

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมควบคุมมลพิษ. (2547). ไตรคลอโรเอทิลีน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไอเดีย สแควร์.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2545). โทลูอีน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไอเดีย สแควร์.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2542). ฟีนอล. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ศรีเมืองการพิมพ์ จำกัด.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2543). มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน[Online]. แหล่งที่มา:
<http://www.pcd.go.th>[31 กรกฎาคม 2547]

ภาษาอังกฤษ

- Alvarez-Cohen, L., and McCarty P. L. (1991). A Cometabolic Biotransformation Model for Halogenated Aliphatic Compounds Exhibiting Product Toxicity. Environ. Sci. Technol., 25(8): 1381-1387.
- Alvarez-Cohen, L., and Speitel, G. E. J. (2001). Kinetics of Aerobic Cometabolism of Chlorinated Solvents. Biodegradation 12(2): 105-126.
- Anderson J. E., and McCarty P. L. (1997). Transformation Yields of Chlorinated Ethenes by a Methanotrophic Mixed Culture Expressing Particulate Methane Monooxygenase. Appl. Environ. Microbiol. 63: 687-693.
- Arciero, D., Vannelli, T., Lagan, M., and Hopper, A. B. (1989). Degradation of Trichloroethylene by the Ammonia Oxidizing Bacterium Nitrosomonas europaea. Biochem. Biophys. Res. Commun. 159(2) 640-643.
- Arp, D. J., Yeager, C. M., and Hyman, M. R. (2001). Molecular and Cellular Fundamentals of Aerobic Cometabolism of Trichloroethylene. Biodegradation 12: 81-103.

- Ayoubi, P. J., and Harker, A. R. (1998). Whole-Cell Kinetics of Trichloroethylene Degradation by Phenol Hydroxylase in a *Ralstonia eutropha* JMP134 Derivative. Appl. Environ. Microbiol. 64(11): 4353-4356.
- Bielefeldt, A. R., Stensel, H. D., and Strand, S. E. (1995). Cometabolic Degradation of TCE and DCE Without Intermediate Toxicity. J. of Environmental Engineering 121(11): 791-797.
- Chang, M. K., Voice, T. C., and Criddle, C. S. (1993). Kinetics of competitive inhibition and cometabolism in the biodegradation of benzene, toluene, and p-xylene by two *Pseudomonas* isolates. Biotechnol. Bioeng. 41: 1057-1065.
- Chang, H. L., and Alvarez-Cohen, L. (1995a). Model for the Cometabolic Biodegradation of Chlorinated Organics. Environ. Sci. Technol. 29: 2357-2367.
- Chang, H. L., and Alvarez-Cohen, L. (1995b). Transformation Capacities of Chlorinated Organics by Mixed Cultures Enriched on Methane, Propane, Toluene or Phenol. Biotechnol. Bioeng. 45: 440-449.
- Chang, H. L., and Alvarez-Cohen, L. (1996). Biodegradation of Individual and Multiple Chlorinated Aliphatic Hydrocarbons by Methane-Oxidizing Cultures. Appl. Environ. Microbiol. 62(9): 3371-3377.
- Chemical Land21 (2000). Benzyl Alcohol[Online]. Available from: www.chemicaland21.com/arokorhi/industrialchem/solalc/BENZYL%20ALCOHOL.htm[2004, July 5]
- Choi, Y. B., Lee, J. Y., and Kim, H. S. (1992). A novel bioreactor for the biodegradation of inhibitory aromatic solvents: experimental results and mathematical analysis. Biotechnol. Bioeng. 40: 1403-1411.
- Chu, K. H., and Alvarez-Cohen, L. (1996). Trichloroethylene Degradation by Methane Oxidizing Culture Grown with Various Nitrogen Sources. Water Environment Research 68: 76-82.
- Coleman, N. V., Mattes, T. E., Gossett, J. M., and Spain, J. C. (2002a). Biodegradation of *cis*-Dichloroethene as the Sole Carbon Source by a β -Proteobacterium. Appl. Environ. Microbiol. 68(6): 2726-2730.

- Coleman, N. V., Mattes, T. E., Gossett, J. M., and Spain, J. C. (2002b). Phylogenetic and Kinetic Diversity of Aerobic Vinyl Chloride-Assimilating Bacteria from Contaminated Sites. Appl. Environ. Microbiol. 68(12): 6162-6171.
- Ely, R. L., Williamson, K. J., and Arp, D. J. (1997). Cometabolism of Chlorinated Solvents by nitrifying bacteria: Kinetics Substrate Interaction, Toxicity Effects, and Bacterial Response. Biotechnol. Bioeng. 54: 520-534.
- Ensign, S. A., Hyman, M. R., and Arp, D. J. (1992). Cometabolic Degradation of Chlorinated Alkenes by Alkene Monooxygenase in a Propylene-Grown *Xanthobacter* Strain. Appl. Environ. Microbiol. 58(9): 3038-3046.
- Ensign, S. (1996). Aliphatic and Chlorinated Alkenes and Epoxides as Inducers of Alkene Monooxygenase and Epoxidase Activities in *Xanthobacter* Strain Py2. Appl. Environ. Microbiol. 62(1): 61-66.
- European Commission (2002). Opinion of the Scientific Committee on Food on Benzyl alcohol[Online]. Available from:
http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out138_en.pdf[2004, July 3]
- Folsom, B. R., Chapman, P. J. and Pritchard, P. H. (1990). Phenol and Trichloroethylene Degradation by *Pseudomonas cepacia* G4: Kinetics and Interactions between substrates. Appl. Environ. Microbiol. 56(5): 1279-1285.
- Folsom, B. R., and Chapman, P. J. (1991). Performance Characterization of a Model Bioreactor for the Biodegradation of Trichloroethylene by *Pseudomonas cepacia* G4. Appl. Environ. Microbiol. 57(6): 1602-1608.
- Fries, M. R., Forney, L. J., and Tiedje, J. M. (1997a). Phenol and toluene degrading microbial populations from an aquifer in which successful trichloroethylene cometabolism occurred. Appl. Environ. Microbiol. 63(4):1523-1530.
- Fries, M. R., Hopkins, G. D., McCarty, P. L., Forney, L. J., and Tiedje, J. M. (1997b). Microbial succession during a field evaluation of phenol and toluene as the primary substrates for trichloroethylene cometabolism. Appl. Environ. Microbiol. 63(4):1515-1522.
- Futamata, H., Harayama, S., and Watanabe, K. (2001). Diversity in Kinetics Trichloroethylene- Degrading Activities Exhibited by Phenol Degrading bacteria. Appl. Environ. Microbiol. 55: 248-253.

- Gao, J., and Skeen, R. S. (1999). Glucose-Induced Biodegradation of cis-Dichloroethylene Under Aerobic Conditions. Wat. Res. 33(12): 2789-2796.
- Goudar, C. T., Ganji, S. H., Pujar, B. G., and Strevett, K. A. (2000). Substrate Inhibition Kinetics of Phenol Biodegradation. Water Environment Research. 72(1): 50-55.
- Hartmans, S., and Bony, J. A. M. D. (1992). Aerobic Vinyl Chloride Metabolism in *Mycobacterium aurum* L1. Appl. Environ. Microbiol. 58(4): 1220-1226.
- Heald, S., and Jenkins, R. O. (1994). Trichloroethylene Removal and Oxidation Toxicity Mediated by Toluene Dioxygenase of *Pseudomonas putida*. Appl. Environ. Microbiol. 60(12): 4634-4637.
- Hopkins G. D., McCarty P. L. (1995). Field evaluation of in situ aerobic cometabolism of trichloroethylene and three dichloroethylene isomers using phenol and toluene as primary substrates. Environ. Sci. Technol. 29: 1628-1637.
- Hopkins G.D., Semprini L., and McCarty P.L. (1993a). Microcosm and in situ field studies of enhanced biotransformation of trichloroethylene by phenol-utilizing microorganisms. Appl. Environ. Microbiol. 59(7): 2277-2285.
- Hopkins, G. D., Munakata, J., Semprini, L., and McCarty, P. L. (1993b). Trichloroethylene Concentration Effects on Pilot Field Scale In-Situ Groundwater Bioremediation by Phenol-Oxidizing Microorganisms. Environ. Sci. Technol. 27: 2542-2547.
- Kahng, H. Y., Malinverni, J. C., Majko, M. M. and Kukor, J. J. (2001). Genetic and Functional Analysis of the *tbc* Operons for Catabolism of Alkyl- and Chloroaromatic Compounds in *Burkholderia* sp. Strain JS150. Appl. Environ. Microbiol. 67(10): 4805-4816.
- Kelly, C. J., Bienkowski, P. R., and Sayler, G. S. (2000). Kinetic Analysis of a *tod-lux* Bacterial Reporter for Toluene Degradation and Trichloroethylene Cometabolism. Biotechnol. Bioeng. 69(3): 256-264.
- Kim, Y., Arp, D. J., and Semprini, L. (2000). Chlorinated Solvent Cometabolism by Butane Grown Mixed Culture. J. Environmental Engineering 126(10): 934-942.

- Landa, A. S., Sipkema, E. M., Weijma, J., Beenackers, A. C. M., Dolfig, J., and Janssen, D. B. (1994). Cometabolic degradation of Trichloroethylene by *Pseudomonas cepacia* G4 in a Chemostat with Toluene as the Primary Substrate. Appl. Environ. Microbiol. 60(9): 3368-3374.
- Lee, S. B., Strand, S. E., and Stensel, H. D. (2000). Sustained Degradation of Trichloroethylene in a Suspended Growth Gas Treatment Reactor by an Actinomycetes Enrichment. Environ. Sci. Technol. 34(15): 3261-3268.
- Leonard, D., and Lindley, N. D. (1999). Growth of *Ralstonia Eutropha* on Inhibitory Concentrations of Phenol: Diminished Growth Can Be Attributed to Hydrophobic Perturbation of Phenol Hydroxylase Activity. Enzyme and Microbial Technol. 25: 271-277.
- Mars, A. E., Houwing, J., Dolfig, J., and Janssen, D. B. (1996). Degradation of toluene and trichloroethylene by *Burkholderia cepacia* G4 in growth-limited fed-batch culture. Appl. Environ. Microbiol. 62: 886-891.
- McCarty, P. L. (1997). Aerobic Cometabolism of Chlorinated Aliphatic Hydrocarbons. In Ward, C. H., Cherry, J. A., and Scalf, M. R. (eds), Subsurface Restoration, 373-395. Michigan: Ann Arbor Press.
- McCarty, P. L., Goltz, M. N., Hopkins, G. D., Dolan, M. E., Allan, J. P., Kawakami, B. T., and Carrothers, T. J. (1998). Full-Scale Evaluation of In Situ Cometabolic Degradation of Trichloroethylene in Groundwater through Toluene Injection. Environ. Sci. Technol., 32(1): 88-100.
- Metcalf and Eddy. (2003). Wastewater Engineering Treatment and Reuse. 4 th ed. New York: McGraw-Hill.
- Mirpuri, R., Jones, W., and Bryers, J. D. (1997). Toluene degradation kinetics for planktonic and biofilm-grown cells of *Pseudomonas putida* 54G. Biotechnol. Bioeng. 53: 535-546.
- Muller, R. H., Babel, W. (1995). Determination of the Ks Values during the Growth of *Alcaligenes eutrophus* on Phenol, 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid and Fructose. Acta Biotechnol. 4: 347-353.

- National Technical Information Service (1989). TR-343 Toxicology and Carcinogenesis Studies of Benzyl Alcohol (CAS No. 100-51-6) in F344/N Rats and B6C3F1 Mice (Gavage Studies)[Online]. Available from:
http://ntp_server.niehs.nih.gov/cgi/iH_Indexes/ALL_SRCH/iH_ALL_SRTR_Frames.html[2004, August 2]
- Nelson, M. J. K., Montgomery, S. O., Mahaffey, W. R., and Pritchard, P. H. (1987). Biodegradation of Trichloroethylene and Involvement of an Aromatic Biodegradative Pathway. Appl. Environ. Microbiol. 53(5): 949-954.
- Nelson, M. J. K., Montgomery, S. O., and Pritchard, P. H. (1988). Trichloroethylene Metabolism by Microorganisms That Degrade Aromatic Compounds. Appl. Environ. Microbiol. 54(2): 604-606.
- Newman, L. M., and Wackett L. P. (1995). Purification and characterization of toluene 2-monooxygenase from *Burkholderia cepacia* G4. Biochemistry. 34: 14066–14076.
- Oh, Y. S., Shareefdeen, Z., Baltzis, B. C., and Bartha, R. (1994). Interactions between benzene, toluene, and p-xylene (BTX) during their biodegradation. Biotechnol. Bioeng. 44: 533–538.
- Oldenhuis, R., Oedzes, J. Y., Waarde, J. J., and Janssen, D. B. (1991). Kinetics of Chlorinated Hydrocarbon Degradation by *Methylosinus trichosporium* OB3b and Toxicity of Trichloroethylene. Appl. Environ. Microbiol. 57: 7-14.
- Oramas Suttinun. 2003. Biodegradation of Trichloroethylene Using Plant Terpenes as Inducer. Master's Thesis, Environmental Management (Inter-Department) Chulalongkorn University.
- Park, J., Jerome, J. K., and Linda M. A. (2002). Characterization of the Adaptive Response to Trichloroethylene-Mediated Stresses in *Ralstonia pickettii* PKO1. Appl. Environ. Microbiol. 68: 5231–5240.
- Pedersen, A. R., Moller, S., Molin, S., and Arvin, E. (1997). Activity of toluene degrading *Pseudomonas putida* in the early growth phase of a Biofilm for waste gas treatment. Biotechnol. Bioeng. 54: 131–141.
- Reardon, K. F., Mosteller, D. C., and Julia, D., and Bull, R. (2000). Biodegradation Kinetics of Benzene Toluene, and Phenol as Single and Mixed Substrates for *Pseudomonas putida* F1. Biotechnol. Bioeng. 69 : 385-400.

- Semprini, L. (1997). Strategies for the Aerobic Co-Metabolism of Chlorinated Solvents. Curr. Op. Biotech. 8(3): 296-308.
- Semprini, L, Roberts, P. V., Hopkins, G. D., and McCarty, P. L. (1990). A Field Evaluation of In-Situ Biodegradation of Chlorinated Ethenes. Ground Water 28(5): 715-727.
- Shields, M. S., Montgomery, S. O., Chapman, P. J., Cuskey, S. M., and Pritchard, P. H. (1989). Novel Pathway of Toluene Catabolism in the Trichloroethylene-Degrading Bacterium G4. Appl. Environ. Microbiol. 55(6): 1624-1629.
- Shurtliff, M. W., Parkin, G. F., Weathers, L. J., and Gibson, D. T. (1996). Biotransformation of Trichloroethylene by a Phenol-Induced mixed Culture. J. Environmental Engineering 122: 581-589.
- Sun, A. K., and Wood, T. K. (1996). Evaluation of trichloroethylene degradation and mineralization by pseudomonads and *Methylosinus trichosporium* OB3b. Appl. Microbiol. Biotech. 45: 248-256.
- Tejasen Sarun. 2003. Aerobic Biotransformation of Chlorinated Aliphatic Hydrocarbons by a Benzyl alcohol Grown Mixed Culture: Cometabolism, Mechanism, Kinetics, and Modeling. Doctoral dissertation, Department of Civil Engineering Oregon State University.
- U.S.EPA (1999). Integrated Risk Information System (IRIS) on Toluene [Online]. Available from: <http://www.epa.gov/ttn/atm/hlthef/toluene.html>[2004, August 15]
- U.S.EPA (2000). Chemical-Specific Parameters[Online]. Available from: http://www.epa.gov/superfund/resources/soil/part_5.pdf[2004, July 2]
- U.S.EPA (2002). List of Drinking Water Contaminants & MCLs[Online]. Available from: <http://www.epa.gov/Safewater/mcl.html>[2004, July 25]
- Vancheeswaran, S., Halden, R. U., Williamson, K. J., Ingle, J. D., and Semprini, L. (1999). Abiotic and Biological Transformation of Tetraalkoxysilanes and Trichloroethene/cis-1,2-Dichloroethene Cometabolism Driven by Tetrabutoxysilane-Degrading Microorganisms. Environ. Sci. Technol., 33(7): 1077-1085.
- Verce, M. F., Ulrich, R. L., and Freedman, D. L. (2000). Characterization of an Isolate That Uses Vinyl Chloride as a Growth Substrate under Aerobic Conditions. Appl. Environ. Microbiol. 66(8): 3535-3542.

- Wackett, L. P., and Gibson, D. T. (1988). Degradation of trichloroethylene by toluene dioxygenase in whole-cell studies with *Pseudomonas putida* F1. Appl. Environ. Microbiol. 54(7): 1703-1708.
- Wackett, L. P., Brusseau, G. A., Householder, S. R. and Hanson, R. S. (1989a). Survey of Microbial Oxygenases Trichloroethylene Degradation by Propane-Oxidizing bacteria. Appl. Environ. Microbiol. 55: 2960-2964.
- Wackett, L. P., and Householder, S. R. (1989b). Toxicity of Trichloroethylene to *Pseudomonas putida* F1 Is Mediated by Toluene Dioxygenase. Appl. Environ. Microbiol. 55(10): 2723-2725.
- Whittaker, M., Monroe, D., Oh, D. J. and Anderson S. (2003). Trichloroethylene Degradation Pathways[Online]. Available from:
http://umbbd.ahc.umn.edu/tce/tce_map.html[2004, July 2]
- Wilson J.T., and Wilson B.H. (1985). Biotransformation of trichloroethylene in soil. Appl. Environ. Microbiol. 49(1): 242-243.
- Yeager, C. M., Bottomley, P. J., Arp, D. J., and Hyman, M. R. (1999). Inactivation of Toluene 2-Monooxygenase in *Burkholderia cepacia* G4 by Alkynes. Appl. Environ. Microbiol. 65(2): 632-639.
- Yeager, C. M., Bottomley, P. J., and Arp, A. J., (2001). Cytotoxicity Associated with trichloroethylene Oxidation in *Burkholderia cepacia* G4. Appl. Environ. Microbiol. 67(5): 2107-2115.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก.

ส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ Basal Salts Medium

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-1 ส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ Basal Salts Medium
(Yeager และคณะ, 1999)

สารเคมี		ปริมาณ (กรัม) ในน้ำกลั่น 1 ลิตร	ความเข้มข้น (มก./ล.)
KH_2PO_4	ปรับ pH = 7	6.8	6800
K_2HPO_4	ด้วย 6 N NaOH	8.7	8700
NaNO_3		0.531	531
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		0.2	200
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		0.046	46.24
disodium EDTA		0.01	10
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		0.008	8.55
H_3BO_3		0.00143	1.43
$\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		0.00102	1.02
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		0.00032	0.32
$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		0.0001	0.1
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$		0.00008	0.08
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		0.00005	0.05

ก่อนนำอาหารเลี้ยงเชื้อ Basal Salts Medium มาใช้ต้องนำไปนึ่งฆ่าเชื้อโรคด้วยเครื่อง Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข.

ผลการศึกษาค่า Growth Yield (Y)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-1 ความเข้มข้นของฟีนอลที่เปลี่ยนแปลงในการศึกษาหาค่า Growth Yield (Y)

Time (hrs)	Phenol Concentration(mg/L)			
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4Control
0	37.503	32.782	30.577	36.007
3	28.603	24.895	27.313	42.761
12	19.800	20.201	24.383	47.410
24	0.103	0.906	0.000	37.494
26	49.933	49.647	54.233	37.331
35	0.000	0.000	0.000	38.705
36	42.700	40.163	36.463	37.388
45	0.000	0.000	0.000	38.116
47	41.423	37.445	43.800	44.554
53	0.000	0.000	0.000	33.012
58	41.417	49.987	42.652	42.429
67	0.000	0.000	0.000	32.576
68	47.975	50.598	50.372	45.821
75	0.000	0.000	0.000	42.483
76	45.468	46.705	46.068	39.176
81	0.000	0.000	0.000	37.145
82	48.936	51.352	50.734	36.687
90	0.000	0.000	0.000	41.761
91	48.722	42.864	48.142	44.402
97	0.000	0.000	0.000	42.310
98	61.964	73.100	55.224	37.056
104	0.000	0.000	0.000	41.372
105	65.982	54.002	66.675	37.486
114	0.000	0.000	0.000	34.109
115	51.250	51.480	54.860	42.596
121	0.000	0.000	0.000	39.406
122	55.008	46.161	55.902	41.823
128	0.000	0.000	0.000	39.704
129	74.190	62.285	62.914	34.168

ตารางที่ ข-1 ความเข้มข้นของฟีนอลที่เปลี่ยนแปลงในการศึกษาหาค่า Growth Yield (Y)

Time (hrs)	Phenol Concentration(mg/L)			
	1	2	3	Control
138	0.000	0.000	0.000	36.606
139	56.361	62.562	57.257	38.331
145	0.000	0.000	0.000	37.163
146	53.091	59.263	53.428	38.265
150	0.000	0.000	0.000	35.421

ตารางที่ ข-2 ค่า OD₅₅₀ ที่เพิ่มขึ้นจากผลการศึกษาหาค่า Growth Yield (Y) โดยใช้ฟีนอลเป็นขั้วสเตรต

Time (hrs)	OD ₅₅₀			
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4 (Control)
0	0.000	0.000	0.000	0.000
24	0.077	0.080	0.089	0.015
35	0.168	0.181	0.193	0.018
45	0.271	0.296	0.291	0.011
53	0.357	0.369	0.362	0.014
67	0.443	0.501	0.479	0.021
75	0.492	0.552	0.561	0.017
81	0.598	0.631	0.632	0.019
90	0.648	0.682	0.691	0.022
97	0.708	0.758	0.748	0.023
104	0.786	0.905	0.844	0.025
128	0.880	0.950	0.961	0.024
138	0.891	0.958	0.960	0.026
145	0.861	0.986	0.988	0.025
150	0.982	0.986	1.059	0.024



ภาคผนวก ค.

ผลการศึกษาค่า TCE Transformation Yield (T_y)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-1 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้โกลีอินเป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 1 ลำดับที่ 1)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.39	0.11	36.74	2.53	1.39	0.11	36.32	2.50	1.28	0.10	37.84	2.60	1.29	0.10	36.42	2.50
2	1.73	0.13	33.10	2.28	1.42	0.11	36.42	2.50	1.43	0.11	38.08	2.62	1.46	0.11	35.84	2.46
4	1.35	0.10	34.65	2.38	1.39	0.11	34.71	2.39	1.50	0.12	33.59	2.31	1.35	0.10	36.46	2.51
6	1.77	0.14	30.52	2.10	1.40	0.11	32.22	2.22	1.55	0.12	32.85	2.26	1.44	0.11	35.90	2.47
10	1.61	0.12	3.07	0.21	1.26	0.10	2.04	0.14	1.51	0.12	1.57	0.11	1.32	0.10	36.94	2.54
13	1.00	0.08	0.00	0.00	0.82	0.06	0.00	0.00	0.90	0.07	0.00	0.00	1.41	0.11	34.08	2.34
23	0.78	0.06	0.00	0.00	0.68	0.05	0.00	0.00	0.64	0.05	0.00	0.00	1.38	0.11	35.40	2.43
27	0.90	0.07	0.00	0.00	0.70	0.05	0.00	0.00	0.74	0.06	0.00	0.00	1.25	0.10	33.20	2.28
31	0.89	0.07	0.00	0.00	0.66	0.05	0.00	0.00	0.63	0.05	0.00	0.00	1.32	0.10	32.19	2.21
35	0.67	0.05	0.00	0.00	0.64	0.05	0.00	0.00	0.60	0.05	0.00	0.00	1.27	0.10	33.45	2.30
39	0.64	0.05	0.00	0.00	0.63	0.05	0.00	0.00	0.58	0.04	0.00	0.00	1.35	0.10	32.23	2.22
43	0.65	0.05	0.00	0.00	0.60	0.05	0.00	0.00	0.60	0.05	0.00	0.00	1.24	0.10	34.81	2.39
ΔM_{TCE}	0.0699				0.0599				0.0665				0.0075			
T_y	0.0277				0.0240				0.0256				-			

ตารางที่ ค-2 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้ไทลูอินเป็นขั้วสเตรต (การทดลองชุดที่ 1 ลำดับที่ 2)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.32	0.10	34.73	2.39	1.06	0.08	33.23	2.29	1.13	0.09	36.05	2.48	1.24	0.10	35.62	2.45
4	1.26	0.10	33.56	2.31	1.39	0.11	33.03	2.27	1.47	0.11	31.51	2.17	1.38	0.11	40.05	2.75
6	1.37	0.11	33.69	2.32	1.40	0.11	30.64	2.11	1.33	0.10	33.03	2.27	1.35	0.10	39.46	2.71
8	1.31	0.10	28.27	1.94	1.34	0.10	28.38	1.95	1.31	0.10	28.47	1.96	1.40	0.11	39.90	2.74
10	1.16	0.09	22.77	1.57	1.41	0.11	23.55	1.62	1.22	0.09	23.06	1.59	1.34	0.10	36.94	2.54
12	1.33	0.10	17.67	1.22	1.29	0.10	16.64	1.14	1.20	0.09	16.04	1.10	1.18	0.09	35.16	2.42
16	1.03	0.08	0.00	0.00	1.15	0.09	0.00	0.00	1.01	0.08	0.00	0.00	1.41	0.11	34.53	2.37
24	0.89	0.07	0.00	0.00	0.98	0.08	0.00	0.00	0.95	0.07	0.00	0.00	1.25	0.10	37.49	2.58
29	0.84	0.06	0.00	0.00	0.85	0.07	0.00	0.00	0.82	0.06	0.00	0.00	1.19	0.09	38.56	2.65
34	0.84	0.06	0.00	0.00	0.88	0.07	0.00	0.00	0.85	0.07	0.00	0.00	1.28	0.10	35.76	2.46
39	0.65	0.05	0.00	0.00	0.63	0.05	0.00	0.00	0.60	0.05	0.00	0.00	1.26	0.10	33.20	2.28
48	0.64	0.05	0.00	0.00	0.65	0.05	0.00	0.00	0.57	0.04	0.00	0.00	1.23	0.09	34.91	2.40
ΔM_{TCE}	0.0502				0.0516				0.0516				0.0090			
T_y	0.0210				0.0226				0.0208				-			

ตารางที่ ค-3 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 1 ลำดับที่ 3)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.87	0.14	34.63	1.73	1.55	0.12	39.97	2.00	1.35	0.10	35.63	1.78	1.58	0.12	35.53	1.78
4	2.36	0.18	35.18	1.76	1.56	0.12	38.61	1.93	1.49	0.11	38.14	1.91	1.71	0.13	39.40	1.97
8	2.12	0.16	24.01	1.20	1.62	0.12	26.61	1.33	1.48	0.11	22.28	1.11	1.82	0.14	37.38	1.87
12	2.18	0.17	0.00	0.00	1.63	0.13	0.00	0.00	1.65	0.13	0.00	0.00	1.96	0.15	32.82	1.64
24	2.17	0.17	0.00	0.00	1.69	0.13	0.00	0.00	1.65	0.13	0.00	0.00	1.97	0.15	31.81	1.59
28	2.06	0.16	0.00	0.00	1.60	0.12	0.00	0.00	1.54	0.12	0.00	0.00	1.98	0.15	29.45	1.47
32	1.74	0.13	0.00	0.00	1.70	0.13	0.00	0.00	1.37	0.11	0.00	0.00	2.08	0.16	29.33	1.47
36	1.69	0.13	0.00	0.00	1.43	0.11	0.00	0.00	1.44	0.11	0.00	0.00	1.64	0.13	28.80	1.44
48	2.01	0.15	0.00	0.00	1.35	0.10	0.00	0.00	1.31	0.10	0.00	0.00	1.76	0.14	25.13	1.26
52	1.83	0.14	0.00	0.00	1.44	0.11	0.00	0.00	1.25	0.10	0.00	0.00	1.68	0.13	26.57	1.33
56	1.98	0.15	0.00	0.00	1.47	0.11	0.00	0.00	1.29	0.10	0.00	0.00	2.00	0.15	25.91	1.30
ΔM_{TCE}	0.0167				0.0160				0.0167				0.0054			
T_y	0.0096				0.0080				0.0094				-			

ตารางที่ ค-4 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 1 ลำดับที่ 4)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.39	0.11	39.28	1.96	1.57	0.12	40.55	2.03	1.53	0.12	36.95	1.85	1.47	0.11	35.42	1.77
4	1.44	0.11	36.58	1.83	1.40	0.11	37.70	1.89	1.51	0.12	33.12	1.66	1.58	0.12	40.68	2.03
8	1.58	0.12	31.31	1.57	1.32	0.10	34.58	1.73	1.26	0.10	31.84	1.59	1.47	0.11	33.19	1.66
12	1.19	0.09	0.00	0.00	1.31	0.10	0.00	0.00	1.26	0.10	0.00	0.00	1.36	0.10	38.65	1.93
20	1.17	0.09	0.00	0.00	1.29	0.10	0.00	0.00	1.36	0.10	0.00	0.00	1.44	0.11	39.35	1.97
24	1.21	0.09	0.00	0.00	1.31	0.10	0.00	0.00	1.58	0.12	0.00	0.00	1.30	0.10	38.82	1.94
28	1.36	0.10	0.00	0.00	1.25	0.10	0.00	0.00	1.35	0.10	0.00	0.00	1.62	0.12	37.18	1.86
32	1.32	0.10	0.00	0.00	1.26	0.10	0.00	0.00	1.38	0.11	0.00	0.00	1.58	0.12	37.99	1.90
36	1.30	0.10	0.00	0.00	1.22	0.09	0.00	0.00	1.24	0.10	0.00	0.00	1.49	0.11	35.45	1.77
44	1.15	0.09	0.00	0.00	1.15	0.09	0.00	0.00	1.22	0.09	0.00	0.00	1.52	0.12	33.18	1.66
48	1.11	0.09	0.00	0.00	1.13	0.09	0.00	0.00	1.17	0.09	0.00	0.00	1.44	0.11	30.20	1.51
ΔM_{TCE}	0.0234				0.0249				0.0299				0.0000			
T_y	0.0119				0.0123				0.0162				-			

ตารางที่ ค-5 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 1 ลำดับที่ 5)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.63	0.13	35.61	1.78	1.35	0.10	36.26	1.81	1.38	0.11	37.32	1.87	1.35	0.10	38.71	1.94
4	1.58	0.12	35.63	1.78	1.42	0.11	36.60	1.83	1.36	0.10	37.50	1.88	1.48	0.11	37.70	1.89
8	1.61	0.12	32.41	1.62	1.28	0.10	35.89	1.79	1.37	0.11	36.72	1.84	1.13	0.09	36.86	1.84
12	1.73	0.13	0.00	0.00	1.46	0.11	34.81	1.74	1.34	0.10	26.59	1.33	1.42	0.11	35.32	1.77
16	1.47	0.11	0.00	0.00	1.31	0.10	12.66	0.63	1.23	0.09	0.00	0.00	1.19	0.09	33.20	1.66
24	1.32	0.10	0.00	0.00	1.25	0.10	0.00	0.00	1.24	0.10	0.00	0.00	1.12	0.09	29.98	1.50
28	1.34	0.10	0.00	0.00	1.15	0.09	0.00	0.00	1.24	0.10	0.00	0.00	1.29	0.10	31.15	1.56
32	1.24	0.10	0.00	0.00	1.16	0.09	0.00	0.00	1.26	0.10	0.00	0.00	1.44	0.11	32.45	1.62
36	1.20	0.09	0.00	0.00	1.11	0.09	0.00	0.00	1.12	0.09	0.00	0.00	1.26	0.10	30.66	1.53
40	1.17	0.09	0.00	0.00	1.08	0.08	0.00	0.00	1.05	0.08	0.00	0.00	1.30	0.10	28.67	1.43
48	1.24	0.10	0.00	0.00	1.06	0.08	0.00	0.00	1.09	0.08	0.00	0.00	1.27	0.10	29.15	1.46
ΔM_{TCE}	0.0300				0.0234				0.0249				0.0025			
T_y	0.0169				0.0129				0.0134				-			

ตารางที่ ค-6 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้ไทลลูอินเป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 1 ลำดับที่ 6)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.22	0.09	36.64	2.52	1.15	0.09	43.02	2.96	1.34	0.10	39.14	2.69	1.28	0.10	39.15	2.69
4	1.29	0.10	35.63	2.45	1.30	0.10	42.17	2.90	1.41	0.11	40.38	2.78	1.37	0.11	46.08	3.17
8	1.24	0.10	35.48	2.44	1.34	0.10	38.27	2.63	1.34	0.10	38.49	2.65	1.45	0.11	44.82	3.08
12	1.20	0.09	33.72	2.32	1.05	0.08	36.05	2.48	1.24	0.10	37.90	2.61	1.42	0.11	42.96	2.95
20	1.25	0.10	32.06	2.20	1.29	0.10	33.51	2.30	1.42	0.11	37.06	2.55	1.42	0.11	44.05	3.03
24	1.06	0.08	0.00	0.00	1.03	0.08	0.00	0.00	1.12	0.09	0.00	0.00	1.35	0.10	41.99	2.89
28	1.05	0.08	0.00	0.00	0.93	0.07	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	1.43	0.11	45.74	3.15
32	0.97	0.07	0.00	0.00	0.83	0.06	0.00	0.00	0.97	0.07	0.00	0.00	1.23	0.09	39.57	2.72
36	0.99	0.08	0.00	0.00	0.86	0.07	0.00	0.00	0.82	0.06	0.00	0.00	1.32	0.10	40.52	2.79
44	0.95	0.07	0.00	0.00	0.88	0.07	0.00	0.00	0.90	0.07	0.00	0.00	1.38	0.11	39.44	2.71
48	0.99	0.08	0.00	0.00	0.87	0.07	0.00	0.00	0.92	0.07	0.00	0.00	1.32	0.10	40.63	2.79
ΔM_{TCE}	0.0300				0.0300				0.0300				0.0055			
T_y	0.0119				0.0101				0.0112				-			

ตารางที่ ค-7 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้พินอลเป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 2 ลำดับที่ 1)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.00	0.08	49.18	2.46	1.13	0.09	49.01	2.45	1.27	0.10	50.12	2.51	1.19	0.09	46.64	2.33
2	1.15	0.09	48.93	2.45	1.19	0.09	47.40	2.37	1.25	0.10	46.72	2.34	1.23	0.09	45.64	2.28
4	1.18	0.09	43.64	2.18	1.15	0.09	43.32	2.17	1.22	0.09	43.30	2.17	1.28	0.10	45.68	2.28
6	1.20	0.09	37.45	1.87	1.13	0.09	35.84	1.79	1.17	0.09	36.55	1.83	1.34	0.10	44.37	2.22
10	1.15	0.09	8.06	0.40	1.08	0.08	6.12	0.31	1.11	0.09	6.21	0.31	1.25	0.10	38.18	1.91
13	0.88	0.07	0.00	0.00	0.90	0.07	0.00	0.00	1.01	0.08	0.00	0.00	1.12	0.09	35.99	1.80
23	0.75	0.06	0.00	0.00	0.88	0.07	0.00	0.00	0.96	0.07	0.00	0.00	1.03	0.08	35.32	1.77
27	0.75	0.06	0.00	0.00	0.88	0.07	0.00	0.00	0.79	0.06	0.00	0.00	1.12	0.09	30.12	1.51
31	0.60	0.05	0.00	0.00	0.66	0.05	0.00	0.00	0.66	0.05	0.00	0.00	1.09	0.08	33.23	1.66
35	0.64	0.05	0.00	0.00	0.68	0.05	0.00	0.00	0.67	0.05	0.00	0.00	1.17	0.09	31.58	1.58
39	0.62	0.05	0.00	0.00	0.70	0.05	0.00	0.00	0.69	0.05	0.00	0.00	1.24	0.10	32.29	1.61
43	0.59	0.05	0.00	0.00	0.73	0.06	0.00	0.00	0.68	0.05	0.00	0.00	1.15	0.09	30.78	1.54
ΔM_{TCE}	0.0380				0.0399				0.0499				0.0060			
T_y	0.0154				0.0163				0.0199				-			

ตารางที่ ค-8 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้พินอลเป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 2 ลำดับที่ 2)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.26	0.10	43.32	2.17	1.76	0.14	45.76	2.29	1.45	0.11	46.99	2.35	1.56	0.12	49.60	2.48
4	2.48	0.19	41.37	2.07	1.80	0.14	40.92	2.05	1.50	0.12	39.03	1.95	1.47	0.11	45.64	2.28
6	2.92	0.22	40.40	2.02	1.73	0.13	38.37	1.92	1.80	0.14	38.43	1.92	1.34	0.10	45.68	2.28
8	2.53	0.19	38.38	1.92	1.69	0.13	37.17	1.86	1.45	0.11	35.92	1.80	1.53	0.12	44.37	2.22
10	2.61	0.20	38.33	1.92	1.72	0.13	37.89	1.89	1.39	0.11	36.70	1.84	1.49	0.11	46.95	2.35
12	2.70	0.21	35.20	1.76	1.91	0.15	34.34	1.72	1.77	0.14	33.04	1.65	1.77	0.14	48.11	2.41
16	1.97	0.15	13.50	0.68	1.84	0.14	0.00	0.00	1.59	0.12	0.00	0.00	1.48	0.11	45.57	2.28
24	2.69	0.21	0.00	0.00	1.29	0.10	0.00	0.00	1.35	0.10	0.00	0.00	1.56	0.12	43.86	2.19
29	2.42	0.19	0.00	0.00	1.54	0.12	0.00	0.00	1.29	0.10	0.00	0.00	1.34	0.10	40.56	2.03
34	2.09	0.16	0.00	0.00	1.41	0.11	0.00	0.00	1.17	0.09	0.00	0.00	1.64	0.13	39.44	1.97
39	1.47	0.11	0.00	0.00	1.05	0.08	0.00	0.00	0.99	0.08	0.00	0.00	1.52	0.12	38.15	1.91
48	1.94	0.15	0.00	0.00	1.09	0.08	0.00	0.00	0.97	0.07	0.00	0.00	1.49	0.11	37.18	1.86
ΔM_{TCE}	-				0.0570				0.0469				0.0035			
T_y	-				0.0249				0.0198				-			

ตารางที่ ค-9 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 2 ลำดับที่ 3)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.35	0.10	31.04	1.55	1.24	0.10	26.38	1.32	1.27	0.10	25.91	1.30	1.36	0.10	25.73	1.29
4	1.33	0.10	28.96	1.45	1.39	0.11	26.23	1.31	1.27	0.10	22.86	1.14	1.27	0.10	29.58	1.48
8	1.48	0.11	20.73	1.04	1.42	0.11	23.60	1.18	1.35	0.10	2.24	0.11	1.38	0.11	27.32	1.37
12	1.59	0.12	0.00	0.00	1.46	0.11	0.00	0.00	1.45	0.11	0.00	0.00	1.43	0.11	28.00	1.40
24	1.69	0.13	0.00	0.00	1.29	0.10	0.00	0.00	1.68	0.13	0.00	0.00	1.58	0.12	33.13	1.66
28	1.44	0.11	0.00	0.00	1.21	0.09	0.00	0.00	1.35	0.10	0.00	0.00	1.47	0.11	34.58	1.73
32	1.47	0.11	0.00	0.00	1.34	0.10	0.00	0.00	1.42	0.11	0.00	0.00	1.48	0.11	32.56	1.63
36	1.26	0.10	0.00	0.00	1.18	0.09	0.00	0.00	1.24	0.10	0.00	0.00	1.45	0.11	30.49	1.52
48	1.26	0.10	0.00	0.00	1.11	0.09	0.00	0.00	1.25	0.10	0.00	0.00	1.54	0.12	28.16	1.41
52	1.05	0.08	0.00	0.00	1.09	0.08	0.00	0.00	1.16	0.09	0.00	0.00	1.46	0.11	26.48	1.32
56	1.03	0.08	0.00	0.00	1.02	0.08	0.00	0.00	1.19	0.09	0.00	0.00	1.49	0.11	25.94	1.30
ΔM_{TCE}	0.0266				0.0173				0.0158				0.0000			
T_y	0.0184				0.0132				0.0138				-			

ตารางที่ ค-10 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 2 ลำดับที่ 4)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.29	0.10	36.67	1.83	1.19	0.09	36.39	1.82	1.38	0.11	37.04	1.85	1.36	0.10	38.35	1.92
4	1.38	0.11	35.18	1.76	1.24	0.10	35.64	1.78	1.24	0.10	36.98	1.85	1.27	0.10	38.37	1.92
8	1.18	0.09	33.46	1.67	0.99	0.08	32.32	1.62	1.39	0.11	33.63	1.68	1.35	0.10	39.16	1.96
12	1.07	0.08	0.00	0.00	0.89	0.07	0.00	0.00	1.22	0.09	0.00	0.00	1.16	0.09	38.15	1.91
20	1.07	0.08	0.00	0.00	0.91	0.07	0.00	0.00	0.98	0.08	0.00	0.00	1.24	0.10	33.33	1.67
24	1.03	0.08	0.00	0.00	0.91	0.07	0.00	0.00	1.05	0.08	0.00	0.00	1.30	0.10	29.81	1.49
28	1.02	0.08	0.00	0.00	0.87	0.07	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	1.33	0.10	26.48	1.32
32	1.03	0.08	0.00	0.00	0.87	0.07	0.00	0.00	1.03	0.08	0.00	0.00	1.25	0.10	28.73	1.44
36	1.05	0.08	0.00	0.00	0.92	0.07	0.00	0.00	0.97	0.07	0.00	0.00	1.29	0.10	26.45	1.32
44	1.04	0.08	0.00	0.00	0.85	0.07	0.00	0.00	0.99	0.08	0.00	0.00	1.14	0.09	27.56	1.38
48	1.00	0.08	0.00	0.00	0.82	0.06	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	1.28	0.10	28.75	1.44
ΔM_{TCE}	0.0251				0.0233				0.0255				0.0000			
T_y	0.0137				0.0128				0.0122				-			

ตารางที่ ค-11 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 2 ลำดับที่ 5)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	5.23	0.40	35.83	1.79	1.25	0.10	34.90	1.75	1.00	0.08	35.74	1.79	1.14	0.09	37.55	1.88
4	5.32	0.41	37.20	1.86	1.30	0.10	34.99	1.75	1.27	0.10	35.72	1.79	1.44	0.11	35.39	1.77
8	5.88	0.45	31.07	1.55	1.59	0.12	30.27	1.51	1.58	0.12	31.45	1.57	1.24	0.10	36.87	1.84
12	5.14	0.40	0.00	0.00	1.53	0.12	0.00	0.00	1.28	0.10	0.00	0.00	1.37	0.11	32.29	1.61
16	5.35	0.41	0.00	0.00	1.37	0.11	0.00	0.00	1.25	0.10	0.00	0.00	1.19	0.09	32.35	1.62
24	5.14	0.40	0.00	0.00	1.24	0.10	0.00	0.00	1.10	0.08	0.00	0.00	1.29	0.10	30.46	1.52
28	4.98	0.38	0.00	0.00	1.26	0.10	0.00	0.00	1.15	0.09	0.00	0.00	1.22	0.09	28.99	1.45
32	4.77	0.37	0.00	0.00	1.43	0.11	0.00	0.00	1.30	0.10	0.00	0.00	1.46	0.11	29.56	1.48
36	4.77	0.37	0.00	0.00	1.21	0.09	0.00	0.00	1.12	0.09	0.00	0.00	1.23	0.09	30.89	1.54
40	4.82	0.37	0.00	0.00	1.10	0.08	0.00	0.00	1.01	0.08	0.00	0.00	1.34	0.10	28.32	1.42
48	4.99	0.38	0.00	0.00	1.05	0.08	0.00	0.00	0.99	0.08	0.00	0.00	1.22	0.09	29.56	1.48
ΔM_{TCE}	0.0377				0.0299				0.0200				0.0050			
T_y	0.0210				0.0171				0.0112				-			

ตารางที่ ค-12 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้พืชนอลเป็นชั้นสเตรต (การทดลองชุดที่ 2 ลำดับที่ 6)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.13	0.09	30.51	1.53	1.29	0.10	31.73	1.59	1.32	0.10	30.84	1.54	1.33	0.10	33.75	1.69
4	1.24	0.10	32.22	1.61	1.35	0.10	30.53	1.53	1.11	0.09	30.89	1.54	1.43	0.11	33.55	1.68
8	1.00	0.08	32.01	1.60	1.18	0.09	31.68	1.58	1.27	0.10	26.75	1.34	1.22	0.09	32.88	1.64
12	1.25	0.10	29.25	1.46	1.11	0.09	29.53	1.48	1.23	0.09	27.95	1.40	1.25	0.10	34.07	1.70
20	1.02	0.08	0.00	0.00	0.97	0.07	0.00	0.00	1.28	0.10	0.00	0.00	1.16	0.09	32.91	1.65
24	1.04	0.08	0.00	0.00	0.99	0.08	0.00	0.00	1.10	0.08	0.00	0.00	1.37	0.11	30.45	1.52
28	1.09	0.08	0.00	0.00	1.10	0.08	0.00	0.00	1.07	0.08	0.00	0.00	1.31	0.10	28.15	1.41
32	0.90	0.07	0.00	0.00	1.01	0.08	0.00	0.00	1.08	0.08	0.00	0.00	1.25	0.10	27.38	1.37
36	0.93	0.07	0.00	0.00	1.04	0.08	0.00	0.00	1.05	0.08	0.00	0.00	1.14	0.09	25.59	1.28
44	0.89	0.07	0.00	0.00	1.02	0.08	0.00	0.00	1.01	0.08	0.00	0.00	1.29	0.10	25.88	1.29
48	0.90	0.07	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	0.98	0.08	0.00	0.00	1.28	0.10	25.14	1.26
ΔM_{TCE}	0.0213				0.0150				0.0160				0.0025			
T_y	0.0140				0.0094				0.0104				-			

ตารางที่ ค-13 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้โกลีอินเป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 3 ลำดับที่ 1)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.16	0.09	37.38	2.57	1.18	0.09	34.11	2.35	1.22	0.09	37.25	2.56	1.18	0.09	37.83	2.60
2	1.29	0.10	37.42	2.57	1.32	0.10	35.63	2.45	1.30	0.10	39.81	2.74	1.30	0.10	40.32	2.77
4	1.25	0.10	32.01	2.20	1.22	0.09	32.95	2.27	1.29	0.10	33.50	2.30	1.26	0.10	42.00	2.89
6	1.28	0.10	31.68	2.18	1.42	0.11	31.64	2.18	1.26	0.10	30.96	2.13	1.33	0.10	37.87	2.60
10	1.20	0.09	0.70	0.05	1.09	0.08	0.00	0.00	1.34	0.10	0.08	0.01	1.31	0.10	39.60	2.72
13	0.67	0.05	0.00	0.00	0.68	0.05	0.00	0.00	0.67	0.05	0.00	0.00	1.04	0.08	34.40	2.37
23	0.58	0.04	0.00	0.00	0.53	0.04	0.00	0.00	0.38	0.03	0.00	0.00	1.07	0.08	32.45	2.23
27	0.60	0.05	0.00	0.00	0.63	0.05	0.00	0.00	0.48	0.04	0.00	0.00	1.22	0.09	34.33	2.36
31	0.52	0.04	0.00	0.00	0.57	0.04	0.00	0.00	0.42	0.03	0.00	0.00	1.00	0.08	38.18	2.63
35	0.46	0.04	0.00	0.00	0.45	0.03	0.00	0.00	0.43	0.03	0.00	0.00	1.14	0.09	33.02	2.27
39	0.43	0.03	0.00	0.00	0.42	0.03	0.00	0.00	0.45	0.03	0.00	0.00	1.28	0.10	34.14	2.35
43	0.45	0.03	0.00	0.00	0.47	0.04	0.00	0.00	0.40	0.03	0.00	0.00	1.15	0.09	35.99	2.47
ΔM_{TCE}	0.0609				0.0624				0.0680				0.0080			
T_y	0.0237				0.0266				0.0266				-			

ตารางที่ ค-14 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้โกลีอินเป็นซับสเตรด (การทดลองชุดที่ 3 ลำดับที่ 2)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.27	0.10	34.53	2.37	1.28	0.10	35.04	2.41	1.27	0.10	34.00	2.34	0.98	0.08	33.85	2.33
4	1.23	0.09	32.68	2.25	1.15	0.09	31.49	2.17	1.33	0.10	36.85	2.53	1.15	0.09	34.32	2.36
6	1.11	0.09	26.22	1.80	1.17	0.09	31.32	2.15	1.15	0.09	30.14	2.07	1.20	0.09	35.48	2.44
8	1.21	0.09	27.60	1.90	1.26	0.10	28.56	1.96	1.19	0.09	27.76	1.91	1.12	0.09	33.17	2.28
10	1.18	0.09	22.79	1.57	1.11	0.09	21.98	1.51	1.13	0.09	21.71	1.49	1.31	0.10	37.60	2.59
12	1.24	0.10	17.13	1.18	1.34	0.10	17.02	1.17	1.08	0.08	15.88	1.09	1.12	0.09	33.53	2.31
16	0.99	0.08	0.00	0.00	0.99	0.08	0.00	0.00	1.01	0.08	0.00	0.00	1.07	0.08	34.18	2.35
24	0.90	0.07	0.00	0.00	0.83	0.06	0.00	0.00	0.88	0.07	0.00	0.00	1.22	0.09	33.15	2.28
29	0.81	0.06	0.00	0.00	0.84	0.06	0.00	0.00	0.76	0.06	0.00	0.00	1.00	0.08	32.92	2.26
34	0.74	0.06	0.00	0.00	0.71	0.05	0.00	0.00	0.68	0.05	0.00	0.00	1.14	0.09	32.81	2.26
39	0.54	0.04	0.00	0.00	0.62	0.05	0.00	0.00	0.69	0.05	0.00	0.00	1.04	0.08	30.05	2.07
48	0.55	0.04	0.00	0.00	0.63	0.05	0.00	0.00	0.65	0.05	0.00	0.00	1.09	0.08	30.99	2.13
ΔM_{TCE}	0.0534				0.0448				0.0459				0.0075			
T_y	0.0225				0.0186				0.0197				-			

ตารางที่ ค-15 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้โทลูอินเป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 3 ลำดับที่ 3)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.21	0.09	37.82	2.60	1.37	0.11	37.32	2.57	1.37	0.11	34.10	2.34	1.35	0.10	34.28	2.36
4	1.24	0.10	34.61	2.38	1.41	0.11	37.88	2.60	1.10	0.08	37.60	2.59	1.25	0.10	38.17	2.62
8	1.35	0.10	32.82	2.26	1.39	0.11	34.17	2.35	1.22	0.09	34.48	2.37	1.29	0.10	39.76	2.73
12	1.43	0.11	30.20	2.08	1.35	0.10	32.32	2.22	1.15	0.09	30.25	2.08	1.35	0.10	37.85	2.60
24	1.16	0.09	0.00	0.00	1.40	0.11	0.00	0.00	0.97	0.07	0.00	0.00	1.59	0.12	45.55	3.13
28	1.19	0.09	0.00	0.00	1.39	0.11	0.00	0.00	0.98	0.08	0.00	0.00	1.48	0.11	43.26	2.97
32	1.04	0.08	0.00	0.00	1.31	0.10	0.00	0.00	0.88	0.07	0.00	0.00	1.56	0.12	45.51	3.13
36	0.95	0.07	0.00	0.00	1.19	0.09	0.00	0.00	0.92	0.07	0.00	0.00	1.41	0.11	40.47	2.78
48	0.95	0.07	0.00	0.00	1.02	0.08	0.00	0.00	0.84	0.06	0.00	0.00	1.42	0.11	41.25	2.84
52	0.98	0.08	0.00	0.00	0.92	0.07	0.00	0.00	0.79	0.06	0.00	0.00	1.63	0.13	46.64	3.21
56	0.96	0.07	0.00	0.00	0.95	0.07	0.00	0.00	0.75	0.06	0.00	0.00	1.60	0.12	45.47	3.13
ΔM_{TCE}	0.0300				0.0359				0.0453				0.0000			
T_y	0.0115				0.0156				0.0193				-			

ตารางที่ ค-16 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้โพลีอินเป็นขั้นสเตรต (การทดลองชุดที่ 3 ลำดับที่ 4)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.32	0.10	47.71	3.28	1.24	0.10	47.78	3.29	1.37	0.11	44.45	3.06	1.31	0.10	43.71	3.01
4	1.28	0.10	46.02	3.16	1.16	0.09	42.41	2.92	1.21	0.09	46.56	3.20	1.35	0.10	44.16	3.04
8	1.23	0.09	42.71	2.94	1.28	0.10	42.31	2.91	0.87	0.07	33.62	2.31	1.21	0.09	42.75	2.94
12	1.16	0.09	37.10	2.55	1.00	0.08	34.29	2.36	0.94	0.07	31.05	2.14	1.08	0.08	39.42	2.71
20	1.12	0.09	0.00	0.00	0.71	0.05	0.00	0.00	0.66	0.05	0.00	0.00	1.19	0.09	40.71	2.80
24	0.95	0.07	0.00	0.00	0.92	0.07	0.00	0.00	0.81	0.06	0.00	0.00	1.30	0.10	43.64	3.00
28	0.87	0.07	0.00	0.00	0.85	0.07	0.00	0.00	0.74	0.06	0.00	0.00	1.22	0.09	39.17	2.69
32	0.78	0.06	0.00	0.00	0.72	0.06	0.00	0.00	0.75	0.06	0.00	0.00	1.05	0.08	41.40	2.85
36	0.78	0.06	0.00	0.00	0.79	0.06	0.00	0.00	0.71	0.05	0.00	0.00	1.15	0.09	42.16	2.90
44	0.75	0.06	0.00	0.00	0.76	0.06	0.00	0.00	0.73	0.06	0.00	0.00	1.19	0.09	40.09	2.76
48	0.76	0.06	0.00	0.00	0.72	0.06	0.00	0.00	0.69	0.05	0.00	0.00	1.13	0.09	39.11	2.69
ΔM_{TCE}	0.0400				0.0366				0.0350				0.0066			
T_y	0.0122				0.0111				0.0114				-			

ตารางที่ ค-17 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้โกลีอินเป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 3 ลำดับที่ 5)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.32	0.10	41.61	2.86	1.38	0.11	40.12	2.76	1.37	0.11	40.69	2.80	1.38	0.11	40.47	2.78
4	1.25	0.10	37.19	2.56	1.44	0.11	40.26	2.77	1.46	0.11	39.33	2.70	1.54	0.12	45.55	3.13
8	1.39	0.11	42.25	2.91	1.72	0.13	44.62	3.07	1.45	0.11	41.99	2.89	1.55	0.12	42.74	2.94
12	1.52	0.12	39.36	2.71	1.64	0.13	41.44	2.85	1.44	0.11	38.94	2.68	1.74	0.13	47.57	3.27
16	1.36	0.10	26.16	1.80	1.29	0.10	28.25	1.94	1.26	0.10	25.85	1.78	1.39	0.11	36.55	2.51
24	1.10	0.08	0.00	0.00	1.17	0.09	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	1.29	0.10	33.52	2.31
28	1.11	0.09	0.00	0.00	1.06	0.08	0.00	0.00	1.04	0.08	0.00	0.00	1.54	0.12	39.33	2.70
32	1.18	0.09	0.00	0.00	1.03	0.08	0.00	0.00	1.13	0.09	0.00	0.00	1.50	0.12	37.88	2.60
36	1.08	0.08	0.00	0.00	1.06	0.08	0.00	0.00	1.01	0.08	0.00	0.00	1.45	0.11	37.66	2.59
40	0.85	0.07	0.00	0.00	0.88	0.07	0.00	0.00	0.86	0.07	0.00	0.00	1.39	0.11	34.01	2.34
48	0.89	0.07	0.00	0.00	0.86	0.07	0.00	0.00	0.84	0.06	0.00	0.00	1.44	0.11	36.28	2.49
ΔM_{TCE}	0.0360				0.0500				0.0450				0.0075			
T_y	0.0126				0.0181				0.0161				-			

ตารางที่ ค-18 ผลการศึกษากการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้โกลูอินเป็นซับสเตรด (การทดลองชุดที่ 3 ลำดับที่ 6)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene		TCE		Toluene	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.13	0.09	40.09	2.76	1.40	0.11	41.33	2.84	1.08	0.08	39.10	2.69	1.25	0.10	39.72	2.73
4	1.14	0.09	39.45	2.71	1.46	0.11	39.11	2.69	1.12	0.09	38.60	2.65	1.29	0.10	41.78	2.87
8	1.13	0.09	38.70	2.66	1.32	0.10	31.85	2.19	1.04	0.08	39.24	2.70	1.20	0.09	41.60	2.86
12	0.93	0.07	29.48	2.03	1.25	0.10	38.31	2.63	1.04	0.08	36.88	2.54	1.35	0.10	42.08	2.89
20	1.03	0.08	26.74	1.84	1.04	0.08	27.48	1.89	1.01	0.08	25.38	1.75	1.11	0.09	39.23	2.70
24	0.89	0.07	0.00	0.00	1.03	0.08	0.00	0.00	0.83	0.06	0.00	0.00	1.00	0.08	35.97	2.47
28	0.87	0.07	0.00	0.00	1.09	0.08	0.00	0.00	0.83	0.06	0.00	0.00	1.17	0.09	41.08	2.82
32	0.93	0.07	0.00	0.00	1.08	0.08	0.00	0.00	0.77	0.06	0.00	0.00	1.05	0.08	40.98	2.82
36	0.85	0.07	0.00	0.00	0.91	0.07	0.00	0.00	0.76	0.06	0.00	0.00	1.13	0.09	38.49	2.65
44	0.84	0.06	0.00	0.00	0.95	0.07	0.00	0.00	0.68	0.05	0.00	0.00	1.22	0.09	39.26	2.70
48	0.80	0.06	0.00	0.00	0.99	0.08	0.00	0.00	0.64	0.05	0.00	0.00	1.24	0.10	37.88	2.60
ΔM_{TCE}	0.0299				0.0400				0.0300				0.0050			
T_y	0.0109				0.0141				0.0112				-			

ตารางที่ ค-19 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้ฟีนอลเป็นซับสเตรด (การทดลองชุดที่ 4 ลำดับที่ 1)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.30	0.10	45.37	2.27	1.27	0.10	51.49	2.57	1.58	0.12	50.75	2.54	1.32	0.10	45.96	2.30
2	1.36	0.10	46.95	2.35	1.58	0.12	49.17	2.46	1.60	0.12	47.90	2.40	1.45	0.11	44.91	2.25
4	1.40	0.11	43.16	2.16	1.46	0.11	45.43	2.27	1.53	0.12	44.13	2.21	1.38	0.11	44.27	2.21
6	1.38	0.11	36.44	1.82	1.58	0.12	38.34	1.92	1.42	0.11	36.41	1.82	1.23	0.09	43.42	2.17
10	1.29	0.10	8.59	0.43	1.27	0.10	8.88	0.44	1.38	0.11	8.81	0.44	1.32	0.10	38.93	1.95
13	1.01	0.08	0.00	0.00	1.01	0.08	0.00	0.00	1.23	0.09	0.00	0.00	1.22	0.09	40.45	2.02
23	1.04	0.08	0.00	0.00	0.99	0.08	0.00	0.00	1.16	0.09	0.00	0.00	1.12	0.09	37.47	1.87
27	1.05	0.08	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	0.86	0.07	0.00	0.00	1.18	0.09	35.11	1.76
31	0.82	0.06	0.00	0.00	0.95	0.07	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	1.25	0.10	30.45	1.52
35	0.89	0.07	0.00	0.00	0.99	0.08	0.00	0.00	1.03	0.08	0.00	0.00	1.31	0.10	31.45	1.57
39	0.90	0.07	0.00	0.00	0.94	0.07	0.00	0.00	0.95	0.07	0.00	0.00	1.20	0.09	30.86	1.54
43	0.85	0.07	0.00	0.00	0.92	0.07	0.00	0.00	0.97	0.07	0.00	0.00	1.24	0.10	32.93	1.65
ΔM_{TCE}	0.0340				0.0421				0.0460				0.0053			
T_y	0.0150				0.0163				0.0181				-			

ตารางที่ ค-20 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้ฟินอลเป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 4 ลำดับที่ 2)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.26	0.10	45.77	2.29	1.41	0.11	50.53	2.53	1.18	0.09	44.54	2.23	1.26	0.10	48.84	2.44
4	1.30	0.10	39.51	1.98	1.37	0.11	39.63	1.98	1.30	0.10	36.58	1.83	1.35	0.10	47.91	2.40
6	1.11	0.09	40.76	2.04	1.01	0.08	42.96	2.15	1.21	0.09	36.32	1.82	1.31	0.10	45.27	2.26
8	1.32	0.10	36.47	1.82	1.24	0.10	39.32	1.97	1.22	0.09	33.59	1.68	1.23	0.09	46.42	2.32
10	1.26	0.10	36.03	1.80	1.30	0.10	38.70	1.94	1.24	0.10	31.21	1.56	1.22	0.09	45.56	2.28
12	1.37	0.11	33.85	1.69	1.37	0.11	35.36	1.77	1.27	0.10	28.64	1.43	1.34	0.10	45.56	2.28
16	1.30	0.10	0.00	0.00	1.41	0.11	0.00	0.00	1.30	0.10	0.00	0.00	1.29	0.10	42.14	2.11
24	1.28	0.10	0.00	0.00	1.24	0.10	0.00	0.00	1.22	0.09	0.00	0.00	1.18	0.09	40.19	2.01
29	1.16	0.09	0.00	0.00	1.03	0.08	0.00	0.00	1.06	0.08	0.00	0.00	1.29	0.10	41.84	2.09
34	1.03	0.08	0.00	0.00	1.16	0.09	0.00	0.00	0.88	0.07	0.00	0.00	1.15	0.09	38.44	1.92
39	0.83	0.06	0.00	0.00	0.92	0.07	0.00	0.00	0.86	0.07	0.00	0.00	1.29	0.10	39.93	2.00
48	0.81	0.06	0.00	0.00	0.89	0.07	0.00	0.00	0.83	0.06	0.00	0.00	1.21	0.09	37.74	1.89
ΔM_{TCE}	0.0400				0.0312				0.0457				0.0025			
T_y	0.0175				0.0124				0.0115				-			

ตารางที่ ค-21 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้ฟีนอลเป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 4 ลำดับที่ 3)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.29	0.10	37.17	1.86	1.27	0.10	37.37	1.87	1.09	0.08	36.14	1.81	1.22	0.09	35.18	1.76
4	1.14	0.09	35.67	1.78	1.29	0.10	35.81	1.79	1.03	0.08	37.81	1.89	1.31	0.10	34.56	1.73
8	1.45	0.11	29.21	1.46	1.38	0.11	25.28	1.26	1.29	0.10	26.48	1.32	1.20	0.09	29.91	1.50
12	1.59	0.12	15.64	0.78	1.58	0.12	7.24	0.36	1.45	0.11	5.85	0.29	1.42	0.11	33.61	1.68
24	1.14	0.09	0.00	0.00	1.43	0.11	0.00	0.00	1.25	0.10	0.00	0.00	1.34	0.10	30.52	1.53
28	1.14	0.09	0.00	0.00	1.28	0.10	0.00	0.00	1.23	0.09	0.00	0.00	1.29	0.10	27.18	1.36
32	1.15	0.09	0.00	0.00	1.23	0.09	0.00	0.00	1.09	0.08	0.00	0.00	1.49	0.11	28.33	1.42
36	0.97	0.07	0.00	0.00	1.14	0.09	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	1.27	0.10	27.45	1.37
48	0.87	0.07	0.00	0.00	1.01	0.08	0.00	0.00	0.97	0.07	0.00	0.00	1.13	0.09	26.83	1.34
52	0.89	0.07	0.00	0.00	0.86	0.07	0.00	0.00	0.94	0.07	0.00	0.00	1.41	0.11	25.41	1.27
56	0.85	0.07	0.00	0.00	0.91	0.07	0.00	0.00	0.87	0.07	0.00	0.00	1.36	0.10	24.33	1.22
ΔM_{TCE}	0.0350				0.0380				0.0240				0.0000			
T_y	0.0188				0.0203				0.0133				-			

ตารางที่ ค-22 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้ฟีนอลเป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 4 ลำดับที่ 4)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.12	0.09	48.09	2.40	1.03	0.08	36.16	1.81	1.06	0.08	37.58	1.88	1.19	0.09	39.15	1.96
4	1.00	0.08	48.37	2.42	1.05	0.08	35.92	1.80	1.10	0.08	38.38	1.92	1.05	0.08	42.73	2.14
8	0.94	0.07	45.81	2.29	0.88	0.07	34.69	1.73	0.79	0.06	37.86	1.89	1.01	0.08	41.70	2.09
12	1.03	0.08	40.00	2.00	0.82	0.06	26.98	1.35	0.75	0.06	30.18	1.51	1.08	0.08	41.42	2.07
20	0.84	0.06	0.00	0.00	0.85	0.07	0.00	0.00	0.92	0.07	0.00	0.00	1.16	0.09	36.34	1.82
24	0.71	0.05	0.00	0.00	0.92	0.07	0.00	0.00	0.89	0.07	0.00	0.00	1.23	0.09	35.11	1.76
28	0.75	0.06	0.00	0.00	0.82	0.06	0.00	0.00	0.82	0.06	0.00	0.00	1.17	0.09	34.86	1.74
32	0.69	0.05	0.00	0.00	0.81	0.06	0.00	0.00	0.76	0.06	0.00	0.00	1.09	0.08	30.22	1.51
36	0.64	0.05	0.00	0.00	0.73	0.06	0.00	0.00	0.69	0.05	0.00	0.00	1.11	0.09	28.75	1.44
44	0.60	0.05	0.00	0.00	0.72	0.06	0.00	0.00	0.67	0.05	0.00	0.00	1.15	0.09	29.99	1.50
48	0.59	0.05	0.00	0.00	0.70	0.05	0.00	0.00	0.69	0.05	0.00	0.00	1.16	0.09	27.72	1.39
ΔM_{TCE}	0.0301				0.0216				0.0300				0.0000			
T_y	0.0125				0.0120				0.0160				-			

ตารางที่ ค-23 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้ฟินอลเป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 4 ลำดับที่ 5)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.20	0.09	35.50	1.78	1.26	0.10	33.97	1.70	1.39	0.11	32.38	1.62	1.29	0.10	39.87	1.99
4	1.35	0.10	34.13	1.71	1.25	0.10	33.02	1.65	1.27	0.10	32.11	1.61	1.47	0.11	38.94	1.95
8	1.48	0.11	32.18	1.61	1.33	0.10	28.81	1.44	1.26	0.10	25.82	1.29	1.56	0.12	37.90	1.90
12	1.44	0.11	22.25	1.11	1.31	0.10	13.87	0.69	1.16	0.09	3.88	0.19	1.34	0.10	34.80	1.74
16	1.25	0.10	0.00	0.00	1.01	0.08	0.00	0.00	1.17	0.09	0.00	0.00	1.44	0.11	34.95	1.75
24	1.09	0.08	0.00	0.00	1.08	0.08	0.00	0.00	1.09	0.08	0.00	0.00	1.34	0.10	33.82	1.69
28	1.12	0.09	0.00	0.00	1.03	0.08	0.00	0.00	1.12	0.09	0.00	0.00	1.43	0.11	30.78	1.54
32	1.05	0.08	0.00	0.00	0.96	0.07	0.00	0.00	1.19	0.09	0.00	0.00	1.49	0.11	31.11	1.56
36	1.08	0.08	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	1.11	0.09	0.00	0.00	1.35	0.10	29.37	1.47
40	0.97	0.07	0.00	0.00	0.92	0.07	0.00	0.00	1.07	0.08	0.00	0.00	1.42	0.11	28.84	1.44
48	0.95	0.07	0.00	0.00	0.90	0.07	0.00	0.00	1.08	0.08	0.00	0.00	1.36	0.10	27.49	1.37
ΔM_{TCE}	0.0319				0.0300				0.0233				0.0030			
T_y	0.0180				0.0176				0.0144				-			

ตารางที่ ค-24 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้ฟินอลเป็นซับสเตรด (การทดลองชุดที่ 4 ลำดับที่ 6)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol		TCE		Phenol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.28	0.10	31.99	1.60	1.38	0.11	32.55	1.63	1.12	0.09	29.55	1.48	1.27	0.10	33.54	1.68
4	1.27	0.10	30.72	1.54	1.22	0.09	32.29	1.61	0.99	0.08	29.89	1.49	1.35	0.10	32.76	1.64
8	1.17	0.09	30.48	1.52	1.11	0.09	31.97	1.60	1.19	0.09	28.90	1.45	1.15	0.09	32.87	1.64
12	1.01	0.08	20.46	1.02	1.20	0.09	22.40	1.12	1.16	0.09	18.41	0.92	1.36	0.10	30.86	1.54
20	1.14	0.09	0.00	0.00	1.18	0.09	0.00	0.00	1.13	0.09	0.00	0.00	1.31	0.10	33.00	1.65
24	1.08	0.08	0.00	0.00	1.06	0.08	0.00	0.00	1.05	0.08	0.00	0.00	1.18	0.09	30.89	1.54
28	1.12	0.09	0.00	0.00	1.11	0.09	0.00	0.00	1.10	0.08	0.00	0.00	1.15	0.09	28.61	1.43
32	0.91	0.07	0.00	0.00	1.06	0.08	0.00	0.00	1.08	0.08	0.00	0.00	1.25	0.10	29.08	1.45
36	0.91	0.07	0.00	0.00	1.02	0.08	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	1.22	0.09	29.45	1.47
44	0.90	0.07	0.00	0.00	0.96	0.07	0.00	0.00	0.95	0.07	0.00	0.00	1.28	0.10	28.32	1.42
48	0.91	0.07	0.00	0.00	1.04	0.08	0.00	0.00	0.93	0.07	0.00	0.00	1.26	0.10	25.88	1.29
ΔM_{TCE}	0.0300				0.0165				0.0200				0.0005			
T_y	0.0188				0.0101				0.0135				-			

ตารางที่ ค-25 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 5 ลำดับที่ 1)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.30	0.10	35.38	1.77	1.02	0.08	34.94	1.75	1.09	0.08	31.83	1.59	1.07	0.08	32.73	1.64
6	1.39	0.11	28.84	1.44	1.15	0.09	27.12	1.36	1.31	0.10	23.28	1.16	1.27	0.10	31.22	1.56
12	0.78	0.06	0.00	0.00	0.96	0.07	0.00	0.00	0.96	0.07	0.00	0.00	1.18	0.09	30.71	1.54
24	0.80	0.06	0.00	0.00	0.76	0.06	0.00	0.00	0.85	0.07	0.00	0.00	1.00	0.08	30.95	1.55
28	0.88	0.07	0.00	0.00	0.87	0.07	0.00	0.00	0.90	0.07	0.00	0.00	1.19	0.09	28.87	1.44
31	0.62	0.05	0.00	0.00	0.89	0.07	0.00	0.00	0.88	0.07	0.00	0.00	1.00	0.08	28.86	1.44
35	0.78	0.06	0.00	0.00	0.71	0.05	0.00	0.00	0.79	0.06	0.00	0.00	1.11	0.09	25.12	1.26
39	0.82	0.06	0.00	0.00	0.68	0.05	0.00	0.00	0.82	0.06	0.00	0.00	1.15	0.09	24.45	1.22
43	0.80	0.06	0.00	0.00	0.70	0.05	0.00	0.00	0.77	0.06	0.00	0.00	1.09	0.08	23.38	1.17
ΔM_{TCE}	0.0453				0.0349				0.0300				0.0033			
T_y	0.0254				0.0200				0.0189				-			

ศูนย์วิทยาศาสตร์สุขภาพ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-26 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 5 ลำดับที่ 2)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.26	0.10	42.67	2.13	1.34	0.10	41.94	2.10	1.26	0.10	44.36	2.22	1.07	0.08	32.73	1.64
4	1.33	0.10	37.72	1.89	1.34	0.10	36.91	1.85	1.31	0.10	39.08	1.95	1.17	0.09	31.22	1.56
6	1.16	0.09	31.84	1.59	1.07	0.08	29.03	1.45	1.22	0.09	29.96	1.50	1.08	0.08	28.81	1.44
8	1.30	0.10	21.30	1.07	1.34	0.10	15.76	0.79	1.22	0.09	14.22	0.71	1.03	0.08	24.25	1.21
10	1.32	0.10	0.00	0.00	1.29	0.10	0.00	0.00	1.26	0.10	0.00	0.00	1.12	0.09	25.23	1.26
12	1.26	0.10	0.00	0.00	1.25	0.10	0.00	0.00	1.36	0.10	0.00	0.00	1.00	0.08	23.42	1.17
16	1.24	0.10	0.00	0.00	1.37	0.11	0.00	0.00	1.31	0.10	0.00	0.00	1.07	0.08	25.88	1.29
24	1.35	0.10	0.00	0.00	1.34	0.10	0.00	0.00	1.37	0.11	0.00	0.00	1.15	0.09	26.26	1.31
29	1.33	0.10	0.00	0.00	1.23	0.09	0.00	0.00	1.19	0.09	0.00	0.00	1.11	0.09	24.84	1.24
34	1.11	0.09	0.00	0.00	1.15	0.09	0.00	0.00	1.05	0.08	0.00	0.00	1.13	0.09	22.45	1.12
39	1.06	0.08	0.00	0.00	1.09	0.08	0.00	0.00	1.02	0.08	0.00	0.00	1.02	0.08	20.88	1.04
48	1.03	0.08	0.00	0.00	1.06	0.08	0.00	0.00	0.98	0.08	0.00	0.00	1.05	0.08	21.26	1.06
ΔM_{TCE}	0.0200				0.0200				0.0187				0.0000			
T_y	0.0094				0.0095				0.0084				-			

ตารางที่ ค-27 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 5 ลำดับที่ 3)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.40	0.11	27.29	1.36	1.32	0.10	29.17	1.46	1.22	0.09	29.49	1.47	1.20	0.09	26.88	1.34
4	1.42	0.11	26.03	1.30	1.47	0.11	24.89	1.24	1.25	0.10	26.14	1.31	1.35	0.10	31.07	1.55
8	1.25	0.10	18.39	0.92	1.41	0.11	24.50	1.23	1.21	0.09	26.42	1.32	1.39	0.11	26.79	1.34
12	1.37	0.11	0.00	0.00	1.36	0.10	0.00	0.00	1.35	0.10	15.87	0.79	1.45	0.11	29.82	1.49
24	1.31	0.10	0.00	0.00	1.27	0.10	0.00	0.00	1.16	0.09	0.00	0.00	1.25	0.10	35.47	1.77
28	1.36	0.10	0.00	0.00	1.20	0.09	0.00	0.00	1.18	0.09	0.00	0.00	1.54	0.12	26.41	1.32
32	1.30	0.10	0.00	0.00	1.24	0.10	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	1.46	0.11	25.64	1.28
36	1.33	0.10	0.00	0.00	1.28	0.10	0.00	0.00	1.09	0.08	0.00	0.00	1.39	0.11	21.72	1.09
48	1.24	0.10	0.00	0.00	1.34	0.10	0.00	0.00	1.15	0.09	0.00	0.00	1.27	0.10	25.55	1.28
52	1.17	0.09	0.00	0.00	1.05	0.08	0.00	0.00	1.01	0.08	0.00	0.00	1.20	0.09	24.79	1.24
56	1.13	0.09	0.00	0.00	1.09	0.08	0.00	0.00	0.99	0.08	0.00	0.00	1.38	0.11	23.72	1.19
ΔM_{TCE}	0.0176				0.0250				0.0134				0.0020			
T_y	0.0129				0.0171				0.0091				-			

ตารางที่ ค-28 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 5 ลำดับที่ 4)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.10	0.08	35.59	1.78	1.14	0.09	34.16	1.71	1.22	0.09	34.85	1.74	1.10	0.08	37.34	1.87
4	1.21	0.09	35.83	1.79	1.21	0.09	34.37	1.72	1.14	0.09	34.20	1.71	1.05	0.08	36.73	1.84
8	1.03	0.08	32.35	1.62	1.23	0.09	31.00	1.55	0.83	0.06	31.45	1.57	1.17	0.09	28.47	1.42
12	1.19	0.09	0.00	0.00	1.10	0.08	5.80	0.29	0.95	0.07	0.00	0.00	1.05	0.08	31.48	1.57
20	0.84	0.06	0.00	0.00	0.82	0.06	0.00	0.00	0.87	0.07	0.00	0.00	1.00	0.08	32.83	1.64
24	0.95	0.07	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	0.96	0.07	0.00	0.00	1.16	0.09	29.36	1.47
28	0.86	0.07	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	1.05	0.08	0.00	0.00	1.12	0.09	30.45	1.52
32	0.99	0.08	0.00	0.00	0.95	0.07	0.00	0.00	0.94	0.07	0.00	0.00	1.15	0.09	28.12	1.41
36	0.89	0.07	0.00	0.00	0.87	0.07	0.00	0.00	0.94	0.07	0.00	0.00	1.09	0.08	25.61	1.28
44	0.90	0.07	0.00	0.00	0.86	0.07	0.00	0.00	0.92	0.07	0.00	0.00	1.11	0.09	24.48	1.22
48	0.86	0.07	0.00	0.00	0.90	0.07	0.00	0.00	0.86	0.07	0.00	0.00	1.08	0.08	23.12	1.16
ΔM_{TCE}	0.0150				0.0200				0.0200				0.0000			
T_y	0.0084				0.0117				0.0115				-			

ตารางที่ ค-29 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 5 ลำดับที่ 5)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.27	0.10	38.26	1.91	1.32	0.10	35.17	1.76	1.32	0.10	35.82	1.79	1.18	0.09	35.54	1.78
4	1.26	0.10	36.56	1.83	1.39	0.11	34.52	1.73	1.42	0.11	34.59	1.73	1.24	0.10	35.03	1.75
8	1.30	0.10	35.94	1.80	1.23	0.09	29.63	1.48	1.27	0.10	29.57	1.48	1.21	0.09	33.26	1.66
12	1.28	0.10	37.38	1.87	1.29	0.10	0.00	0.00	1.32	0.10	0.00	0.00	1.41	0.11	36.05	1.80
16	1.19	0.09	31.74	1.59	1.06	0.08	0.00	0.00	1.17	0.09	0.00	0.00	1.12	0.09	20.62	1.03
24	1.08	0.08	0.00	0.00	1.11	0.09	0.00	0.00	1.02	0.08	0.00	0.00	1.21	0.09	31.15	1.56
28	1.21	0.09	0.00	0.00	1.18	0.09	0.00	0.00	1.11	0.09	0.00	0.00	1.17	0.09	28.02	1.40
32	1.14	0.09	0.00	0.00	1.12	0.09	0.00	0.00	1.15	0.09	0.00	0.00	1.32	0.10	27.74	1.39
36	1.00	0.08	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	1.06	0.08	0.00	0.00	1.21	0.09	27.98	1.40
40	1.01	0.08	0.00	0.00	1.05	0.08	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	1.14	0.09	25.15	1.26
48	1.02	0.08	0.00	0.00	1.07	0.08	0.00	0.00	0.98	0.08	0.00	0.00	1.27	0.10	24.83	1.24
ΔM_{TCE}	0.0200				0.0250				0.0225				0.0025			
T_y	0.0105				0.0142				0.0126				-			

ตารางที่ ค-30 ผลการศึกษาการร่วมย่อยสลายไตรคลอโรเอทิลีนโดยใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นซับสเตรต (การทดลองชุดที่ 5 ลำดับที่ 6)

Time (hrs)	ขวดที่ 1				ขวดที่ 2				ขวดที่ 3				ขวดที่ 4 (Control)			
	TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol		TCE		Benzyl Alcohol	
	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)	(mg/l)	(mg)
0	1.25	0.10	33.70	1.69	1.26	0.10	31.15	1.56	1.25	0.10	32.81	1.64	1.24	0.10	34.16	1.71
4	1.34	0.10	29.70	1.49	1.16	0.09	29.70	1.49	1.14	0.09	28.61	1.43	1.19	0.09	31.04	1.55
8	1.26	0.10	3.27	0.16	1.20	0.09	1.67	0.08	1.18	0.09	0.00	0.00	1.07	0.08	31.69	1.58
12	1.08	0.08	0.00	0.00	1.20	0.09	0.00	0.00	1.00	0.08	0.00	0.00	1.29	0.10	26.87	1.34
20	1.28	0.10	0.00	0.00	1.18	0.09	0.00	0.00	1.01	0.08	0.00	0.00	1.05	0.08	31.79	1.59
24	1.19	0.09	0.00	0.00	1.06	0.08	0.00	0.00	1.02	0.08	0.00	0.00	1.03	0.08	30.29	1.51
28	1.22	0.09	0.00	0.00	1.22	0.09	0.00	0.00	1.10	0.08	0.00	0.00	1.28	0.10	29.87	1.49
32	1.06	0.08	0.00	0.00	1.07	0.08	0.00	0.00	1.09	0.08	0.00	0.00	1.12	0.09	27.43	1.37
36	1.02	0.08	0.00	0.00	0.95	0.07	0.00	0.00	0.96	0.07	0.00	0.00	1.21	0.09	22.48	1.12
44	1.03	0.08	0.00	0.00	1.01	0.08	0.00	0.00	0.93	0.07	0.00	0.00	1.11	0.09	21.95	1.10
48	0.98	0.08	0.00	0.00	0.97	0.07	0.00	0.00	0.98	0.08	0.00	0.00	1.19	0.09	21.22	1.06
ΔM_{TCE}	0.0199				0.0170				0.0200				0.0025			
T_y	0.0118				0.0109				0.0122				-			



ภาคผนวก ง.

ตัวอย่างการคำนวณค่า TCE Transformation yield (T_y)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากผลการศึกษาในขั้นตอนที่ 3.2.4 สามารถคำนวณค่า TCE Transformation yield (T_y) ซึ่งเป็นปริมาณของไตรคลอโรเอทิลีนที่ถูกย่อยสลายต่อปริมาณซับสเตรตที่ถูกใช้ไป ทั้งนี้รายละเอียดการคำนวณจะอธิบายเป็นตัวอย่างสำหรับการทดลองชุดที่ 1 ลำดับที่ 1 ค่า T_y สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.6 หน้า 24

เริ่มจากการแปลงความเข้มข้น (concentration) เป็นมวล (mass) โดยใช้สูตร

$$r_c = \frac{dM}{dt} = (V_l + V_g \cdot H_{cc}) \frac{dC}{dt} \quad (3.2)$$

หรือ
$$M = C_l \cdot (V_l + V_g \cdot H_{cc}) \quad (4.1)$$

กำหนดให้

$$H_{cc-Toluene} = 0.272 \text{ (ค่าคงที่ของเฮนรีที่อุณหภูมิเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส)}$$

$$H_{cc-TCE} = 0.391 \text{ (ค่าคงที่ของเฮนรีที่อุณหภูมิเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส)}$$

$$V_l = 0.050 \text{ ลิตร (ปริมาตรน้ำในขวดซีรัม)}$$

$$V_g = 0.069 \text{ ลิตร (ปริมาตรอากาศในขวดซีรัม)}$$

$$C_l = \text{ความเข้มข้นของไตรคลอโรเอทิลีนหรือโทลูอินในสถานะของเหลวในขวดซีรัม (ความเข้มข้นที่วัดได้จากเครื่อง GC)}$$

ตัวอย่างการแปลงความเข้มข้นของไตรคลอโรเอทิลีนในช่วงเวลาที่ 0 (Initial Time) ของการทดลองชุดที่ 1 ลำดับที่ 1 ชุดที่ 1

จากสมการที่ 4.1 แทนค่าในสมการ จะได้

$$\begin{aligned} M_{TCE} &= 1.39 \times (0.05 + (0.069 \times 0.391)) \\ &= 0.11 \text{ มิลลิกรัม} \end{aligned}$$

ตัวอย่างการแปลงความเข้มข้นของโทลูอินในช่วงเวลาที่ 0 (Initial Time) ของการทดลองชุดที่ 1 ลำดับที่ 1 ชุดที่ 1

จากสมการที่ 4.1 แทนค่าในสมการ จะได้

$$\begin{aligned} M_{\text{Toluene}} &= 36.74 \times (0.05 + (0.069 \times 0.272)) \\ &= 2.53 \text{ มิลลิกรัม} \end{aligned}$$

ทำการแปลงความเข้มข้นของทั้งไตรคลอโรเอทิลีนและโทลูอินที่วัดได้ทุก ๆ ค่าเป็นมวล จากนั้นจึงหาอัตราส่วนระหว่างมวลของไตรคลอโรเอทิลีนที่ถูกย่อยสลายต่อมวลของโทลูอินที่ถูกย่อยสลาย จากตารางที่ ค-1 ในภาคผนวก ค. เป็นตารางที่ทำการแปลงความเข้มข้นของทั้งไตรคลอโรเอทิลีนและโทลูอินที่วัดได้ทุกค่าแล้ว จากนั้นจึงหาอัตราส่วนระหว่างมวลของไตรคลอโรเอทิลีนที่ถูกย่อยสลายต่อมวลของโทลูอินที่ถูกย่อยสลาย ดังนี้

ในช่วงแรกของการทดลองมวลของไตรคลอโรเอทิลีนมีค่าไม่คงที่จึงต้องนำมาเฉลี่ย

$$\begin{aligned} M_{\text{TCE}} &= (0.11 + 0.10 + 0.13 + 0.14 + 0.12) / 5 \\ &= 0.12 \text{ มิลลิกรัม} \end{aligned}$$

และในช่วงท้ายของการทดลองมวลของไตรคลอโรเอทิลีนมีค่าค่อนข้างคงที่

$$M_{\text{TCE}} = 0.05 \text{ มิลลิกรัม}$$

ดังนั้นมวลของไตรคลอโรเอทิลีนที่ถูกย่อยสลายไปมีค่า

$$\Delta M_{\text{TCE}} = 0.12 - 0.05 \text{ มิลลิกรัม}$$

$$\Delta M_{\text{TCE}} = 0.07 \text{ มิลลิกรัม}$$

มวลของโทลูอินที่ถูกย่อยสลายไปมีค่า

$$\Delta M_{\text{Toluene}} = 2.53 - 0.00 \text{ มิลลิกรัม}$$

$$\Delta M_{\text{Toluene}} = 2.53 \text{ มิลลิกรัม}$$

อัตราส่วนระหว่างมวลของไตรคลอโรเอทิลีนที่ถูกย่อยสลายต่อมวลของโทลูอีนที่ถูกย่อยสลาย ซึ่งก็คือค่า Transformation yield (T_y) ของการทดลองชุดที่ 1 ลำดับที่ 1 ขวดที่ 1 มีค่า

$$T_y = 0.07 / 2.53$$

$$= 0.0277 \text{ มิลลิกรัม-ทีซีอี / มิลลิกรัม-โทลูอีน}$$

ตารางที่ ง-1 ค่ามวลของไตรคลอโรเอทิลีนที่ลดลงและค่า T_y ของการทดลองชุดที่ 1

ลำดับ	Δ TCE mass (mg)				T_y (mg-TCE/mg-Substrate)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	ขวดควบคุม	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	เฉลี่ย
1	0.0699	0.0599	0.0665	0.0075	0.0277	0.0240	0.0256	0.0257 ± 0.0015
2	0.0502	0.0516	0.0516	0.0090	0.0210	0.0226	0.0208	0.0215 ± 0.0008
3	0.0167	0.0160	0.0167	0.0054	0.0096	0.0080	0.0094	0.0090 ± 0.0007
4	0.0234	0.0249	0.0299	0.0000	0.0119	0.0123	0.0162	0.0135 ± 0.0019
5	0.0300	0.0234	0.0249	0.0025	0.0169	0.0129	0.0134	0.0144 ± 0.0018
6	0.0300	0.0300	0.0300	0.0055	0.0119	0.0101	0.0112	0.0111 ± 0.0007

ตารางที่ ง-2 ค่ามวลของไตรคลอโรเอทิลีนที่ลดลงและค่า T_y ของการทดลองชุดที่ 2

ลำดับ	Δ TCE mass (mg)				T_y (mg-TCE/mg-Substrate)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	ขวดควบคุม	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	เฉลี่ย
1	0.0380	0.0399	0.0499	0.0060	0.0154	0.0163	0.0199	0.0172 ± 0.0019
2	-	0.0570	0.0469	0.0035	-	0.0249	0.0198	0.0223 ± 0.0026
3	0.0266	0.0173	0.0158	0.0000	0.0184	0.0132	0.0138	0.0151 ± 0.0023
4	0.0251	0.0233	0.0255	0.0000	0.0137	0.0128	0.0122	0.0129 ± 0.0006
5	0.0377	0.0299	0.0200	0.0050	0.0210	0.0171	0.0112	0.0164 ± 0.0040
6	0.0213	0.0150	0.0160	0.0025	0.0140	0.0094	0.0104	0.0113 ± 0.0020

ตารางที่ ง-3 ค่ามวลของไตรคลอโรเอทิลีนที่ลดลงและค่า T_y ของการทดลองชุดที่ 3

ลำดับ	Δ TCE mass (mg)				T_y (mg-TCE/mg-Toluene)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	ขวดควบคุม	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	เฉลี่ย
1	0.0609	0.0624	0.0680	0.0080	0.0237	0.0266	0.0266	0.0256 ± 0.0014
2	0.0534	0.0448	0.0459	0.0075	0.0225	0.0186	0.0197	0.0203 ± 0.0016
3	0.0300	0.0359	0.0453	0.0000	0.0115	0.0156	0.0193	0.0155 ± 0.0032
4	0.0400	0.0366	0.0350	0.0066	0.0122	0.0111	0.0114	0.0116 ± 0.0004
5	0.0360	0.0500	0.0450	0.0075	0.0126	0.0181	0.0161	0.0156 ± 0.0023
6	0.0299	0.0400	0.0300	0.0050	0.0109	0.0141	0.0112	0.0120 ± 0.0015

ตารางที่ ง-4 ค่ามวลของไตรคลอโรเอทิลีนที่ลดลงและค่า T_y ของการทดลองชุดที่ 4

ลำดับ	Δ TCE mass (mg)				T_y (mg-TCE/mg-Phenol)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	ขวดควบคุม	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	เฉลี่ย
1	0.0340	0.0421	0.0460	0.0053	0.0150	0.0163	0.0181	0.0165 ± 0.0013
2	0.0400	0.0312	0.0457	0.0025	0.0175	0.0124	0.0115	0.0138 ± 0.0026
3	0.0350	0.0380	0.0240	0.0000	0.0188	0.0203	0.0133	0.0175 ± 0.0030
4	0.0301	0.0216	0.0300	0.0000	0.0125	0.0120	0.0160	0.0135 ± 0.0018
5	0.0319	0.0300	0.0233	0.0030	0.0180	0.0176	0.0144	0.0167 ± 0.0016
6	0.0300	0.0165	0.0200	0.0005	0.0188	0.0101	0.0135	0.0141 ± 0.0035

ตารางที่ ง-5 ค่ามวลของไตรคลอโรเอทิลีนที่ลดลงและค่า T_y ของการทดลองชุดที่ 5

ลำดับ	Δ TCE mass (mg)				T_y (mg-TCE/mg-Benzyl Alcohol)			
	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	ขวดควบคุม	ขวดที่ 1	ขวดที่ 2	ขวดที่ 3	เฉลี่ย
1	0.0453	0.0349	0.0300	0.0033	0.0254	0.0200	0.0184	0.0214 ± 0.0029
2	0.0200	0.0200	0.0187	0.0000	0.0094	0.0095	0.0089	0.0091 ± 0.0005
3	0.0176	0.0250	0.0134	0.0020	0.0129	0.0171	0.0091	0.0130 ± 0.0033
4	0.0150	0.0200	0.0200	0.0000	0.0084	0.0117	0.0115	0.0105 ± 0.0015
5	0.0200	0.0250	0.0225	0.0025	0.0105	0.0142	0.0126	0.0124 ± 0.0015
6	0.0199	0.0170	0.0200	0.0025	0.0118	0.0109	0.0122	0.0116 ± 0.0005



ภาคผนวก จ.

ตัวอย่างการคำนวณการใส่เซลล์จุลินทรีย์ลงในขวดซีรัมที่ความเข้มข้นเริ่มต้น
ของเซลล์จุลินทรีย์ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร
และการถ่ายเซลล์จุลินทรีย์ส่วนเกินออกจากขวดซีรัม



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคำนวณการใส่เซลล์จุลินทรีย์ลงในขวดซีรัมที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของเซลล์จุลินทรีย์ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร

สำหรับการทดลองชุดที่ 1 ถึง 5 ลำดับที่ 1

$$\begin{aligned} \text{ความเข้มข้นของเซลล์จุลินทรีย์ 3 มก./ล. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ BSM ปริมาณ 50 มิลลิลิตร} \\ &= 0.05 \times 3 \text{ มก.} \\ &= 0.15 \text{ มก.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ที่ } OD_{550} = 1 \text{ วัด MLSS ของเซลล์จุลินทรีย์ได้ 373 มิลลิกรัมต่อลิตร} \\ \text{เซลล์ 373 มิลลิกรัม มีปริมาณ 1000 มิลลิลิตร} \\ \text{เซลล์ 0.15 มิลลิกรัม มีปริมาณ} &= 0.15 \times 1000 / 373 \text{ มิลลิลิตร} \\ &= 0.4 \text{ มิลลิลิตร} \end{aligned}$$

สำหรับการทดลองชุดที่ 1 ถึง 5 ลำดับที่ 1 จะต้องใส่เซลล์ที่ $OD_{550} = 1$ ลงในขวดซีรัม ปริมาณ 0.4 มิลลิลิตร เพื่อที่จะให้ความเข้มข้นเริ่มต้นของเซลล์จุลินทรีย์มีค่าประมาณ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร

เซลล์จุลินทรีย์ที่ใช้โกลูอินเป็นซับสเตรต

สำหรับการทดลองชุดที่ 1 ลำดับที่ 2,3 และการทดลองชุดที่ 3 ลำดับที่ 2 – 6

กำหนดให้

$$\begin{aligned} \text{ความเข้มข้นเริ่มต้นของโกลูอิน 40 มิลลิกรัมต่อลิตร} \\ \text{ความเข้มข้นเริ่มต้นของเซลล์จุลินทรีย์ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร} \\ \text{อาหารเลี้ยงเชื้อ BSM ปริมาณ 50 มิลลิลิตร} \end{aligned}$$

เนื่องจากทำการทดลองในขั้นตอนที่ 3.2.4 ควบคู่ไปกับการทดลองที่ 3.2.3 จึงใช้ค่า Y จากงานวิจัยที่ผ่านมา โดยเลือกค่า Yield ของจุลินทรีย์ที่ใช้โกลูอินเป็นซับสเตรตของ Kelly et al, 2000 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.62 มิลลิกรัมเซลล์ / มิลลิกรัมโกลูอิน

ความเข้มข้นของเซลล์จุลินทรีย์ที่ใช้โทลูอินเป็นซับสเตรต

$$= 0.62 \times 40 \text{ มก./ล.}$$

$$= 24.8 \text{ มก./ล.}$$

ความเข้มข้นของเซลล์จุลินทรีย์ทั้งหมด

$$= 3 + 24.8 \text{ มก./ล.}$$

$$= 27.8 \text{ มก./ล.}$$

ความเข้มข้นของเซลล์ 27.8 มก./ล. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ 50 มล.

ความเข้มข้นของเซลล์ 3 มก./ล. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ $50 \times 3 / 27.8 = 5.39$ มล.

สำหรับเซลล์จุลินทรีย์ที่ใช้โทลูอินเป็นซับสเตรต จะต้องถ่ายอาหารเลี้ยงเชื้อออกจนเหลือปริมาณอาหารเลี้ยงเชื้อในขวดซีรัม 5.39 มล. เพื่อที่จะทำการทดลองในลำดับต่อไป

เซลล์จุลินทรีย์ที่ใช้ฟีนอลเป็นซับสเตรต

สำหรับการทดลองชุดที่ 2 ลำดับที่ 2,3 และการทดลองชุดที่ 4 ลำดับที่ 2 – 6

กำหนดให้

ความเข้มข้นเริ่มต้นของฟีนอล 40 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นเริ่มต้นของเซลล์จุลินทรีย์ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร

อาหารเลี้ยงเชื้อ BSM ปริมาณ 50 มิลลิลิตร

เนื่องจากทำการทดลองในขั้นตอนที่ 3.2.4 ควบคู่ไปกับการทดลองที่ 3.2.3 จึงใช้ค่า Y จากงานวิจัยที่ผ่านมา โดยเลือกค่า Y ของจุลินทรีย์ที่ใช้ฟีนอลเป็นซับสเตรตของ Chang และ Alvarez-Cohen, 1995 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.55 มิลลิกรัมเซลล์ / มิลลิกรัมฟีนอล

ความเข้มข้นของเซลล์จุลินทรีย์ที่ใช้ฟีนอลเป็นซับสเตรต

$$= 0.55 \times 40 \text{ มก./ล.}$$

$$= 22 \text{ มก./ล.}$$

ความเข้มข้นของเซลล์จุลินทรีย์ทั้งหมด

$$= 3 + 22 \text{ มก./ล.}$$

$$= 25 \text{ มก./ล.}$$

ความเข้มข้นของเซลล์ 25 มก./ล. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ 50 มล.

ความเข้มข้นของเซลล์ 3 มก./ล. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ $50 \times 3 / 25 = 6$ มล.

สำหรับเซลล์จุลินทรีย์ที่ใช้ฟีนอลเป็นยับยั้ง จะต้องถ่ายอาหารเลี้ยงเชื้อออกจนเหลือปริมาณอาหารเลี้ยงเชื้อในขวดซีรัม 6 มล. เพื่อที่จะทำการทดลองในลำดับต่อไป

เซลล์จุลินทรีย์ที่ใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นยับยั้ง

สำหรับการทดลองชุดที่ 1 และ 2 ลำดับที่ 4 - 6 และการทดลองชุดที่ 5 ลำดับที่ 2 - 6

กำหนดให้

ความเข้มข้นเริ่มต้นของเบนซิลแอลกอฮอล์ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นเริ่มต้นของเซลล์จุลินทรีย์ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร

อาหารเลี้ยงเชื้อ BSM ปริมาณ 50 มิลลิลิตร

เนื่องจากทำการทดลองในขั้นตอนที่ 3.2.4 ควบคู่ไปกับการทดลองที่ 3.2.3 จึงใช้ค่า Y จากงานวิจัยที่ผ่านมา โดยเลือกค่า Y ของจุลินทรีย์ที่ใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นยับยั้งของ Tejasen, 2003 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.53 มิลลิกรัมเซลล์ / มิลลิกรัมเบนซิลแอลกอฮอล์

ความเข้มข้นของเซลล์จุลินทรีย์ที่ใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นยับยั้ง

$$= 0.53 \times 40 \text{ มก./ล.}$$

$$= 21.2 \text{ มก./ล.}$$

ความเข้มข้นของเซลล์จุลินทรีย์ทั้งหมด

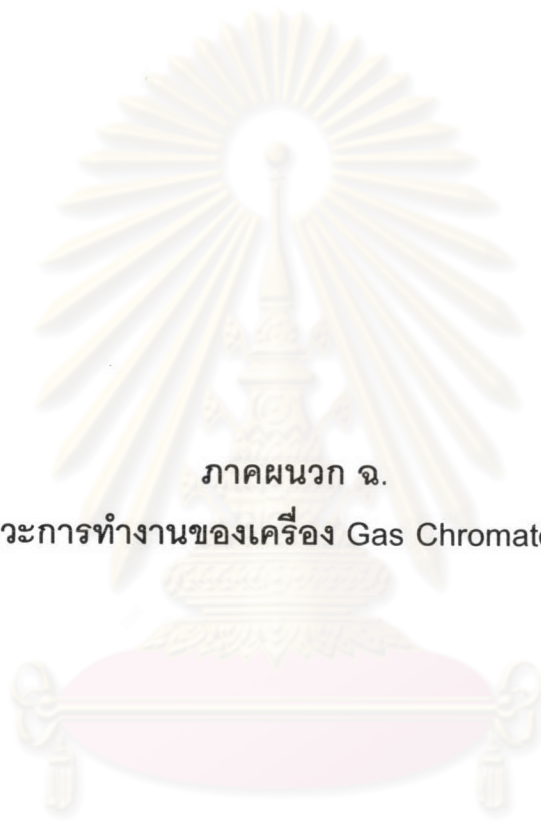
$$= 3 + 21.2 \text{ มก./ล.}$$

$$= 24.2 \text{ มก./ล.}$$

ความเข้มข้นของเซลล์ 24.2 มก./ล. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ 50 มล.

ความเข้มข้นของเซลล์ 3 มก./ล. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ $50 \times 3 / 24.2 = 7$ มล.

สำหรับเซลล์จุลินทรีย์ที่ใช้เบนซิลแอลกอฮอล์เป็นยับยั้ง จะต้องถ่ายอาหารเลี้ยงเชื้อออกจนเหลือปริมาณอาหารเลี้ยงเชื้อในขวดซีรัม 7 มล. เพื่อที่จะทำการทดลองในลำดับต่อไป



ภาคผนวก จ.

สภาวะการทำงานของเครื่อง Gas Chromatography

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลักการการทำงานของเครื่อง Gas Chromatography

Gas Chromatography เป็นเทคนิคชนิดหนึ่งที่ใช้ในการแยกสารผสมกันออกจากกัน โดยสารนั้นต้องสามารถเปลี่ยนเป็นแก๊สได้ที่อุณหภูมิหนึ่ง ถ้าสารใดเปลี่ยนเป็น gas phase ได้ยากก็อาจใช้เทคนิคอื่น ๆ บางอย่างเข้าช่วย เช่นอาศัยปฏิกิริยาเคมีเปลี่ยนให้เป็นอนุพันธ์อื่น ๆ หรืออาจใช้หลักการแยกสลายด้วยความร้อน และให้สารที่เปลี่ยนเป็น gas phase แล้วนั้นผ่านเข้าไปยัง column ที่บรรจุด้วย stationary phase โดยการพาของ Mobile Phase หรือ carrier gas ซึ่งขบวนการแยกสารผสมเหล่านี้ก็จะเกิดขึ้น องค์ประกอบของเครื่อง Gas Chromatography มีดังนี้

1. ถังแก๊สที่ใช้บรรจุตัวพา (carrier gas) เพื่อจะพาไอของสารตัวอย่างผ่านเข้าไปยังคอลัมน์ ได้แก่ ไนโตรเจน ฮีเลียม และอาร์กอน เป็นต้น
2. ส่วนที่ใช้ควบคุมการไหลของแก๊สต่าง ๆ (flow controller) ได้แก่ ไฮโดรเจน อากาศ และไนโตรเจน เป็นต้น
3. ส่วนที่จะฉีดสารตัวอย่างเข้าไป (injection port)
4. คอลัมน์ (column) ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดที่ใช้สำหรับแยกสาร
5. ดีเทคเตอร์ (detector) เป็นส่วนที่ใช้สำหรับตรวจวัดสารแต่ละชนิดที่ถูกแยกออกมาจากคอลัมน์
6. ส่วนที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิ (temperature controller) ให้กับคอลัมน์ ดีเทคเตอร์ คอนโทรลเลอร์
7. ส่วนที่ใช้ประมวลผลและข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ อินทิเกรเตอร์ เครื่องบันทึกโครมาโตแกรม หรือเครื่องคอมพิวเตอร์

ในการวิเคราะห์สารตัวอย่างโดยใช้เทคนิคทาง GC นั้น เมื่อเลือกสภาวะต่าง ๆ ของการวิเคราะห์และจัดสภาวะของเครื่อง GC (method) ไว้เรียบร้อยแล้ว จึงนำสารตัวอย่างไปฉีดเข้าที่ sample injector port สารจะกลายเป็นไอแล้วถูกพาเข้าไปในคอลัมน์ด้วยแก๊สพา (carrier gas) อย่างช้า สารผสมจะถูกแยกออกเป็นส่วน ๆ ที่คอลัมน์นี้ แล้วออกไปสู่ดีเทคเตอร์ (detector) จะทำให้ได้สัญญาณเกิดขึ้น ซึ่งสามารถเขียนออกมาเป็นโครมาโตแกรมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

สภาวะการทำงานของเครื่อง Gas Chromatography

6890 GC METHOD

OVEN

Initial temp: 50 'C (On) Maximum temp: 320 'C
 Initial time: 6.00 min Equilibration time: 0.00 min
 Ramps:
 # Rate Final temp Final time
 1 0.0(Off)
 Post temp: 50 'C
 Post time: 0.00 min
 Run time: 6.00 min

FRONT INLET (UNKNOWN)

BACK INLET (SPLIT/SPLITLESS)
 Mode: Split
 Initial temp: 180 'C (On)
 Pressure: 7.96 psi (On)
 Split ratio: 2:1
 Split flow: 3.2 mL/min
 Total flow: 7.7 mL/min
 Gas saver: On
 Saver flow: 20.0 mL/min
 Saver time: 2.00 min
 Gas type: Helium

COLUMN 1

Capillary Column
 Model Number: Agilent 19091J-413
 HP-5 5% Phenyl Methyl Siloxane
 Max temperature: 325 'C
 Nominal length: 30.0 m
 Nominal diameter: 320.00 um
 Nominal film thickness: 0.25 um
 Mode: constant pressure
 Pressure: 7.96 psi
 Nominal initial flow: 1.6 mL/min
 Average velocity: 28 cm/sec
 Inlet: Back Inlet
 Outlet: Front Detector
 Outlet pressure: ambient

COLUMN 2

(not installed)

FRONT DETECTOR (FID)

Temperature: 250 'C (On)
 Hydrogen flow: 50.0 mL/min (On)
 Air flow: 450.0 mL/min (On)
 Mode: Constant makeup flow
 Makeup flow: 45.0 mL/min (On)
 Makeup Gas Type: Nitrogen
 Flame: On
 Electrometer: On
 Lit offset: 2.0

BACK DETECTOR (ECD)

Temperature: 250 'C (Off)
 Anode purge flow: Off
 Makeup flow: Off
 Makeup Gas Type: Nitrogen
 Adjust offset: 60.00
 Electrometer: Off

SIGNAL 1

Data rate: 20 Hz
 Type: front detector
 Save Data: On
 Zero: 0.0 (Off)
 Range: 0
 Fast Peaks: Off
 Attenuation: 0

SIGNAL 2

Data rate: 20 Hz
 Type: oven temperature
 Save Data: Off
 Zero: 0.0 (Off)
 Range: 0
 Fast Peaks: Off
 Attenuation: 0

COLUMN COMP 1

Derive from front detector

COLUMN COMP 2

Derive from front detector

THERMAL AUX 1

Use: Valve Box Heater

สภาวะการทำงานของเครื่อง Gas Chromatography (ต่อ)

Description:
 Initial temp: 50 'C (On)
 Initial time: 0.00 min
 # Rate Final temp Final time
 1 0.0(Off)

VALVES

Valve 1 Gas Sampling
 Description:
 Loop Volume: 0.025 mL
 Load Time: 0.50 min
 Inject Time: 0.50 min
 Inlet: Back Inlet

POST RUN

Post Time: 0.00 min

TIME TABLE

Time	Specifier	Parameter & Setpoint
------	-----------	----------------------



ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟมาตรฐานของไตรคลอโรเอทิลีน

===== Calibration Table =====

Standard Tolulene and TCE

Calib. Data Modified : 2/12/2005 2:11:47 AM

Calculate : External Standard
Based on : Peak Area

Rel. Reference Window : 5.000 %
Abs. Reference Window : 0.000 min
Rel. Non-ref. Window : 5.000 %
Abs. Non-ref. Window : 0.000 min
Uncalibrated Peaks : not reported
Partial Calibration : Yes, identified peaks are recalibrated
Correct All Ret. Times: No, only for identified peaks

Curve Type : Linear
Origin : Forced
Weight : Equal

Recalibration Settings:
Average Response : Average all calibrations
Average Retention Time: Floating Average New 75%

Calibration Report Options :

Printout of recalibrations within a sequence:

Calibration Table after Recalibration

Normal Report after Recalibration

If the sequence is done with bracketing:

Results of first cycle (ending previous bracket)

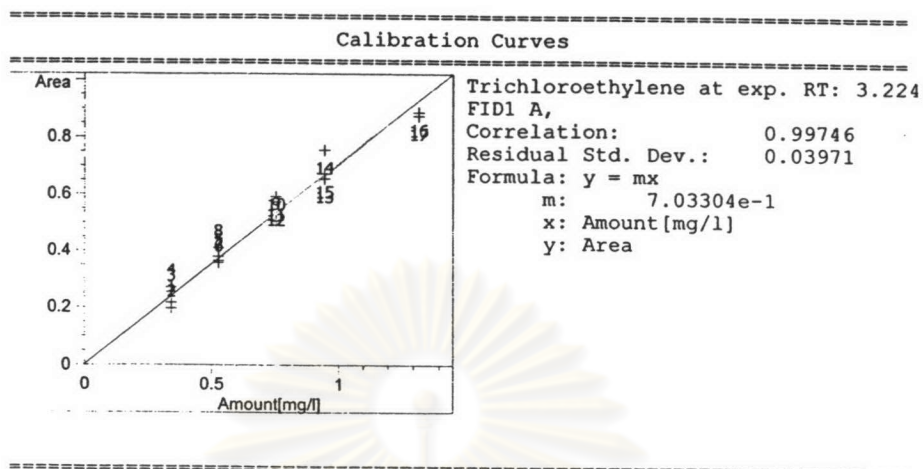
Signal 1: FID1 A,

RetTime [min]	Lvl Sig	Amount [mg/l]	Area	Amt/Area	Ref Grp Name
3.224	1	3.39680e-1	2.15363e-1	1.57725	Trichloroethylene
	2	3.39680e-1	1.96259e-1	1.73078	
	3	3.39680e-1	2.52443e-1	1.34557	
	4	3.39680e-1	2.70055e-1	1.25782	
	5	5.28400e-1	3.78470e-1	1.39615	
	6	5.28400e-1	3.57213e-1	1.47923	
	7	5.28400e-1	3.64549e-1	1.44946	
	8	5.28400e-1	4.09492e-1	1.29038	
	9	7.54860e-1	5.05705e-1	1.49269	
	10	7.54860e-1	5.03804e-1	1.49832	
	11	7.54860e-1	5.91539e-1	1.27610	
	12	7.54860e-1	5.72118e-1	1.31941	
	13	9.43570e-1	6.54147e-1	1.44244	
	14	9.43570e-1	7.55274e-1	1.24931	
	15	9.43570e-1	6.70908e-1	1.40641	
	16	1.32100	8.87048e-1	1.48921	
	17	1.32100	8.75069e-1	1.50960	

=====
Peak Sum Table
=====

No Entries in table
=====

กราฟมาตรฐานของไตรคลอโรเอทิลีน (ต่อ)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างโครมาโตแกรมของไตรคลอโรเอทิลีน

Data File A:\66690026.D

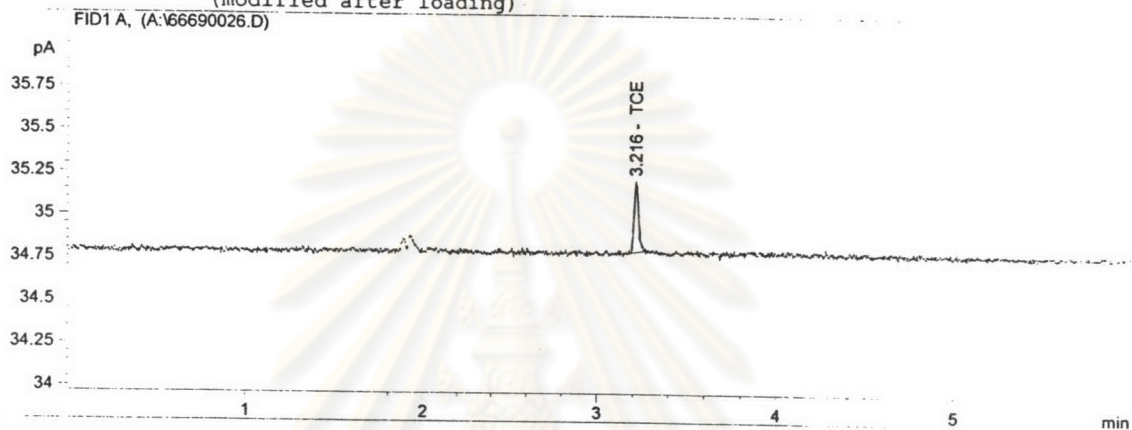
Sample Name: 2/2

```

=====
Injection Date : 2/19/05 3:28:28 PM      Seq. Line : 26
Sample Name    : 2/2                      Location  : Vial 26
Acq. Operator  : napaporn                 Inj      : 1
                                           Inj Volume: Manually

Acq. Method    : C:\HPCHEM\1\METHODS\JA.M
Last changed   : 2/19/2005 11:39:41 AM by napaporn
Analysis Method : A:\JATCE.M
Last changed   : 2/20/2005 11:11:21 AM by Napaporn
                (modified after loading)
=====

```



External Standard Report

```

=====
Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 2/12/2005 2:11:47 AM
Multiplier    : 1.0000
Dilution      : 1.0000

```

Signal 1: FID1 A,

RetTime [min]	Type	Area [pA*s]	Amt/Area	Amount [mg/l]	Grp	Name
3.216	BB	7.07704e-1	1.42186	1.00626		TCE

Totals : 1.00626

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟมาตรฐานของโทลูอีน

===== Calibration Table =====

std toluene

Calib. Data Modified : Thursday, February 10, 2005 5:22:03 PM

Calculate : External Standard
Based on : Peak AreaRel. Reference Window : 5.000 %
Abs. Reference Window : 0.000 min
Rel. Non-ref. Window : 5.000 %
Abs. Non-ref. Window : 0.000 min
Uncalibrated Peaks : not reported
Partial Calibration : Yes, identified peaks are recalibrated
Correct All Ret. Times: No, only for identified peaksCurve Type : Linear
Origin : Forced
Weight : EqualRecalibration Settings:
Average Response : Average all calibrations
Average Retention Time: Floating Average New 75%

Calibration Report Options :

Printout of recalibrations within a sequence:

Calibration Table after Recalibration

Normal Report after Recalibration

If the sequence is done with bracketing:

Results of first cycle (ending previous bracket)

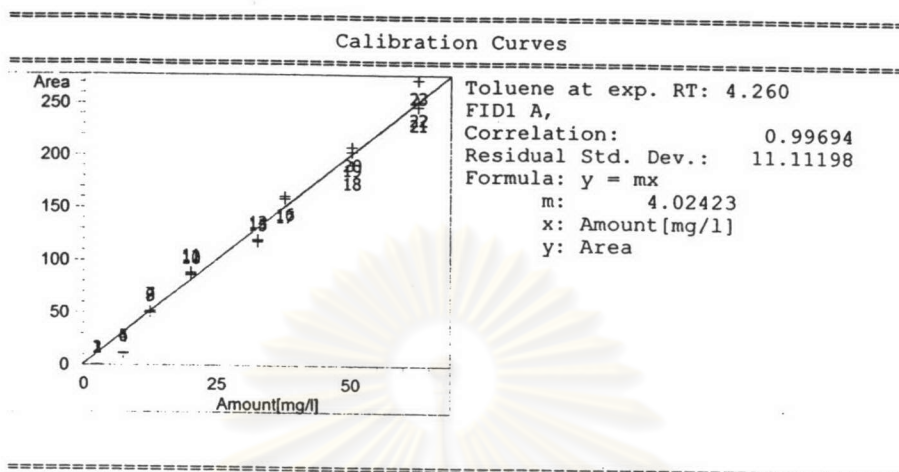
Signal 1: FID1 A,

RetTime [min]	Lvl Sig	Amount [mg/l]	Area	Amt/Area	Ref Grp Name
4.260	1 1	2.50900	1.42211e-1	17.64280	Toluene
	2	2.50900	1.59644e-1	15.71622	
	3	2.50900	2.27393e-1	11.03376	
	4	7.52700	10.66044	7.06068e-1	
	5	7.52700	11.61161	6.48231e-1	
	6	7.52700	11.47382	6.56015e-1	
	7	12.54500	51.57620	2.43232e-1	
	8	12.54500	49.97107	2.51045e-1	
	9	12.54500	49.59124	2.52968e-1	
	10	20.07100	85.70649	2.34183e-1	
	11	20.07100	88.46430	2.26882e-1	
	12	20.07100	86.86550	2.31058e-1	
	13	32.61580	119.80569	2.72239e-1	
	14	32.61580	119.05615	2.73953e-1	
	15	32.61580	117.55130	2.77460e-1	
	16	37.63400	160.77483	2.34079e-1	
	17	37.63400	158.42270	2.37554e-1	
	18	50.17800	190.74002	2.63070e-1	
	19	50.17800	203.52066	2.46550e-1	
	20	50.17800	208.06198	2.41169e-1	
	21	62.72300	246.99930	2.53940e-1	
	22	62.72300	252.05080	2.48851e-1	
	23	62.72300	272.70935	2.29999e-1	

===== Peak Sum Table =====

No Entries in table

กราฟมาตรฐานของโทลูอีน (ต่อ)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างโครมาโตแกรมของโทลูอิน

Data File A:\STD00020.D

Sample Name: stdTOL50/2

```

=====
Injection Date   : 1/22/05 3:11:36 PM           Seq. Line : 20
Sample Name     : stdTOL50/2                   Location  : Vial 20
Acq. Operator   : stdTOL_TCE                   Inj       : 1
                                           Inj Volume: Manually

Acq. Method     : C:\HPCHEM\1\METHODS\JA.M
Last changed    : 1/22/2005 12:17:12 PM by stdTOL_TCE
Analysis Method : A:\JATL.M
Last changed    : 2/20/2005 11:13:58 AM by Napaporn
                  (modified after loading)
=====

```



External Standard Report

```

=====
Sorted By       : Signal
Calib. Data Modified : 2/20/2005 11:13:56 AM
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000

```

Signal 1: FID1 A,

RetTime [min]	Type	Area [pA*s]	Amt/Area	Amount [mg/l]	Grp	Name
4.258	BB	39.68892	2.48495e-1	9.86249		Toluene

Totals : 9.86249

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ซ.

สภาวะการทำงานของเครื่อง High Performance Liquid Chromatography

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลักการการทำงานของเครื่อง High Performance Liquid Chromatography

High Performance Liquid Chromatography เป็นวิธีการหนึ่งของการแยกทางโครมาโตกราฟีที่ใช้เฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) เป็นของเหลวพาสารละลายตัวอย่างไหลผ่านเฟสอยู่กับที่ (stationary phase) ที่เป็นอนุภาคขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุอัดแน่นในท่อ Stainless ที่เรียกว่า คอลัมน์ (column) ทำให้เกิดการแยกสารประกอบจากสารละลายตัวอย่างเข้าสู่เครื่องตรวจวัดสัญญาณ (detector) การไหลของเฟสเคลื่อนที่นี้ต้องอาศัยแรงดันมากพอควร จึงจะสามารถส่งผ่านไปทั้งระบบได้ ส่วนที่เป็นหลักในการสร้างแรงดันคือปั๊ม (pump) นั่นเอง ชุดเครื่องมือ HPLC มีส่วนประกอบคือ

1. ภาชนะบรรจุเฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase reservoirs)
2. ระบบปั๊ม (Pumping station)
3. หน่วยฉีดสารตัวอย่าง (Injection unit)
4. คอลัมน์ (Column)
5. เครื่องตรวจวัดสัญญาณ (Detector)
6. เครื่องบันทึกข้อมูลและประมวลผล (Recorder and data processing)

สภาวะการทำงานของเครื่อง High Performance Liquid Chromatography

HP 1100 High Pressure Gradient Pump 1

Control

Flow : 1.000 ml/min
 Stoptime : No Limit
 Posttime : Off

Solvents

Solvent A : 30.0 % (DI Water)
 Solvent B : 70.0 % (Methanol)

PressureLimits

Minimum Pressure : 0 bar
 Maximum Pressure : 400 bar

Auxiliary

Maximal Flow Ramp : 100.00 ml/min²
 Compressibility A : 50*10⁻⁶/bar
 Minimal Stroke A : Auto
 Compressibility B : 115*10⁻⁶/bar
 Minimal Stroke B : Auto

Store Parameters

Store Ratio A : Yes
 Store Ratio B : Yes
 Store Flow : Yes
 Store Pressure : Yes

HP 1100 Variable Wavelength Detector 1

Signal

Wavelength : 254 nm
 Peakwidth : > 0.1 min

Time

Stoptime : As pump
 Posttime : Off

Analog Output

Zero offset analog out.: 5 %
 Attenuation analog out.: 1000 mAU

Store Additionally

Signal w/o Reference : No
 Reference : No

Autobalance

Prerun balancing : Yes
 Postrun balancing : No

Special Parameters

Margin for negative Absorbance: 100 mAU
 Signal Polarity : Positive
 Enable analysis when lamp is off: No
 Scan from : 190 nm
 Scan to : 400 nm
 Scan step : 2 nm

สภาวะการทำงานของเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (ต่อ)

=====

HP 1100 Autosampler 1

=====

Injection

Injection Mode : Standard
 Injector volume : 20.0 μ l

Auxiliary

Store temperature : No
 Drawspeed : 200 μ l/min
 Ejectspeed : 200 μ l/min
 Draw position : 0.0 mm

Time

Stoptime : As Pump
 Posttime : Off

=====

HP 1100 Column Thermostat 1

=====

Temperature settings

Left temperature : 25.0°C
 Right temperature : Same as left
 Enable analysis : When Temp. is within setpoint +/- 0.8°
 Store left temperature : Yes
 Store right temperature : No

Time

Stoptime : As pump
 Posttime : Off

Column Switching Valve : Column 1

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟมาตรฐานของฟินอล

===== Calibration Table =====

Calib. Data Modified : 1/22/05 4:12:59 PM

Calculate : External Standard
Based on : Peak Area

Rel. Reference Window : 5.000 %
Abs. Reference Window : 0.000 min
Rel. Non-ref. Window : 5.000 %
Abs. Non-ref. Window : 0.000 min
Uncalibrated Peaks : not reported
Partial Calibration : Yes, identified peaks are recalibrated
Correct All Ret. Times: No, only for identified peaks

Curve Type : Linear
Origin : Forced
Weight : Equal

Recalibration Settings:
Average Response : Average all calibrations
Average Retention Time: Floating Average New 75%

Calibration Report Options :
Printout of recalibrations within a sequence:
Calibration Table after Recalibration
Normal Report after Recalibration
If the sequence is done with bracketing:
Results of first cycle (ending previous bracket)

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=254 nm

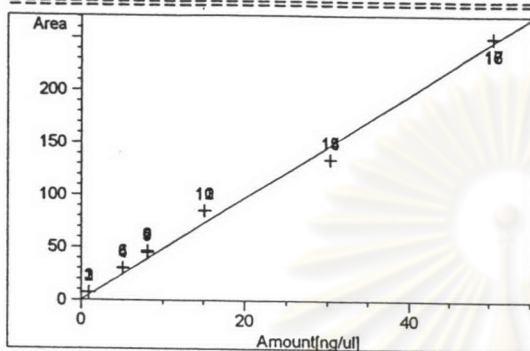
RetTime [min]	Lvl Sig	Amount [ng/ul]	Area	Amt/Area	Ref Grp Name
4.229	1 1	1.01000	6.44455	1.56722e-1	Phenol
	2	1.01000	6.76229	1.49358e-1	
	3	1.01000	7.16437	1.40975e-1	
	4	5.04800	29.47199	1.71281e-1	
	5	5.04800	29.48380	1.71213e-1	
	6	5.04800	30.78141	1.63995e-1	
	7	8.07700	44.83107	1.80165e-1	
	8	8.07700	46.93152	1.72102e-1	
	9	8.07700	45.51884	1.77443e-1	
	10	15.14400	84.97971	1.78207e-1	
	11	15.14400	85.58157	1.76954e-1	
	12	15.14400	85.66136	1.76789e-1	
	13	30.28900	134.25502	2.25608e-1	
	14	30.28900	134.06769	2.25923e-1	
	15	30.28900	134.52258	2.25159e-1	
	16	50.48100	250.14485	2.01807e-1	
	17	50.48100	250.61458	2.01429e-1	
	18	50.48100	249.44836	2.02371e-1	

===== Peak Sum Table =====

No Entries in table

กราฟมาตรฐานของฟีนอล (ต่อ)

Method C:\HPCHEM\1\METHODS\JAPN.M

=====
Calibration Curves
==========
Phenol at exp. RT: 4.229
VWD1 A, Wavelength=254 nm
Correlation: 0.99779
Residual Std. Dev.: 8.42401
Formula: $y = mx$
m: 4.88848
x: Amount [ng/ul]
y: Area
=====

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างโครมาโตแกรมของฟีนอล

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\220148\STD00030.D

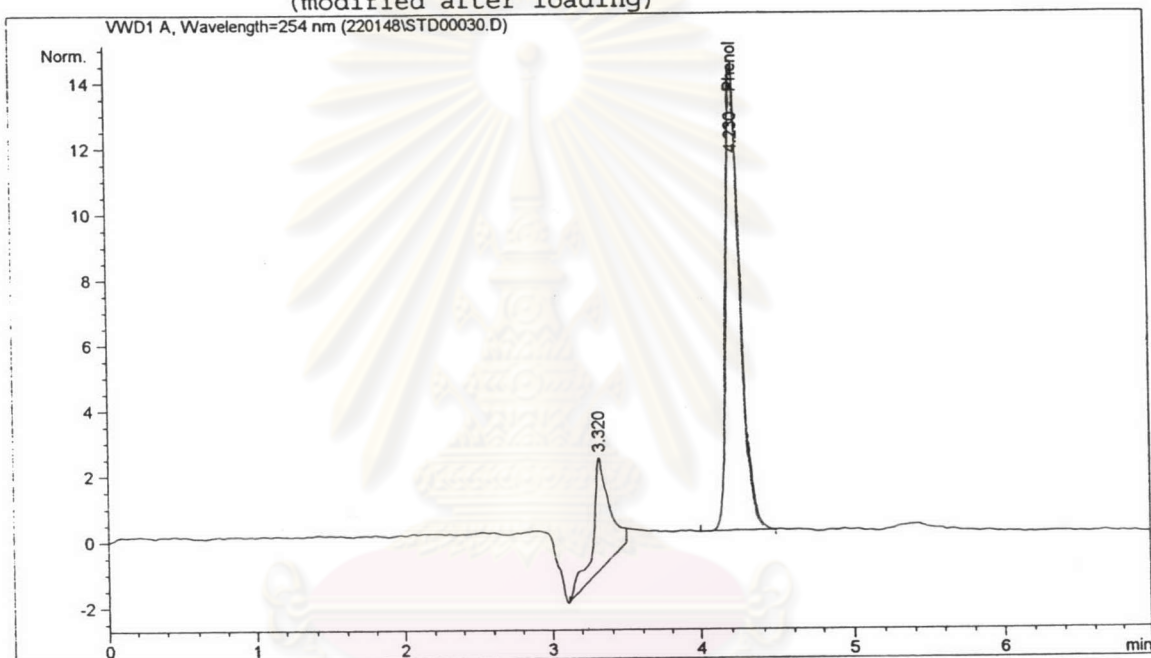
Sample Name: stdpn15/3

```

=====
Injection Date   : 1/22/05 3:09:26 PM           Seq. Line :    1
Sample Name     : stdpn15/3                     Vial      :   30
Acq. Operator   : Napaporn                      Inj       :    1
                                                    Inj Volume: 20 µl

Acq. Method     : C:\HPCHEM\1\METHODS\JA.M
Last changed    : 1/22/05 10:53:55 AM by Napaporn
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\JAPN.M
Last changed    : 2/11/05 5:48:28 PM by napaporn
                 (modified after loading)
=====

```



External Standard Report

```

=====
Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 2/11/05 5:47:47 PM
Multiplier    : 1.0000
Dilution      : 1.0000
=====

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=254 nm

RetTime [min]	Type	Area mAU	Amt/Area *s	Amount [mg/L]	Grp	Name
4.230	VB	85.66136	2.04562e-1	17.52310		Phenol

Totals : 17.52310

Results obtained with enhanced integrator!

```

=====
*** End of Report ***
=====

```

กราฟมาตรฐานของเบนซิลแอลกอฮอล์

Method C:\HPCHEM\1\METHODS\JABZ.M

=====

Calibration Table

=====

Calib. Data Modified : Saturday, January 22, 2005 3:57:09 PM

Calculate : External Standard

Based on : Peak Area

Rel. Reference Window : 5.000 %

Abs. Reference Window : 0.000 min

Rel. Non-ref. Window : 5.000 %

Abs. Non-ref. Window : 0.000 min

Uncalibrated Peaks : not reported

Partial Calibration : Yes, identified peaks are recalibrated

Correct All Ret. Times: No, only for identified peaks

Curve Type : Linear

Origin : Forced

Weight : Equal

Recalibration Settings:

Average Response : Average all calibrations

Average Retention Time: Floating Average New 75%

Calibration Report Options :

Printout of recalibrations within a sequence:

Calibration Table after Recalibration

Normal Report after Recalibration

If the sequence is done with bracketing:

Results of first cycle (ending previous bracket)

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=254 nm

RetTime [min]	Lvl Sig	Amount [ng/ul]	Area	Amt/Area	Ref Grp Name
4.204	1	1.03679	3.32747	3.11585e-1	Benzyl alcohol
	2	1.03679	3.22583	3.21402e-1	
	3	1.03679	3.38754	3.06060e-1	
	4	5.18400	14.94335	3.46910e-1	
	5	5.18400	15.21268	3.40768e-1	
	6	5.18400	15.01588	3.45234e-1	
	7	8.29400	24.55941	3.37712e-1	
	8	8.29400	23.90384	3.46974e-1	
	9	8.29400	23.25235	3.56695e-1	
	10	15.55200	43.84149	3.54732e-1	
	11	15.55200	45.58562	3.41160e-1	
	12	15.55200	44.89180	3.46433e-1	
	13	31.10370	67.98042	4.57539e-1	
	14	31.10400	68.38062	4.54866e-1	
	15	31.10400	67.18560	4.62956e-1	
	16	51.84000	123.05505	4.21275e-1	
	17	51.84000	124.66025	4.15850e-1	
	18	51.84000	124.51669	4.16330e-1	

=====

Peak Sum Table

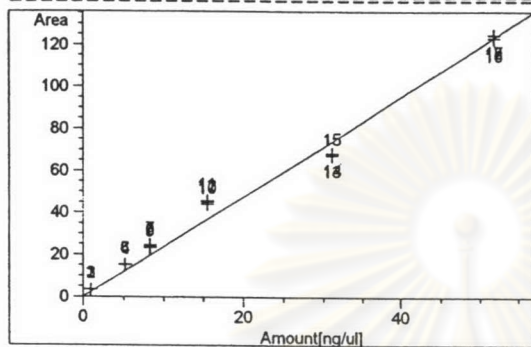
=====

No Entries in table

=====

กราฟมาตรฐานของเบนซิลแอลกอฮอล์ (ต่อ)

Method C:\HPCHEM\1\METHODS\JABZ.M

=====
=====
Calibration Curves
=====

Benzyl alcohol at exp. RT: 4.204
VWD1 A, Wavelength=254 nm
Correlation: 0.99724
Residual Std. Dev.: 4.71292
Formula: $y = mx$
m: 2.38356
x: Amount [ng/ul]
y: Area

=====
=====

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างโครมาโตแกรมของเบนซิลแอลกอฮอล์

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\220148\STD00010.D

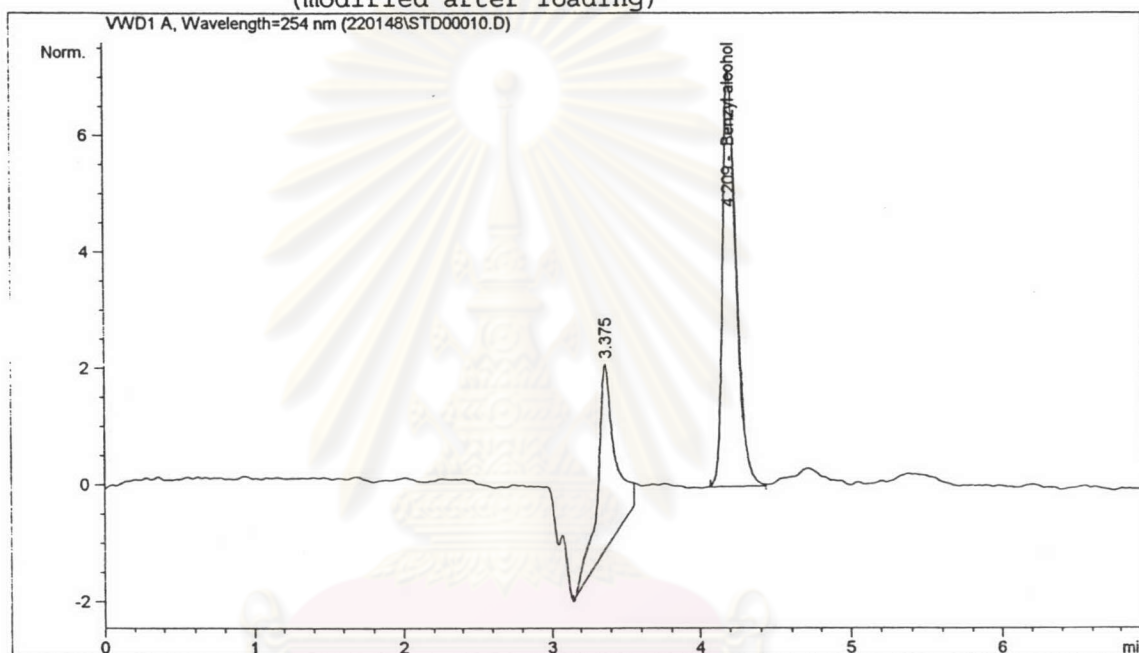
Sample Name: stdbz15/1

```

=====
Injection Date   : 1/22/05 12:18:54 PM           Seq. Line :    1
Sample Name     : stdbz15/1                     Vial      :   10
Acq. Operator   : Napaporn                      Inj       :    1
                                                    Inj Volume:  20 µl

Acq. Method     : C:\HPCHEM\1\METHODS\JA.M
Last changed    : 1/22/05 10:53:55 AM by Napaporn
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\JABZ.M
Last changed    : 2/11/05 5:45:14 PM by napaporn
                (modified after loading)
=====

```



```

=====
External Standard Report
=====

```

```

Sorted By           : Signal
Calib. Data Modified : 2/11/05 5:41:32 PM
Multiplier          : 1.0000
Dilution            : 1.0000

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=254 nm

RetTime [min]	Type	Area mAU	Area *s	Amt/Area	Amount [mg/L]	Grp	Name
4.209	BB	43.84149	4.19541e-1		18.39329		Benzyl alcohol

```
Totals :                               18.39329
```

Results obtained with enhanced integrator!

```

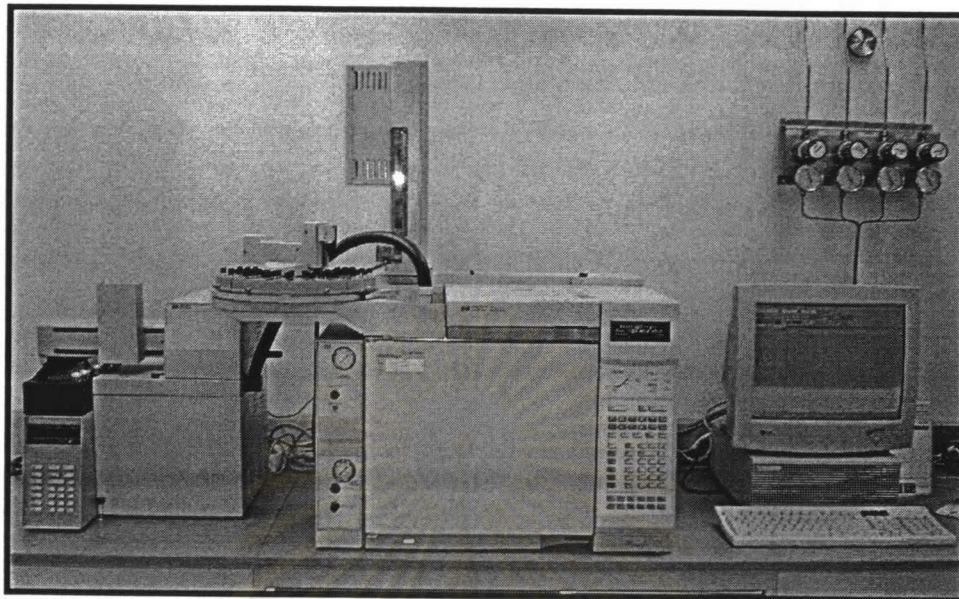
=====
*** End of Report ***
=====

```

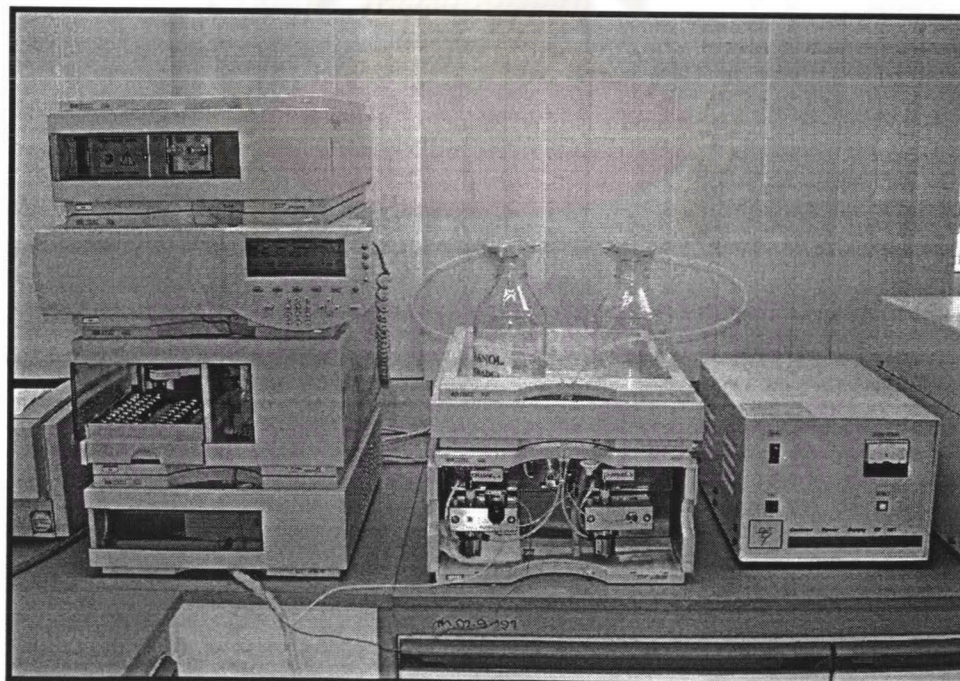


ภาคผนวก ซ.
รูปเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



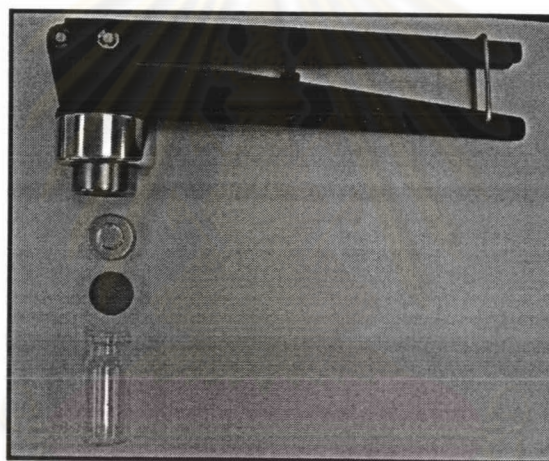
รูปที่ ๗-1 เครื่อง Gas Chromatography



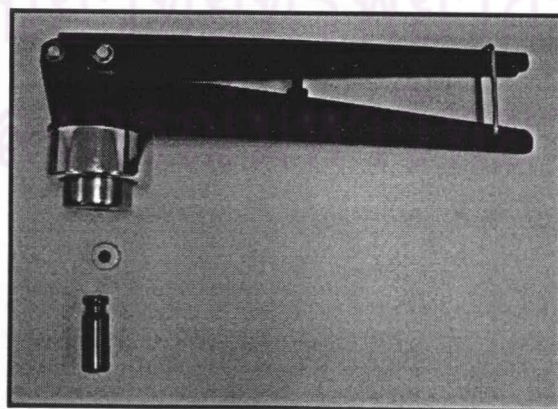
รูปที่ ๗-2 เครื่อง High Performance Liquid Chromatography



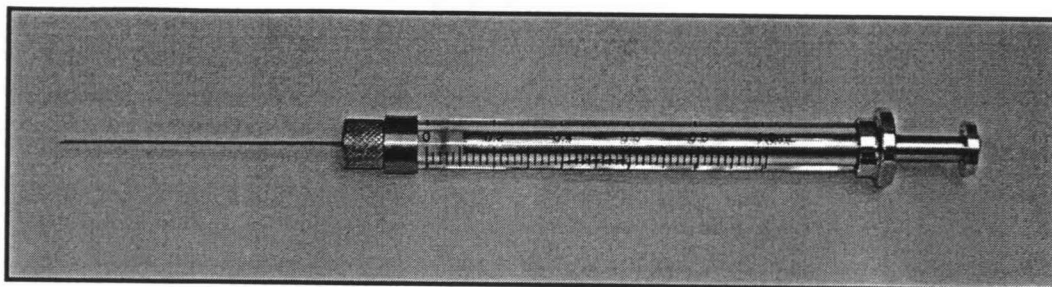
รูปที่ ข-3 ขวดซีรัม (Serum Bottle) ที่ใช้ในการทดลอง



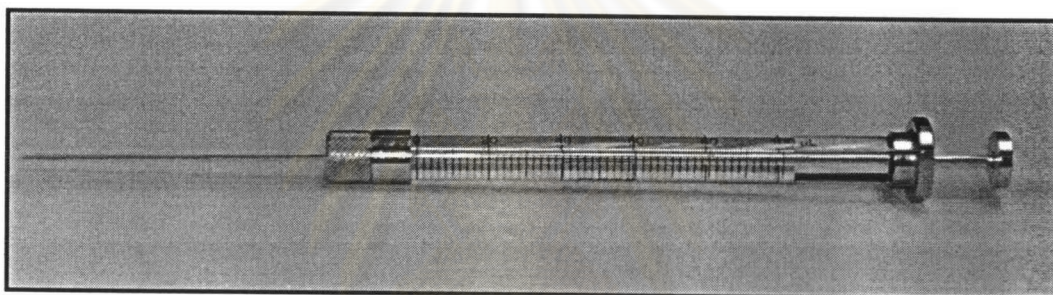
รูปที่ ข-4 ขวดไวอัล (Vial) และอุปกรณ์ปิดฝาที่ใช้สำหรับเครื่อง Gas Chromatography



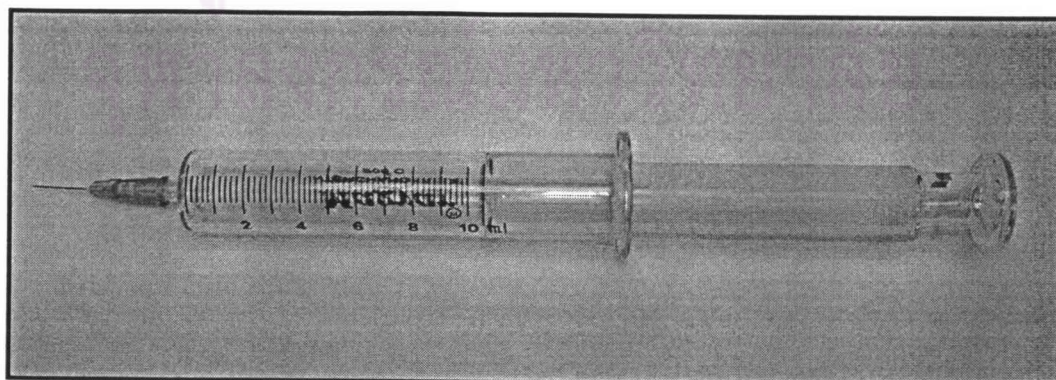
รูปที่ ข-5 ขวดไวอัล (Vial) และอุปกรณ์ปิดฝาที่ใช้สำหรับเครื่อง
High Performance Liquid Chromatography



รูปที่ ๗-6 ไชริง (GasTight Syringes) ขนาด 1 มิลลิลิตร ใช้สำหรับการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์



รูปที่ ๗-7 ไชริง (GasTight Syringes) ขนาด 10 ไมโครลิตร ใช้สำหรับฉีดโทลูอินลงในขวดซีรัม



รูปที่ ๗-8 ไชริง (Glass Syringes) ขนาด 20 มิลลิลิตร ใช้สำหรับการเติมออกซิเจน



รูปที่ ซ-9 ถังสำหรับคว่ำขวดซีรัม



รูปที่ ซ-10 Shaker ที่ทำการเขย่าขวดซีรัมตลอดเวลาการทดลอง

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนภาพร กิตติศิริ เกิดวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2523 สำเร็จการศึกษา
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2541 สำเร็จ
การศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ในปีการศึกษา 2544 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ.2545



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย