

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กรมควบคุมมลพิษ. 2543. กากของเสียและสารอันตราย. พีเอเอช (โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน). กรุงเทพมหานคร : ไอเดีย สแควร์.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2545. สถานการณ์มลพิษด้านของเสียอันตราย. สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ.2545. กรุงเทพมหานคร : ที.พรินติ้ง.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]
- จิรทีปณ์ แสงรัก. 2547. การย่อยสลายไพรีนและสารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่น โดยกลุ่มแบคทีเรียที่แยกได้จากใบพืชตระกูลถั่ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นารีรัตน์ เจริญช่าง. 2544. การใช้วัสดุจากการเกษตรเร่งการย่อยสลายสารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนโดยจุลินทรีย์ในดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิวัติ เรืองพานิช. 2537. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สหมิตรออฟเซต.
- ปิยนุช บุญศิริชัย. 2547. การศึกษาความเป็นไปได้ของการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งจากปอเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยใช้ผักกระเฉด. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- มูลนิธิโลกสีเขียว. 2543. โครงการนักสืบสายน้ำ. ข่าวสารเครือข่ายครูและนักเรียนสำรวจสภาพลำน้ำ [online]. แหล่งที่มา: [http://www.greenworld.or.th/1\\_rspy\\_newsletter\\_p11\\_b.htm](http://www.greenworld.or.th/1_rspy_newsletter_p11_b.htm) [2 สิงหาคม 2550]
- วรรษยา สุนทรสารทูล. 2542. ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดนก พันธุ์พืช และการจัดการสวนสาธารณะเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วิทย์ญา ชวเจริญพันธ์. 2549. การสร้างกล้าเชื้อในวัสดุพาหะเพื่อเสริมการรอดชีวิตของกลุ่มแบคทีเรีย STK ในดินที่ปนเปื้อนไพรีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2547. มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม. แนวการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : องค์การค้ำของคุรุสภา.
- สุพินดา ศิริวราศิลป์. 2545. การใช้ไบโฟิล์มตระกูลถั่วและพารามีเตอร์บางประการในการเสริมการย่อยสลายไพรีนในดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2542. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2540. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์วิบูลย์การปก.

### 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. 4<sup>th</sup> 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. Biodegradation 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 aromaticity. 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](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 anthracene and hexadecane in compost manured soil. Appl. Microbiol. Biotechnol. 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 reference guide. New York: Van Nostrand Reinhold.
- 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. Chemosphere. 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 Saylor, G. S. 1993. NAH plasmid-mediated catabolism of anthracene and phenanthrene to naphthoic acids. Appl. Environ. Microbiol. 59: 1938-1942.
- Mesdaghinia, A. R., Nasser, 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 9<sup>th</sup> 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. Accumulation 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. Biophys [online]. Available from:  
[http://umbbd.ahc.umn.edu/pha/pha\\_image\\_map\\_1.html](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 substances. 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., Nyssönen, 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[ $a$ ]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., Rafill, 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. Bioremediation 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. Biotechnol. 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. Environ. 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 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )	3.0	กรัม
	ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเดคะไฮเดรต ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ )	5.5	กรัม
	โปแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )	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 จากนั้นนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 20 นาที เติมสารละลายในส่วน ข. ที่ทำการเตรียมแยกแต่ละชนิดและทำให้ปราศจากเชื้อโดยกรองผ่านชุดกรองลำไส้จุรูปเซลลูโลสอะซีเตท ขนาดรู 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 °C เป็นเวลา 20 นาที ทิ้งไว้จนได้อุณหภูมิ 50-60 °C จึงเติมน้ำกลั่นในส่วน ข. ที่ปราศจากเชื้อแล้วก่อนนำไปใช้

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

ทริปโตเนน (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. สารละลายพีแวนทรินและไพรีนในไดเมทิลซัลฟอกไซด์

ซังพีแวนทรินและไพรีนอย่างละ 0.05 กรัม ละลายในไดเมทิลซัลฟอกไซด์ปริมาตร 10 มล. ผสมด้วยเครื่องปั่นผสมจนผลึก PAHs ละลายหมด ทำให้ปราศจากเชื้อโดยกรองด้วยชุดกรองสำเร็จรูปชนิด PTFE ที่มีขนาดรูกว้าง 0.20 ไมโครเมตร เก็บรักษาในขวดสีชาหรือห่อให้มิดชิดเก็บที่อุณหภูมิ  $-20^{\circ}\text{C}$  เติมลงในอาหารเหลว CFMM ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและเย็นลงที่อุณหภูมิห้องแล้ว

## 2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มัล

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

## 3. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.85%

ซังโซเดียมคลอไรด์ 0.85 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มล. หนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ  $121^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 20 นาที

## 4. สารละลาย Triton X-100 15%

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

## 5. 70% เอทานอล

ละลายเอทานอลสัมบูรณ์ ปริมาตร 700 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นปลอดประจุปริมาตร 300 มิลลิลิตร

## 6. สารละลาย 10% SDS

ชั่ง sodium dodecyl sulfate น้ำหนัก 10 กรัม ค่อยๆ ละลายในน้ำปลอดประจุที่อุณหภูมิ 60 °C ปริมาตร 80 มล. เมื่อละลายหมดเติมน้ำปลอดประจุให้ครบปริมาตร 100 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °C 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 °C 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. จากนั้นเติมเกลือโซเดียมไฮดรอกไซด์ คนให้เข้ากันรอให้เย็นลงแล้วจึงปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นให้เป็น 8.0 เติมน้ำปลอดประจุจนเป็นปริมาตร 1,000 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °C 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. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 20 นาที

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

Tris base	242	กรัม
กรดอะซิติกเข้มข้น	57.1	มล.
สารละลาย EDTA เข้มข้น 0.5 โมลาร์ pH 8.0	100	มล.

ละลายส่วนประกอบทั้งหมดในน้ำปลอดประจุปริมาตร 800 มล. แล้วเติมน้ำปลอดประจุจนเป็นปริมาตร 1,000 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °C 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 °C ปริมาตร 80 มล. จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ เมื่อละลายหมดแล้วเติมน้ำปลอดประจุจนเป็นปริมาตร 100 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 20 นาที

## 12. สารละลายฟีนอล (phenol)

นำฟีนอลในรูปเกล็ดของแข็งมาห่อมเหลวที่อุณหภูมิ 68 °C 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 °C ในขวดสีชาที่ปิดฝาแน่น

## 13. สารละลายฟีนอล/คลอโรฟอร์ม/ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์

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

## 14. สารละลายคลอโรฟอร์ม/ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์

ผสมคลอโรฟอร์มและไอโซเอมิลแอลกอฮอล์เข้าด้วยกันในอัตราส่วน 24 : 1 (ปริมาตรต่อปริมาตร) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C

## 15. Loading dye

Bromphenolblue	0.025 %
ซูโครส	40 %

ละลายส่วนผสมในน้ำปลอดประจุปลอดเชื้อ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C

#### 16. สารละลายเอธิเดียมโบรไมด์ในบัฟเฟอร์ TAE

ละลายผงเอธิเดียมโบรไมด์ในบัฟเฟอร์ TAE ให้มีความเข้มข้นสุดท้ายเท่ากับ 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เก็บในภาชนะที่ปิดสนิทในที่มืด

#### 17. สารละลายไซเดียมอะซีเตท เข้มข้น 3 โมลาร์ ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.2

ละลายไซเดียมอะซีเตท น้ำหนัก 204 กรัม ในน้ำปลอดประจุให้ได้ปริมาตรประมาณ 400 มล. นำไปปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เป็น 5.2 ด้วยกรดอะซีติกปริมาตรประมาณ 57 มล. เติมน้ำปลอดประจุให้ได้ปริมาตรครบ 500 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 20 นาที

#### 18. สารละลายโปรตีนเนสเค (proteinase K) ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ละลายผงโปรตีนเนสเคน้ำหนัก 20 มก. ในน้ำปลอดประจุปลอดเชื้อให้ครบปริมาตร 1 มล. เก็บที่อุณหภูมิ -20 °C

#### 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. กลิเซอรอล

นำกลีเซอรอลมานึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °C 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 มิลลิลิตร และ 1 โมลาร์ สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 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
ฟอร์มาไมด์ดีไฮไดรอน	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 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา ภาควิชา จุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2546 และเข้ารับการ ศึกษาต่อในระดับปริญญาโทวิทยาศาสตร์ สาขาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม ภาควิชา จุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547



