รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539. การบำบัดน้ำเสีย (Wastewater treatment). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : มิตรนราการพิมพ์

ธีระชาติ รื่นไกรฤกษ์ และวุฒิชัย วัยวุฒิเกียรติ. 2528. กลสมบัติของดินลูกรังในประเทศไทย ศึกษาเน้นหนักการใช้ประโยชน์ในงานทางหลวง. กรุงเทพมหานคร : กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และวิบูลย์ รัตนาปนนท์. 2543. สารพิษในอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ปิยะพร บารมี. 2542. การเตรียมถ่านกัมมันต์จากยางเหลือทิ้งโดยการกระตุ้นด้วย $ZnCl_2$. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2543. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พล สาเกทอง. 2518. รายงานผลการวิจัยเรื่องการดูดซับที่ผิวของของแข็งต่อสารที่ปะปนอยู่ในน้ำโดยของแข็งอยู่กับที่วิธีหนึ่งและของแข็งอยู่ในลักษณะเป็นฟลูอิไดซ์. รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภชน์ สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ ปีการศึกษา 2516.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2544. พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2539. ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

Allard, B., Hakansson, K., and Karlsson, S. 1987. The importance of sorption phenomena in relation to trace element speciation and mobility. In L.Landner (eds.), Speciation of metals in water, sediment and soil systems. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.

Alloway, B.J. 1995. Heavy metals in soils. 2nd ed. London: Blackie Academic and Professional.

Aualiitia, T.U. , and Pickering, W.F. 1986. Thespecific sorption of trace amounts of Cu, Pb, and Cd by inorganic particulates. Water, Air, and Soil Pollut. 35: 171-185.

Aylett, B.J. 1973. The chemistry of zinc, cadmium and mercury: Pergamons texts in inorganic chemistry Vol. 18. Pergamon Press.

Bailey, J.E. , and Ollis, D.F. 1986. Biochemical engineering fundamentals. 2nd ed. New York: McGraw-Hill.

Barrow, N.J., Bowden, J.W., Posner, A.M., and Quirk, J.P. 1981. Describing the adsorption of copper, zinc and lead on a variable charge mineral surface. Aust.J. Soil Res. 19: 309-321.

Benjamin, M.M., and Leckie, J.O. 1980. Adsorption of metals at oxide interfaces : effects of the concentrations of adsorbate and competing metals. In R.A.Baker (eds.), pp.305-322, Contaminants and sediments Vol. 2. Michigan : Ann Arbor Science.

Benjamin, M.M., and Leckie, J.O. 1981. Multiple-site adsorption of Cd, Cu, Zn, and Pb on amorphous iron oxyhydroxide. J. Colloid. Interf. Sci. 79(1): 209-221.

Benjamin, M.M., and Leckie, J.O. 1981. Competitive adsorption of Cd, Cu, Zn and Pb on amorphous iron oxyhydroxide. J. Colloid. Interf. Sci. 83(2): 410-419.

Brady, N.C. 1984. The nature and properties of soils. 9th ed. New York : Macmillan.

Brady, N.C. , Weil, R.R. 1996. The nature and properties of soils. 11st ed. New Jersey : Prentice-Hall International.

Brummer, G.W. 1986. Heavy metal species, mobility and availability in soils. In M.Bernhard, F.E. Brinckman, and P.J. Sadler (eds.), pp.169-192, The importance of chemical "Speciation" in environmental processes. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.

Chakravarty, R., Prasad, G., and Raupainwar, D.C. 1998. Static removal of Copper (II) from aqueous solutions by hematite. Environmental Technology. 19(3): 315-322.

Cotton, F.A., and Wilkinson, G. 1980. Advanced inorganic chemistry: a comprehensive text. 4th ed. USA: John Wiley & Sons.

Cotton, F.A., and Wilkinson, G. 1988. Advanced inorganic chemistry. 5th ed. USA: John Wiley & Sons.

Duker, A. , Ledin, A. , Karlsson, S. , and Allard, B. 1995. Adsorption of zinc on colloidal (hydr)oxides of Si, Al and Fe in the presence of a fulvic acid. Applied Geochemistry. 10(2): 197-205.

Dzombak, D.A., and Morel, F.M.M. 1990. Surface complexation modelling: Hydrous Ferric Oxide. New York: John Wiley & Sons.

Eckenfelder, W.W. 2000. Industrial water pollution control. 3rd ed. Boston: McGraw-Hill.

Gadde, R.R. , and Laitinen, H.A. 1974. Studies of heavy metal adsorption by hydrous iron and manganese oxides. Analytical Chemistry. 46(13): 2022-2026.

Janson, C.E. , Kenson, R.E. , and Tucker, L.H. 1982. Treatment of heavy metals in wastewaters. Environmental Progress. 1(3): 212-216.

Jenne, E.A. 1968. Control on Mn, Fe, Co, Ni, Cu, and Zn concentrations in soils and water : the significant role of hydrous Mn and Fe oxides. Advances in chemistry series 73: 337-387.

Kalbasi, M., Racz, G.J., and Loewen-Rudgers, L.A. 1978. Mechanism of Zinc adsorption by Iron and Aluminum oxides. J. Soil Sci. 125(3): 146-150.

Karthikeyan, K.G. , Elliott, H.A. , and Chorover, J. 1999. Role of surface precipitation in copper sorption by the hydrous oxides of iron and aluminum. J. Colloid. Interf. Sci. 209(1): 72-78.

Kinniburg, D.G., and Jackson, M.L. 1981. Cation adsorption by hydrous metal oxides and clay. In M.A.Anderson,and A.J.Rubin(eds.), pp. 91-160, Adsorption of inorganics at solid-liquid interfaces. Michigan: Ann Arbor Science.

Kinniburg, D.G. , and Jackson, M.L. 1982. Concentration and pH dependence of calcium and zinc adsorption by iron hydrous oxide gel. Soil Sci. Soc. Am. J. 46: 56-61.

Kinniburg, D.G., Jackson, M.L., and Syers, J.K. 1976. Adsorption of alkaline earth, transition and heavy metal cations by hydrous oxide gels of iron and aluminum. Soil Sci. Soc. Am. J. 40(4): 796-799.

Lai, C.H. , Chen, C.Y. , Wei, B.L. , and Lee, C.W. 2001. Adsorption characteristics of cadmium and lead on the goethite-coated sand surface. Journal of environmental science and health Part A-toxic/hazardous substances & environmental engineering. 36(5): 747-763.

Leckie, J.O. 1986. Adsorption and transformation of trace element species at sediment/water interfaces. In M. Bernhard, F.E. Brinckman, and P.J. Sadler (eds.), pp.237-254, The importance of chemical "Speciation" in environmental processes. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.

Lo, S.L. , Jeng, H.T. , and Lai, C.H. 1997. Characteristics and adsorption properties of iron-coated sand. Wat. Sci. Tech. 35(7): 63-70.

McBride, M.B. 1994. Environmental chemistry of soils. New York : Oxford University Press.

McKenzie, R.M. 1980. The adsorption of lead and other heavy metals on oxides of manganese and iron. Aust. J. Soil Res. 18: 61-73.

Namasivayam, C. , and Ranganathan, K. 1993. Waste Fe(III)/Cr(III) hydroxide as adsorbent for the removal of Cr(VI) from aqueous solution and chromium plating industry wastewater. Environmental Pollution. 82: 255-261.

Namasivayam, C. , and Ranganathan, K. 1995. Removal of Pb(II), Ni(II) and mixture of metal ions by adsorption onto 'waste' Fe(III)/Cr(III) hydroxide and fixed bed studies. Environmental Technology. 16: 851-860.

Orumwense, F.O. 1996. Removal of lead from water by adsorption on a kaolinitic clay. J. Chem. Tech. Biotechnol. 65: 363-369.

Rochow, E.G.,and Abel, E.W. 1973. The chemistry of Germanium, Tin and Lead : Pergamon texts in inorganic chemistry Vol.14. Pergamon Press.

Sawyer, C.N., McCarty, P.L., and Parkin, G.F. 1994. Chemistry for environmental engineering. 4th ed. New York: McGraw-Hill.

Sposito, G. 1989. The chemistry of soils. New York: Oxford Universitry Press.

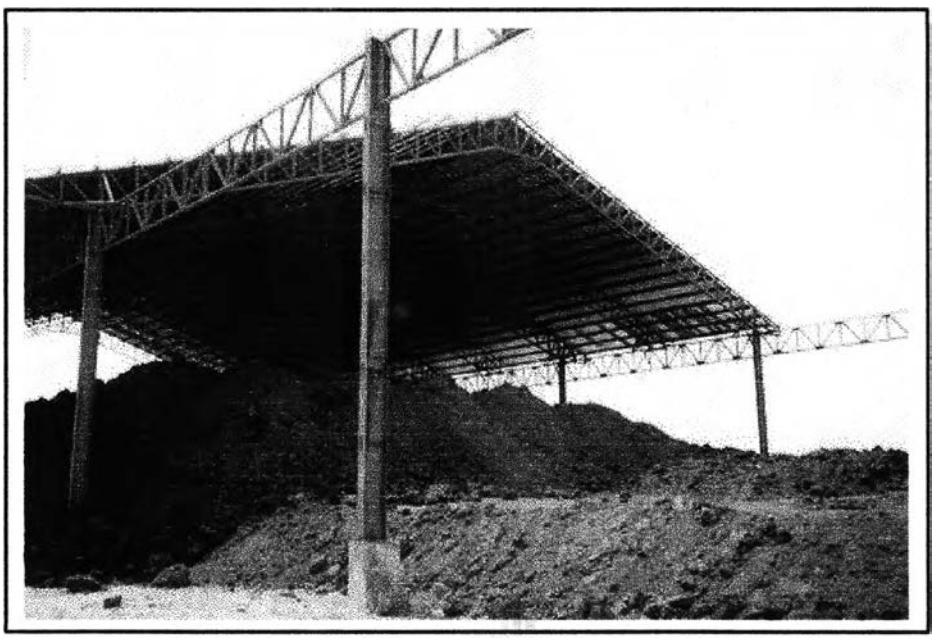
Tan, H.K. 1996. Soil sampling, preparation and analysis. New York: Dekker.

Tien, C. 1994. Adsorption calculation and Modeling. Boston: Butterworth Huinemann.

White, D.A. , and Asfar-Siddique, A. 1997. Removal of manganese and iron from drinking water using hydrous manganese dioxide. Solvent extraction and ion exchange. 15 (6): 1133-1145.

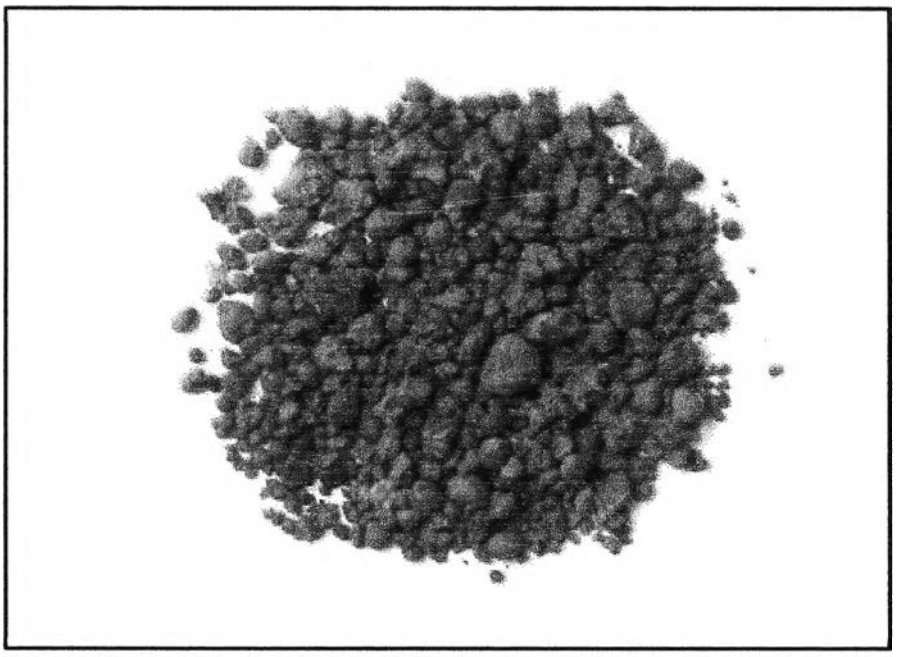
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

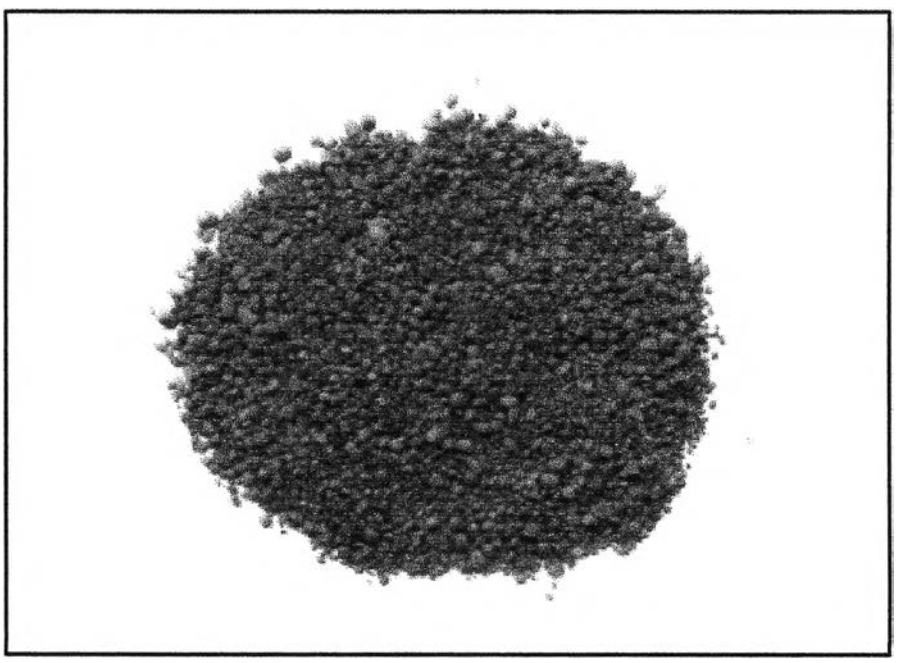


รูป ก-1 ลักษณะโรงตากดินลูกรังแบบเปิดภายในเหมือง

รูป ก-2 ลักษณะของบริเวณที่มีการขุดดินลูกรังภายในเหมือง



รูป ก-3 ลักษณะของดินลูกรังก่อนบด



รูป ก-4 ลักษณะของดินลูกรังหลังบดและร่อนซึ่งมีขนาดเม็ดดิน 0.5-2.0 มิลลิเมตร

ภาคผนวก ข

1. ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยดินลูกรัง

ตารางที่ ข-1.1 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วที่ระยะเวลาสัมผัสต่าง ๆ

Time (hour)	Blank (ppm)	Final Concentration (ppm)	Pb Removed (ppm)	% Removal	Pb Removed (mg)
2	0.00	0.36	45.73	99.22	1.14
4	0.00	0.25	45.84	99.46	1.15
6	0.00	0.35	45.74	99.25	1.14
8	0.00	0.29	45.80	99.37	1.14
10	0.00	0.26	45.83	99.43	1.15
12	0.00	0.26	45.83	99.43	1.15

(ความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์หลังปรับพีเอช 6 = 46.09 พีพีเอ็ม)

ตารางที่ ข-1.2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดทองแดงที่ระยะเวลาสัมผัสต่าง ๆ

Time (hour)	Blank (ppm)	Final Concentration (ppm)	Cu Removed (ppm)	% Removal	Cu Removed (mg)
2	0.19	10.18	36.53	78.52	0.91
4	0.16	7.61	39.07	83.99	0.98
6	0.15	5.98	40.69	87.46	1.02
8	0.17	3.21	43.48	93.47	1.09
10	0.17	3.23	43.46	93.43	1.09
12	0.15	3.35	43.32	93.12	1.08

(ความเข้มข้นเริ่มต้นของทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์หลังปรับพีเอช 6 = 46.52 พีพีเอ็ม)

ตารางที่ ข-1.3 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดสังกะสีที่ระยะเวลาสัมผัสต่าง ๆ

Time (hour)	Blank (ppm)	Final Concentration (ppm)	Zn Removed (ppm)	% Removal	Zn Removed (mg)
2	0.00	21.31	25.84	54.81	0.65
4	0.00	21.14	26.01	55.16	0.65
6	0.00	20.02	27.13	57.54	0.68
8	0.00	20.13	27.02	57.30	0.68
10	0.00	17.76	29.39	62.33	0.73
12	0.00	17.79	29.36	62.28	0.73

(ความเข้มข้นเริ่มต้นของสังกะสีในน้ำเสียสังเคราะห์หลังปรับพีเอช 6 = 47.15 พีพีเอ็ม)

ตารางที่ ข-2.1 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วด้วยดินลูกรังปริมาณต่าง ๆ

Soil Amount (g)	Blank (ppm)	Final Concentration (ppm)	Pb Removed (ppm)	% Removal	Pb Removed (mg)
0.25	0.00	42.08	51.27	54.93	1.28
0.50	0.00	28.92	64.43	69.02	1.61
1.00	0.00	6.92	86.43	92.58	2.16
2.00	0.00	0.51	92.84	99.45	2.32
3.00	0.00	0.27	93.08	99.71	2.33

(ความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์หลังปรับพีเอช 6 = 93.35 พีพีเอ็ม)

ตารางที่ ข-2.2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดทองแดงด้วยดินลูกรังปริมาณต่าง ๆ

Soil Amount (g)	Blank (ppm)	Final Concentration (ppm)	Cu Removed (ppm)	% Removal	Cu Removed (mg)
0.25	0.02	60.58	30.44	33.45	0.76
0.50	0.03	49.15	41.88	46.02	1.05
1.00	0.03	35.45	55.58	61.07	1.39
2.00	0.04	8.92	82.12	90.24	2.05
3.00	0.04	1.67	89.37	98.21	2.23

(ความเข้มข้นเริ่มต้นของทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์หลังปรับพีเอช 6 = 91.00 พีพีเอ็ม)

ตาราง ข-2.3 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดสังกะสีด้วยดินลูกรังปริมาณต่าง ๆ

Soil Amount (g)	Blank (ppm)	Final Concentration (ppm)	Zn Removed (ppm)	% Removal	Zn Removed (mg)
0.25	0.00	61.17	33.98	35.72	0.85
0.50	0.00	56.75	34.25	37.64	0.86
1.00	0.00	41.77	49.23	54.10	1.23
2.00	0.00	20.39	70.61	77.60	1.76
3.00	0.00	11.48	79.52	87.38	1.99

(ความเข้มข้นเริ่มต้นของสังกะสีในน้ำเสียสังเคราะห์หลังปรับพีเอช 6 = 95.15 พีพีเอ็ม)

ตาราง ข-3.1 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 5 พีพีเอ็มด้วยดินลูกรัง ปริมาณ 1.00 กรัม

pH	Blank (ppm)	Initial* Concentration (ppm)	Final Concentration (ppm)	Pb Removed (ppm)	% Removal	Pb Removed (mg)
3	0.00	5.01	0.25	4.76	95.01	0.12
4	0.00	4.93	0.23	4.70	95.33	0.12
5	0.00	4.75	0.23	4.52	95.16	0.11
6	0.00	4.58	0.19	4.39	95.78	0.11
7	0.00	3.82	0.24	3.58	93.72	0.09
8	0.00	3.12	0.12	3.00	96.15	0.08
9	0.00	2.05	0.21	1.84	89.59	0.05

* Initial Concentration คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์หลังการปรับพีเอช

ตาราง ข-3.2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 10 พีพีเอ็มด้วยดินลูกรัง ปริมาณ 1.00 กรัม

pH	Blank (ppm)	Initial* Concentration (ppm)	Final Concentration (ppm)	Pb Removed (ppm)	% Removal	Pb Removed (mg)
3	0.00	9.98	0.57	9.41	94.29	0.24
4	0.00	9.79	0.41	9.38	95.85	0.23
5	0.00	9.47	0.45	9.02	95.28	0.23
6	0.00	9.21	0.43	8.78	95.29	0.22
7	0.00	8.99	0.45	8.54	94.99	0.21
8	0.00	6.50	0.45	6.05	93.08	0.15
9	0.00	5.37	0.41	4.96	92.37	0.12

* Initial Concentration คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์หลังการปรับพีเอช

ตาราง ข-3.3 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 25 พีพีเอ็มด้วยดินลูกรัง ปริมาณ 1.00 กรัม

pH	Blank (ppm)	Initial* Concentration (ppm)	Final Concentration (ppm)	Pb Removed (ppm)	% Removal	Pb Removed (mg)
3	0.00	24.95	3.29	21.66	86.83	0.54
4	0.00	24.59	0.16	24.43	99.36	0.61
5	0.00	23.99	0.10	23.89	99.58	0.60
6	0.00	23.65	0.11	23.54	99.52	0.59
7	0.00	18.15	0.14	18.01	99.21	0.45
8	0.00	14.42	0.14	14.28	99.01	0.36
9	0.00	9.83	0.15	9.68	98.44	0.24

* Initial Concentration คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์หลังการปรับพีเอช

ตาราง ข-3.4 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 พีพีเอ็มด้วยดินลูกรัง ปริมาณ 1.00 กรัม

pH	Blank (ppm)	Initial* Concentration (ppm)	Final Concentration (ppm)	Pb Removed (ppm)	% Removal	Pb Removed (mg)
3	0.00	49.88	15.90	33.98	68.13	0.85
4	0.00	48.78	2.27	46.51	95.35	1.16
5	0.00	47.54	1.43	46.11	97.00	1.15
6	0.00	47.02	1.53	45.49	96.75	1.14
7	0.00	41.25	0.92	40.33	97.76	1.01
8	0.00	25.49	0.46	25.03	98.18	0.63
9	0.00	12.31	0.34	11.97	97.27	0.30

* Initial Concentration คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์หลังการปรับพีเอช

ตาราง ข-3.5 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 พีพีเอ็มด้วยดินลูกรัง ปริมาณ 1.00 กรัม

pH	Blank (ppm)	Initial* Concentration (ppm)	Final Concentration (ppm)	Pb Removed (ppm)	% Removal	Pb Removed (mg)
3	0.00	99.35	33.96	65.39	65.81	1.63
4	0.00	98.10	10.54	87.56	89.25	2.19
5	0.00	98.30	10.62	87.68	89.20	2.19
6	0.00	98.70	8.04	90.66	91.86	2.27
7	0.00	58.65	2.61	56.04	95.56	1.40
8	0.00	16.25	0.90	15.35	94.46	0.38
9	0.00	8.25	0.56	7.69	93.25	0.19

* Initial Concentration คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์หลังการปรับพีเอช

ตาราง ข-3.6 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดทองแดงที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 5 พีพีเอ็มด้วยดินลูกรัง ปริมาณ 1.00 กรัม

pH	Blank (ppm)	Initial* Concentration (ppm)	Final Concentration (ppm)	Cu Removed (ppm)	% Removal	Cu Removed (mg)
3	0.03	4.96	0.87	4.12	83.13	0.10
4	0.03	4.73	0.15	4.61	97.53	0.12
5	0.02	4.63	0.13	4.52	97.62	0.11
6	0.03	4.60	0.16	4.47	97.25	0.11
7	0.02	4.56	0.16	4.42	97.00	0.11
8	0.02	4.21	0.15	4.08	96.83	0.10
9	0.02	3.99	0.14	3.87	96.99	0.10

* Initial Concentration คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของทองแดงที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์หลังการปรับพีเอช

ตาราง ข-3.7 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดทองแดงที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 10 พีพีเอ็มด้วยดินลูกรัง ปริมาณ 1.00 กรัม

pH	Blank (ppm)	Initial* Concentration (ppm)	Final Concentration (ppm)	Cu Removed (ppm)	% Removal	Cu Removed (mg)
3	0.03	9.90	1.67	8.26	83.47	0.21
4	0.03	9.85	0.18	9.70	98.51	0.24
5	0.02	9.80	0.10	9.72	99.18	0.24
6	0.03	9.76	0.09	9.70	99.39	0.24
7	0.02	9.45	0.08	9.39	99.40	0.23
8	0.02	8.48	0.11	8.39	98.98	0.21
9	0.02	6.43	0.12	6.33	98.44	0.16

* Initial Concentration คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของทองแดงที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์หลังการปรับพีเอช

ตาราง ข-3.8 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดทองแดงที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 25 พีพีเอ็มด้วยดินลูกรัง ปริมาณ 1.00 กรัม

pH	Blank (ppm)	Initial* Concentration (ppm)	Final Concentration (ppm)	Cu Removed (ppm)	% Removal	Cu Removed (mg)
3	0.03	25.01	7.38	17.63	70.51	0.44
4	0.03	24.83	0.73	24.10	97.05	0.60
5	0.02	24.63	0.51	24.12	97.94	0.60
6	0.02	24.50	0.22	24.28	97.09	0.61
7	0.02	6.81	0.15	6.68	98.09	0.17
8	0.02	4.11	0.13	4.00	97.24	0.10
9	0.01	3.02	0.12	2.91	96.47	0.07

* Initial Concentration คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของทองแดงที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์หลังการปรับพีเอช

ตาราง ข-3.9 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดทองแดงที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 พีพีเอ็มด้วยดินลูกรัง ปริมาณ 1.00 กรัม

pH	Blank (ppm)	Initial* Concentration (ppm)	Final Concentration (ppm)	Cu Removed (ppm)	% Removal	Cu Removed (mg)
3	0.03	50.76	21.32	29.47	58.05	0.74
4	0.03	50.32	10.57	39.78	79.05	0.99
5	0.03	48.10	7.82	40.31	83.80	1.01
6	0.02	47.72	6.59	41.15	86.23	1.03
7	0.02	18.54	0.29	18.27	98.54	0.46
8	0.02	13.34	0.17	13.19	98.88	0.33
9	0.02	5.67	0.14	5.55	97.88	0.14

* Initial Concentration คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของทองแดงที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์หลังการปรับพีเอช

ตาราง ข-3.10 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดทองแดงที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 พีพีเอ็มด้วยดินลูกรัง ปริมาณ 1.00 กรัม

pH	Blank (ppm)	Initial* Concentration (ppm)	Final Concentration (ppm)	Cu Removed (ppm)	% Removal	Cu Removed (mg)
3	0.03	97.95	46.50	51.48	52.56	1.29
4	0.03	96.25	41.48	54.80	56.94	1.37
5	0.03	98.40	38.56	59.87	60.84	1.50
6	0.02	97.00	33.03	63.99	65.97	1.60
7	0.02	34.62	0.19	34.45	99.52	0.86
8	0.02	9.35	0.18	9.19	98.32	0.23
9	0.02	9.60	0.19	9.43	98.26	0.24

* Initial Concentration คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของทองแดงที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์หลังการปรับพีเอช

ตาราง ข-3.11 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดสังกะสีที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 5 พีพีเอ็มด้วยดินลูกรัง ปริมาณ 1.00 กรัม

pH	Blank (ppm)	Initial* Concentration (ppm)	Final Concentration (ppm)	Zn Removed (ppm)	% Removal	Zn Removed (mg)
3	0.00	5.08	0.44	4.64	91.34	0.12
4	0.00	5.01	0.09	4.92	98.20	0.12
5	0.00	4.90	0.08	4.82	98.30	0.12
6	0.00	4.85	0.12	4.73	97.59	0.12
7	0.00	4.83	0.11	4.72	97.65	0.12
8	0.00	4.16	0.08	4.08	98.08	0.10
9	0.00	3.34	0.05	3.29	98.60	0.08

* Initial Concentration คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของสังกะสีที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์หลังการปรับพีเอช

ตาราง ข-3.12 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดสังกะสีที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 10 พีพีเอ็มด้วยดินลูกรัง ปริมาณ 1.00 กรัม

pH	Blank (ppm)	Initial* Concentration (ppm)	Final Concentration (ppm)	Zn Removed (ppm)	% Removal	Zn Removed (mg)
3	0.00	10.12	3.87	6.25	61.76	0.16
4	0.00	9.96	1.17	8.79	88.22	0.22
5	0.00	9.95	0.52	9.43	94.81	0.24
6	0.00	9.83	0.22	9.61	97.76	0.24
7	0.00	9.78	0.28	9.50	97.10	0.24
8	0.00	7.85	0.17	7.68	97.88	0.19
9	0.00	5.96	0.09	5.87	98.49	0.15

* Initial Concentration คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของสังกะสีที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์หลังการปรับพีเอช

ตาราง ข-3.13 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดสังกะสีที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 25 พีพีเอ็มด้วยดินลูกรัง ปริมาณ 1.00 กรัม

pH	Blank (ppm)	Initial Concentration (ppm)	Final Concentration (ppm)	Pb Removed (ppm)	% Removal	Zn Removed (mg)
3	0.00	25.10	8.96	16.14	64.24	0.40
4	0.00	24.65	4.34	20.31	82.39	0.51
5	0.00	24.15	3.14	21.01	86.98	0.52
6	0.00	24.10	3.01	21.09	87.51	0.53
7	0.00	23.99	2.88	21.11	87.99	0.53
8	0.00	16.90	0.67	16.23	96.02	0.41
9	0.00	8.35	0.34	8.01	95.89	0.20

* Initial Concentration คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของสังกะสีที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์หลังการปรับพีเอช

ตาราง ข-3.14 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดสังกะสีที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 พีพีเอ็มด้วยดินลูกรัง ปริมาณ 1.00 กรัม

pH	Blank (ppm)	Initial* Concentration (ppm)	Final Concentration (ppm)	Zn Removed (ppm)	% Removal	Zn Removed (mg)
3	0.00	49.9	21.48	28.42	56.95	0.71
4	0.00	48.75	16.30	32.45	66.56	0.81
5	0.00	47.96	13.70	34.26	71.44	0.86
6	0.00	47.49	13.13	34.36	72.35	0.86
7	0.00	47.17	12.61	34.56	73.27	0.86
8	0.00	16.50	0.67	15.83	95.96	0.40
9	0.00	13.75	0.32	13.43	97.65	0.34

* Initial Concentration คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของสังกะสีที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์หลังการปรับพีเอช

ตาราง ข-3.15 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดสังกะสีที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 พีพีเอ็มด้วยดินลูกรัง ปริมาณ 1.00 กรัม

pH	Blank (ppm)	Initial* Concentration (ppm)	Final Concentration (ppm)	Pb Removed (ppm)	% Removal	Pb Removed (mg)
3	0.00	101.4	61.00	40.40	39.84	1.01
4	0.00	97.8	48.53	49.27	50.37	1.23
5	0.00	95.6	47.32	48.28	50.51	1.21
6	0.00	94.4	47.32	47.08	49.88	1.18
7	0.00	93.0	47.55	45.45	48.87	1.14
8	0.00	66.5	11.59	54.91	82.58	1.37
9	0.00	33.5	0.80	32.70	97.60	0.82

* Initial Concentration คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของสังกะสีที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์หลังการปรับพีเอช

2. ประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียจากโรงงานผลิตแบตเตอรี่ด้วยดินลูกรัง

ตาราง ข-3.16 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียจากโรงงานผลิตแบตเตอรี่ซึ่งมีความเข้มข้นของตะกั่ว 5.44 พีพีเอ็ม พีเอช 3.25 ด้วยดินลูกรัง 1.00 กรัม

Time (hour)	Blank (ppm)	Final Concentration (ppm)	Pb Removed (ppm)	%Removal	Pb Removed (mg)
2	0.00	1.54	3.90	71.63	0.10
4	0.00	1.21	4.23	77.76	0.11
8	0.00	1.08	4.36	80.21	0.11
12	0.00	0.98	4.46	81.99	0.11

3. ผลการเปลี่ยนแปลงพีเอชของน้ำเสีย

ตาราง ข-3.17 พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์หลังการกำจัดตะกั่วด้วยดินลูกรัง 1.00 กรัม ระยะเวลาสัมผัส 2 ชั่วโมง

พีเอชเริ่มต้น	พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์หลังการกำจัดตะกั่วที่ความเข้มข้นเริ่มต้นต่าง ๆ				
	5 พีพีเอ็ม	10 พีพีเอ็ม	25 พีพีเอ็ม	50 พีพีเอ็ม	100 พีพีเอ็ม
3	6.03	5.57	5.40	5.42	5.37
4	6.90	6.85	6.71	5.60	5.99
5	7.00	6.88	6.86	5.76	5.99
6	6.87	6.89	6.92	5.86	6.03
7	7.01	6.78	6.89	6.40	6.46
8	7.07	6.95	7.04	6.77	6.83
9	7.18	7.06	7.29	6.97	7.02

ตาราง ข-3.18 พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์หลังการกำจัดทองแดงด้วยดินลูกรัง 1.00 กรัม ระยะเวลาสัมผัส 8 ชั่วโมง

พีเอชเริ่มต้น	พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์หลังการกำจัดทองแดงที่ความเข้มข้นเริ่มต้นต่าง ๆ				
	5 พีพีเอ็ม	10 พีพีเอ็ม	25 พีพีเอ็ม	50 พีพีเอ็ม	100 พีพีเอ็ม
3	5.15	5.19	6.01	5.63	5.36
4	6.67	6.30	6.52	5.88	5.42
5	7.11	6.99	6.46	6.03	5.48
6	7.13	7.01	6.62	6.10	5.52
7	7.27	7.03	7.34	7.19	7.00
8	7.40	7.24	7.45	7.62	7.29
9	7.67	7.62	7.69	7.67	7.38

ตาราง ข-3.19 พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์หลังการกำจัดสังกะสีด้วยดินลูกรัง 1.00 กรัม ระยะเวลาสัมผัส 10 ชั่วโมง

พีเอชเริ่มต้น	พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์หลังการกำจัดสังกะสีที่ความเข้มข้นเริ่มต้นต่าง ๆ				
	5 พีพีเอ็ม	10 พีพีเอ็ม	25 พีพีเอ็ม	50 พีพีเอ็ม	100 พีพีเอ็ม
3	6.60	6.38	6.44	5.63	6.14
4	7.29	6.67	6.70	6.43	6.37
5	7.36	7.00	6.66	6.85	6.39
6	7.14	7.32	6.69	6.62	6.52
7	7.09	7.18	6.67	6.80	6.52
8	7.35	7.48	7.35	8.01	7.13
9	7.74	7.72	7.59	8.24	7.63

ตาราง ข-3.20 พีเอชของน้ำเสียจากโรงงานผลิตแบตเตอรี่หลังการกำจัดตะกั่วด้วยดินลูกรัง 1.00 กรัม ที่ระยะเวลาสัมผัสต่าง ๆ

เวลาสัมผัส (ชั่วโมง)	พีเอชเริ่มต้น	พีเอชหลังการกำจัดตะกั่ว
2	3.25	3.90
4	3.25	4.23
8	3.25	4.36
12	3.25	4.46

ภาคผนวก ค

มาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม

ลักษณะน้ำทิ้ง	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	หมายเหตุ
บีโอดี (5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 °ซ)	มก./ล	20-60	- โรงงานทำอาหารจากสัตว์น้ำและบรรจุในภาชนะที่ผนึกและอากาศไม่มากกว่า 100 - โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง - โดยวิธีเหวี่ยงแยกแป้งแล้วทำให้แห้งด้วยลมร้อน ไม่มากกว่า 60 - โดยวิธีแยกแป้งด้วยการตกตะกอนแล้วทำให้แห้งบนพื้นอังไฟ ไม่มากกว่า 100 - โรงงานผลิตอาหารจากแห้งเป็นเส้นหรือชิ้น (ประเภทก๋วยเตี๋ยว, ขนมจีน, เส้นหมี่ เป็นต้น) ไม่มากกว่า 100 - โรงงานหมักฟอกหนังสัตว์ ไม่มากกว่า 100 - โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ ไม่มากกว่า 100 - โรงงานห้องเย็นอาหารแช่แข็งไม่มากกว่า 100
สารแขวนลอย	มก./ล	ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำทิ้งกับน้ำในลำน้ำสาธารณะ	อัตราส่วนผสม 1/8 ถึง 1/150 ไม่มากกว่า 30 1/151 ถึง 1/300 ไม่มากกว่า 60 1/301 ถึง 1/500 ไม่มากกว่า 150
สารละลาย	มก./ล	ไม่มากกว่า 2,000 หรือตามที่พนักงานเจ้าหน้าที่เห็นสมควรแต่ต้องไม่มากกว่า 5,000 มก./ล	น้ำทิ้งซึ่งระบายออกจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็มเกิน 2,000 มก./ล หรือลงสู่ทะเล ค่าสารที่ละลายได้ในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าสารที่ละลายได้ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มก./ล

ลักษณะน้ำทิ้ง	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	หมายเหตุ
ความเป็นกรด-ด่าง	-	5-9	
ค่าของเปอร์มังกาเนต	มก./ล	60	
ซัลไฟด์คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์	มก./ล	1.0	
ไซยาไนด์คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์	มก./ล	0.2	
น้ำมันทาร์	มก./ล	ไม่มีเลย	
น้ำมันและไขมัน	มก./ล	5.0	โรงกลั่นน้ำมันและโรงงานผสมน้ำมันหล่อลื่นจาระบี ไม่มากกว่า 15.0
ฟอร์มัลดีไฮด์	มก./ล	1.0	
ฟีนอลและ/หรือครีโซลล์	มก./ล	1.0	
คลอรีนอิสระ	มก./ล	1.0	
ยาฆ่าแมลง	-	ไม่มีเลย	
สารกัมมันตรังสี	แบคเคอเรล/ลิตร	ไม่มีเลย	
โลหะหนัก			
สังกะสี	มก./ล	5.0	โรงงานถลุงโลหะสังกะสี ไม่มากกว่า 3.0
โครเมียม	มก./ล	0.5	โรงงานถลุงโลหะสังกะสี ไม่มากกว่า 0.2
สารหนู	มก./ล	0.25	
ทองแดง	มก./ล	1.0	
ปรอท	มก./ล	0.005	โรงงานถลุงโลหะสังกะสี ไม่มากกว่า 0.002
แคดเมียม	มก./ล	0.03	โรงงานถลุงโลหะสังกะสี ไม่มากกว่า 0.1
แบเรียม	มก./ล	1.0	
เซเลเนียม	มก./ล	0.02	
ตะกั่ว	มก./ล	0.2	
นิเกิล	มก./ล	0.2	โรงงานถลุงโลหะสังกะสี ไม่มากกว่า 0.2
แมงกานีส	มก./ล	5.0	
เงิน	มก./ล	ไม่มีกำหนด	โรงงานถลุงโลหะสังกะสี ไม่มากกว่า 0.02

บทลงโทษ ผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการรายใดหากฝ่าฝืนต่อประกาศฉบับนี้จะถูกลงโทษปรับไม่เกินสองหมื่นบาท

แหล่งที่มาของข้อมูล ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2522) ออกตามความในพระราช-บัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 ตีพิมพ์ในหนังสือราชกิจจานุเบกษา เล่ม 99 ตอนที่ 33 (ฉบับที่ 10 พ.ศ. 2521) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 ตีพิมพ์ในหนังสือราชกิจจานุเบกษา เล่ม 95 ตอนที่ 132 (แผนกราชกิจจา) ลงวันที่ 28 พฤศจิกายน 2521

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอัจฉรีย์ กาญจนพิบูลวงศ์ เกิดเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ.2518 ที่เขตบางกอกน้อย จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2539 จากนั้นได้เข้าทำงานที่สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในตำแหน่งเจ้าหน้าที่วิเคราะห์ประจำห้องปฏิบัติการและผู้ช่วยวิจัย ต่อมาได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2542