

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมควบคุมมลพิษ, 2545. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม; บทสรุปสำหรับผู้บริหาร. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2542. รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร. ที่ 프린ต์ติ้ง กรุ๊ป.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2543. รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2543. กรุงเทพมหานคร. ที่ 프린ต์ติ้ง กรุ๊ป.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2546. ของเสียอันตราย. สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2546. กรุงเทพมหานคร. ที่ 프린ต์ติ้ง กรุ๊ป.
- จิรทีปส์ แสงรัก. 2547. การย่อยสลายไพรีนและสารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่น โดยกลุ่มแบคทีเรียที่แยกได้จากใบพืชตระกูลถั่ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มิ่งขวัญ กิตติศิลป์กรชัย. 2547. การย่อยสลายไพรีนโดยกลุ่มแบคทีเรียที่แยกได้จากใบมะขาม. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุพินดา ศิริวาราศิลป์. 2545. การใช้ใบพืชตระกูลถั่วและพารามิเตอร์บางประการในการเสริมการย่อยสลายไพรีนในดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรสุภาวี สายเพชร. 2545. การย่อยสลายพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนโดยแบคทีเรียที่ย่อยสลายอะซีแนพธีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เอกวัล ลือพร้อมชัย. 2546. เทคโนโลยีชีวภาพกับการบำบัดสารเคมีอันตราย. ว. สิ่งแวดล้อม 8(10): 8-11.

ภาษาอังกฤษ

- Absolom, D.R., Lamberti, F.V., Policova, Z., Zingg, W., van Oss, C.J., and Neumann, A.W. 1983. Surfactant thermodynamics of bacterial adhesion. *Appl. Environ. Microbiol.* 46: 90-97.

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1990. *Public Health Statement, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- ATSDR. 1995. *Toxicologic profile for polycyclic aromatic hydrocarbons*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, GA.
- Amagai, T., Takaharashi, Y., Mutsushita, H., Morkjoy, D., Sukasem, P., and Tabucanon, M. 1999. A survey on polycyclic aromatic hydrocarbon concentrations in soil in Chiang-Mai, Thailand. *Environ. International*. 25: 593-572.
- Ashok, B.T., and Saxena, S. 1995. Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons: a review. *J. Sci. Ind. Res.* 54: 443-451.
- Ausubel, F.A., Brent, R. Kingston, R.E., Moore, D.D., Smith, A.J., and Struhi, K. 1999. *Current protocols in molecular biology*. 4th ed. Newyork, John Wiley&sons.
- Barkey, T., Navon-Venezie, S., Ron, E.Z., and Rosenberg, E. 1999. Enhancement of solubilization and biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons by the bioemulsifier alasan. *Appl. Environ. Microbiol.* 65(6): 2697-2702.
- Bastiaens, L., Springeal, D., Wattiau, P., Harms, H., de Wachter, R., Verachtert, H., and Diels, L. 2000. Isolation of adherent polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) - degrading bacteria using PAH-sorbing carriers. *Appl Environ Microbiol.* 66(5): 1834-1843.
- Baver, J. E., and Capone, D. G. 1988. Effect of co-occurring aromatic hydrocarbons on degradation of individual polycyclic aromatic hydrocarbons marine sediment slurries. *Appl. Environ. Microbiol.* 54: 1649-1655.
- Blackall, L. L. 1999. *Workshop on molecular biology techniques. September. 22-24 and 26-28, 1999, Thaksin university, Thailand.* p-23, j1-j9.
- Boldrin, B., Tiehm, A., and Fritzsche, C. 1993. Degradation of phenanthrene, fluorene, fluoranthene and pyrene by a *Mycobacterium* sp. *Appl. Environ. Microbiol.* 59: 1927-1930.
- Bollag, J. M., and Loll, M. J. 1983. Incorporation of xenobiotics into soil humus. *Experientia*. 39: 1221-1230.

- Bonaventura, G. D., Spedicato, I., D'Antonio, D., Robuffo, I., and Piccolomini, R. 2004. Biofilm formation by *Stenotrophomonas maltophilia*: Modulation by quinolones, trimethoprim-sulfamethoxazole and ceftazidime. *Antimicrobial agent and chemotherapy*. 48(1): 151-160.
- Boonchan, S., Britz, M. L., and Stanley, G. A. 2000. Degradation and mineralization of high-molecular-weight polycyclic aromatic hydrocarbons by defined fungal-bacterial cocultures. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 1007-1019.
- Bouchez, M., Blanchet, D., and Vandecasteele, J-P. 1995. Degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons by pure strains and by defined strain association: inhibition phenomena and cometabolism. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 43: 156-164.
- Bugg, T., Foght, J. M., Pickard, M. A., and Gray, M. R. 2000. Uptake and active efflux of polycyclic aromatic hydrocarbons by *Pseudomonas fluorescens* LP6a. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 5387-5392.
- Dean-Ross, D., and Cerniglia, C. E. 1996. Degradation of pyrene by *Mycobacterium flavescens*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 46: 307-312.
- Deschenes, L., Lafrance, P., Villeneuve, J. P., and Samson, R. 1996. Adding SDS and *Pseudomonas aeruginosa* UG2 biosurfactants inhibits PAH biodegradation in a weathered creosote-contaminated soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 46: 368-646.
- Dua, M., Singh, A., Sethunathan, N., and Johri, A. K. 2002. Biotechnology and bioremediation: successes and limitations. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 59: 143-152.
- Cerniglia, C. E. 1992. Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Biodegradation*. 3: 351-368.
- Cerniglia, C. E. 1993. Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Current Opinion in Biotechnology*. 4:331-338.
- Cerniglia, C. E., Morgan, J. C., and Gibson, D. T. 1979. Bacterial and fungal oxidation of dibenzofuran. *Biochem. J.* 180:175-185.
- Charoenchang, N., Pinpanichakan, P., Pattaragulwanit, K., Thaniyavarn, S., and Juntongjin, K. 2003. Utilization of agricultural materials to enhance microbial

- degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil. *J. Sci. Res. Chula Univ.* 28 (special issue I, NRC-EHWM): 1-13.
- Churchill, S. A., Harper, J. P., and Churchill, P. F. 1999. Isolation and characterization of a *Mycobacterium* species capable of degrading three- and four-ring aromatic and aliphatic hydrocarbons. *Appl. Environ. Microbiol.* 65: 549-552.
- Fiedler, H., Cheung, C. K., and Wong, M. H. 2002. PCDD/PCDF, chlorinated pesticides and PAH in Chinese teas. *Chemosphere.* 46: 1429-1433.
- Forehand, J. B., Dooly G. L., and Moldoveanu, S. C. 2000. Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons, phenols and aromatic amines in particulate phase cigarette smoke using simultaneous distillation and extraction as a sole sample clean-up step. *J. Chromatography A.* 898: 111-124.
- Garivait, H., Laowagul, W., Sukasem, P., Ngod-Ngam, S., Polprasert, C., and Reutergardh, L. B. 2002a. *Airborne Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAHs) in Bangkok urban air: I characterization and Quantification.* Department of environmental quality promotion. Pathumthani.
- Garivait, H., Laowagul, W., Sukasem, P., Ngod-Ngam, S., Polprasert, C. and Reutergardh, L.B. 2002b. *Airborne Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAHs) in Bangkok urban air: II Level and distribution.* Department of environmental quality promotion. Pathumthani.
- Gauthier, E., Déziel, E., Villemur, R., Juteu, P., Lépine, F., and Beaudet, R. 2003. Initial characterization of new bacteria degrading high-molecular weight polycyclic aromatic hydrocarbons isolated from a 2-year enrichment in a two-liquid-phase culture system. *J. Appl. Microbiol.* 94: 301-311.
- Gilbert, E. S., and Crowley, D. E. 1997. Plant compounds that induce polychlorinated biphenyl biodegradation by *Arthrobacter* sp. strain B1B. *Appl. Environ. Microbiol.* 63: 1933-1938.
- Gothrie, E. A., and Pfaender, F. K. 1998. Reduces pyrene bioavailability in microbially active soils. *Environ.Sci.Technol.* 32(4): 501-508.
- Grifoll, M., Casellas, M., Bayona, J. M., and Solanas, A. M. 1992. Isolation and characterization of a fluorene-degrading bacterium: identification of ring oxidation and ring fission products. *Appl. Environ. Microbiol.* 58: 2910-2917.

- Grimmer, G. H., Bohnke, A., and Glaser, A. 1977. Investigation on the carcinogenic burden by air pollution in marine polycyclic aromatic hydrocarbons in automobile exhaust gas-an inventory. *Zentralb. J. Bakteriologie. Abt. I Orig. Reihe* B.164: 218-234.
- Grosser, R. J., Warshawsky, D., and Yestal, J. R. 1991. Indigenous and enhanced mineralisation of pyrene, benzo[a]pyrene and carbazole in soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 57: 3462-3469.
- Guo, C. L., Zhou, H. W., Wong, Y. S., and Tam, N. F. Y. 2005. Isolation of PAH-degrading bacteria from mangrove sediments and their biodegradation potential. *Marine Pollution Bulletin*. (Unpublished).
- Habe, H. and Omori, T. 2003. Genetics of polycyclic aromatic hydrocarbon metabolism in diverse aerobic bacteria. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 67(2): 225-243.
- Haigh, S. D. 1996. A review of the interaction of surfactants with organic contaminants in soil. *The science of the total environment*. 185: 161-170)
- Hensyl, W. R. 1994. *Bergey's manual of systematic bacteriology*. 9th ed. Merriland. Willium and Wilkins.
- Hirano, S. S., and Upper, C. D. 1991. Bacterial community dynamics. In: *Microbial ecology of leaves*. pp.271-294. Andrews, J. H., and Hirano, S. S. (ed.). NY, USA: Springer-Verlag.
- Imshenetskii, A. A., Kondrateva, T. F., and Linkova, M. A. 1985. Mutagenic action of acenaphthene on haploid and diploid cultures of *Candida scottii*. *Microbiol.* 54: 360-362.
- Johnsen, A. P., Wick, L. Y., and Harms, H. 2005. Principles of microbial PAH-degradation in soil. *Environmental Pollution*. 133: 71-84.
- John, T., and Cookson, J. R. 1995. *Bioremediation engineering design and application*. 57-59.
- Jones, K. C., Stratford, J. A., Waterhouse, K. S., and Vogt, N. B. 1989. Organic contaminants in welsh soils: polynuclear aromatic hydrocarbons. *Environ. Sci. Technol.* 23: 540-550.

- Juhasz, A. L., Britz, M. L., and Stanley, G. A. 1997. Degradation of fluoranthene, pyrene, benz[a]anthracene and dibenz[a,h]anthracene by *Burkholderia cepacia*. *J. Appl. Microbiol.* 83: 189-198.
- Juhasz, A. L., Britz, M. L., and Stanley, G. A. 2000. Microbial degradation and detoxification of high molecular weight polycyclic aromatic hydrocarbons by *Stenotrophomonas maltophilia* strain VUN 10,003. *Lett. Appl. Microbiol.* 30: 396-401.
- Juhasz, A. L., and Naidu, R. 2000a. Bioremediation of high molecular weight polycyclic aromatic hydrocarbons: a review of the microbial degradation of benzo[a]pyrene. *International Biodeterioration & Biodegradation.* 45: 57-88.
- Juhasz, A. L., and Naidu, R. 2000b. Enrichment and isolation of non-specific aromatic degraders from unique uncontaminated (plant and faecal material) sources and contaminated soils. *J. Appl. Microbiol.* 89: 642-650.
- Jucker, B. A., Harms, H., and Zehnder, A. J. B. 1996. Adhesion of the positively charged bacterium *Stenotrophomonas (Xanthomonas) maltophilia* 70401 to glass and teflon. *J. Bacteriol.* 178: 5472-5479.
- Kanaly, R. A., Bartha, R., Watanabe, K., and Harayama, S. 2000. Rapid mineralization of benzo[a]pyrene by microbial consortium growing on diesel fuel. *Appl. Environ. Microbiol.* 60: 4205-4211.
- Kästner, M., Breuer-Jammali, M., and Mahro, B. 1994. Enumeration and characterization of the soil microflora from hydrocarbon-contaminated soil sites able to mineralize polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 41: 267-273.
- Kästner, M., and Mahro, B. 1996. Microbial degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in soils affected by the organic matrix of compost. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 44: 668-675.
- Kästner, M., Streibich, S., Beyrer, M., Richnow, H. H., and Fretschke, W. 1999. Formation of bound residues during microbial degradation of (¹⁴C) anthracene in soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 65: 1834-1842.
- Kim-Oanh, N. T., Bætz Reuturgårdh, L., Dung, N. T., Yu, M.-H., Yau, X.-X., and Co, H.X. 2000. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the airborne particulate matter at a

- location 40 km. north of Bangkok, Thailand. *Atmospheric Environment*. 34: 4557-4563.
- Kochevar, I. E., Armstrong, R. B., Walther, R. R., and Harber, L. C. 1982. Coal tar phototoxicity: Active compounds and action spectra. *Photochem. Photobiol.* 36: 65-69.
- Korda, A., Santas, P., Tenente, A., and Santas, R. 1997. Petroleum hydrocarbon bioremediation: sampling and analytical techniques, in situ treatments and commercial microorganisms currently used. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 48: 677-686.
- Kot-Wasik, A., Dąbrowska, D., and Namieśnik, J. 2004. Photodegradation and biodegradation study of benzo(a)pyrene in different liquid media. *J of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. 168: 109–115.
- Laurie, A. A., Jennifer, C., and Michael, T. M. 2002. Photosynthetic and phylogenetic primers for detection of anoxygenic phototrophs in natural environments. *Appl. Environ. Microbiol.* 67:2922–2926.
- Lederer, W. H. 1985. Acenaphthene. In *Regulatory Chemicals of Health and Environmental Concern*. P. 1., Lederer, W. H. (ed.). Van Nostrand Reinhold company.
- Lee, S., and Cutright, T. J. 1996. Nutrient medium for the bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons contaminated soils. *Environ. Sci. Technol.* 14:1524-1528.
- Lu, F., Lukssik, J., and Farrah, S.R. 2001. Immunological methods for the study of *Zoogloea* strains in natural environments. *Wat. Res.* 35(17): 4011–4018.
- Lundstedt, S. 2003. *Analysis of PAHs and their transformation products in contaminated soil and remediation process*. Solfjädern Offset AB. Umeå.
- Madsen, T., and Kristensen, P. 1997. Effects of bacterial inoculation and nonionic surfactants on degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil. *Environmental Toxicology and chemistry* .16(4): 631-637.
- Maier, R. M., Pepper, L. L., and Gerba, C. P. 2000. *Environmental Microbiology*. San Diego: Academic.
- Maria, C. S. 1999. *Bioremediation of organic contaminants*. In: *Microbiological examination of water and wastewater*. pp.79-84. CRC Florida, USA: Press LLC.

- Michael, W., and Dunne J. R. 2002. Bacterial adhesion: seen any good biofilms lately?. *Clinical Microbiology Reviews*. 15 (2): 155-166.
- Mueller, J. G., Chapman, P. J., and Pritchard, P. H. 1989. Action of fluoranthene-utilizing bacterial community on polycyclic aromatic hydrocarbon components of creosote. *Appl. Environ. Microbiol.* 55: 3085-3090.
- Mulligan, C. N., Yong, R. N., and Gibbs, B. F. 2001. Surfactant remediation of contaminated soil: A review. *Eng. Geo.* 60: 371-380.
- Noordman, W. H., Ji, W., Brusseau, M. L., and Janssen, D. B. 1998. Effect of rhamnolipid biosurfactant on removal of phenanthrene from soil. *Environ. Sci. Technol.* 32: 1806-1812.
- Neurath, G. B. 1972. Recent advances in knowledge of the chemical composition of tobacco smoke. In *The Chemistry of Tobacco and Tobacco smoke*. pp. 77-97., Schmeltz, I. (ed.). New York: Plenum Publishing Corp.
- Nieman, J. K. C., Kimball, D. O., McLean, J. E., Sims, R. C., Sims, J. L., Sorensen, D. L., and Rice, J. A. 1998. *Humification of pyrene in contaminated soil during landfarming*. Proceedings of the 1998 conference on Hazardous waste research. 252-260.
- Omori, T., Monna, L., Saiki, Y., and Kodama, T. 1992. Desulfurization of dibenzothiophene by *Corynebacterium* sp. strain SY1. *Appl. Environ. Microbiol.* 58: 911-915.
- Pereira-Natto, A. D., Barreto, R. P., Moreira, J. C., and Arbillia, G. 2001. Preliminary comparison of PAH in total suspended particulate sample taken at Niteroi and Rio De Janeiro cities, Brasil. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 66. 36-43.
- Page, C. A., Bonner, J. S., Kanga, S.A., Mills, M. A., and Autenrieth, R. L. 1999. Biosurfactant solubilization of PAHs. *Environ. Eng. Sci.* 16: 465-474.
- Panther, B., Hooper, M., Limpaseni, W., and Hooper, B. 1996. Polycyclic aromatic hydrocarbons as environmental contaminants: some results from Bangkok. In: *Proceedings of the Third International Symposium of ETER NET-APR: Conservation of the Hydrospheric Environment*. pp. 178-181.
- Patnaik, P. 1992. Hydrocarbon, Aromatic. In: *A comprehensive guide to the hazardous*

- properties of chemical substances*. pp. 429-445. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Poeton, T., Stensel, H., and Strand, S. 1999. Biodegradation of polyaromatic hydrocarbons by marine bacteria: Effect of solid phase on degradation kinetics. *Water res.* 33: 868-880.
- Prapatsornpinyo, S. 2003. *Isolation and identification of polycyclic aromatic hydrocarbon degrading bacteria from river and canal sediments in Bangkok metropolis*. Master's Thesis. Inter-Department of Science in Environmental Management, Chulalongkorn University.
- Randerath, K., Zhou, G.-D., Randerath, E., Safe, S. H., and Donnelly, K. C. 1997. Comparative ^{32}P -postlabeling analysis of exogenous and endogenous DNA adducts in mouse skin exposed to a wood-preserving waste extract, a complex mixture of polycyclic and polychlorinated chemicals. *Environmental and Molecular Mutagenesis* 29: 372-378.
- Rehmann, K., Noll, H. P., Steinberg, C. E., and Kettrup, A. A. 1998. Pyrene degradation by *Mycobacterium* sp. Strain KR2. *Chemosphere*. 36: 2977-2992.
- Ressler, B. B., Kneifel, H., and Winter, J. 1999. Bioavailability of polycyclic aromatic hydrocarbon and formation of humic acid like residues during bacterial PAH degradation. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 52: 85-91.
- Sağ, Y., and Kutsal, T. 1995. Biosorption of heavy metal by *Zoogloea ramigera*: use of adsorption isotherms and a comparison of biosorption characterization. *The chemical engineer journal*. 60: 181-188.
- Samanta, S. K., Singh, O. V., and Jain, R. K. 2002. Polycyclic aromatic hydrocarbons: environmental pollution and bioremediation. A review. *TRENDS in biotechnology*. 20(6): 243-248.
- Schirmer, K., Dixon, D. G., Greenberg, B. M., and Bols, N. C. 1998. Ability of 16 priority PAHs to be directly cytotoxic to a cell line from the rainbow trout gill. *Toxicol.* 127: 129-141.
- Shuttleworth, K. L., and Cerniglia, C. E. 1995. Environmental aspects of PAH biodegradation. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 54: 291-302.

- Shuttleworth, K. L., and Cerniglia, C. E. 1996. Bacteria degradation of low concentrations of phenanthrene and inhibitory naphthalene. *Microbiol. Ecol.* 31: 305-317.
- Sriprang, R., Hayashi, M., Yamashita, M., Ono, H., Saeki, K., and Murooka, Y. 2002. A novel bioremediation system for heavy metals using the symbiosis between leguminous plant and genetically engineered rhizobia. *J. Biotechnol.* 99: 279–293.
- Straube, W. L., Jones-Meehan, J., Pritchard, P. H., and Jones, W. R. 1999. Bench-scale optimization of bioaugmentation strategies for treatment of soils contaminated with high molecular weight polyaromatic hydrocarbons. *Resources Conservation and Recycling.* 27: 27–37.
- Stringfellow, W. T., and Alvarez-Cohen, L. 1999. Evaluating the relationship between the sorption of PAHs to bacterial biomass and biodegradation. *Wat. Res.* 33(11): 2535-2544.
- Stringfellow, W., and Aitken, M. D. 1995. Competitive metabolism of naphthalene, methylnaphthalenes, and fluorene by phenanthrene-degrading *Pseudomonads*. *Appl. Environ. Microbiol.* 61: 357-362.
- Su, M.-C., Cha, D. K., and Anderson, P. R. 1995. Influence of selector technology on heavy metal removal by activated sludge: secondary effects of selector technology. *Wat. Res.* 29 (3): 971-976.
- Sul, D., Oh, E., Im, H., Yang, M., Kim, C-W., and Lee, E., 2003. DNA damage in T-and B-lymphocytes and granulocytes in emission in section and incineration workers exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Mutation research.* 583: 109-119.
- Supaka, N., Pinphanichakarn, P., Pattaragulwanit, K., Thaniyavarn, S., Omori, T., and Juntongjin, K. 2001. Isolation and characterization of phenanthrene-degrading *Sphingomonas* sp. strain P2 and its ability to degrade fluoranthene and pyrene via cometabolism. *Science Asia.* 27: 21-28.
- Suthersan, S.S. 1999. In *situ* Bioremediation. Remediation engineering: design concepts. CRC Press LLC, Boca Raton.

- Tang, W., White, J., and Alexander, M. 1998. Utilization of sorbed compound by microorganisms specifically isolated for that purpose. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 49: 117-121.
- Taylor, L. T., and Jones, D. M. 2001. Bioremediation of PAHs in soil using biodiesel. *Chemosphere.* 44: 1131-1136.
- Tiehm, A. 1994. Degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons the presence of synthetic surfactants. *Appl. Environ. Microbiol.* 60: 258-263.
- Unz, R. F., and Farrah S. R. 1972. Use of aromatic compounds for growth and isolation of Zoogloea. *Appl. Microbiol.* 23, 524-530.
- van Loosdrecht, M. C. M., Lyklema, J., Norde, W., Schraa, G., and Zehnder, A. J. B. 1987. The role of bacterial cell wall hydrophobicity in adhesion. *Appl Environ Microbiol.* 53(8): 1893-1897.
- Verstraete, W., and Devlieghor, W. 1996. Formation of non-bioavailable organic residues in soil: Perspectives for site remediation. *Biodegradation.*7: 471-485.
- Vila, J., López, Z., Sabaté, J., Minguillón, C., Solanas, A. M., and Grifoll, M. 2001. Identification of a novel metabolite in the degradation of pyrene by *Mycobacterium* sp. strain AP1: Actions of the isolate on two- and three-ring polycyclic aromatic hydrocarbons. *Appl. Environ. Microbiol.* 67(12): 5497-5505.
- Vidali, M. 2001. Bioremediation. An overview. *Pure Appl. Chem.* 73(7): 1163-1172.
- Walter, U., Beyer, M., Klein, J., and Rehm, H. J. 1991. Degradation of pyrene by *Rhodococcus* sp. UW1. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 34: 671-676.
- Wang, S., Liu, B., Sun, K., and Su, Q. 2004. Gas chromatographic-mass spectrometric determination of polycyclic aromatic hydrocarbons formed during the pyrolysis of phenylalanine. *Journal of Chromatography A.*1025: 255-261.
- Watanabe, K. 2001. Microorganisms relevant to bioremediation. *Cur. Opinion in Biotechnol.* 12:2637-2641.
- Wattiau, P. 2002. Microbial aspects in bioremediation of soils polluted by polycyclic aromatic hydrocarbons. Focus on biotechnology vol. 3A. *Biotechnology for the environmental.* Kluwer Acad. Press.
- Weber, S., Stubner, S., and Conrad R. 2001. Bacterial populations colonizing and degrading rice straw in anoxic paddy soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 67: 1318-

1327.

- Weissenfels, W. D., Beyer, M., Klien, J., and Rehm, H. J. 1990. Degradation of phenanthrene, fluorene and fluoranthrene by pure bacterial cultures. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 32: 479-484.
- Weissenfels, W. D., Beyer, M., and Klien, J. 1991. Microbial metabolism of fluoranthrene: isolate and identification of ring fission products. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 34: 528-535.
- Weissenfels, W. D., Klewer, H.-J., and Langhoff, J. 1992. Adsorption of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) by soil particle: influence on biodegradability and biotoxicity. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 36: 686-696.
- White, V. E., and Knowles, C. J. 2003. Degradation of copper-NTA by *Mesorhizobium* sp. NCIMB13524. *International Biodeterioration & Biodegradation.* 52: 143-150.
- Wick, L. Y., de Munain, A. R., Springael, D., and Harms, H. 2002. Responses of *Mycobacterium* sp. LB501T to the low bioavailability of solid anthracene. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 58: 378-385.
- Wick, L. Y., Wattiau, P., and Harms, H. 2002. Influence of the growth substrate on the mycolic acid profiles of mycobacteria. *Environ. Microbiol.* 4(10): 612-616.
- Wilcke, W., Müller, S., Kanchanakool, N., Niamskul, C., and Zech, W. 1999. Polycyclic aromatic hydrocarbons in hydromorphic soils of the tropical metropolis Bangkok. *Geoderma.* 91: 297-309.
- Wilson, S. C., and Jones, K. C. 1993. Bioremediation of soil contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). A review. *Environ. Pollut.* 81: 229-249.
- Yadav, R. K. P., Halley, J. M., Karamanoli, K. K., Constantinidou, H.-I., and Vokou, D. 2004. Bacterial populations on the leaves of Mediterranean plants: quantitative features and testing of distribution models. *Environmental and Experimental Botany.* 52: 63-77.
- Yu, S. H., Ke, L., Wong, Y. S., and Tam, N. F. Y. 2005. Degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) by a bacterial consortium enriched from mangrove sediments. *Environment International.* 31: 149-154.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

สูตรและวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อ Carbon Free Mineral Salt Medium (CFMM)

ก.)	แอมโมเนียมไนเตรต (NH_4NO_3)	3.0	กรัม
	ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเดคะไฮเดรต ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$)	5.5	กรัม
	โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)	0.8	กรัม
ข.)	แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	0.01	กรัม
	เฟอร์ริกคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	0.005	กรัม
	แคลเซียมคลอไรด์ไดไฮเดรต ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	0.005	กรัม

ซึ่งสารส่วน ก.) ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1,000 มล. ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ให้เป็น 7.5 จากนั้นนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 20 นาที เติมสารละลายในส่วน ข.) ที่ทำการเตรียมแยกแต่ละชนิดและทำให้ปราศจากเชื้อโดยกรองผ่านชุดกรองสำเร็จรูปเซลลูโลสอะซีเตท ขนาดรู 0.45 ไมโครเมตร ลงในอาหารที่ทำการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว

อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง CFMM (CFMM agar)

เตรียมอาหารด้วยวิธีเช่นเดียวกับการเตรียมอาหารเหลว CFMM ละลายผงวุ้น 15 กรัม ต่ออาหารเลี้ยงเชื้อ 1,000 มล. ลงไปในสารละลายส่วน ก.) ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ให้เป็น 7.5 ก่อนนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 20 นาที ทิ้งไว้จนได้อุณหภูมิ 50-60 °ซ จึงเติมสารละลายในส่วน ข.) ที่ปราศจากเชื้อแล้วก่อนนำไปใช้

อาหารเลี้ยงเชื้อเหลว Luria-Bertani (LB broth)

ทริปโตเนน (tryptone)	10.0	กรัม
ผงสกัดจากยีสต์ (yeast extract)	5.0	กรัม
โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	5.0	กรัม

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่นปริมาตร 800 มล. ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ให้เป็น 7.0 ปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 15 นาที

อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง Luria-Bertani (LB agar)

เตรียมอาหารด้วยวิธีเช่นเดียวกับการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว LB แต่ละลายผงวุ้น 15 กรัมต่ออาหารเลี้ยงเชื้อ 1,000 มล. ลงไปในอาหารก่อนนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 20 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

สารละลายไพรีนในไดเมทิลซัลฟอกไซด์

ซึ่งไพรีน 0.1 กรัมละลายในไดเมทิลซัลฟอกไซด์ปริมาตร 1.0 มล. ผสมด้วยเครื่องปั่นผสมจนผลึกไพรีนละลายหมด ทำให้ปราศจากเชื้อโดยกรองด้วยชุดกรองสำเร็จรูปชนิด PTFE ที่มีขนาดรูกว้าง 0.20 ไมโครเมตร เก็บรักษาในขวดสีชาหรือห่อให้มิดชิดเก็บที่อุณหภูมิ -20°C เดิมลงในอาหารเหลว CFMM ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและเย็นลงที่อุณหภูมิห้องแล้ว

สารละลาย PAHs ชนิดอื่นในไดเมทิลซัลฟอกไซด์

ซึ่งสาร PAHs ชนิดอื่น 0.1 กรัม ยกเว้นแนพทาลีน 0.3 กรัม ละลายในไดเมทิลซัลฟอกไซด์ปริมาตร 1.0 มล. ผสมด้วยเครื่องปั่นผสมจนสาร PAHs ละลายหมด ทำให้ปราศจากเชื้อโดยกรองด้วยชุดกรองสำเร็จรูปชนิด PTFE ที่มีขนาดรูกว้าง 0.20 ไมโครเมตร เก็บรักษาในขวดสีชาหรือห่อให้มิดชิดเก็บที่อุณหภูมิ -20°C เดิมลงในอาหารเหลว CFMM ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและเย็นลงที่อุณหภูมิห้องแล้ว

สารละลายมาตรฐานของ PAHs และอนุพันธ์ชนิดต่างๆ ในเมทานอล

ซึ่งสาร PAHs ที่ต้องการเตรียม ชนิดละ 0.1 กรัม ละลายสารมาตรฐานแต่ละชนิดในเมทานอลปริมาตร 10 มล. ผสมจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน กรองด้วยชุดกรองสำเร็จรูปชนิด PTFE ที่มีขนาดรูกว้าง 0.20 ไมโครเมตร เก็บรักษาในขวดสีชาหรือห่อให้มิดชิดเก็บที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อใช้เป็นสารมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณ PAHs ด้วยวิธี HPLC

สารละลายไซเตียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มัล

ซึ่งไซเตียมไฮดรอกไซด์ 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 900 มล. ในขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 มล. ปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มล. ด้วยน้ำกลั่น

30% กลีเซอรอล

นำกลีเซอรอล 30 มล. ละลายในน้ำกลั่น 70 มล. นึ่งฆ่าเชื้อที่ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 20 นาที ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมา นึ่งฆ่าเชื้อใหม่อีก 2-3 ครั้ง

สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 10 mM pH 7.0

โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)	0.68	กรัม
ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4)	0.87	กรัม
โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	8.77	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำกลั่นปริมาตร 800 มล. ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ให้เป็น 7.0 ปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที

สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.85%

ชั่งโซเดียมคลอไรด์ 0.85 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มล. นึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 20 นาที

สารละลายเมทานอลเข้มข้น 80% ในน้ำ (ปริมาตรต่อปริมาตร)

กรองเมทานอลผ่านแผ่นกรองชนิด FH ขนาดรูกว้าง 0.45 ไมโครเมตร กำจัดฟองอากาศด้วยเครื่องกำเนิดเสียงความถี่สูง จากนั้นผสมเมทานอล ปริมาตร 80 มล. กับน้ำกลั่นที่กรองผ่านกรองชนิด FH ขนาดรูกว้าง 0.45 ไมโครเมตรและกำจัดอากาศออกแล้ว ปริมาตร 20 มล. นำไปกำจัดอากาศด้วยเครื่องกำเนิดเสียงความถี่สูงอีกครั้งจนไม่เหลือฟองอากาศ

สารละลาย 10 % SDS

ชั่ง Sodium lauryl sulfate 10 กรัม ค่อยๆ ละลายในน้ำปลอดประจุอุณหภูมิ 60°C ปริมาตร 8 มล. เมื่อละลายหมดเติมน้ำปลอดประจุจนเป็นปริมาตร 100 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 20 นาที

สารละลาย EDTA เข้มข้น 0.5 โมลาร์

EDTA ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_8\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	186.1	กรัม
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	20.0	กรัม

ละลาย EDTA ในน้ำปลอดประจุปริมาตร 800 มล. จากนั้นเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วจึงปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 8.0 เติมน้ำปลอดประจุให้เป็นปริมาตร 1,000 มล. นึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 20 นาที

บัฟเฟอร์ TE

Tris-HCl	10.0	มิลลิโมลาร์
EDTA	0.1	มิลลิโมลาร์

ผสมสารละลาย Tris-HCl pH 8.0 เข้มข้น 1.0 โมลาร์ pH 8.0 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร กับ สารละลาย EDTA pH 8.0 เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เติมน้ำปลอดประจุให้เป็น ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร นิ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121° ซ เป็น เวลา 20 นาที

CTAB/NaCl solution

โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	0.7	โมลาร์
CTAB	10.0	กรัม

ละลาย CTAB ในน้ำปลอดประจุอุณหภูมิ 60° ซ ปริมาตร 80 มล. จากนั้นเติมโซเดียม คลอไรด์ เมื่อละลายหมดเติมน้ำปลอดประจุจนเป็นปริมาตร 100 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดัน ไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121° ซ เป็นเวลา 20 นาที

สารละลายฟีนอล/คลอโรฟอร์ม/ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์

เตรียมสารละลายฟีนอลอิมิตัวในบัฟเฟอร์ Tris-HCl โดยละลายฟีนอลในอ่างน้ำอุณหภูมิ 68° ซ จากนั้นเติมผง hydroxyquinoline ให้ได้ความเข้มข้น 0.1 % (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) เติม สารละลาย Tris-HCl เป็น 8.0 เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 1 เท่า คนด้วยแท่งแม่เหล็กเป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้แยกชั้น ดูดชั้นน้ำส่วนบนออก เติมสารละลาย Tris-HCl เป็น 8.0 เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 1 เท่า คนด้วยแท่งแม่เหล็กเป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้แยกชั้น ดูดชั้นน้ำส่วนบนออก ทำขั้นนี้ หลายๆ ครั้งด้วย Tris-HCl เป็น 8.0 เข้มข้น 0.1 โมลาร์ จนค่าความเป็นกรด-ด่างของฟีนอลมากกว่า 7.8 สุดท้ายเติมสารละลาย Tris-HCl เป็น 8.0 เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ที่ผสม β -mercaptoethanol เข้มข้น 0.2 % ปริมาตร 0.1 เท่าของฟีนอลที่เตรียมได้ เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4° ซ ผสมฟีนอลที่ เตรียมได้กับคลอโรฟอร์มและไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ ในอัตราส่วน 25:24:1 (ปริมาตรต่อปริมาตร ต่อปริมาตร) เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4° ซ

สารละลายคลอโรฟอร์ม/ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์

ผสมคลอโรฟอร์มกับไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ ในอัตราส่วน 24 : 1 (ปริมาตรต่อปริมาตร) เก็บที่อุณหภูมิ 4° ซ

บัฟเฟอร์ 50XTAE

Tris-HCl	202.0 กรัม
สารละลาย EDTA pH 8.0 เข้มข้น 0.5 โมลาร์	100.0 มิลลิลิตร
กรดอะซีติกเข้มข้น	57.1 มิลลิลิตร

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำปลอดประจุปริมาตร 800 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำปลอดประจุให้เป็นปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร นิ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 20 นาที

สารละลายเอทธิเดียมโบรไมด์ในบัฟเฟอร์ TAE

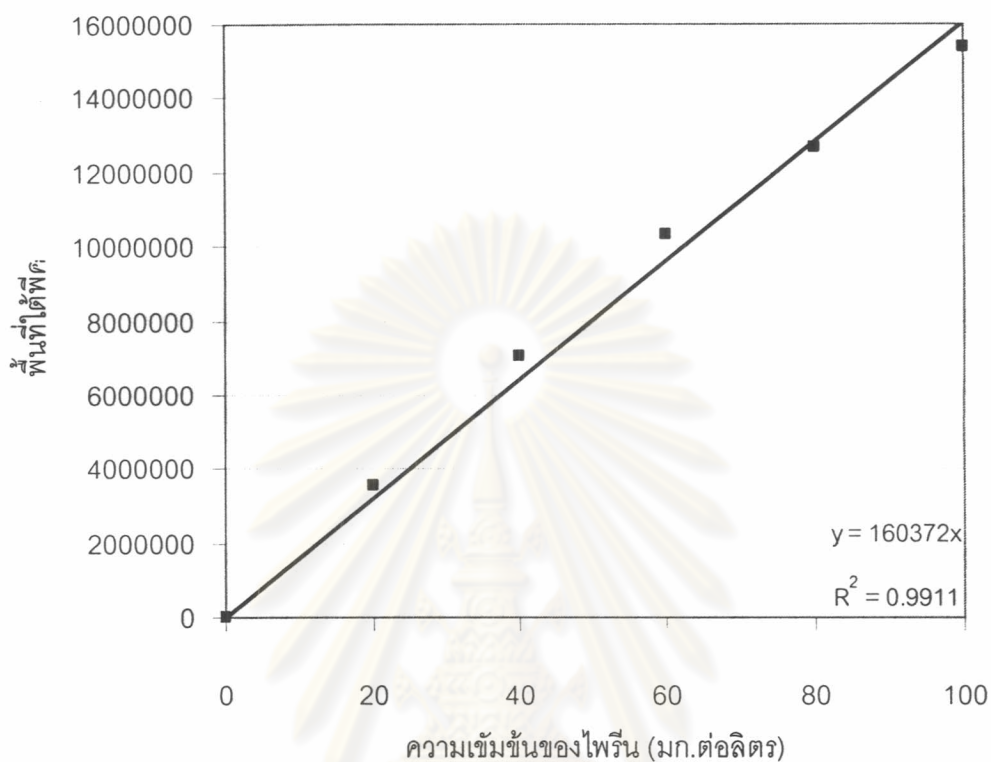
ละลายผงเอทธิเดียมโบรไมด์ในบัฟเฟอร์ให้มีความเข้มข้นสุดท้ายเท่ากับ 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เก็บในภาชนะปิดสนิทในที่มืด



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

กราฟมาตรฐานของไพรีน

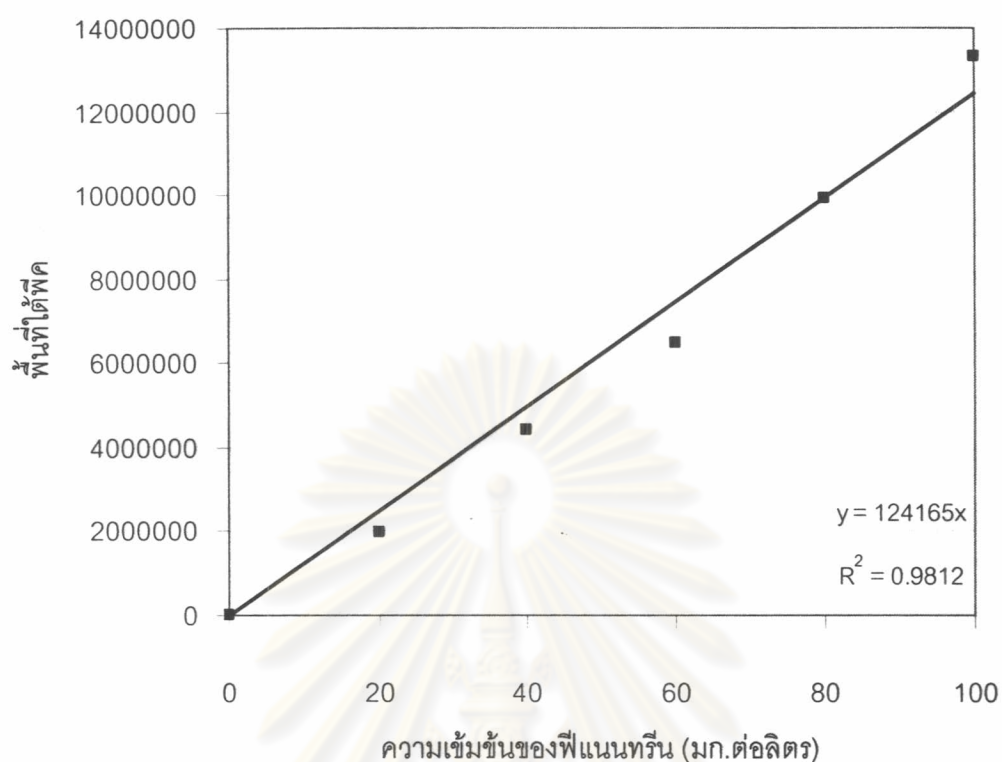


รูปที่ ค.1 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณไพรีนและพื้นที่ใต้พีค
ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC

ความเข้มข้นไพรีนคำนวณได้โดยนำพื้นที่ใต้กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC แทนค่าลงในสมการเส้นตรงดังนี้

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ใต้พีค} &= (\text{ความชันของกราฟมาตรฐาน} \times \text{ปริมาณไพรีน}) + \text{จุดตัดแกน Y} \\ \text{โดยที่} \quad \text{ความชันของกราฟมาตรฐาน} &= 160372 \\ \text{จุดตัดแกน Y} &= 0 \end{aligned}$$

กราฟมาตรฐานของฟีแนนทริน



รูปที่ ค.2 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณฟีแนนทรินและพื้นที่ใต้พีค
ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC

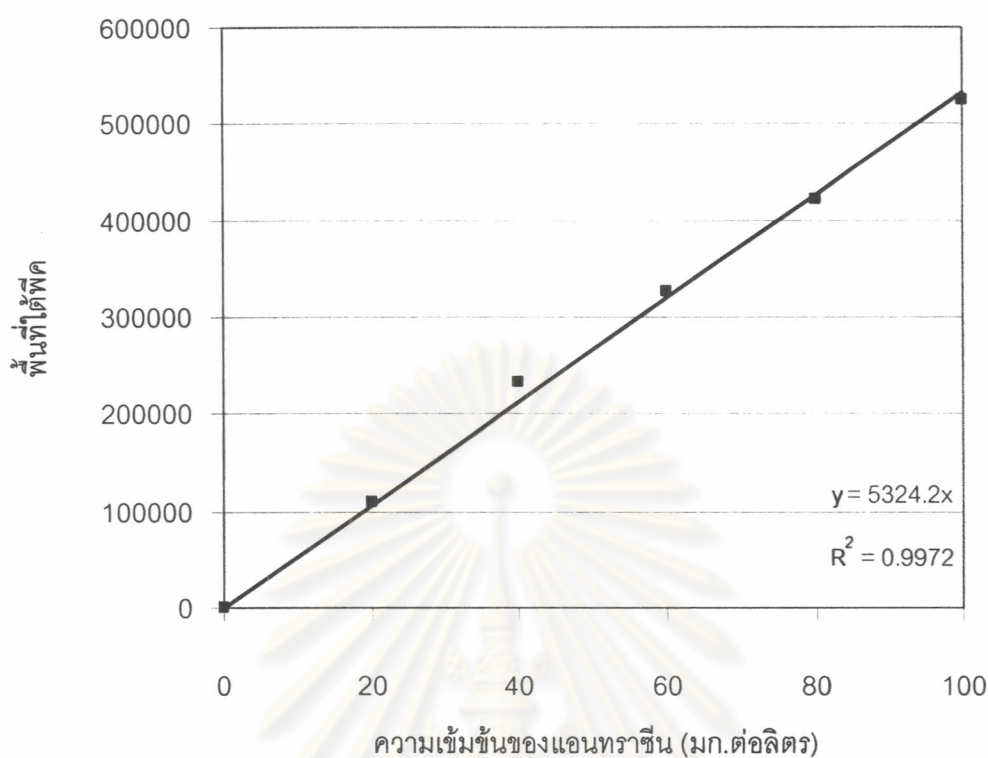
ความเข้มข้นฟีแนนทรินคำนวณได้โดยนำพื้นที่ใต้กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC แทน
ค่าลงในสมการเส้นตรงดังนี้

$$\text{พื้นที่ใต้พีค} = (\text{ความชันของกราฟมาตรฐาน} \times \text{ปริมาณฟีแนนทริน}) + \text{จุดตัดแกน Y}$$

$$\text{โดยที่} \quad \text{ความชันของกราฟมาตรฐาน} = 124165$$

$$\text{จุดตัดแกน Y} = 0$$

กราฟมาตรฐานของแอนทราซีน



รูปที่ ค.3 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณแอนทราซีนและพื้นที่ใต้พีค
ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC

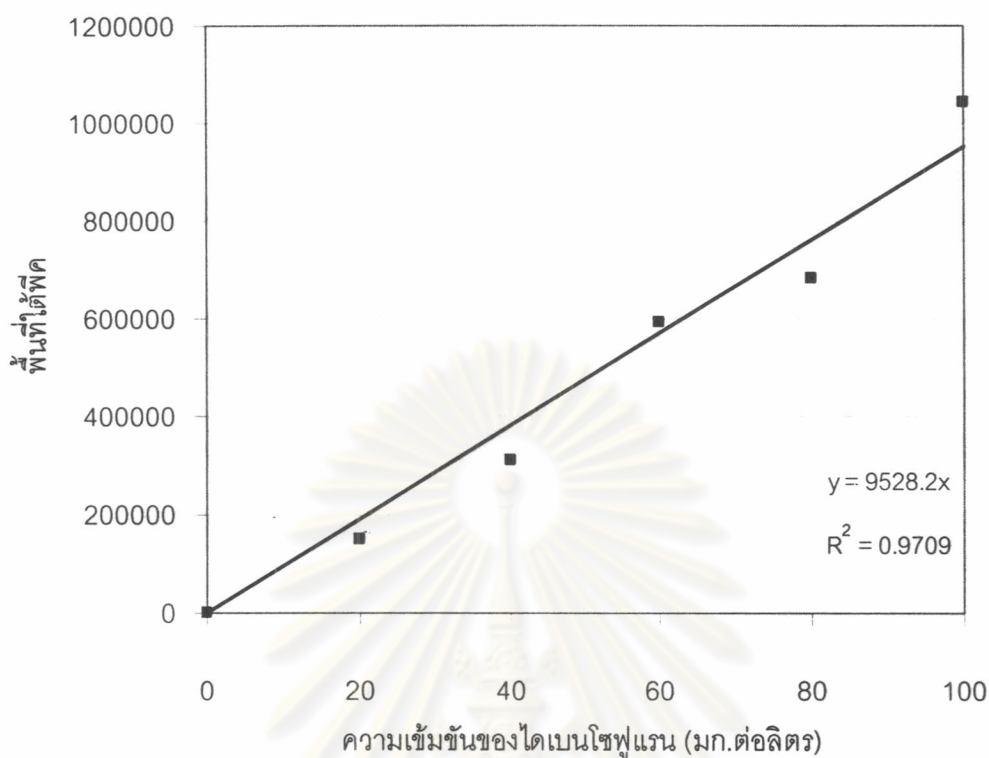
ความเข้มข้นแอนทราซีนคำนวณได้โดยนำพื้นที่ใต้กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC แทน
ค่าลงในสมการเส้นตรงดังนี้

$$\text{พื้นที่ใต้พีค} = (\text{ความชันของกราฟมาตรฐาน} \times \text{ปริมาณแอนทราซีน}) + \text{จุดตัดแกน Y}$$

$$\text{โดยที่} \quad \text{ความชันของกราฟมาตรฐาน} = 5324.2$$

$$\text{จุดตัดแกน Y} = 0$$

กราฟมาตรฐานของไดเบนไซฟูแรน



รูปที่ ค.4 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณไดเบนไซฟูแรนและพื้นที่ใต้พีค
ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC

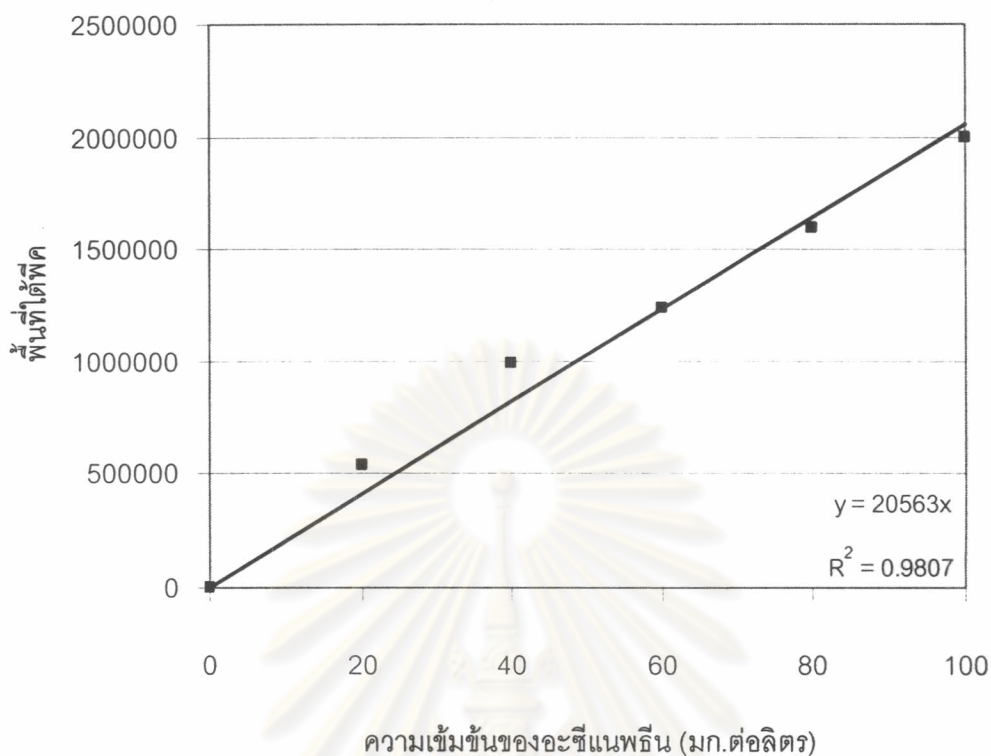
ความเข้มข้นไดเบนไซฟูแรนคำนวณได้โดยนำพื้นที่ใต้กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC
แทนค่าลงในสมการเส้นตรงดังนี้

$$\text{พื้นที่ใต้พีค} = (\text{ความชันของกราฟมาตรฐาน} \times \text{ปริมาณไดเบนไซฟูแรน}) + \text{จุดตัดแกน Y}$$

$$\text{โดยที่ ความชันของกราฟมาตรฐาน} = 9528.2$$

$$\text{จุดตัดแกน Y} = 0$$

กราฟมาตรฐานของอะซีแนพธิน



รูปที่ ค.5 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณอะซีแนพธินและพื้นที่ได้พีค
ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC

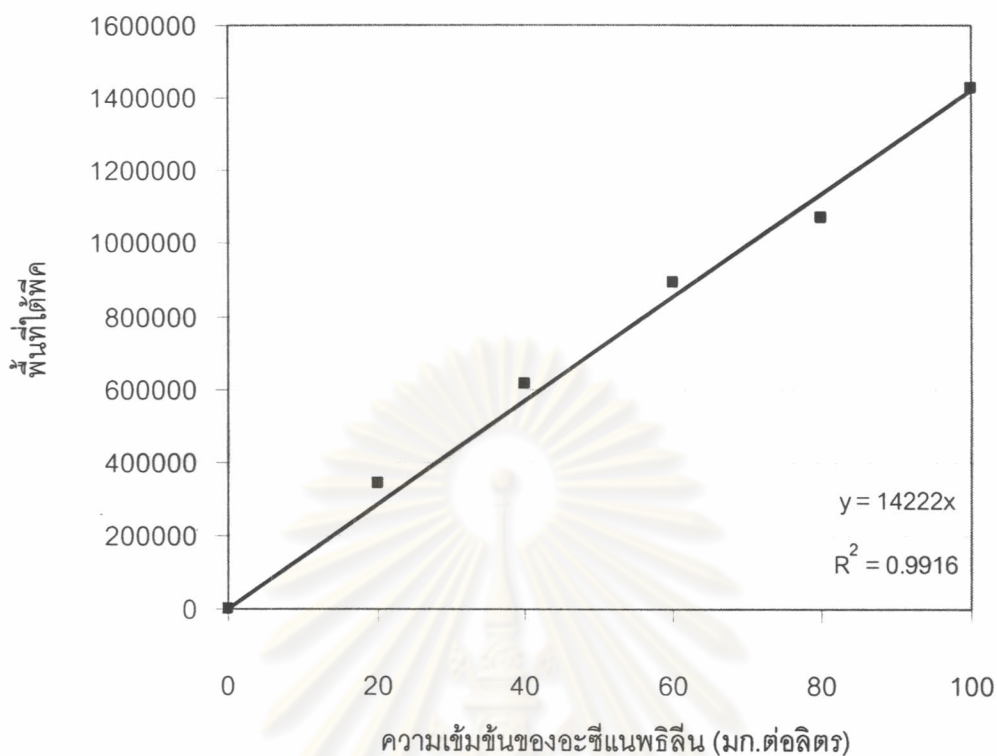
ความเข้มข้นอะซีแนพธินคำนวณได้โดยนำพื้นที่ได้กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC แทน
ค่าลงในสมการเส้นตรงดังนี้

$$\text{พื้นที่ได้พีค} = (\text{ความชันของกราฟมาตรฐาน} \times \text{ปริมาณอะซีแนพธิน}) + \text{จุดตัดแกน Y}$$

$$\text{โดยที่ ความชันของกราฟมาตรฐาน} = 20563$$

$$\text{จุดตัดแกน Y} = 0$$

กราฟมาตรฐานของอะซีแนพริลีน



รูปที่ ค.6 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณอะซีแนพริลีนและพื้นที่ใต้พีค
ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC

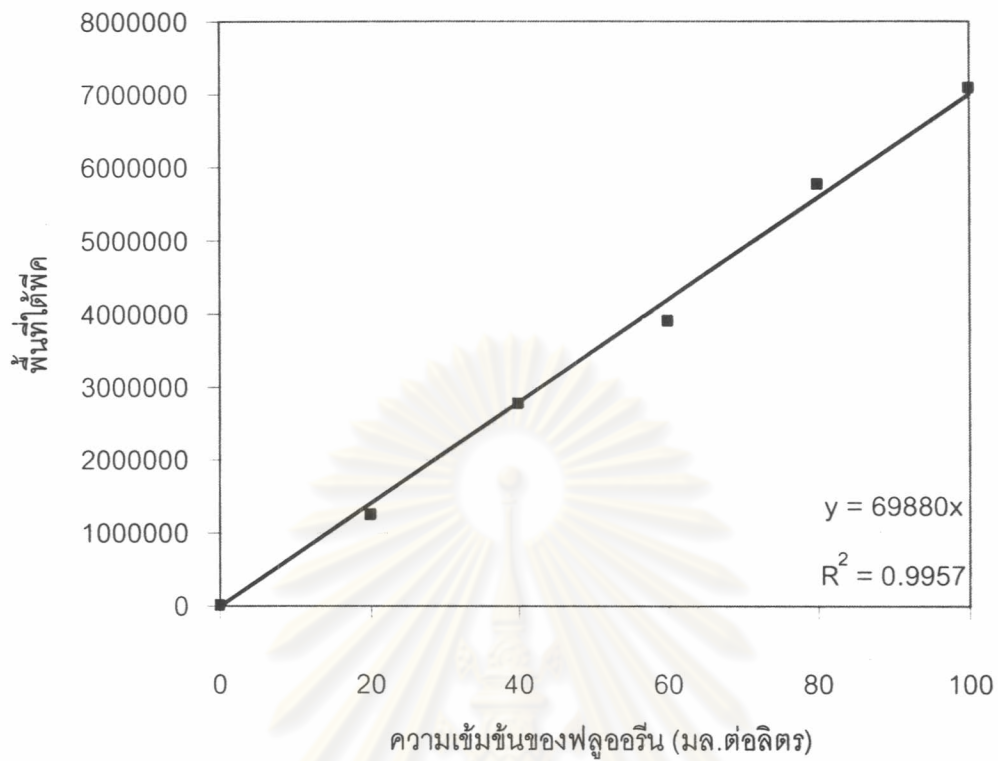
ความเข้มข้นอะซีแนพริลีนคำนวณได้โดยนำพื้นที่ใต้กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC
แทนค่าลงในสมการเส้นตรงดังนี้

$$\text{พื้นที่ใต้พีค} = (\text{ความชันของกราฟมาตรฐาน} \times \text{ปริมาณอะซีแนพริลีน}) + \text{จุดตัดแกน Y}$$

$$\text{โดยที่ ความชันของกราฟมาตรฐาน} = 14222$$

$$\text{จุดตัดแกน Y} = 0$$

กราฟมาตรฐานของฟลูออรีน

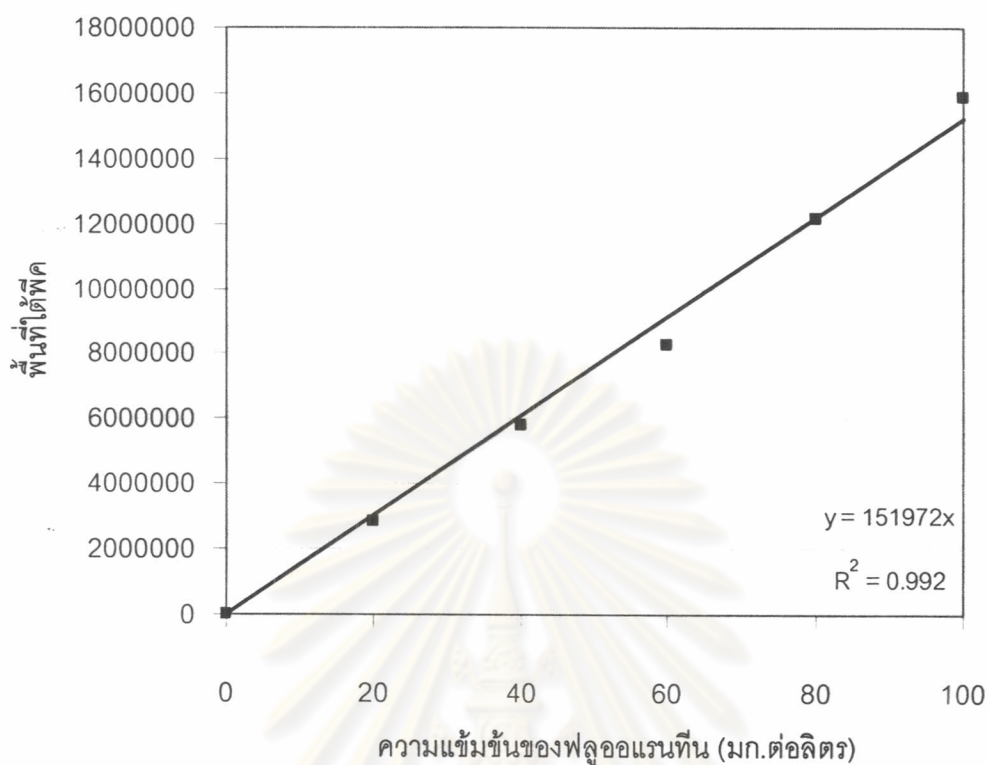


รูปที่ ค.7 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณฟลูออรีนและพื้นที่ใต้พีค
ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC

ความเข้มข้นฟลูออรีนคำนวณได้โดยนำพื้นที่ใต้กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC แทนค่าลงในสมการเส้นตรงดังนี้

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ใต้พีค} &= (\text{ความชันของกราฟมาตรฐาน} \times \text{ปริมาณฟลูออรีน}) + \text{จุดตัดแกน Y} \\ \text{โดยที่} \quad \text{ความชันของกราฟมาตรฐาน} &= 69880 \\ \text{จุดตัดแกน Y} &= 0 \end{aligned}$$

กราฟมาตรฐานของฟลูออแรนทีน



รูปที่ ค.8 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณฟลูออแรนทีนและพื้นที่ใต้พีค
ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC

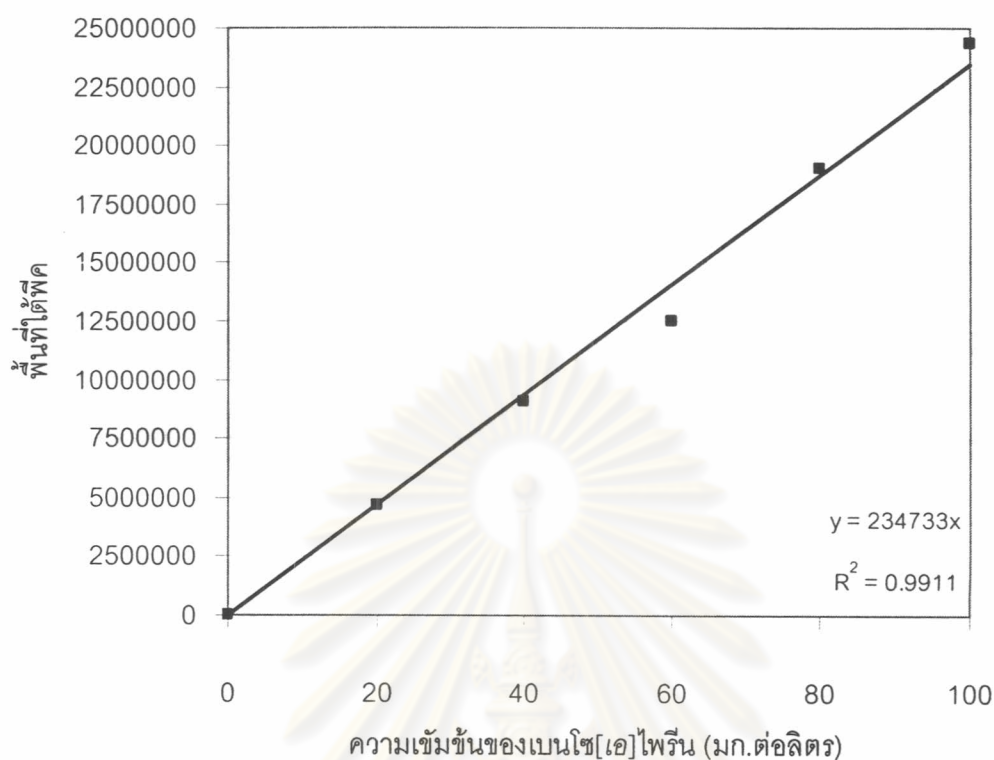
ความเข้มข้นฟลูออแรนทีนคำนวณได้โดยนำพื้นที่ใต้กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC
แทนค่าลงในสมการเส้นตรงดังนี้

$$\text{พื้นที่ใต้พีค} = (\text{ความชันของกราฟมาตรฐาน} \times \text{ปริมาณฟลูออแรนทีน}) + \text{จุดตัดแกน Y}$$

$$\text{โดยที่ ความชันของกราฟมาตรฐาน} = 151972$$

$$\text{จุดตัดแกน Y} = 0$$

กราฟมาตรฐานของเบนโซ[เอ]ไพรีน



รูปที่ ค.9 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณเบนโซ[เอ]ไพรีนและพื้นที่ใต้พีค
ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC

ความเข้มข้นปริมาณเบนโซ[เอ]ไพรีน คำนวณได้โดยนำพื้นที่ใต้กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC แทนค่าลงในสมการเส้นตรงดังนี้

$$\text{พื้นที่ใต้พีค} = (\text{ความชันของกราฟมาตรฐาน} \times \text{ปริมาณเบนโซ[เอ]ไพรีน} + \text{จุดตัดแกน Y})$$

$$\text{โดยที่ ความชันของกราฟมาตรฐาน} = 234733$$

$$\text{จุดตัดแกน Y} = 0$$

ภาคผนวก ง.

	10	20	30	40	50	60	70
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	AGAGTTGAT	NNTGGCTCAG	AACGAACGCT	GGCGGCAGGC	TTAACACATG	CAAGTCGAAC	GCCCGC-CAA
STK1_16s rDNA	-----	-----	AACAAACGCT	GGCGGCAGGC	TT-ACACATG	CAAGTCGAAC	GCCCGCTCAA
	80	90	100	110	120	130	140
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	GGGGAGTGGC	AGACGGGTGA	GTAACGCGTG	GGAATCTACC	CAACTCTACG	GAATAACTCA	GGGAACCTTG
STK1_16s rDNA	GGGGAGTGGC	AGACGGGTGA	GTAACGCGTG	GGAATCTACC	CATCTCTACG	GAATAACTCA	GGGAACCTTG
	150	160	170	180	190	200	210
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	TGCTAATACC	GTATACGCC	TTCCGGGGAA	AGATTTATCG	GAGTTGGATG	AGCCCGGTT	GGATTAGCTA
STK1_16s rDNA	TGCTAATACC	GTATACGCC	TTCCGGGGAA	AGATTTATCG	GAGATGGATG	AGCCCGGTT	GGATTAGCTA
	220	230	240	250	260	270	280
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	GTTGGTGGGG	TAAAGGCCTA	CCAAGGCAC	GATCCATAGC	TGGTCTGAGA	GGATGATCAG	CCACATTGGG
STK1_16s rDNA	GTTGGTGGGG	TAAAGGCCTA	CCAAGGCAC	GATCCATAGC	TGGTCTGAGA	GGATGATCAG	CCACATTGGG
	290	300	310	320	330	340	350
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	ACTGAGACAC	GGCCCAACT	CCTACGGGAG	GCAGCAGTGG	GGAAATTTGG	ACAATGGGCG	--C-AAGCCT
STK1_16s rDNA	ACTGAGACAC	GGCCCAACT	CCTACGGGAG	GCAGCAGTGG	GGAAATTTGG	ACAATGGGCG	CCCACAGCCT
	360	370	380	390	400	410	420
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	GATCCAGCCA	TGCCCGGTGA	GTGATGAAGG	CCCTAGGGTT	GTAAGCTCT	TTCACCGGTG	AAGATAATGA
STK1_16s rDNA	GATCCA-CCA	TGCCCGGTGA	GTGATGAAGG	CCCTAGGGTT	GTAAGCTCT	TTCACCGGTG	AAGATAATGA
	430	440	450	460	470	480	490
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	CGGTAACCGG	AGAAGAAGCC	CCGGCTAART	TCGTGCCAGC	AGCCCGGGTA	ATACGAAGGG	GGCTAGCGTT
STK1_16s rDNA	CGGTAACCGG	AGAAGAAGCC	CCGGCTAART	TCGTGCCAGC	AGCCCGGGTA	ATACGAAGGG	GGCTAGCGTT
	500	510	520	530	540	550	560
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	GTTCCGAATT	ACTGGCGTGA	AAGCGCACGT	AGGCGGGTAT	TTAAGTCAGG	GGTGAATACC	CGGAGCTCAA
STK1_16s rDNA	GTTCCGAATT	ACTGGCGTGA	AAGCGCACGT	AGGCGGGTAT	TTAAGTCAGG	GGTGAATACC	CGGAGCTCAA
	570	580	590	600	610	620	630
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	CTCCGGAART	GCCTTTGATA	CTGGGTACCT	AGAGTATGGA	AGAGGTAAGT	GGAAATCCGA	GTGTAGAGGT
STK1_16s rDNA	CTCCGGAART	GCCTTTGATA	CTGGGTACCT	AGAGTATGGA	AGAGGTAAGT	GGAAATCCGA	GTGTAGAGGT
	640	650	660	670	680	690	700
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	GAAATTCGTA	GATATTCGGA	GGAACACCAG	TGGCGAAGGC	GGCTTACTGG	TCCATTACTG	ACGCTAGAGT
STK1_16s rDNA	GAAATTCGTA	GATATTCGGA	GGAACACCAG	TGGCGAAGGC	GGCTTACTGG	TCCATTACTG	ACGCTAGAGT
	710	720	730	740	750	760	770
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	GCGAAGCGT	GGGAGCAAA	CAGGATTAGA	TACCCGTTGA	GTCACGCGC	TAAAGCATGA	ATGTAGCCG
STK1_16s rDNA	GCGAAGCGT	GGGAGCAAA	CAGGATTAGA	TACCCGTTGA	GTCACGCGC	TAAAGCATGA	ATGTAGCCG
	780	790	800	810	820	830	840
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	TCGGCATGCA	TGCATGTCGG	TGGCGCAGCT	AACGCATTAA	ACATTCCGCC	TGGGAGTAC	GGTCGCAAGA
STK1_16s rDNA	TCGGCATGCA	TGCATGTCGG	TGGCGCAGCT	AACGCATTAA	ACATTCCGCC	TGGGAGTAC	GGTCGCAAGA
	850	860	870	880	890	900	910
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	TTAAACTCA	AAGGAATTGA	CGGGGGCCCG	CACAAGCGGT	GGAGCATGTG	GTTTAAITCG	AAGCAACCGG
STK1_16s rDNA	TTAAACTCA	AAGGAATTGA	CGGGGGCCCG	CACAAGCGGT	GGAGCATGTG	GTTTAAITCG	AAGCAACCGG
	920	930	940	950	960	970	980
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	CAGAACCTTA	CCAGCCCTTG	ACATGTCGGT	CGCGGATTAC	AGAGATGTTT	TCCTTCAGTT	AGGCTGGACC
STK1_16s rDNA	CAGAACCTTA	CCAGCCCTTG	ACATGTCGGT	CGCGGATTAC	AGAGATGTTT	TCCTTCAGTT	AGGCTGGACC
	990	1000	1010	1020	1030	1040	1050
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	GAACACAGGT	GCTGCATGGC	TGTCGTCAGC	TCGTGTCGTG	AGATGTTGGG	TTAAGTCCCG	CAACGAGCGC
STK1_16s rDNA	GAACACAGGT	GCTGCATGGC	TGTCGTCAGC	TCGTGTCGTG	AGATGTTGGG	TTAAGTCCCG	CAACGAGCGC
	1060	1070	1080	1090	1100	1110	1120
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	AACCCTCGCC	CTTAGTTGCC	AGCATTCACT	TGGGCACCTT	AAGGGGACTG	CCGGTATATA	GCCGAGAGGA
STK1_16s rDNA	AACCCTCGCC	CTTAGTTGCC	AGCATTCACT	TGGGCACCTT	AAGGGGACTG	CCGGTATATA	GCCGAGAGGA
	1130	1140	1150	1160	1170	1180	1190
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	AGGTGGGGAT	GACGTCAAGT	CCTCATGGCC	CTTACGGGCT	GGGTACACA	CGTGTACAAA	TGGTGGTAC
STK1_16s rDNA	AGGTGGGGAT	GACGTCAAGT	CCTCATGGCC	CTTACGGGCT	GGGTACACA	CGTGTACAAA	TGGTGGTAC
	1200	1210	1220	1230	1240	1250	1260
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	AGTGGGCAGC	GAGACAGCGA	TGTCGAGGTA	ATCTCCAAA	GCCATCTCAG	TTCGGATTGC	ACTCTGCAAC
STK1_16s rDNA	AGTGGGCAGC	GAGACAGCGA	TGTCGAGGTA	ATCTCCAAA	GCCATCTCAG	TTCGGATTGC	ACTCTGCAAC
	1270	1280	1290	1300	1310	1320	1330
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	TCGAGTGCAT	GAAGTTGGAA	TCGCTAGTAA	TCGCGGATCA	GCATGCCCGC	GTGAATACGT	TCCCGGGCCT
STK1_16s rDNA	TCGAGTGCAT	GAAGTTGGAA	TCGCTAGTAA	TCGCGGATCA	GCATGCCCGC	GTGAATACGT	TCCCGGGCCT
	1340	1350	1360	1370	1380	1390	1400
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	TGTACACACC	GCCCGTCACA	CCATGGGAGT	TGGTTTTACC	CGAAGGCGAT	CGCCTAACCG	CAAGGAGGCA
STK1_16s rDNA	TGTACACACC	GCCCGTCACA	CCATGGGAGT	TGGTTTTACC	CGAAGGCGAT	CGCCTAACCG	CAAGGAGGCA
	1410	1420	1430	1440	1450	1460	1470
<i>Z. ramigera</i> ATCC19623	GTCGACCAGC	GTAGGGTCAG	CGACTGGGGT	GAAGTCGTAA	CAAGGTAGCC	GTAGGGGAAC	CTGCGGCTGG
STK1_16s rDNA	GTCGACCAGC	GTAGGGTCAG	CGACTGGGGT	GAAGTCGTAA	CAAGGTAGCC	GTAGGGGAAC	CTGCGGCTGG
	1480	1490	1500	1510	1520	1530	1540

รูปที่ ง.1 ลำดับนิวคลีโอไทด์ของแบคทีเรีย STK1 เปรียบเทียบกับ *Z. ramigera* ATCC 19623

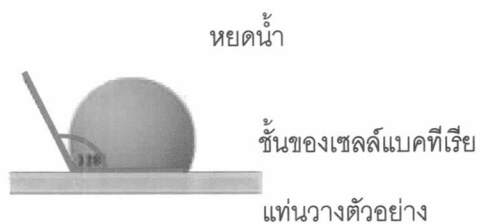
	10	20	30	40	50	60	70
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	AGTGAACGCT	GGC-GGTAG-	GCCTAACAC-	ATGCAAGTC-	GAACGGCAGC	ACAGTAAGAG	CTTG-CTCTT
	-----CCT	GGCTGGTAGT	GCCTAACACA	ATGCAATTCT	GAACGGCAGC	ACAG-GAGAG	CTTGCCCTCTT
	80	90	100	110	120	130	140
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	ATGGGTGGCG	AGTGGCGGAC	GGGTGAGGAA	TACATCGGAA	TCTACCTTTT	CGTG-GGGGA	TAA-CGTAGG
	CTGTGTGGCG	AGTGGCGGAC	GGGTGATGAA	TACATCGGAA	TCTACCTGAT	CGTGTGGGGA	TAACCGTATG
	150	160	170	180	190	200	210
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	GAAACTTACG	CTAATACCGC	ATACGACCTT	CGGGTGAAR	CAGGGGACCT	TCGGGCTTGG	CGCGGATAGA
	TAAACTTACG	CTAATACCGT	ATACGACCTT	CGGGTGAAR	TGGGGGACCG	CAAGGCCTCA	CGCGATTAGA
	220	230	240	250	260	270	280
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	TGAGCCGATG	TCCGATTAGC	TAGTTGGCGG	GGTAAAGGCC	CACCAAGGCG	ACGATCCGTA	GCTGGTCTGA
	TGAGCCGATG	TCCGATTAGC	TAGTTGGCGG	GGTAAAGGCC	CACCAAGGCG	ACGATCCGTA	GCTGGTCTGA
	290	300	310	320	330	340	350
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	GAGGATGATC	AGCCACACTG	GAACAGGAC	ACGGTCCAGA	CTCCTACGGG	AGGCAGCAGT	GGGGAATATT
	GAGGATGATC	AGCCACACTG	GAACAGGAC	ACGGTCCAGA	CTCCTACGGG	AGGCAGCAGT	GGGGAATATT
	360	370	380	390	400	410	420
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	GGACAATGGG	CGCAAGCCTG	ATCCAGCCAT	ACCCGCTGGG	TGAAGAAGGC	CTTCGGGTTG	TAAAGCCCTT
	GGACAATGGG	CGCAAGCCTG	ATCCAGCCAT	ACCCGCTGGG	TGAAGAAGGC	CTTCGGGTTG	TAAAGCCCTT
	430	440	450	460	470	480	490
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	TTGTTGGGAA	AGAAAAGCAG	TCGGCTAATA	CCCGTTTGT	CTGACGGTAC	CCAAAAGATA	AGCACCGGCT
	TTTTTGGGAA	AGAAAATCTT	CCGGTTAATA	CCTGGCGAGG	ATGACGGTAC	CCAAAAGATA	CGCCGATTAGA
	500	510	520	530	540	550	560
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	AACCTTCGTG	CAGCAGCCGC	GGTAATACGA	AGGGTGCAAG	CGTTACTCGG	AATTACTGGG	CGTAAGCGCT
	AACCTTCGTG	CAGCAGCCGC	GGTAATACGA	AGGGTGCAAG	CGTTACTCGG	AATTACTGGG	CGTAAGCGCT
	570	580	590	600	610	620	630
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	CGGTAGGTGG	TTGTTTAAGT	CTGTTGTGAA	AGCCCTGGGC	TCAACCTGGG	AATTGCAAGT	GATACTGGGC
	CGGTAGGTGG	TTGTTTAAGT	CTGTTGTGAA	AGCCCTGGGC	TCAACCTGGG	AATTGCAAGT	GATACTGGGC
	640	650	660	670	680	690	700
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	GACTAGAGTG	TGGTAGAGGG	TAGTGGAAAT	CCCGGTGTAG	CAGTGAATG	CGTAGAGATC	GGGAGGAACA
	CACTAGAGTG	TGGTAGAGGG	TAGTGGAAAT	TCCCGTGTAG	CAGTGAATG	CGTAGAGATC	CGGAGGAACA
	710	720	730	740	750	760	770
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	TCCATGGCGA	AGGCAGCTAC	CTGGACCAAC	AATGACACTG	AGGCAGCAAA	CGGTGGGAGG	CAACACGGAT
	TCCATGGCGA	AGGCAGCTAC	CTGGACCAAC	AATGACACTG	AGGCAGCAAA	CGGTGGGAGG	CAACACGGAT
	780	790	800	810	820	830	840
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	TAGATACCCT	GGTAGTCCAC	GCCCTAARCG	ATGCGAAGT	GATGTTGGGT	GCAATTTGGC	ACGCAGTATC
	TAGATACCCT	GGTAGTCCAC	GCC-TAARCG	ATGCGAAGT	GATGTTGGGT	GCAATTTGGC	ACGCAGTATC
	850	860	870	880	890	900	910
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	GAAGCTAACG	CGTTAAGTTC	GCCGCTGGG	GAGTACGGTC	GCAAGACTGA	AACTCAAAGG	AATTGA-CGG
	GAAGG-AACG	CGTTAAGTTC	GCCGCTGGG	GAGTACGGTC	GCAAGACTGA	AACTCAAAGG	AATTGATCGG
	920	930	940	950	960	970	980
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	GGGCCCGCAC	AAGCGGTGGA	GTATGTGGTT	TAATTCGATG	CAACGCGAAG	AACCTTACCT	GGCTTTGACA
	GGGCCCGCAC	AAGCGGTGGA	GTATGTGGTT	TAATTCGATG	CAACGCGAAG	AACCTTACCT	GGCCTTGACA
	990	1000	1010	1020	1030	1040	1050
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	TGTCGAGAAC	TTTCCAGAGA	TGGATTGGTG	CCTTCGGGAA	CTCGAACACA	GGTGTGTCAT	GGCTGTCGTC
	TGTCGCGAAC	TTTCCAGAGA	TGGATTGGTG	CCTTCGGGAA	CGCGAACACA	GGTGTGTCAT	GGCTGTCGTC
	1060	1070	1080	1090	1100	1110	1120
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	AGCTCGTGTG	GTGAGATGTT	GGGTTAAGTC	CCGCAACGAG	CGCAACCCCT	GTCCCTAGTT	GCCAGCACCT
	AGCTCGTGTG	GTGAGATGTT	GGGTTAAGTC	CCGCAACGAG	CGCAACCCCT	GTCCCTAGTT	GCCAGCACCT
	1130	1140	1150	1160	1170	1180	1190
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	AATGGTGGGA	ACTCTAAGGA	GACCGCCGGT	GACAAACCGG	AGGAAGGTGG	GGATGACGTC	AAGTCATCAT
	AATGGTGGGA	ACTCTAAGGA	GACCGCCGGT	GACAAACCGG	AGGAAGGTGG	GGATGACGTC	AAGTCATCAT
	1200	1210	1220	1230	1240	1250	1260
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	GGCCCTTACG	ACCAGGGCTA	CACACGTACT	ACAATGGTAG	GGACAGAGGG	CTGCAAAACC	GGAGGGGCAA
	GGCCCTTACG	ACCAGGGGTA	CACACGTACT	ACAATGGGAA	GGACAGAGGG	CTGCAAAACC	GGAGGGGCAA
	1270	1280	1290	1300	1310	1320	1330
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	GCCAATCCCA	GAAACCTTCT	CTCAGTCCGG	ATTGGAGTCT	GCAACTCGAC	TCCATGAAGT	CGGAATCGCT
	GCCAATCCCA	GAAACCTTCT	CTCAGTCCGG	ATTGGAGTCT	GCAACTCGAC	TCCATGAAGT	CGGAATCGCT
	1340	1350	1360	1370	1380	1390	1400
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	AGTAATCGCA	GATCAGCATT	GCTGCGGTGA	ATACGTTCCC	GGGCCTTGTA	CACACCGCCC	GTCACACCAT
	AGTAATCGCA	GATCAGCATT	GCTGCGGTGA	ATACGTTCCC	GGGCCTTGTA	CACACCGCCC	GTCACACCAT
	1410	1420	1430	1440	1450	1460	1470
<i>S. maltophilia</i>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
STK2_16s rDNA	GGGAGTTTGT	TGCACCGAA	GCAGGTAGCT	TAACCTT-CG	GGAGGGCGCT	TGCCAGGGTG	TGGCCGATGA
	GGGAGTTTGT	TGCACCGAA	GCAGGTAGCT	TAACCTTACG	GGAGGG---	-----	-----

รูปที่ ๖.2 ลำดับนิวคลีโอไทด์ของแบคทีเรีย STK2 เปรียบเทียบกับ *S. maltophilia*

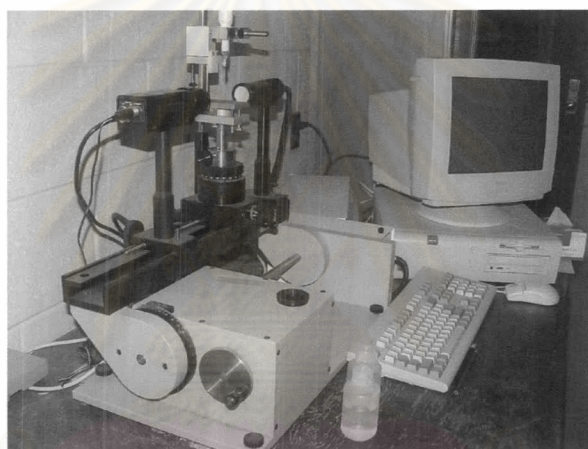
	10	20	30	40	50	60	70
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....| -----CGGC A--GGCTTAA CACA-TGCAA --GTCG-A-G CGCCCCGCAA G-GGAGCGG	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	AGCGGGAAC CTGGCTGGC AGCGCCTAA CACAGTGCAA CGTTCGAAC GGCACCTCGA GTGCTAGTGG	80	90	100	110	120	130 140
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	CAGACGGG-T GAGTAACGC- GTGGGAATCT ACCCATCACT ACCGACAAAC TCCGGGAAAC TGGAGCTAAT	150	160	170	180	190	200 210
	TATACGGGCT GAGTAACACT GTGGGAACGT ACCTTTCGGT TCGGAATAAT TCAGGGAAAC TTGGACTAAT						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	ACCGT-ATAC GTCC-TTCGG GAGAAAGATT TATCGGTGAT GGATGAGCCC GCGTTGGATT AGCTAGTTGG	220	230	240	250	260	270 280
	ATCGTGCTAC GCCCGTTCGG GGGAAAGATT TATCGCCGAA AGATCGGCC GCGTTGGACT AGCTCGGCGG						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	TGGGTAATG GCCTACCAAG GCGACGATCC ATAGCTGGTC TGAGAGGATG ATCAGCCACA CTGGGACTGA	290	300	310	320	330	340 350
	TGGGTAATG GCCTACCAAG -CGACGATCC ATAGCTGGTC TGAGAGGATG ATCAGCCACA CTGGGACTGA						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	GACACGGCCC AGACTCCTAC GGGAGGCAGC AGTGGGGGAT ATTGGACAAT GGGCGCAAGC CTGATCCAGC	360	370	380	390	400	410 420
	GATACGGCCC AGACTCCTAC GGGAGGCAGC AGTAGGGAAT CTTGGTCAAT GGGCGCAAGC CTTATCCAGC						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	CATGCCCGGT GAGTGATGAA GGCCCTAGGG TTGTAARACT CTTTCAACGG TGAAGATAAT GACGGTAACC	430	440	450	460	470	480 490
	CATGCCCGGT GAGTGATGAA GGCCCTAGGG TTGTAARACT CTTTCAACGG TGAAGATAAT GACGGTAACC						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	GTAGAGAAG CCCCGCTAA CTTCTGTCGA GCAGCCGCGG TAATACGAAG GGGGTAGCG TTGTTCCGAT	500	510	520	530	540	550 560
	GTAGAGAAG CCCCGCTAA CTTCTGTCGA GCAGCCGCGG TAATACGAAG GGGGTAGCG TTGTTCCGAT						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	TTACTGGCG TAAAGCGCAC GTAGGCGGAC TATTAAGTCA GGGGTGAAAT CCCGGGGCTC AACCCCGGAA	570	580	590	600	610	620 630
	TTACTGGCG TAAAGCGCAC GTAGGCGGAC TATTAAGTCA GGGGTGAAAT CCCGGGGCTC AACCCCGGAA						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	CTGCCTTTGA TACTGGTAGT CTCGAGTCCG GAAGAGGTGA GTGGAAATCC GAGTGTAGAG GTGAAATTCG	640	650	660	670	680	690 700
	CTGCCTTTGA TACTGGTAGT CTCGAGTCCG GAAGAGGTGA GTGGAAATCC GAGTGTAGAG GTGAAATTCG						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	TAGATATTCC GAGGAACACC AGTGGCGAAG GCGGCTCACT GGTCCGGTAC TGACGCTGAG GTGCGAAAGC	710	720	730	740	750	760 770
	TAGATATTCC GAGGAACACC AGTGGCGAAG GCGGCTCACT GGTCCGGTAC TGACGCTGAG GTGCGAAAGC						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	GTGGGGAGCA AACAGGATTA GATACCTGG TAGTCCACGC CGTAAACGAT GGAAGCTAGC CGTTGGCAGG	780	790	800	810	820	830 840
	GTGGGGAGCA AACAGGATTA GATACCTGG TAGTCCACGC CGTAAACGAT GGAAGCTAGC CGTTGGCAGG						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	TTTACCTGTC GGTGGCGCAG CTAACGCATT AAGCTTCCC CCGGGGAGT ACGGTCGCAA GATTAATACT	850	860	870	880	890	900 910
	TTTACCTGTC GGTGGCGCAG CTAACGCATT AAGCTTCCC CCGGGGAGT ACGGTCGCAA GATTAATACT						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	CARAGGAAAT GACGGGGGCC CGCACAAAGC GTGGAGCATG TGGTTTAAT CGAAGCAACG CGCAGAACCT	920	930	940	950	960	970 980
	CARAGGAAAT GACGGGGGCC CGCACAAAGC GTGGAGCATG TGGTTTAAT CGAAGCAACG CGCAGAACCT						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	TACCAGCCCT TGACATCCC GTCCGGGTTT CCAGAGATGG ATCCCTTACG TTCGGCTGGA CCGGTGACAG	990	1000	1010	1020	1030	1040 1050
	TACCAGCCCT TGACATCCC GTCCGGGTTT CCAGAGATGG ATCCCTTACG TTCGGCTGGA CCGGTGACAG						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	GTGCTGCATG GCTGTGCTCA GCTCGTGTCC TGAGATGTTG GGTAAAGTCC CGCAACGAGC GCAACCCCTG	1060	1070	1080	1090	1100	1110 1120
	GTGCTGCATG GCTGTGCTCA GCTCGTGTCC TGAGATGTTG GGTAAAGTCC CGCAACGAGC GCAACCCCTG						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	CCCTTAGTTG CCATCATTCA GTTGGGCACT CTAAGGGGAC TGCCGGTGAT AAGCCGAGAG GAAGGTGGGG	1130	1140	1150	1160	1170	1180 1190
	CCCTTAGTTG CCATCATTCA GTTGGGCACT CTAAGGGGAC TGCCGGTGAT AAGCCGAGAG GAAGGTGGGG						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	ATGAGTCGAA GTCCCTCATGG CCCTTACGGG CTGGGCTACA CACGTGCTAC AATGGTGTG ACAGTGGGCA	1200	1210	1220	1230	1240	1250 1260
	ATGAGTCGAA GTCCCTCATGG CCCTTACGGG CTGGGCTACA CACGTGCTAC AATGGTGTG ACAGTGGGCA						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	GCGAGACCGC GAGGTCGAGC TAATCTCAA AAGCCATCTC AGTTCCGATT GCACTCTGCA ACTCGAGTGC	1270	1280	1290	1300	1310	1320 1330
	GCGAGACCGC GAGGTCGAGC TAATCTCAA AAGCCATCTC AGTTCCGATT GCACTCTGCA ACTCGAGTGC						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	ATGAAGTTGG AATCGCTAGT AATCGCGGAT CAGCATGCCG CCGTGAATAC GTTCCCGGGC CTTGTACACA	1340	1350	1360	1370	1380	1390
	ATGAAGTTGG AATCGCTAGT AATCGCGGAT CAGCATGCCG CCGTGAATAC GTTCCCGGGC CTTGTACACA						
<i>Mesorhizobium</i> sp. STK3_16s rDNA	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|	.....|
	CCGCCCTCA CACCATGGGA GTTGGTTTTA CCC-----						
	CCGCCCTCA CACCATGGGA GTTGGTTTTA CCCGAGGCG CTGTGCTAAC CGTCTAGGGA G						

รูปที่ ๓.3 ลำดับนิวคลีโอไทด์ของแบคทีเรีย STK3 เปรียบเทียบกับ *Mesorhizobium* sp.

ภาคผนวก จ.



รูปที่ จ. การวัดค่ามุมสัมผัสระหว่างหยดน้ำกับชั้นของเซลล์แบคทีเรีย



รูปที่ จ.2 เครื่องมือวัดค่ามุมสัมผัส(contact angle measurement)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑.1 การวิเคราะห์ค่ามุมสัมผัสระหว่างหยดน้ำกับผิวเซลล์แบคทีเรียสายพันธุ์ต่างๆ

ระยะเวลา (วินาที)	ค่ามุมสัมผัส (θ_w , องศา)					
	<i>E. coli</i>	<i>Sphingomonas</i> sp. P2	STK1	STK2	STK3	PTFE
0	20.7 ± 2.47	2.7 ± 0.74	39.5 ± 4.58	48.8 ± 1.50	3.71 ± 0.77	84.7 ± 0.92
1	21.1 ± 2.64	2.6 ± 0.71	56.8 ± 6.61	48.8 ± 1.57	44.7 ± 1.35	84.4 ± 0.71
2	20.2 ± 2.75	2.6 ± 0.72	48.7 ± 5.32	48.7 ± 1.63	42.6 ± 0.74	84.5 ± 1.56
3	21.3 ± 2.71	2.6 ± 0.73	54.0 ± 6.20	48.8 ± 1.72	42.4 ± 0.83	84.6 ± 0.78
4	22.1 ± 2.75	2.7 ± 0.74	37.5 ± 4.18	48.3 ± 1.80	42.0 ± 0.21	84.6 ± 1.12
5	23.5 ± 3.79	2.7 ± 0.75	37.0 ± 3.75	48.8 ± 1.69	43.9 ± 0.89	84.2 ± 0.87
ค่าเฉลี่ย±SD	21.5 ± 3.21	2.7 ± 0.77	45.5 ± 9.96	48.7 ± 1.74	42.3 ± 2.68	85.4 ± 1.32

ตารางที่ จ.2 การเจริญของกลุ่มแบคทีเรีย STK ในอาหารเลี้ยงเชื้อ CFMM
ที่มี Brij 35 ความเข้มข้น 0.2 mM

เวลา (วัน)	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (Log CFU ต่อ มล.)
0	6.02
3	7.65
6	8.13



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวทิมากร แสงดำ เกิดเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2522 ภูมิลำเนาจังหวัดสงขลา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.จุลชีววิทยา เกียรตินิยมอันดับสอง) จากภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ในสาขาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย