# รายการอ้างอิง

## ภาษาไทย


กรมควบคุมมลพิษ. 2543. กากของเสียและสารอันตราย. พีเอเอช (โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน). กรุงเทพมหานคร : ไอเดีย สแควร์.

กรมควบคุมมลพิษ. 2545. สถานการณ์มลพิษด้านของเสียอันตราย. สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ.2545. กรุงเทพมหานคร : ที.พริ้นติ้ง.กรุ๊ป.

กรมควบคุมมลพิษ. 2548. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. 2534. ปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับสากล. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เล่มที่ 15 [online]. แหล่งที่มา: http://www. school.net.th/library/snet6/envi3/en-sakol/sakoln.htm [9 สิงหาคม 2550]

จิรฑีปม์ แสนรัก. 2547. การย่อยสลายไพรีนและสารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่น โดยกลุ่มแบคทีเรียที่แยกได้จากใบพืชตระกูลถั่ว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นารีรัตน์ เจริญช่าง. 2544. การใช้วัสดุจากการเกษตรเร่งการย่อยสลายสารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนโดยจุลินทรีย์ในดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิวัติ เรืองพานิช. 2537. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สหมิตรออฟเซท.

ปิยนุช บุญศิริชัย. 2547. การศึกษาความเป็นไปได้ของการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยใช้ผักกระเฉด. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

มูลนิธิโลกสีเขียว. 2543. โครงการนักสืบสายน้ำ. ข่าวสารเครือข่ายครูและนักเรียนสำรวจสภาพลำน้ำ [online]. แหล่งที่มา: http://www.greenworld.or.th/1_rspy_newsletter_p11_b.htm [2 สิงหาคม 2550]

วรัษยา สุนทรศารทูล. 2542. ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดนก พันธุ์พืช และการจัดการสวนสาธารณะเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิธัญญา ชวเจริญพันธ์. 2549. การสร้างกล้าเชื้อในวัสดุพาหะเพื่อเสริมการรอดชีวิตของกลุ่มแบคทีเรีย STK ในดินที่ปนเปื้อนไพรีน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2547. มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม. แนวการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : องค์การค้าของคุรุสภา.

สุพินดา ศิริวราศิลป์. 2545. การใช้ใบพืชตระกูลถั่วและพารามิเตอร์บางประการในการเสริมการย่อยสลายไพรีนในดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2542. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2540. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์วิชูรย์การปก.

**ภาษาอังกฤษ**

Akhtar, N., Iqbal, J., and Iqbal, M. 2004. Enhancement of lead(II) biosorption by microalgal biomass immobilized onto loofa (*Luffa cylindrica*) sponge. Eng. Life. Sci. 4(2): 171-178.

Aronstein, B. N., Calvillo, Y. M. and Alexander, M. 1991. Effect of surfactants at low concentrations on the desorption and biodegradation of sorbed aromatic compounds in soil. Environ. Sci. Technol. 25: 1728-1731.

Ashok, B. T. and Saxena, S. 1995. Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons-a review. J. Sci. Ind. Res. 54 : 443-451.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 1990. Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons. acenaphthene, acenaphthylene, anthracene, benzo(a)anthracene, benzo(a)pyrene, benzo(b)fluoranthene, benzo(g,i,h)perylene, benzo(k)fluoranthene, chrysene, dibenzo(a,h)anthracene, fluoranthene, fluorene, indeno(1,2,3-c,d)pyrene, phenanthrene, pyrene: Clement International Corporation, under Contract NO. 205-88-0608. ATSDR/TP-90-20.

Ausubel, F. A., Brent, R., Kingston, R. E., Moore, D. D., Seidan, J. G., Smith, J. A., and Struhl, K. 1999. Current Protocols in Molecular Biology. 4th ed. John Wiley & Sons, New York.

Boethling, R. S. and Alexander, M. 1979. Effect of concentration of organic chemicals on their biodegradation by natural microbial communities. Appl. Environ. Microbiol. 37: 1211-1216.

Boonchan, S. 1998. Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons: application of fungal-bacterial co-cultures and surfactants. Ph.D. Thesis, Victoria University of Technology, Melbourne, Australia.

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.

Braud, A., Jézéquel, K., Léger, M. A., and Lebeau, T. 2006. Siderophore production by using free and immobilized cells of two pseudomonads cultivated in a medium enriched with Fe and/or toxic metals (Cr, Hg, Pb). Biotechnol. Bioeng. 94(6): 1080-1088.

Cerniglia, C. E. 1992. Biodegardation of polycyclic aromatic hydrocarbons. Biodegradation. 3: 351-368.

Cerniglia, C. E. and Heitkamp, M. A. 1989. Microbial degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment. In: Varanasi, U., (Ed.). Metabolism of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Aquatic Environment. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 41-68.

Chang, B. V., Shiung, L. C., and Yuan, S. Y. 2002. Anaerobic biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbon in soil. Chemosphere. 48: 717-724.

Chekol, T. and Vough, L. R. 2001. A study of the use of alfalfa (*Medicago sativa L.*) for the phytoremediation of organic contaminants in soil. Remed. J. 11(4): 89-101.

Chin, Y-P., Aiken, G. R., and Danielsen, K. M. 1997. Binding of pyrene to aquatic and commercial humic substances: The role of molecular weight and aromaticiity. Environ. Sci. Technol : 1630-1635.

Cunliffe, M. and Kertesz, M. A. 2005. Effect of *Sphingobium yanoikuyae* B1 inoculation on bacterial community dynamics and polycyclic aromatic hydrocarbon degradation in aged and freshly PAH-contaminated soils. Faculty of Life Sciences, University of Manchester, United Kingdom.

Cunningham, C. J., Ivshina, I. B., Lozinsky, V. I., Kuyukina, M. S., and Philp, J. C. 2004. Bioremediation of diesel-contaminated soil by microorganisms immobilized in polyvinyl alcohol. Int. biodeterior Biodegradation. 54: 167-174.

Daengrueng, P. 2005. Survival and PAHs degradative ability of *Sphingomonas* sp. strain P2 in PAHs contaminated soil after soil acclimatization. Thesis. Environmental Management. Chulalongkorn University.

Das, K. and Mukherjee, A. K. 2006. Differential utilization of pyrene as the sole source of carbon by *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas aeruginosa* strains: Role of biosurfactants in enhancing bioavailability. J. Appl. Microbiol. Original Article.

Dean-Ross, D. and Cerniglia, C. E. 1996. Degradation of pyrene by *Mycobacterium flavescens*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 46: 307-312.

Diaz, M. P., Boyd, K. G., Grigson, S. J. W., and Burgess, M. P., 2002. Biodegradation of crude oil across a wide range of salinities by an extremely halotolerant bacterial consortium PD-M, immobilized onto polypropylene fibers. Biotechnol. Bioeng. 79: 145-153.

Doong, R. A. and Lei, W. G. 2003. Solubilization and mineralization of polycyclic aromatic hydrocarbons by *Pseudomonas putida* in the presence of surfactant. J. Hazard. Mater. 96(1): 15-27.

Dua, M., Singh, A., Sethunathan, N., and Johri, A. K. 2002. Biotechnology and bioremediation: successes and limitations. Appl. Microbiol. Biotechnol. 59: 143-152.

Faust, R. A. 1998. Toxicity summary for pyrene [online]. Available from: http://rais.ornl.gov/tox/profiles/pyrene_c_V1.shtml [Last updated 2/13/98]

Freeman, D. J. and Cattell, F. C. R. 1990. Woodburning as a source of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons. Environ. Sci. Technol. 24: 1581-1585.

Gibson, D. T. and Subramanian, V. 1984. Microbial degradation of aromatic hydrocarbons. In: Gibson, D. T. (Ed.). Microbial Degradation of Organic Compounds. Marcel Dekker, New York, pp. 181-252.

Gothrie, E. A., and Pfaender, F. K. 1998. Reduces pyrene bioavailability in microbially active soils. Environ. Sci. Technol. 32(4): 501-508.

Haderlein, A., Legros, R., and Ramsay, B. 2001. Enhancing pyrene mineralization in contaminated soil by the addition of humic acids or composted contaminated soil. Appl. Microbiol. Biotechnol. 56: 555-559.

Haigh, S. D. 1996. A review of the interaction of surfactants with organic contaminants in soil. Sci. Total Environ. 185: 161-170.

Hamdi, H., Benzart, S., Manusadzianas, L., Aoyama, I., and Jedidi, N. 2007. Bioaugmentation and biostimulation effects on PAH dissipation and soil ecotoxicity under controlled conditions. Soil Biol. Biochem. 39(8): 1926-1935.

Hupe, K., Luth, J.-C., Heerenklage, J., and Stegmann, R. 1996. Enhancement of the biological degradation of soils contaminated with oil by the addition of compost, Acta. Biotechnol. 16: 19-30.

IARC (International Agency for Research on Cancer). 1983. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. 32: 431-445.

Iwata, K., Inui, N., and Takeuchi, T. 1981. Induction of active melanocytes in mouse skin by skin carcinogens: A new method for the detection of skin carcinogens. Carcinogenesis. 2: 589-594.

Johnsen, A. R., Schmidt, S., Hybholt, T. K., Henriksen, S., Jacobsen, C. S., and Andersen, O. 2007. Strong impact on the polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH)-degrading community of a PAH-polluted soil but marginal effect on PAH degradation when priming with bioremediated soil dominated by *Mycobacteria*. Appl. Environ. Microbiol. 73(5): 1474-1480.

Jones, K. C., Statford, J. A., Tidridge, P., Waterhouse, K. S., and Johnston, A. E. 1989. Polynuclear aromatic hydrocarbon in an agricultural soil: long-term changes in profile distribution. Environ. Poll. 56: 337-351.

Jones, K. C. 1991. Contaminant trends in soils and crops. Environ. Poll. 69: 311-325.

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.

Kanaly, R. A., and Harayama, S. 2000. Biodegradation of high- molecular-weight polycyclic aromatic hydrocarbons by bacteria. Bacteriol. J. 182 : 2059- 2097.

Kästner, M., Lotte, S., Herrenklage, J., Breuer-Jammali, M., Stegmann, R., and Mahro, B. 1995. Fate of C-label anthacene and hexadecane in compost manured soil. Appl. Microbial. Biotecnol. 43: 1128-1135.

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.

Kawai, M., Matsutera, E., Kanda, H., Yamaguchi, N., Tani, K. and Nasu, M. 2002. 16S ribosomal DNA-based analysis of bacterial diversity in purified water used in pharmaceutical manufacturing process by PCR and denaturing gradient gel electrophoresis. Appl. Environ. Microbiol. 68: 699-700.

Kim, S. J., Kweon, O., Jones, R. C., Freeman, J. P., Edmondson, R. D., and Cerniglia, C. E. 2007. Complete and integrated pyrene degradation pathway in *Mycobacterium vanbaalenii* PYR-1 based on systems biology. J. Bacteriol. 189(2): 464-472.

King, R. B., Long, G. M., and Sheldon, J. K. 1998. Practical environmental bioremediation. New York: Lewis.

Komukai-Nakamura, S., Sugiura, K., and Yamauchi-Inomata, Y. 1996. Construction of bacterial consortia that degrade Arabian light crude oil. J. Ferment. Bioeng. 82(6): 570-574.

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.

Kriipsalu, M., Marques, M., Nammari, D. R., and Hogland, W. 2007. Bio-treatment of oily sludge: The contribution of amendment material to the content of target contaminants, and the biodegradation dynamics. J. Hazard. Mater. Article in Press.

Krishna, C. 2005. Solid-state fermentation systems – An overview. Critical Reviews in Biotechnology. 25: 1-30.

Laflamme, R. E. and Hites, R. A. 1978. The global distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in recent sediments. Geochimica et Cosmochimica Acta. 42: 289-303.

Lafortune, I. and Villemur, R. 2005. Bacterial composition of an enriched consortium mineralizing polycyclic aromatic hydrocarbons in a two-liquid-phase system. Conference Abstract. INRS-Institut Armand-Frappier.

Lewis, R. J. 1991. Evaluation of implanted materials for carcinogenic potential. In carcinogenically active chemicals a referrence guide. New York: Van Nostrand Reihold.

Li, P., Sun, T., Stagnitti, F., Zhang, C., Zhang, H., Xiong, X., Allinson, G., Ma, X. , and Allinson, M. 2002. Field-scale bioremediation of soil contaminated with crude oil. Environ. Eng. Sci. 19(5): 277-289.

Lijinsky, W. 1991. The formation and occurrence of polynuclear aromatic hydrocarbons associated with food. Mutation Research. 259: 251-262.

Likhachev, A. J., Beniashvili, D. S., and Bykov, V. J. 1993. Biomarkers of individual susceptibility to carcinogens: Application for biological monitoring. Int. Arch. Occup. Environ. Health. 65: S155-S158.

Loehr, R. C. 1992. Bioremediation of PAH compounds in contaminated soil. In: Kostecki, P. T. and Calabrese, E. J. (Eds.). Hydrocarbon contaminated soils and groundwater: Vol.2, pp. 213-222. USA: Lewis.

Mahro, B. 2000. Bioavailability of contaminants. In: H.J. Rehm, G. Reed, A. Puhler and P. Stadler, Editors. Biotechnology. (Wiley-VCH, Weinheim). 11: 61–88.

Malawska, M., Bojakowska, I., and Wiokomirski, B. 2002. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in peat and plants from selected peat-bogs in the north-east of Poland. Plant Nutri. Soil Sci. 165(6): 686-691.

Maria, C. S. 1999. Bioremediation of organic contaminants. In : Microbiological examination of water and wastewater. pp.79-84.CRC Florida, USA : Press LLC.

Martens, R. 1982. Concentrations and microbial mineralization of four to six rings polycyclic aromatic hydrocarbons in composted municipal waste. Chemophere. 11: 761-770.

Melcher, R. J., Apitz, S. E., and Hemmingsen, B. B. 2002. Impact of irradiation and polycyclic aromatic hydrocarbon spiking in microbial populations in marine sediment for future aging and biodegradability studies. Appl. Environ. Microbiol. 68(6): 2858-2868.

Menn, F. M., Applegate, B. M., and Sayler, G. S. 1993. NAH plasmid-mediated catabolism of anthracene and phenanthrene to naphthoic acids. Appl. Environ. Microbiol. 59: 1938-1942.

Mesdaghinia, A. R., Nasseri, S., Arbabi, M., and Rezaie, S. 2005. Isolation of polycyclic aromatic hydrocarbon-degrading bacteria associated with the petroleum contaminated soils in Iran. Proceedings of the 9th International Conference on Environ. Sci. Technol. Rhodes Island, Greece.

Meyer, S., Moser, R., Neef, A., Stahl, U., and Kämpfer, P. 1999. Differential detection of key enzymes of polyaromatic hydrocarbon degrading bacteria using PCR and gene probes. Microbiology. 145: 1731–1741.

Mitchell, R. L., Burchett, M. D., Pulkownik, A., and McCluskey, L. 1988. Effects of environmentally hazardous chemicals on the emergence and early growth of selected Australian plants. Plant Soil. 112: 195-199.

Molla, A. H., Fakhru'l-Razi, A., and Alam, Z. 2004. Evaluation of solid-state bioconversion of domestic wastewater sludge as a promising environmental-friendly disposal technique. Water Research. 38(19): 4143-4152.

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.

Nadarajah, N., Hamme, J. B. Pannu, J., Sungh, A., and Ward, O. 2002. Enhanced transformation of polycyclic aromatic hydrocarbons using a combined Fenton's reagent, microbial treatment and surfactants. Appl. Microbiol. Biotechnol. 59: 540-544.

Nakatsu, C. H., Torsvik, V., and Ovreas, L. 2000. Soil community analysis using DGGE of 16S rDNA polymerase chain reaction products. Soil Sci. Society of Amer. J. 64: 1382-1388.

Nam, K. and Kukor, J. J. 2000. Combined ozonation and biodegradation for remediation of mixtures of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil. Biodegradation.11: 1-9.

Neuhauser, E. F., Loehr, R. C., Malecki, M. R., Milligan, D. L., and Durkin, P. R. 1985. The toxicity of selected organic chemicals to the earthworm *Eisenia fetida*. J. Environ. Qual. 14: 383-388.

Nishioka, M., Chang, H. C., and Lee, V. 1986. Structural characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbon isomers in coal tars and combustion products. Environ. Sci. Technol. 20: 1023-1027.

Nour El-Din, N. M. and Abdel-Moati, M. A. R. 2001. Accumalation of trace metals, petroleum hydrocarbons, and polycyclic aromatic hydrocarbons in marine copepods from the Arabian Gulf. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 66 : 110-117.

Ogbonna, J. C., Liu, Y. -C., Liu, Y. –K., and Tanaka, H. 1994. Loofa (*Luffa cylindrica*) sponge as a carrier for microbial cell immobilization. J. Ferment. Bioeng. 78(6): 437-442.

Ouyang, J. 2004. Phenanthrene Graphic Pathway Map. Biochem. Molec. Biol. Biophy [online]. Available from: http:// umbbd.ahc.umn.edu/pha/pha_image_map_1.html [8/10/07]

Ozaki, S., Kishimoto, N., and Fujita, T. 2007. Change in the predominant bacteria in a microbial consortium cultured on media containing aromatic and saturated hydrocarbons as the sole carbon source. Microbes and Environments. 22(2): 128-135.

Patnaik, P. 1992. Hydrocarbon, Aromatic. In: A comprehensive guide to the hazardous properties of chemical substrances. pp. 429-445. New York: Van Nortrand Reinhold.

Pattanasupong, A., Nagase, H., Inoue, M., Hirata, K., Tani, K., Nasu, M., and Miyamoto, K. 2004a. Ability of a microbial consortium to remove pesticide, carbendazim and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. World J. Microbiol. Biotechnol. 20: 517-522.

Pattanasupong, A., Nagase, H., Sugimoto, E., Hori, Y., Hirata, K., Tani, K., Nasu, M., and Miyamoto, K. 2004b. Degradation of carbendazim and 2,4 dichlorophenoxyacetic acid by immobilized consortium on loofa sponge. J. Biosci. Bioeng. 98(1): 28-33.

Piskonen, R., Nyyssönen, M., Rajamäki, T., and Itävaara, M. 2005. Monitoring of accelerated naphthalene-biodegradation in a bioaugmented soil slurry. Biodegradation. 16(2): 127-134.

Reyes, C., Sigman, M. E., Arce, R., Barbas, J. T., and Dabestani, R. 1998. Photochemistry of acenaphthene at a silica gel/air interface. J. Photochem. Photobiol. A: Chemistry. 122: 277-283.

Rhee, S. -K., Lee, G. M., and Lee, S. -T. 1996. Influence of supplementary carbon source on biodegradation of pyridine by freely suspended and immobilized *Pimelobacter* sp. Appl. Microbiol. Biotechnol. 44: 816-822.

Sanyal, M. K. and Li, Y. L. 2007. Differential metabolism of benzo[∝]pyrene *in vitro* by human placental tissues exposed to active maternal cigarette smoke. Birth Defects Research Part B: Develop. Reproductive Toxicol. 80(1): 49-56.

Sax, N. I. and Lewis, R. L. 1987. Hawley's Condensed Chemical Dictionary. New York: Van Nostrand Reinhold Company.

Schennen, U., Braun, K., and Knackmuss, H. J. 1985. Anaerobic degradation of 2 fluorobenzoate by benzoate-degrading, denitrifying bacteria. J. Bacteriol. 161(1): 321-325.

Sei, K., Asano, K., Tateishi, N., Mori, K., Ike, M., Kohno, T., and Fujita, M. 2000. Development of simple methods of DNA extraction from environmental samples for monitoring microbial community based on PCR. Japanese Journal of Water Treatment Biology. 36(4): 193-204.

Siddique, T., Okeke, B. C., Zhang, Y., Arshad, M., Han, S. K., and Frankenberger, W. T. 2005. Bacterial diversity in selenium reduction of agricultural drainage water amended with rice straw. J. Environ. Qual. 34(1): 217-226.

Simonich, S. L. and Hites, R. A. 1994. Vegetation-atmosphere partitioning of polycyclic aromatic hydrocarbons. Environ. Sci. Technol. 28: 939-943.

Spehar, R. L., Poucher, S., Brooke, L. T., Hansen, D. J., Champlin, D., and Cox, D. A. 1999. Comparative toxicity of fluoranthene to freshwater and saltwater species under fluorescent and ultraviolet light. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 37: 496-502.

Staci, L., Simonich, S. L., and Hites, R. A. 1994. Vegetation-atmosphere partitioning of polycyclic aromatic hydrocarbons. Environ. Sci.Technol. 28: 939-943.

Straube, W. L., Nestler, C. C., Hansen, L. D., Ringleberg, D., Pritchard, P. H., and Jones Meehan, J. 2003. Remediation of polyaromatic hydrocarbons (PAHs) through landfarming with biostimulation and bioaugmentation. Acta Biotechnol. 23: 179-196.

Supaka, N., Pinphanichakarn, P., Pattaragulwanit, K., Thaniyavarn, S., Omori, T., and Juntongjin, K. 2001. Isolation and characterisation of a phenanthrene-degrading *Sphingomonas* sp. strain P2 and its ability to degrade fluoranthene and pyrene via cometabolism. Sci. Asia. 27: 21-28.

Sutherland, J. B., Rafll, F., Khan, A. A., and Cerniglia, C. E.1995. Mechanisms of polycyclic aromatic hydrocarbon degradation. In: Microbial transformation and degradation of toxic organic chemicals, pp.269-306. Young, L. Y., and Cerniglia, C. E.(Ed.). USA : Wiley-Liss.

Swift, M. J., Heal, O. W., and Anderson, J. M. 1979. Decomposition in terrestrial ecosystems. Berkeley: University of California Press.

Swindoll, C. M. 1988. Influence of inorganic and organic nutrients on aerobic biodegradation and on the adaptation response of subsurface microbial communities. Appl. Environ. Microbiol. 54: 212-217.

Trejo, M. and Quintero, R. 2000. Biorediation of contaminated soil. In J. O. Eugenia, S. Gloria, and H. Elizabeth, (Eds.). pp. 179-189. Environ. Biotechnol. Cleaner Bioprocess. London: Tayler and Francis Limited.

Trzesicka-Mlynarz, D. T. and Ward, O. P. 1996. Degradation of fluoranthrene in a soil matrix by indigenous and introduced bacteria. Biotechol. Lett. 18: 181-186.

U.S. EPA. 1987. Health and environmental effects profile for phenanthrene: The environmental criteria and assessment office, office of health and environmental assessment, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH, for the office of solid waste and emergency response ECAO-CIN-P226.

Van Rooij, J. G. M., Van Lieshout, E. M. A., Bodelier-Bade, M. M., and Jongeneeien, F. J. 1993. Effect of the reduction of skin contamination on the internal dose of creosote workers exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons. Scand J. Work. Eviron. Health. 19: 200-207.

Van Veen, J. A., Van Overbeek, L. S., and Van Elsas, J. D. 1997. Fate and activity of microorganisms introduced into soil. Microbiol. Mol. Boil. Rev. 61: 121-135.

Verschueren, K. 1997. Handbook of environmental data on organic chemicals. 596-599. New York: Thomson publishing.

Verstraete, W. and Devliegher, W. 1996. Formation of non-bioavailable organic residues in soil : Perspectives for site remediation. Biodegradation. 7: 471-485.

Vidali, M. 2001. Bioremediation. An overview. Pure Appl. Chem. 73(7): 1163 -1172.

Warner, S. D., Farant, J. -P., and Butler, I. S. 2004. Photochemical degradation of selected nitropolycyclic aromatic hydrocarbons in solution and adsorbed to solid particles. Chemosphere. 54: 1207-1215.

Watanabe, K. 2001. Microorganisms relevant to bioremediation. Curr. Opinion Biotechnol. 12: 2637-2641.

Weissenfels, W. D., Klewer, H. J., and Langhoff, J. 1992. Adsorption of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) by soil particles: Influence on biodegradability and biotoxicity. Appl. Microbiol. Biotechnol. 36: 689-696.

Wild, S. R. and Jones, K. C. 1992. Organic chemicals entering agricultural soils in sewage sludges: screening for their potential to transfer to crop plants and livestock. Sci. Total. Environ. 119: 85-119.

Wilson, S. C. and Jones, K. C. 1993. Bioremediation of soil contaminated with polynuclear aromatic hydrocarbons (PAHs), A review. Environ. Poll. 81: 229-249.

Wong, J. W. C., Lai, K. M., Wan, C. K., Ma, K. K., and Fang, M. 2004. Isolation and optimization of PAH-degradative bacteria from contaminated soil for PAHs bioremediation. Water Air Soil Poll. 139: 1-13.

Ye, D., Siddiqi, M. A., Maccubbin, A. E., Kumar, S., and Sikka, H. C. 1995. Degradation of Polynuclear Aromatic Hydrocarbons by *Sphingomonas paucimobilis*. Environ. Sci. Technol. 30(1): 136 -142.

Ying, C. Q., Hui, M. C., Tang, W. Q., Yun, Z. Q., Katsoyiannis, A., and Férard, J. F. 2007. Bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)-contaminated sewage sludge by different composting processes. J. Hazard. Mater. 142: 535-542.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

## สูตรและวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

### 1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Carbon Free Mineral Salt Medium (CFMM)

| | | | |
|---|---|---|---|
| ก. | แอมโมเนียมไนเตรต ($NH_4NO_3$) | 3.0 | กรัม |
| | ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเดคะไฮเดรต ($Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$) | 5.5 | กรัม |
| | โปแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ($KH_2PO_4$) | 0.8 | กรัม |
| ข. | แมกนีเซียมซัลเฟตเฮพทะไฮเดรต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) | 0.01 | กรัม |
| | เฟอริกคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) | 0.005 | กรัม |
| | แคลเซียมคลอไรด์ไดไฮเดรต ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$) | 0.005 | กรัม |

ชั่งสารส่วน ก. ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1,000 มล. ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ให้เป็น 7.5 จากนั้นนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 20 นาที เติมสารละลายในส่วน ข. ที่ทำการเตรียมแยกแต่ละชนิดและทำให้ปราศจากเชื้อโดยกรองผ่านชุดกรองสำเร็จรูปเซลลูโลสอะซีเตทขนาดรู 0.45 ไมโครเมตร ลงในอาหารที่ทำการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว

### 2. อาหารเลี้ยงเชื้อ CFMM (CFMM agar)

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

**3. อาหารเลี้ยงเชื้อเหลว Luria-Bertani (LB broth)**

| | | |
|---|---|---|
| ทริปโตน (tryptone) | 10.0 | กรัม |
| สารสกัดจากยีสต์ (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

**4. อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง Luria-Bertani (LB agar)**

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

# ภาคผนวก ข

## สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

### 1. สารละลายฟีแนนทรีนและไพรีนในไดเมทิลซัลฟอกไซด์

ชั่งฟีแนนทรีนและไพรีนอย่างละ 0.05 กรัม ละลายในไดเมทธิลซัลฟอกไซด์ปริมาตร 10 มล.ผสมด้วยเครื่องปั่นผสมจนผลึก PAHs ละลายหมด ทำให้ปราศจากเชื้อโดยกรองด้วยชุดกรองสำเร็จรูปชนิด PTFE ที่มีขนาดรูกว้าง 0.20 ไมโครเมตร เก็บรักษาในขวดสีชาหรือห่อให้มิดชิดเก็บที่อุณหภูมิ –20 °ซ เติมลงในอาหารเหลว CFMM ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและเย็นลงที่อุณหภูมิห้องแล้ว

### 2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มัล

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

### 3. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.85%

ชั่งโซเดียมคลอไรด์ 0.85 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มล. นึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 20 นาที

### 4. สารละลาย Triton X-100 15%

ดูด Triton X-100 ปริมาตร 15 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่น 85 มล. นำไปอุ่นบนเครื่องคนแม่เหล็ก

### 5. 70% เอธานอล

ละลายเอธานอลสัมบูรณ์ ปริมาตร 700 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นปลอดประจุปริมาตร 300 มิลลิลิตร

**6. สารละลาย 10%SDS**

ชั่ง sodium dodecyl sulfate น้ำหนัก 10 กรัม ค่อยๆ ละลายในน้ำปลอดประจุที่อุณหภูมิ 60 °ซ ปริมาตร 80 มล. เมื่อละลายหมดเติมน้ำปลอดประจุให้ครบปริมาตร 100 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 20 นาที (หลังจากนึ่งฆ่าเชื้อครั้งแรกแล้วจะไม่สามารถนำไปนึ่งฆ่าเชื้อซ้ำได้อีกเพราะสารละลาย SDS จะเสียสภาพ)

**7. สารละลาย Tris-HCl เข้มข้น 1.0 โมลาร์ ความเป็นกรด-ด่างเป็น 8.0**

| | | |
|---|---|---|
| Trismabase ($C_4H_{11}NO_3$) | 121.1 | กรัม |
| กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น | 42 | มล. |

ละลาย Trismabase ในน้ำปลอดประจุปริมาตร 800 มล. จากนั้นเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น คนให้เข้ากันรอให้เย็นลงแล้วจึงปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นให้เป็น 8.0 เติมน้ำปลอดประจุจนเป็นปริมาตร 1,000 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 20 นาที

**8. สารละลาย EDTA เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ความเป็นกรด-ด่างเป็น 8.0**

| | | |
|---|---|---|
| EDTA ($C_{10}H_{14}N_2O_8Na_2{\cdot}2H_2O$) | 186.1 | กรัม |
| โซเดียมไฮดรอกไซด์ | 20 | กรัม |

ละลาย EDTA ในน้ำปลอดประจุปริมาตร 800 มล. จากนั้นเติมเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ คนให้เข้ากันรอให้เย็นลงแล้วจึงปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นให้เป็น 8.0 เติมน้ำปลอดประจุจนเป็นปริมาตร 1,000 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 20 นาที

**9. บัฟเฟอร์ TE ความเป็นกรด-ด่างเป็น 8.0**

| | | |
|---|---|---|
| Tris-HCl | 10.0 | มิลลิโมลาร์ |
| EDTA | 1.0 | มิลลิโมลาร์ |

ผสมสารละลาย Tris-HCl เข้มข้น 1.0 โมลาร์ ความเป็นกรด-ด่างเป็น 8.0 ปริมาตร 10 มล. เข้ากับสารละลาย EDTA เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ความเป็นกรด-ด่างเป็น 8.0 ปริมาตร 2 มล. เติมน้ำปลอดประจุจนเป็นปริมาตร 1,000 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 $^{o}$ซ เป็นเวลา 20 นาที

**10. บัฟเฟอร์ 50X Tris-acetate (TAE)**

| | | |
|---|---|---|
| Tris base | 242 | กรัม |
| กรดอะซีติกเข้มข้น | 57.1 | มล. |
| สารละลาย EDTA เข้มข้น 0.5 โมลาร์ pH 8.0 | 100 | มล. |

ละลายส่วนประกอบทั้งหมดในน้ำปลอดประจุปริมาตร 800 มล. แล้วเติมน้ำปลอดประจุจนเป็นปริมาตร 1,000 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 $^{o}$ซ เป็นเวลา 20 นาที

**11. สารละลาย CTAB/NaCl (10%CTAB ใน 0.7 M NaCl)**

| | | |
|---|---|---|
| CTAB | 10 | กรัม |
| โซเดียมคลอไรด์ | 0.7 | โมลาร์ |

ละลาย CTAB ในน้ำปลอดประจุที่อุณหภูมิ 60 $^{o}$ซ ปริมาตร 80 มล. จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ เมื่อละลายหมดแล้วเติมน้ำปลอดประจุจนเป็นปริมาตร 100 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 $^{o}$ซ เป็นเวลา 20 นาที

**12. สารละลายฟีนอล (phenol)**

นำฟีนอลในรูปเกล็ดของแข็งมาหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 68 °ซ จากนั้นเติมผงไฮดรอกซีควิโนลีน ให้ความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 0.1% แล้วเติม Tris-HCl เข้มข้น 1 โมลาร์ ความเป็นกรด-ด่างเป็น 8.0 ในอัตราส่วน 1:1 (ปริมาตรต่อปริมาตร) เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้จนสารละลายแยกชั้น ดูดชั้นฟีนอลมาวัดความเป็นกรด-ด่างให้ได้เท่ากับ 7.8 (ใช้ pH paper วัด) ถ้ายังไม่ได้ให้ดูดสารละลายชั้นบนทิ้งแล้วเติม Tris-HCl เข้มข้น 1 โมลาร์ ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8.0 ลงไปอีกครั้ง เขย่าให้เข้ากันทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อยๆจนกระทั่งชั้นฟีนอลมีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.8 สุดท้ายเติมบัฟเฟอร์ TE ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8 ในอัตราส่วน 1:1 (ปริมาตรต่อปริมาตร) เขย่าให้เข้ากันแล้วดูดสารละลายชั้นบนทิ้ง เติมบัฟเฟอร์ TE ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8 ในอัตราส่วน 1:1 อีกครั้ง เก็บที่อุณหภูมิ 4 °ซ ในขวดสีชาที่ปิดฝาแน่น

**13. สารละลายฟีนอล/คลอโรฟอร์ม/ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์**

ผสมสารละลายฟีนอลอิ่มตัวด้วย Tris-HCl เข้ากับคลอโรฟอร์มและไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ในอัตราส่วน ฟีนอล : คลอโรฟอร์ม : ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ เป็น 25 : 24 : 1 (ปริมาตรต่อปริมาตรต่อปริมาตร) ผสมให้เข้ากัน เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 °ซ

**14. สารละลายคลอโรฟอร์ม/ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์**

ผสมคลอโรฟอร์มและไอโซเอมิลแอลกอฮอล์เข้าด้วยกันในอัตราส่วน 24 : 1 (ปริมาตรต่อปริมาตร) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °ซ

**15. Loading dye**

| | |
|---|---|
| Bromphenolblue | 0.025 % |
| ซูโครส | 40 % |

ละลายส่วนผสมในน้ำปลอดประจุปลอดเชื้อ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ

**16. สารละลายเอธิเดียมโบรไมด์ในบัฟเฟอร์ TAE**

ละลายผงเอธิเดียมโบรไมด์ในบัฟเฟอร์ TAE ให้มีความเข้มข้นสุดท้ายเท่ากับ 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เก็บในภาชนะที่ปิดสนิทในที่มืด

**17. สารละลายโซเดียมอะซีเตท เข้มข้น 3 โมลาร์ ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.2**

ละลายโซเดียมอะซีเตท น้ำหนัก 204 กรัม ในน้ำปลอดประจุให้ได้ปริมาตรประมาณ 400 มล. นำไปปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เป็น 5.2 ด้วยกรดอะซีติกปริมาตรประมาณ 57 มล. เติมน้ำปลอดประจุให้ได้ปริมาตรครบ 500 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 $^{o}$ซ เป็นเวลา 20 นาที

**18. สารละลายโปรตีเนสเค (proteinase K) ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร**

ละลายผงโปรตีนเนสเคน้ำหนัก 20 มก. ในน้ำปลอดประจุปลอดเชื้อให้ครบปริมาตร 1 มล. เก็บที่อุณหภูมิ -20 $^{o}$ซ

**19. อะกาโรสเจลเข้มข้น 1%**

ละลายผงอะกาโรสเจลน้ำหนัก 1 กรัมในบัฟเฟอร์ TAE เข้มข้น 1 เท่าปริมาตร 100 มิลลิลิตร หลอมให้เข้ากันด้วยไมโครเวฟหรือการต้มให้ความร้อน

**20. อะกาโรสเจลเข้มข้น 1.2%**

ละลายผงอะกาโรสเจลน้ำหนัก 1.2 กรัมในบัฟเฟอร์ TAE เข้มข้น 1 เท่าปริมาตร 100 มิลลิลิตร หลอมให้เข้ากันด้วยไมโครเวฟหรือการต้มให้ความร้อน

**21. กลีเซอรอล**

นำกลีเซอรอลมานึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 $^{o}$ซ เป็นเวลา 20 นาที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนึ่งฆ่าเชื้อซ้ำอีกรอบหนึ่ง

22. High DNA extraction buffer

| | | |
|---|---|---|
| Tris-HCl, pH 8.0 | 1 | โมลาร์ |
| สารละลาย EDTA, pH 8.0 | 0.5 | โมลาร์ |
| สารละลายโซเดียมคลอไรด์ | 1 | โมลาร์ |

ผสม 1 โมลาร์ Tris-HCl ปริมาตร 5 มิลลิลิตร 0.5 โมลาร์ สารละลาย EDTA ปริมาตร 2 มิลลิลิตรและ 1 โมลาร์สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 2.5 มิลลิลิตร เติมน้ำปลอดประจุจนได้ปริมาตรสุทธิ 20 มิลลิลิตร

**23. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ DGGE**

**0% อะคริลาไมด์เจล**

| | | |
|---|---|---|
| 40% อะคริลาไมด์/บิส | 8.13 | มิลลิลิตร |
| บัฟเฟอร์ TAE เข้มข้น 50 เท่า | 1 | มิลลิลิตร |
| เติมน้ำปลอดประจุจนได้ปริมาตรสุทธิ | 50 | มิลลิลิตร |

**80% อะคริลาไมด์เจล**

| | | |
|---|---|---|
| 40% อะคริลาไมด์/บิส | 8.13 | มิลลิลิตร |
| บัฟเฟอร์ TAE เข้มข้น 50 เท่า | 1 | มิลลิลิตร |
| ฟอร์มาไมด์ดีไอออไนซ์ | 16 | มิลลิลิตร |
| ยูเรีย | 16.82 | กรัม |
| เติมน้ำปลอดประจุจนได้ปริมาตรสุทธิ | 50 | มิลลิลิตร |

**แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟตเข้มข้น 10%**

| | | |
|---|---|---|
| แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต | 0.1 | กรัม |
| น้ำปลอดประจุ | 1 | มิลลิลิตร |

## 24. พอลิอะคริลาไมด์เจลเข้มข้น 40%

| | | |
|---|---|---|
| 0 % อะคริลาไมด์เจล | 7.5 | มิลลิลิตร |
| 80 % อะคริลาไมด์เจล | 7.5 | มิลลิลิตร |
| แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟตเข้มข้น 10% | 150 | ไมโครลิตร |
| TEMED (N,N,N′,N′-Tetra-methyl-ethylenediamine) | 10 | ไมโครลิตร |

## 25. พอลิอะคริลาไมด์เจลเข้มข้น 70%

| | | |
|---|---|---|
| 0 % อะคริลาไมด์เจล | 1.875 | มิลลิลิตร |
| 80 % อะคริลาไมด์เจล | 13.125 | มิลลิลิตร |
| แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟตเข้มข้น 10% | 150 | ไมโครลิตร |
| TEMED (N,N,N′,N′-Tetra-methyl-ethylenediamine) | 10 | ไมโครลิตร |

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุธาวัลย์ ดีสวัสดิ์ เกิดเมื่อวันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ.2525 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2546 และเข้ารับการศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547