. **สารละลายฟีนอลไนโตรพัสไซด์รีเอเจนท์**

เตรียมโดยละลายฟีนอล 7 กรัมและโซเดียมไนโตรพัสซายด์ 34 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นปลอดประจุปริมาตร 80 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

11. **สารละลายบัฟเฟอร์ไฮโปคลอไรด์รีเอเจนต์**

เตรียมโดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.48 กรัม ในน้ำกลั่นปลอดประจุปริมาตร 70 มิลลิลิตร เติมไดโซเดียมโมโนไฮโดเจนฟอสเฟต 4.98 กรัม และเติมสารละลายโซเดียมไฮโป

คลอไรท์ (5-5.25 เปอร์เซ็นต์) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วง 11.4-12.2 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มิลลิลิตร

12. **สารละลาย 3 เปอร์เซ็นต์ กรดซัลฟูริกในเมทานอล 2 มิลลิลิตร ที่มีกรดเบนโซอิก 2 กรัมต่อลิตรเป็นสารมาตรฐานภายใน**

เตรียมโดยใช้ขวดดูแรนฝาเกลียวขนาด 500 มิลลิลิตร เติมเมทานอลเกรด AR ปริมาตร 485 มิลลิลิตร ลงไปช้าๆ จะเกิดความร้อนและเกิดควัน จึงควรทำที่ตู้ดูดไอระเหยปิดฝา เขย่าผสมให้เข้ากัน ชั่งกรดเบนโซอิก 1 กรัม ละลายในสารละลายดังกล่าว เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เขียนระบุที่ข้างขวดว่าเป็น 2 กรัมต่อลิตร กรดเบนโซอิกและเมทานอลที่มี 3เปอร์เซ็นต์กรดซัลฟูริก

13. **สารละลายกรดไดไนโตรซาลิไซลิก** (DNSA reagent)

เตรียมโดยละลายกรดไดไนโตรซาลิไซลิก 1 กรัมในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2 โมลาร์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ละลายบนเครื่องกวนสารแบบให้ความร้อน (Hotplate Stirrer) เติมโปแตสเซียมตาร์เตรต 30 กรัม จากนั้นปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นปลอดประจุ เก็บไว้ในขวดสีชา

14. **สารละลายมาตรฐานของกรดออกตะโนอิค** (Octanoic acid)

กรดออกตะโนอิค (สามารถละลายได้ใน 2 กรัมต่อลิตร กรดเบนโซอิกและเมทานอลที่มี 3เปอร์เซ็นต์กรดซัลฟูริก) เตรียมโดยละลายกรดออกตะโนอิค 1 กรัม ใน 2 กรัมต่อลิตร กรดเบนโซอิกและเมทานอลที่มี 3 เปอร์เซ็นต์กรดซัลฟูริกปริมาตร 100 มิลลิลิตร (เข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร) เก็บไว้เป็นสต๊อก โดยเตรียมกรดออกตะโนอิคความเข้มข้น 1 2 3 4 และ 5 กรัมต่อลิตรตามลำดับ ที่ความเข้มข้น 1 2 3 4 และ 5 กรัมต่อลิตร เติมกรดออกตะโนอิคปริมาตร 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร ในหลอดฝาเกลียว จากนั้นเติม 2 กรัมต่อลิตร กรดเบนโซอิกและเมทานอลที่มี 3 เปอร์เซ็นต์กรดซัลฟูริกปริมาตร 1.8 1.6 1.4 1.2 และ 1.0 มิลลิลิตร และเติมคลอโรฟอร์มปริมาตร 2.0 มิลลิลิตรในทุกความเข้มข้น โดยมีปริมาตรรวมในทุกความเข้มข้นเท่ากับ 4 มิลลิลิตร

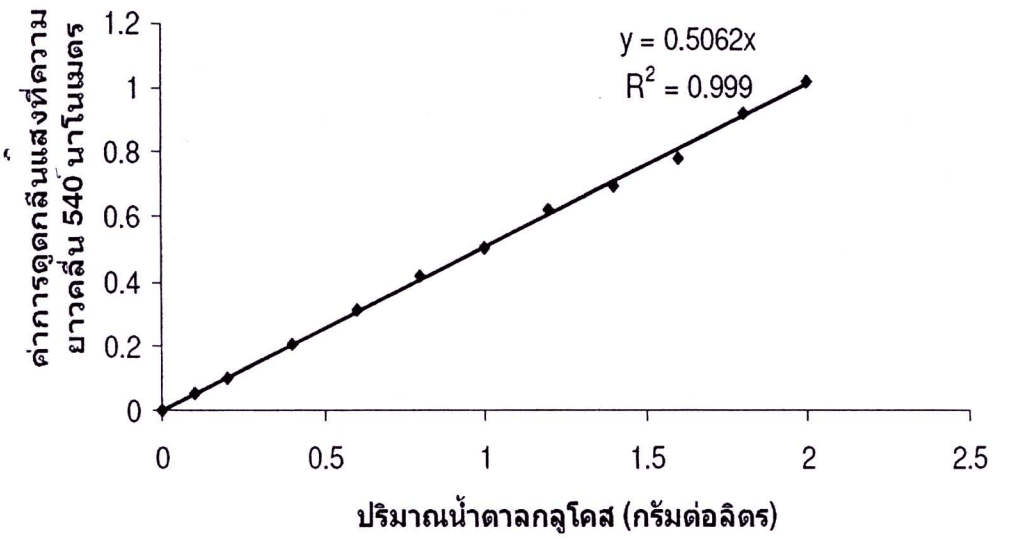
15. **สารละลายมาตรฐานของกรดเดคะโนอิค** (Decanoic acid)

กรดเดคะโนอิค (สามารถละลายได้ในคลอโรฟอร์ม) เตรียมโดยละลายกรดเดคะโนอิค 1 กรัม ในคลอโรฟอร์มปริมาตร 100 มิลลิลิตร (เข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร) เก็บไว้เป็นสต๊อก โดยเตรียมกรดเดคะโนอิคความเข้มข้น 1 2 3 4 และ 5 กรัมต่อลิตรตามลำดับ ที่ความเข้มข้น 1 2 3 4 และ 5 กรัมต่อลิตร เติมกรดเดคะโนอิคปริมาตร 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร ในหลอดฝาเกลียว จากนั้นเติมคลอโรฟอร์มปริมาตร 1.8 1.6 1.4 1.2 และ 1.0 มิลลิลิตร และเติม 2 กรัมต่อลิตร กรดเบนโซอิกและเมทานอลที่มี 3 เปอร์เซ็นต์กรดซัลฟูริกปริมาตร 2.0 มิลลิลิตรในทุกความเข้มข้น โดยมีปริมาตรรวมในทุกความเข้มข้นเท่ากับ 4 มิลลิลิตร

ภาคผนวก ค

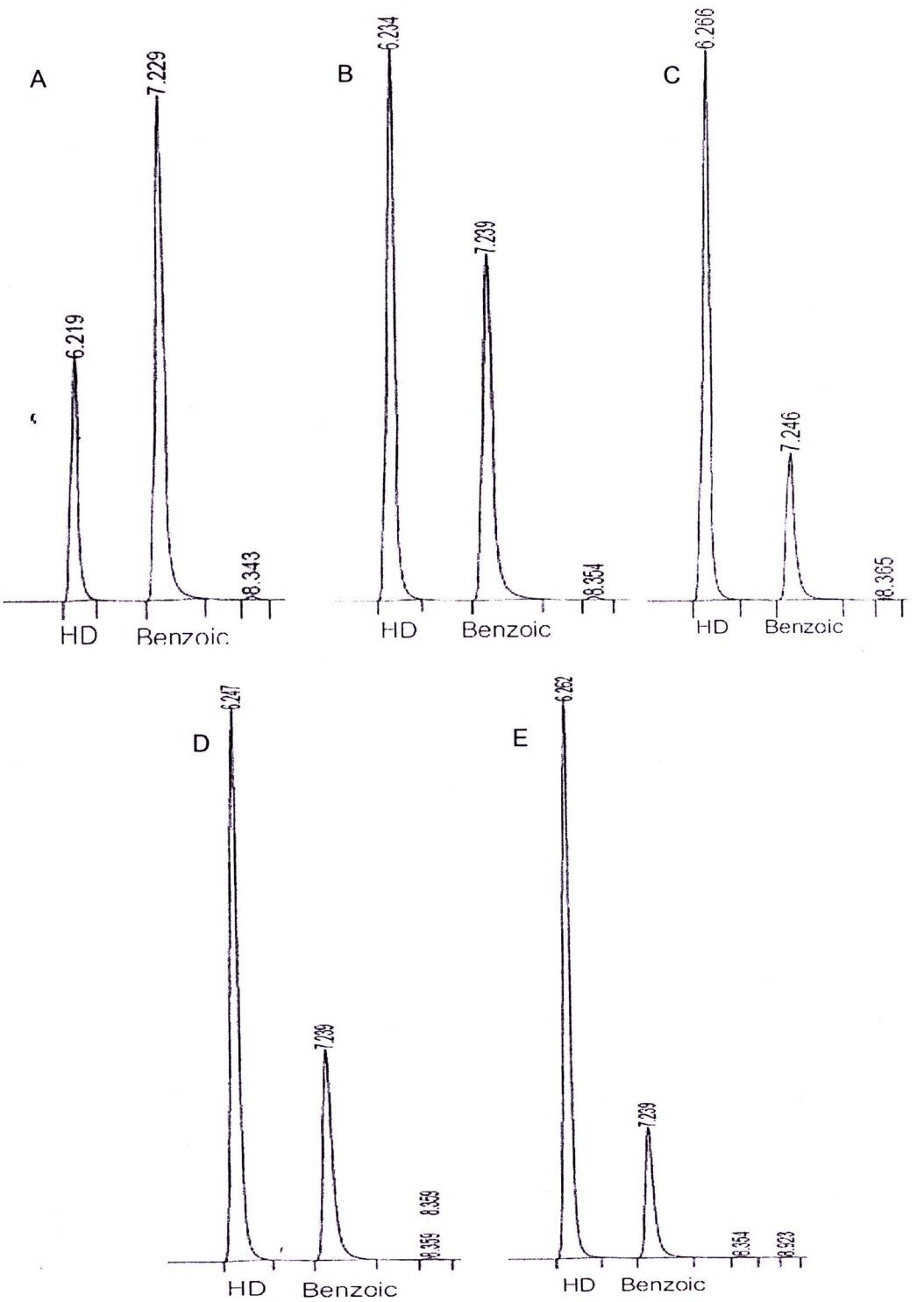
โครมาโตแกรม

1. กราฟมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคส



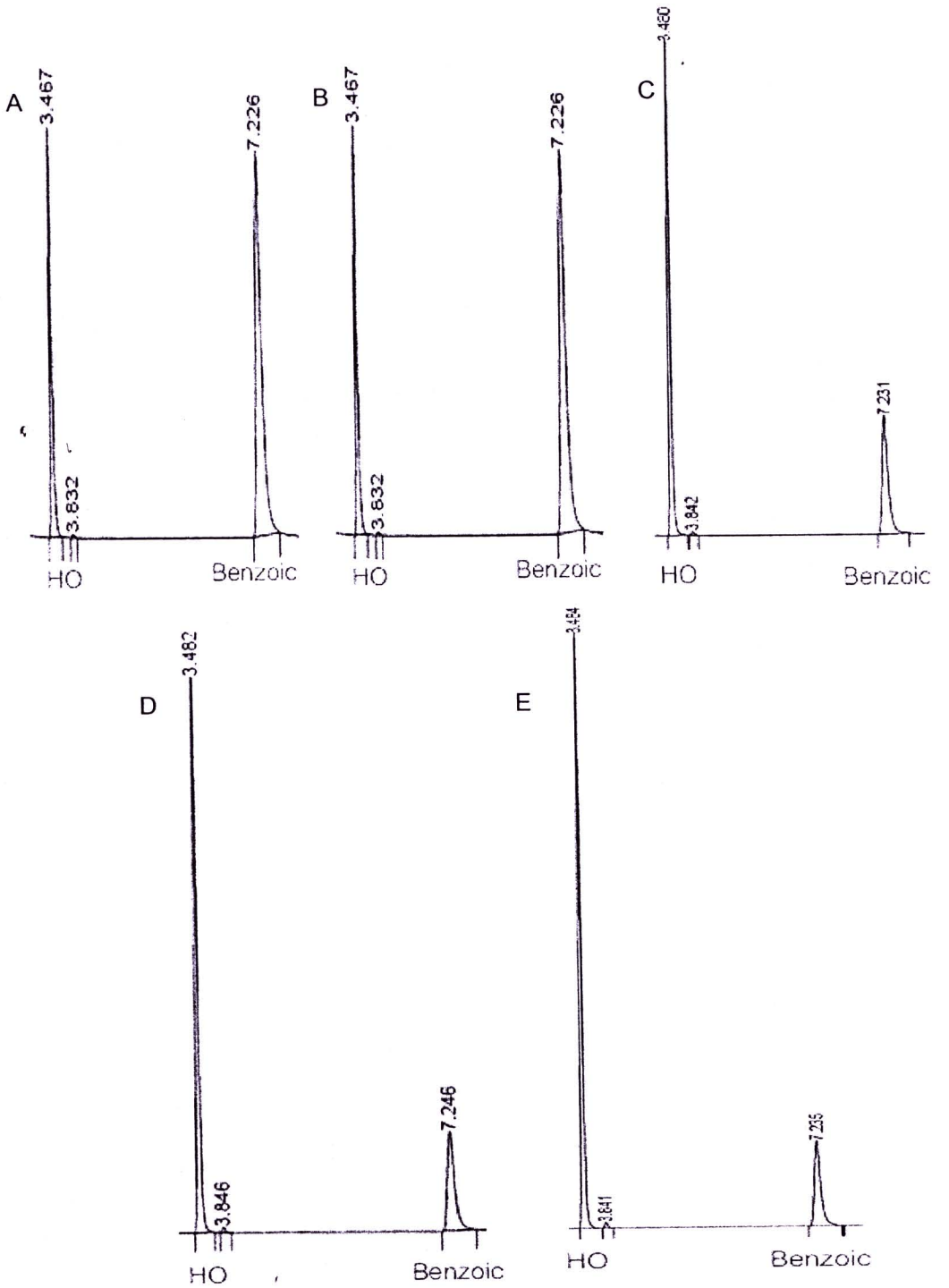
กราฟมาตรฐานแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร กับน้ำตาลกลูโคสความเข้มข้น 0-2 กรัมต่อลิตร

2. โครมาโตรแกรมของสารมาตรฐาน HD



รูปโครมาโตรแกรมของสารมาตรฐาน HD ปริมาณ 1 2 3 4 และ 5 กรัมต่อลิตร แสดงดังรูป A B C D และ E ตามลำดับ

3. **โครมาโตรแกรมของสารมาตรฐาน HO**



รูปโครมาโตรแกรมของสารมาตรฐาน HO ปริมาณ 1 2 3 4 และ 5 กรัมต่อลิตร แสดงดังรูป A B C D และ E ตามลำดับ

ภาคผนวก ง

1. ลำดับนิวคลีโอไทด์ 16S rRNA ของ *Acinetobacter* sp. ASC1 (GU227612)

```
   1 cggggaacgt attcgccggg gcattctgat tcatcgatta actagcgatt cagatttcaa
  61 gctttgagtt gcaaacgtcg agagtttgat catggctcag attgaacgct ggcggcaggc
 121 ttaacacatg caagtcgagc gggggaagtt gcttcggtaa ctaacctagc ggcggacggg
 181 tgagtaatgc ttaggaatct gcctattaat gggggacaac atctcgaaag ggatgctaat
 241 accgcatacg ccctacgggg gaaagcaggg gatcttcgga ccttgcgtta atagatgagc
 301 ctaagtcgga ttagctagtt ggtggggtaa aggcctacca aggcgacgat ctgtagcggg
 361 tctgagagga tgatccgcca cactgggact gagacacggc ccagactcct acgggaggca
 421 gcagtgggga atattggaca atgggggaa ccctgatcca gccatgccgc gtgtgtgaag
 481 aaggccttat ggttgtaaag cactttaagc gaggaggagg ctcctgtagt taatacctac
 541 agagagtgga cgttactcgc agaataagca ccggctaact ctgtgccagc agccgcggta
 601 atacagaggg tgcgagcgtt aatcggattt actgggcgta aagcgtgcgt aggcggcttt
 661 ttaagtcgga tgtgaaatcc ccgagcttaa cttgggaatt gcattcgata ctgggaagct
 721 agagtatggg agaggatggt agaattccag gtgtagcggt gaaatgcgta gagatctgga
 781 ggaataccga tggcgaaggc agccatctgg cctaatactg acgctgaggt acgaaagcat
 841 ggggagcaaa caggattaga taccctggta gtccatgccg taaacgatgt ctactagccg
 901 ttggggcctt tgaggcttta gtggcgcagc taacgcgata agtagaccgc ctggggagta
 961 cggtcgcaag actaaaactc aaatgaattg acgggggccc gcacaagcgg tggagcatgt
1021 ggtttaattc gatgcaacgc gaagaacctt acctggcctt gacatactag aaactttcca
1081 gagatggatt ggtgccttcg ggaatctaga tacaggtgct gcatggctgt cgtcagctcg
1141 tgtcgtgaga tgttgggtta agtcccgcaa cgagcgcaac ccttttcctt acttgccagc
1201 atttcggatg ggaactttaa ggatactgcc agtgacaaac tggaggaagg cggggacgac
1261 gtcaagtcat catggccctt acggccaggg ctacacacgt gctacaatgg tcggtacaaa
1321 gggttgctac ctagcgatag gatgctaatc tcaaaaagcc gatcgtagtc cggattggag
1381 tctgcaactc gactccatga agtcggaatc gctagtaatc gcggatcaga atgccgcggt
1441 gaatacgttc ccgggccttg tacacaccgc ccgtcacacc atggagtttg ttgcaccaga
1501 gtagctagcc tactgcaaag agggcgtaca cgtgtg
```

2. ลำดับนิวคลีโอไทด์ 16S rRNA ของ *Pseudomonas* sp. ASC2 (GU227613)

```
   1 catggctcag attgaacgct ggcggcaggc ctaacacatg caagtcgagc ggatgaaggc
  61 agcttgctcc ctgatttagc ggcggacggg tgagtaatgc ctaggaatct gcctggtagt
 121 gggggataac gttccgaaag gaacgctaat accgcatacg tcctacggga gaaagcaggg
 181 gaccttcggg ccttgcgcta tcagatgagc ctaggtcgga ttagctagtt ggtgaggtaa
 241 tggctcacca aggcgacgat ccgtaactgg tctgagagga tgatcagtca cactggaact
 301 gagacacggt ccagactcct acgggaggca gcagtgggga atattggaca atgggcgaaa
 361 gcctgatcca gccatgccgc gtgtgtgaag aaggtcttcg gattgtaaag cactttaagt
 421 tgggaggaag ggcattaacc taatacgtta gtgttttgac gttaccaaca gaataagcac
 481 cggctaactt cgtgccagca gccgcggtaa tacgaagggt gcaagcgtta atcggaatta
 541 ctgggcgtaa agcgcgcgta ggtggttcgt taagttggat gtgaaagccc cgggctcaac
 601 ctgggaactg catccaaaac tggcgagcta gagtacggta gagggtggtg gaatttcctc
 661 tgtagcggtg aaatgcgtag atataggaag gaacaccagt ggcgaaggcg accacctgga
 721 ctgatactga cactgaggtg cgaaagcgtg gggagcaaac aggattagat accctggtag
 781 tccacgccgt aaacgatgtc aactagccgt tggaatcctt gagattttag tggcgcagct
 841 aacgcattaa gttgaccgcc tggggagtac ggccgcaagg ttaaaactca aatgaattga
 901 cgggggcccg cacaagcggt ggagcatgtg gtttaattcg aagcaacgcg aagaacctta
 961 cctggccttg acatgctgag aactttccag agatggattg gtgccttcgg gaactcagac
1021 acaggtgctg catggctgtc gtcagctcgt gtcgtgagat gttgggttaa gtcccgtaac
1081 gagcgcaacc cttgtcctta gttaccagca cctcgggtgg gcactctaag gagactgccg
1141 gtgacaaacc ggaggaaggt ggggatgacg tcaagtcatc atggcccttа cggccagggc
```

```
1201 tacacacgtg ctacaatggt cggtacaaag ggtccccaag cccgcgaggt ggagctaatc
1261 ccataaaacc gatcgtagtc cggatcgcag tctgcaactc gactgcgtga agtcggaatc
1321 gctagtaatc gtgaatcaga atgtcacggt gaatacgttc ccgggccttg tacacaccgc
1381 ccgtcacacc atgggagtgg gttgctccag aagtagctag tctaaccttc gggggacgtt
1441 accacggatg atcatgactg ggtga
```

3. ลำดับนิวคลีโอไทด์ 16S rRNA ของ *Enterobacter* sp. ASC3 (GU227614)

```
   1 gctcagattg aacgctggcg gcaggcctaa cacatgcaag tcgaacggta gcacagagag
  61 cttgctctcg ggtgacgagt ggcggacggg tgagtaatgt ctgggaaact gcctgatgga
 121 gggggataac tactggaaac ggtagctaat accgcataac gtcgcaagac caaagagggg
 181 gaccttcggg cctcttgcca tcagatgtgc ccagatggga ttagctagta ggtggggtaa
 241 cggctcacct aggcgacgat ccctagctgg tctgagagga tgaccagcca cactggaact
 301 gagacacggt ccagactcct acgggaggca gcagtgggga atattgcaca atgggcgcaa
 361 gcctgatgca gccatgccgc gtgtatgaag aaggccttcg ggttgtaaag tactttcagc
 421 gggaggaaag gtgttgtggt taataaccac agcaattgac gttacccgca gaagaagcac
 481 cggctaactc cgtgccagca gccgcggtaa tacggagggt gcaagcgtta atcggaatta
 541 ctgggcgtaa agcgcacgca ggcggtctgt caagtcggat gtgaaatccc cgggctcaac
 601 ctgggaactg cattcgaaac tggcaggctg gagtcttgta gaggggggta gaattccagg
 661 tgtagcggtg aaatgcgtag agatctggag gaataccggt ggcgaaggcg gccccctgga
 721 caaagactga cgctcaggtg cgaaagcgtg gggagcaaac aggattagat accctggtag
 781 tccacgccgt aaacgatgtc gatttggagg ttgtgccctt gaggcgtggc ttccggagct
 841 aacgcgttaa atcgaccgcc tggggagtac ggccgcaagg ttaaaactca aatgaattga
 901 cgggggcccg cacaagcggt ggagcatgtg gtttaattcg atgcaacgcg aagaacctta
 961 cctggtcttg acatccacag aactttccag agatggattg gtgccttcgg gaactgtgag
1021 acaggtgctg catggctgtc gtcagctcgt gttgtgaaat gttgggttaa gtcccgcaac
1081 gagcgcaacc cttatccttt gttgccagcg gttaggccgg gaactcaaag gagactgcca
1141 gtgataaact ggaggaaggt ggggatgacg tcaagtcatc atggcccttа cgaccagggc
1201 tacacacgtg ctacaatggc gcatacaaag agaagcgacc ttcgcgagag caagcggacc
1261 tcataaagtg cgtcgtagtc cggattggag tctgcaactc gactccatga agtcggaatc
1321 gctagtaatc gtagatcaga atgctacgtg aatacgttcc cgggcttgta cacaccgccc
1381 gtcacaccat ggagtggttg caaagaagta gtagctaacc ttcgggaggc gcttaccact
1441 ttgtgatcat ga
```

4. ลำดับนิวคลีโอไทด์ 16S rRNA ของ *Bacillus* sp. ASC4 (GU227615)

```
          1 ttattgtatg ttttttttt tcgctcagga cgaacgctgg cggcgtgcct
aatacatgca
  61 agtcgagcgg acagatggga gccttgctcc ctgatgttag cggcggacgg gtgagtaaca
 121 cgtgggtaac ctgcctgtaa gactgggata actccgggaa accggggcta ataccggatg
 181 gttgtttgaa ccgcatggtt caaacataaa aggtggcttc ggctaccact tacagatgga
 241 cccgcggcgc attagctagt tggtgaggta acggctcacc aaggcaacga tgcgtagccg
 301 acctgagagg gtgatcggcc acactgggac tgagacacgg cccagactcc tacgggaggc
 361 agcagtaggg aatcttccgc aatggacgaa agtctgacgg agcaacgccg cgtgagtgat
 421 gaaggttttc ggatcgtaaa gctctgttgt tagggaagaa caagtaccgt tcgaataggg
 481 cggtaccttg acggtaccta accagaaagc cacggctaac tacgtgccag cagccgcggt
 541 aatacgtagg tggcaagcgt tgtccggaat tattgggcgt aaagggctcg caggcggttt
 601 cttaagtctg atgtgaaagc ccccggctca accggggagg gtcattggaa actggggaac
 661 ttgagtgcag aagaggagag tggaattcca cgtgtagcgg tgaaatgcgt agagatgtgg
 721 aggaacacca gtggcgaagg cgactctctg gtctgtaact gacgctgagg agcgaaagcg
 781 tggggagcga acaggattag ataccctggt agtccacgcc gtaaacgatg agtgctaagt
 841 gttaggggtt ttccgccccc tagtgctgca gctaacgcat taagcactcc gcctggggag
 901 tacggtcgca agactgaaac tcaaaggaat tgacgggggc ccgcacaagc ggtggagcat
```

```
 961 gtggtttaat tcgaagcaac gcgaagaacc ttaccaggtc ttgacatcct ctgacaatcc
1021 tagagatagg acgtcccctt cgggggcaga gtgacaggtg gtgcatggtt gtcgtcagct
1081 cgtgtcgtga gatgttgggt taagtcccgc aacgagcgca acccttgatc ttagttgcca
1141 gcattcagtt gggcactcta aggtgactgc cggtgacaaa ccgggaggaa ggtggggatg
1201 acgtcaaatc atcatgcccc tttatgacct ggggctacac acgtgctaca atggacagaa
1261 acaaagggca gcgaaacccg cgaggttaag ccaatcccca caaatctgtt ctcagttcgg
1321 atcgcagtct gcaactcgac tgcgtgaagc tggaatcgct agtaatcgcg gatcagcatg
1381 ccgcggtgaa tacgttcccg ggccttgtac acaccgcccg tcacaccacg agagtttgta
1441 acacccgaag tcgtgaggta acctttttaga gccagccgcc gaagtggaca gatgatgggt
1501 gat
```

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว อัมทิกา เมืองวงษ์ เกิดวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2528 ที่จังหวัดสุพรรณบุรี สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2549

เข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา สาขาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550 ได้นำเสนอบทความเรื่อง "Production of Polyhydroxyalkanoates Using Organic Wastes from Biodiesel Production Process" ในการประชุมสัมมนาเชิงวิชาการระดับนานาชาติ "The 3rd Technology and Innovation for Sustainable Development Conference (TISD 2010)" ซึ่งจัดโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ระหว่างวันที่ 4-6 มีนาคม 2553 ณ โรงแรม รอยัลแม่โขง หนองคาย จังหวัดหนองคาย ได้รับรางวัล " TISD 2010 Best Presentation Award" และได้นำเสนอบทความเรื่อง "Production of Polyhydroxyalkanoates Using Organic Wastes from Biodiesel Production Process" ในการประชุมวิชาการโครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สำนักงานกองทุนวิจัยมหาบัณฑิต สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีครั้งที่ 4 ระหว่างวันที่ 30 มีนาคม- 1 เมษายน 2553 ณ โรงแรมจอมเทียน ปาล์ม บีช รีสอร์ท เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี