รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

โยธาธิการและผังเมือง, กรม. 2547. โครงการวางและจัดทำแผนผังพื้นที่เฉพาะชุมชนชายแดน อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ร่างรายงานการศึกษาฉบับสุดท้าย. กรุงเทพมหานคร: กรมโยธาธิการและผังเมือง. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

พัฒนาที่ดิน, กรม. 2533. รายงานการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจ จังหวัดตาก. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2539. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ตาก, จังหวัด. ม.ป.ป. สภาพทั่วไปของอำเภอแม่สอด[ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.tak.go.th/maesod.htm[4 ตุลาคม 2549]

จิตินันท์ ศรีสถิต และ อวยพร แต้ชูตระกูล. 2547. เหตุเกิดที่ห้วยแม่ตาว "ในน้ำมีปลาในนามีแคดเมียม". โลกสีเขียว พฤศจิกายน-ธันวาคม: 18-32.

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

ศักดิ์สิรินทร์ ธีรพันธุ์เสถียร. 2538. แคดเมียมและสังกะสีในน้ำ ตะกอนและหอยกาบ *Hyriopsis myersiana* ของแม่น้ำปิง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิ่นเพชร บุญสุข และ ละไม ศรีสวัสดิ์. 2548. การกระจายตัวและการดูดแคดเมียมและสังกะสีของต้นข้าวในดินนาที่ได้รับน้ำเสียโรงงานถลุงสังกะสี. รายงานวิจัย กรมวิชาการเกษตร.

อุตุนิยมวิทยา, กรม. 2548. กรุงเทพมหานคร: สถิติภูมิอากาศ [ออนไลน์]. กรมอุตุนิยมวิทยา. แหล่งที่มา: http://www.tmd.go.th/program/max_year.php[4 ตุลาคม 2549]

อรทัย ศุกรียพงศ์, ดรุณี ชัยโรจน์ และ ปิ่นเพชร บุญสุข. 2547. การชะล้างพังทลายของดินกับปัญหาแคดเมียมในลุ่มน้ำแม่ตาว. วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ 9 (3): 37-44.

ภาษาอังกฤษ

Adriano, D. C. 2001. Trace elements in terrestrial environments, biochemistry, and risks of metal, 2nd ed. Springer-Verlag, New York.

Alam, M. G. M., Snow, E. T., and Tanaka, A. 2003. Arsenic and heavy metal contamination of vegetables grown in samta village, Bangladesh. The Science of The Total Environment 308: 83-96

Baker, D. E., and Amcher, M. C. 1982. Nickel, Copper, Zinc, and Cadmium. In Page et al., A. L. (ED.), Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd ed., Agronomy Monograph No. 9, pp. 323-336.

Bech, J., Poschenrieder, C., Llugany, M., Barcelo, J., Tume, P., Tobias, F. J., Barranzuela, J., and Vásquez, E. R. 1997. Arsenic and heavy metal contamination of soil and vegetation around a copper mine in Northern Peru. The Science of The Total Environment 203: 83-91.

Bergkvist, P. Jarvis, N., Bergren, D., and Carlgren, K. 2003. Long-term effects of sludge applications on soil properties cadmium availability and distribution in arable soil. Agriculture Ecosystems & Environment 97: 167-179.

Bloemen, M-Louise., Markert, B., and Lieth, H. 1995. The distribution of Cd, Cu, Pb and Zn in topsoil of Osnabrück in reletion to land use. The Science of The Total Environment 166: 137-148.

Bohn, H. J., McNeal, B. L., and Connor, G. A. 2001. Soil Chemistry, 3rd ed., John Wiley & Sons, New York.

Bolam, N. S., Adriano, D. C., and Naidu, R. 2003. Role of phosphorus in (Im) mobilization and bioavailability of heavy metal in the soil-plant system. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 177: 1-14.

Bowen, H. J. M. 1979. Environmental chemistry of the elements. Academic Press, New York.

Brady, N. C., and Weil, R. R. 2002. The Nature and Properties of Soil, 13th ed., Prentice Hall, New Jersey.

Chlopecka, A., Bacon, J. R., Wilson, M. J., and Kay, J. 1996. Forms of cadmium, lead, and zinc in contaminated soils from Southwest Poland. Journal of Environmental Quality 25: 69-79.

Cotton, F. A., Wilkinson, G., Murillo, C. A., and Bochmann, M. 1999. Advanced Inorganic Chemistry, 6th ed., John Wiley & Sons Inc, New York.

Dudka, S., and Adriano, D. C. 1997. Environmental impacts of metal ore mining and processing: A review. Journal of Environmental Quality 26: 590-602.

Essington, M. E. 2003. Soil and Water Chemistry: An Integrative Approach, CRC Press, Washington D. C.

Gavi, F., Basta, N. T., and Roun, W. R. 1997. Wheat grain cadmium as affected by long-term fertilization and soil acidity. Journal of Environmental Quality 26: 256-271.

Gee, G. W., and Bauder, J. W. 1986. Particle- size analysis. . In: Page et al., A. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 2nd ed., Agronomy Monograph No. 9, pp. 383–411.

Havlin, J. L., Beaton, J. D., Tisdale, S. L., and Nelson, W. L. 1999. Soil Fertility and Fertilizers An Introduction to Nutrient Management, 6th ed., Prentice Hall, New Jersey.

International Institute of Tropical Agriculture. 1979. Selected Methods for Soil and Plant Analysis, Manual series No.1, pp. 10-12.

Impellitteri, C. A., Lu, Y., Saxe, J. K., Allen, H. E., and Peijnenburg, J. G. M. 2002. Correlation of the partitioning of dissolved organic matter fractions with the desorption of Cd, Cu, Ni, Pb and Zn from 18 Dutch soils. Environment International 28: 401-410.

Jensen, A., and Bro-Rasmussen, F. 1992. Environmental cadmium in Europe. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 125: 101-181.

Jindasa, K. B. P. N., Milham, P. J., Hawkins, C. A., Cornish, P. S., Williams, P. A., Kaldos, C. J., and Conroy, J. P. 1997. Survey of cadmium levels in vegetables and soils of Greater Sysney, Australia. Journal of Environmental Quality 26: 924-933.

Jung, M. C., and Thornton, I. 1996. Heavy metal contamination of soils and plants in the vicinity of a lead-zinc mine, Korea. Applied Geochemistry 11: 53-59.

Kabata-Pendias, A., and Pendias, H. 1992. Trace element is soils and plants, 2nd ed., CRC Press. Boca Raton. FL.

Karaca, A. 2004. Effect of organic waste on the extractability of cadmium, copper, nickel, and zinc in soil. Geoderma 122: 297-303.

Kashem Md, A., and Singh, B. R. 2002. Distribution and mobility of Cd, Ni and Zn in contaminated tropical soil profiles. In: Comparision of bedrocks, soil, chemical climate and pollution as geomedical factors, Symposium on the 17th WCSS, pp. 625-1–625-9. Bangkok.

Li, J. T., Qiu, J. W., Wang, X. W., Zhong, J., Lan, C. Y., and Shu, W. S. 2006. Cadmium contamination in orchard soils and fruit trees and its potential health risk in Guangzhou, China. Environment Pollution 143: 159-165.

Ma, L. Q., and Rao, G. N. 1997. Chemical fractionation of cadmium, copper, nickel and zinc in contaminated soils. Journal of Environmental Quality 26: 259-264.

Mandal, B., and Hazra, G. C. 1997. Zn adsorption in soils as influenced by different soil management practices. Soil Science 162 (10): 713-721.

McGeary, D., Plummer, C. C., and Carlson, D. H. 2001. Physical Geology Earth Revealed, 4th ed., Mc Graw Hill, New York.

Navas, A., and Machin, J. 2002. Spatial distribution of heavy metal and arsenic in soils of Aragón (Northeast Spain): controlling factors and environmental implications. Applied Geochemistry 17: 961-973.

Naidu, R., Kookana, R. S., Sumner, M. E., Harter, R. D., and Tiller, K. G. 1997. Cadmium sorption and transport in variable change soil: A review. Journal of Environmental Quality 26: 602-617.

Nelson, D. W., and Sommers, L. E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page et al., A. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 2nd ed., Agronomy Monograph No. 9, pp. 539-577.

Onyatta, J. O., and Huang, P. M. 1999. Chemical speciation and bioavailability index of cadmium for selected tropical soils in Kenya. Geoderma 91: 87-101.

Page, A. L., and Bingham, F. J. 1973. Cadmium residues in the environment. Residue Reviews 48: 1-44.

Pehlivan, E., Ersoz, M., Pehlivan, M., Yildiz, S., and Duncan, H. J. 1995. The effect of pH and temperature on the sorption of zinc(II), cadmium(II), and aluminum(II) onto new metal-ligand complexes of sporopollenin. Journal of colloid and Interface Science 170: 320-325.

Pichel, J., Kuroiwa., and Sawyerr, H. T. 2000. Distribution of Pb, Cd and Ba in soils plants of two contaminated sites. Environmental Pollution 110: 171-178.

Pierzynski, G. M., Sims, J. T., and Vance, G. F. 2005. Soils and Environmental Quality,3rd ed., CRC Press, New York.

Ragan, H. A., and Mast, T. J. 1990. Cadmium Inhalation and Male Reproductive Toxicity. Reviews of Environment Contamination and Toxicology 144: 1-22.

Ram, N., and Verloo, M. 1985. Effect of variours organic materials on the mobility of heavy metals in soil. Environmental Pollution 10: 241-248.

Reed, S. T., and Martens, D. C. 1996. Copper and Zinc. In: Methods of Soil Analysis, part 3. Chemical Methods, Soil Science Society of America and America Society of Agronomy, pp. 703-722.

Richardson, J. L., and Vepraskas, M. J. 2001. Wetland Soils Genesis, Hydrology, Lanscapes, and Classificatio . Lewis Publishers, Washington, D.C.

Römkens, P. F. A. M., and Salomons, W. 1998. Cd, Cu and Zn solubility in arable and forest soils: consequences of land use changes for metal mobility and risk assessment. Soil Science 193: 589-871.

Salbu, B., Krekling, T., and Oughton, D. H. 1998. Characterisation of radioactive particles in the environment. The Analyst. 123: 843-849.

Sanchez-Camazano, M., Sanchez-Martin, M. J., and Lorenzo, L. R. 1998. Significance of soil properties for content and distribution of cadmium and lead in natural calcareous soils. The Science of The Total Environment 218: 217-226.

Singh, B. R., and Myhr, K. 1998. Cadmium uptake by barley as affected by Cd sources and pH levels. Geoderma 84: 185-194.

Song, Y., Wilson, M. J., Moon, H. S., Bacon, J. R., and Bain, D. C. 1999. Chemical and mineralogical forms of lead, zinc and cadmium in particle size fractions of some wastes, sediments and soils in Korea. Applied Geochemistry 14: 621-633.

Sterckeman, T., Douay, F., Proix, N., and Fourrier, H. 2000. Vertical distribution of Cd, Pb and Zn in soil near smelters in the north of France. Environmental Pollution 107: 377-389.

Udom, B. E., Mbagwu, J. S. C., Adesodun, J. K., and Agbim, N. N. 2004. Distribution of zinc, copper, cadmium and lead in a tropical ultisol after long-term disposal of sewage sludge. Environment International 30: 467-470.

Uminska, R. 1993. Cadmium contents of cultivated soils exposed to contamination in Poland. Environmental Geochemistry and Health 15:15-19.

Van-Erp, P., and Van-Lune, P. 1991. Long-term heavy metal leaching from soils, sewage sludge and soil/sewage mixtures. Environmental Science Technology 25: 706-711.

WHO. 1984. Contaminant. Codex Alimentarius volume 18 1st ed., Rome: WHO/FAO.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์ดิน และส่วนประกอบของแคดเมียมและสังกะสี

ตารางที่ ก-1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน ที่ระดับผิวดิน (0-20 เซนติเมตร)

พื้นที่	จุดเก็บตัวอย่าง	Sand	Silt	Clay	Texture (USDA)[1]	pH_w (1:5)	OM (%)	CEC ($cmol^+kg^{-1}$)	Total ($mgkg^{-1}$)		DTPA ($mgkg^{-1}$)		ความสามารถในการสกัดได้ (%)[2]	
		---------- % ----------							Cd	Zn	Cd	Zn	Cd	Zn
ควบคุม	C1	29.51	45.96	24.53	L[3]	5.35	3.10	19.11	0.77	40.25	nd[6]	2.53	-	6.29
	C2	29.60	46.49	23.91	"	5.37	3.11	17.56	0.34	36.50	nd	1.46	-	4.00
	C3	27.51	47.09	25.40	"	5.47	3.07	17.22	0.79	25.88	nd	2.93	-	11.32
ที่ลุ่ม	9	24.37	42.48	33.15	CL[4]	8.11	4.94	17.38	74.50	1480.22	27.53	216.49	36.95	14.63
	11	37.31	34.79	27.90	"	7.99	3.65	14.88	74.56	1093.30	32.53	346.64	43.63	31.71
	12	21.76	45.38	32.86	"	7.60	3.43	19.12	35.69	612.91	25.84	98.02	72.40	15.99
	13	41.85	27.78	30.37	"	6.18	3.52	20.16	12.21	319.07	3.41	60.63	27.93	19.00
	14	23.81	40.64	35.55	"	7.81	5.58	20.53	78.85	1407.95	25.37	151.04	32.18	10.73
	16	33.36	34.04	30.59	"	6.79	3.21	14.41	2.94	178.83	1.83	27.52	62.24	15.39
	17	31.52	38.99	29.49	"	7.44	3.70	11.28	21.84	464.61	6.60	99.03	30.22	21.31
	18	31.76	39.46	28.78	"	6.28	3.02	13.92	5.12	157.10	3.08	48.15	60.16	30.65
	19	39.36	30.04	30.60	"	6.25	3.07	12.72	2.28	105.23	0.75	11.98	32.89	11.38
	21	38.18	34.37	27.45	"	6.87	2.22	15.00	2.46	122.31	0.61	22.79	24.80	18.63
	22	39.50	33.48	27.02	"	6.28	2.12	14.22	6.59	285.75	5.01	41.17	76.02	14.41
	23	40.37	29.53	30.14	"	6.50	2.87	12.77	7.55	382.32	5.29	87.89	70.07	22.99

ตารางที่ ก-1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน ที่ระดับผิวดิน (0-20 เซนติเมตร) (ต่อ)

พื้นที่	จุดเก็บตัวอย่าง	Sand	Silt	Clay	Texture (USDA)	pH_w (1:5)	OM (%)	CEC ($cmol^+kg^{-1}$)	Total ($mgkg^{-1}$)		DTPA ($mgkg^{-1}$)		ความสามารถในการสกัดได้ (%)	
		---------- % ----------							Cd	Zn	Cd	Zn	Cd	Zn
ที่ดอนน้ำขัง	2	53.76	22.28	23.96	SCL[5]	7.42	4.02	19.45	5.91	193.65	3.86	34.09	65.31	17.60
	3	53.50	21.60	24.90	"	7.07	2.97	13.01	3.49	169.66	2.02	24.88	57.88	14.66
	4	55.60	20.96	23.44	"	8.00	2.90	12.29	70.98	1268.95	23.69	253.56	33.38	19.98
	8	49.19	18.96	31.85	"	7.51	4.49	16.59	11.71	512.34	6.77	60.87	57.81	11.88
ที่ดอน	1	51.92	21.19	26.17	SCL	6.57	2.72	13.68	1.92	29.34	0.41	4.93	21.35	16.80
	5	57.78	20.49	23.73	"	6.81	3.60	14.64	0.50	12.71	0.12	4.66	24.00	36.66
	6	50.11	19.30	30.59	"	6.65	4.05	18.17	2.01	46.50	0.98	7.25	48.76	15.59
	7	50.73	18.61	30.66	"	6.64	3.68	12.00	2.59	272.29	0.57	55.17	22.01	20.26
	10	69.54	10.05	20.41	"	6.44	2.90	9.45	0.82	8.99	0.13	2.66	15.85	29.59
	15	60.17	18.10	21.73	"	6.38	3.47	10.03	1.66	36.21	0.39	10.56	23.49	29.16
ป่า	20	66.81	9.34	23.85	SCL	5.08	1.96	9.16	1.06	28.32	0.62	4.93	58.49	17.41
	24	68.89	8.79	22.32	"	5.54	1.61	9.96	0.67	8.35	0.09	0.94	13.43	11.26
	25	70.34	9.55	20.11	"	5.56	1.01	10.08	0.58	6.57	0.07	0.38	12.07	5.78

[1]United States Department of Agriculture

[2]ความสามารในการสกัดได้ คิดจาก $\frac{\text{ปริมาณที่พืชนำไปใช้ได้ x 100}}{\text{ปริมาณทั้งหมด}}$ ของธาตุนั้น

[3]loam (ดินร่วน)

[4]clay loam (ดินร่วนเหนียว)

[5]sandy clayloam (ดินร่วนเหนียวปนทราย)

[6]non detected at 0.05 $mgkg^{-1}$

ตารางที่ ก-2 สมบัติของดินที่เก็บตัวอย่างตามความลึก

พื้นที่	ความลึก (cm)	Sand	Silt	Clay	Texture (USDA)[1]	pH_w (1:5)	OM (%)	CEC ($cmol^+kg^{-1}$)	Total ($mgkg^{-1}$)		DTPA ($mgkg^{-1}$)		ความสามารถในการสกัดได้ (%)[2]	
		---------- % ----------							Cd	Zn	Cd	Zn	Cd	Zn
ควบคุม	0-10	27.46	46.24	26.30	L[3]	5.96	4.66	17.86	0.97	27.94	0.05	2.52	5.1	9.02
	10-20	27.15	47.33	25.52	L	6.06	2.07	12.48	0.59	23.05	nd[8]	0.73	-	3.17
	20-40	28.64	40.44	30.92	CL[4]	5.92	1.39	16.56	0.44	22.51	nd	0.39	-	1.73
ดินตะกอน	0-10	66.88	15.36	17.76	SL[5]	8.08	1.58	6.14	73.10	1326.16	0.86	79.73	0.77	6.01
	10-20	72.78	9.96	17.26	SL	8.01	2.87	7.17	20.31	1304.01	0.63	70.63	3.1	5.42
	20-40	84.53	1.55	13.92	LS[6]	8.22	1.33	4.30	7.88	794.65	0.33	56.65	4.1	7.13
	40-60	60.40	26.01	13.59	SL	7.72	1.32	8.37	1.08	32.38	0.10	5.24	9.2	16.18
ที่ลุ่ม	0-10	23.54	39.26	37.20	CL	7.90	5.34	20.24	68.97	1315.10	22.44	136.7	32.54	10.39
	10-20	30.18	40.65	29.17	CL	7.99	4.06	17.52	70.77	1804.31	21.15	155.1	29.89	8.60
	20-40	47.34	27.66	25.00	SCL[7]	8.16	2.74	12.00	26.42	756.22	7.22	66.04	27.33	8.73
ที่ดอนฝั่งขวาลำ	0-10	64.13	14.31	21.56	SCL	6.44	2.57	11.38	1.81	35.56	0.44	8.69	29.14	24.43
ห้วย	10-20	63.31	15.56	21.13	"	6.26	2.21	10.43	1.19	30.37	0.34	6.68	28.57	21.99
	20-40	65.98	13.91	20.11	"	7.33	0.43	7.68	0.84	12.48	0.07	0.33	8.3	2.64

ตารางที่ ก-2 สมบัติของดินที่เก็บตัวอย่างตามความลึก (ต่อ)

พื้นที่	ความลึก (cm)	Sand	Silt	Clay	Texture (USDA)[1]	pH_w (1:5)	OM (%)	CEC ($cmol^+kg^{-1}$)	Total ($mgkg^{-1}$)		DTPA ($mgkg^{-1}$)		ความสามารถในการสกัดได้ (%)	
		---------- % ----------							Cd	Zn	Cd	Zn	Cd	Zn
ที่ดอนฝั่งซ้ายลำห้วย	0-10	52.83	19.37	27.80	SCL	6.78	2.71	11.19	1.81	29.51	0.49	4.29	27.07	14.53
	10-20	53.44	17.30	29.26	"	6.80	2.57	11.34	1.28	21.96	0.18	1.88	14.06	8.56
	20-40	53.92	15.91	30.17	"	6.81	0.83	13.33	1.08	19.95	0.07	0.60	6.48	3.00

[1]United States Department of Agriculture

[2]ความสามารในการสกัดได้ คิดจาก $\frac{\text{ปริมาณที่พืชนำไปใช้ได้ x 100}}{\text{ปริมาณทั้งหมด}}$ ของธาตุนั้น

[3]loam (ดินร่วน)

[5]clay loam (ดินร่วนเหนียว)

[5]sandy loam (ดินร่วนปนทราย)

[6]loamy Sand (ดินทรายปนดินร่วน)

[7]sandy clay loam (ดินร่วนเหนียวปนทราย)

[*]non detected at 0.05 $mkkg^{-1}$

ตารางที่ ก-3 ส่วนประกอบของแคดเมียมในดิน ที่ระดับผิวดิน (0-20 เซนติเมตร)

พื้นที่	จุดเก็บตัวอย่าง	Wsol.[1]	Exch.[2]	Carbo.[3]	Fe&Mn[4]	Org.[5]	Res.[6]	SUM[7]	Total	MI[8]
		---------- mgkg^{-1} ----------								
ควบคุม	C1	nd[9]	nd	nd	0.03	0.18	0.49	0.70	0.77	0
	C2	nd	nd	nd	nd	0.14	0.37	0.51	0.34	0
	C3	nd	nd	nd	0.03	0.18	0.56	0.77	0.79	0
ที่ลุ่ม	9	0.05	8.81	50.93	15.29	3.04	0.72	78.84	74.50	3.14
	11	0.10	13.00	37.75	11.18	2.65	0.64	65.32	74.56	5.51
	12	0.12	3.88	24.82	5.27	1.72	0.56	36.37	35.69	3.82
	13	0.08	0.87	8.86	0.25	0.44	0.91	11.41	12.21	6.13
	14	0.08	6.48	33.56	8.31	9.08	3.28	60.79	78.85	1.94
	16	0.10	0.57	0.92	0.21	0.20	0.83	2.83	2.94	1.28
	17	0.08	1.89	13.89	3.33	1.21	1.10	21.50	21.84	2.81
	18	0.08	1.83	1.95	0.23	0.40	0.78	5.27	5.12	2.74
	19	0.08	0.27	0.22	0.74	0.22	0.65	2.18	2.28	0.35
	21	0.10	0.40	0.57	0.44	0.46	0.70	2.57	2.46	0.67
	22	0.08	2.10	1.75	1.23	0.58	0.88	6.62	6.59	1.46
	23	0.08	1.88	2.93	1.84	0.71	0.92	8.36	7.55	1.41

ตารางที่ ก-3 ส่วนประกอบของแคดเมียมในดิน ที่ระดับผิวดิน (0-20 เซนติเมตร) (ต่อ)

พื้นที่	จุดเก็บตัวอย่าง	Wsol.	Exch.	Carbo.	Fe&Mn	Org.	Res.	SUM	Total	MI
		mgkg^{-1}								
ที่ดอนน้ำขัง	2	0.14	0.97	1.75	1.84	0.71	0.84	6.25	5.91	0.84
	3	0.14	0.32	0.93	1.64	0.45	0.80	4.28	3.49	0.48
	4	0.05	14.93	39.06	10.34	1.68	1.64	67.70	70.98	3.96
	8	0.12	1.64	3.88	3.79	1.51	0.61	11.55	11.71	0.95
ที่ดอน	1	0.05	0.15	0.18	0.45	0.20	0.41	1.44	1.92	0.36
	5	nd	0.10	0.03	0.10	0.12	0.71	1.06	0.50	0.14
	6	0.06	0.19	0.36	0.63	0.17	0.93	2.34	2.01	0.35
	7	0.07	0.44	0.58	0.19	0.10	0.84	2.20	2.59	0.96
	10	nd	0.15	0.07	0.03	0.05	0.69	0.99	0.82	0.29
	15	nd	0.14	0.17	0.25	0.10	0.76	1.42	1.66	0.28
ป่า	20	nd	0.04	0.05	0.07	0.09	0.98	1.23	1.06	0.08
	24	nd	nd	0.09	0.10	0.03	0.71	0.93	0.67	0.11
	25	nd	nd	0.07	0.07	0.03	0.67	0.84	0.58	0.09

[1]water soluble fractions (ส่วนที่ละลายน้ำได้)

[2]exchangeable fractions (ส่วนที่แลกเปลี่ยนได้)

[3]carbonate fractions (ส่วนที่ดูดยึดด้วยคาร์บอเนต)

[4]iron and manganese oxides fractions (ส่วนที่ดูดยึดด้วยออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส)

[5]organic fractions (ส่วนที่ดูดซับด้วยอินทรียสาร)

[6]residual fractions (ส่วนที่คงเหลือในดิน)

[7]SUM of fractions (ผลรวมทั้งหมดของส่วนประกอบทางเคมี)

[8]mobility index (ดัชนีการเคลื่อนที่) = $\frac{(\text{Wsol.} + \text{Exch.} + \text{carbo.})}{(\text{Fe \& Mn} + \text{Org.} + \text{Res})}$

[9]non detectable at 0.05 mgkg^{-1}

ตารางที่ ก-4 ส่วนประกอบของแคดเมียมในดินที่เก็บตัวอย่างตามความลึก

พื้นที่	ความลึก (cm)	Wsol.[1]	Exch.[2]	Carbo.[3]	Fe&Mn[4]	Org.[5]	Res.[6]	SUM[7]	Total	MI[8]
		---------- mgkg^{-1} ----------								
ควบคุม	0-10	Nd[9]	nd	nd	0.07	0.16	0.49	0.72	0.97	0
	10-20	nd	nd	nd	0.03	0.14	0.36	0.53	0.59	0
	20-40	nd	nd	nd	nd	0.09	0.23	0.32	0.44	0
ดินตะกอน	0-10	0.10	0.18	7.60	38.52	24.27	2.34	73.01	73.10	0.12
	10-20	0.10	0.14	1.78	12.61	11.06	1.43	27.12	20.31	0.08
	20-40	nd	0.23	1.31	4.57	2.31	0.79	9.21	7.88	0.20
	40-60	nd	0.18	0.05	0.05	0.14	0.74	1.16	1.08	0.25
ที่ลุ่ม	0-10	0.10	7.46	34.80	8.92	9.86	2.28	63.42	68.97	2.01
	10-20	0.10	8.77	44.78	9.45	7.89	2.19	73.18	70.77	2.75
	20-40	0.05	6.52	17.45	2.90	1.57	1.09	29.58	26.04	4.32
ที่ดอนฝั่งขวาลำห้วย	0-10	nd	0.18	0.11	0.22	0.12	0.71	1.34	1.81	0.28
	10-20	nd	0.06	0.14	0.13	0.10	0.75	1.18	1.19	0.20
	20-40	nd	nd	0.04	0.03	0.05	0.67	0.79	0.84	0.05

ตารางที่ ก-4 ส่วนประกอบของแคดเมียมในดินที่เก็บตัวอย่างตามความลึก (ต่อ)

พื้นที่	ความลึก (cm)	Wsol.[1]	Exch.[2]	Carbo.[3]	Fe&Mn[4]	Org.[5]	Res.[6]	SUM[7]	Total	MI[8]
		---------- mgkg^{-1} ----------								
ที่ดอนฝั่งซ้ายลำห้วย	0-10	0.03	0.19	0.14	0.52	0.18	0.65	1.71	1.81	0.27
	10-20	nd	0.03	0.10	0.33	0.04	0.71	1.21	1.28	0.12
	20-40	nd	0.03	0.06	0.19	0.04	0.54	0.86	1.08	0.12

[1] water soluble fractions (ส่วนที่ละลายน้ำได้)

[2] exchangeable fractions (ส่วนที่แลกเปลี่ยนได้)

[3] carbonate fractions (ส่วนที่ดูดยึดด้วยคาร์บอเนต)

[4] iron and manganese oxides fractions (ส่วนที่ดูดยึดด้วยออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส)

[5] organic fractions (ส่วนที่ดูดซับด้วยอินทรียสาร)

[6] residual fractions (ส่วนที่คงเหลือในดิน)

[7] SUM of fractions (ผลรวมทั้งหมดของส่วนประกอบทางเคมี)

[8] mobility index (ดัชนีการเคลื่อนที่) = $\frac{(\text{Wsol.} + \text{Exch.} + \text{carbo.})}{(\text{Fe \& Mn} + \text{Org.} + \text{Res})}$

non detectable at 0.05 mgkg^{-1}

ตารางที่ ก-5 ส่วนประกอบของสังกะสีในดิน ที่ระดับผิวดิน (0-20 เซนติเมตร)

พื้นที่	จุดเก็บตัวอย่าง	Wsol.[1]	Exch.[2]	Carbo.[3]	Fe&Mn[4]	Org.[5]	Res.[6]	SUM[7]	Total	MI[8]
		---------- mgkg^{-1} ----------								
ควบคุม	C1	0.10	0.76	1.41	6.72	2.17	29.90	41.06	40.25	0.06
	C2	0.37	0.36	0.99	4.50	1.21	21.98	29.41	36.50	0.06
	C3	0.49	0.46	2.25	3.69	3.50	10.20	20.59	25.88	0.18
ที่ลุ่ม	9	2.73	34.80	398.04	602.94	86.81	344.50	1469.72	1480.22	0.42
	11	1.51	38.16	314.98	417.39	14.98	303.58	1090.80	1093.30	0.48
	12	2.25	23.19	120.77	218.36	26.12	219.22	609.91	612.91	0.32
	13	1.27	27.98	63.73	78.92	4.07	145.07	321.00	319.07	0.41
	14	0.75	39.11	433.66	467.31	18.32	445.54	1404.69	1407.95	0.51
	16	0.89	3.34	28.25	51.88	14.79	77.67	176.82	178.83	0.23
	17	1.23	19.70	120.69	174.38	9.99	138.92	464.91	464.61	0.44
	18	1.24	6.79	32.75	59.90	4.70	52.17	157.55	157.10	0.35
	19	0.54	2.16	6.28	51.44	5.03	39.90	105.35	105.23	0.09
	21	0.94	2.80	12.59	35.02	4.85	66.34	122.54	122.31	0.15
	22	1.29	24.59	57.64	87.68	7.41	110.34	288.95	285.75	0.41
	23	1.40	21.38	93.17	116.59	7.06	139.51	379.11	382.32	0.44

ตารางที่ ก-5 ส่วนประกอบของสังกะสีในดิน ที่ระดับผิวดิน (0-20 เซนติเมตร) (ต่อ)

พื้นที่	จุดเก็บตัวอย่าง	Wsol.	Exch.	Carbo.	Fe&Mn	Org.	Res.	SUM	Total	MI
		---------- mgkg^{-1} ----------								
ที่ดอนน้ำขัง	2	0.90	2.51	29.66	59.22	18.44	84.93	195.66	193.65	0.20
	3	0.64	1.90	33.03	52.12	21.89	62.07	171.65	169.66	0.26
	4	2.47	69.76	420.24	455.61	29.90	247.98	1225.96	1268.95	0.67
	8	1.19	3.95	67.48	141.75	47.49	253.49	515.35	512.34	0.16
ที่ดอน	1	0.34	0.55	2.20	6.70	2.56	7.05	19.40	29.34	0.19
	5	0.27	0.57	0.66	2.39	0.16	3.56	7.62	12.71	0.25
	6	0.09	1.11	3.48	17.66	0.67	20.68	43.69	46.50	0.12
	7	1.20	5.98	43.27	83.65	16.18	125.00	275.28	272.29	0.22
	10	0.36	0.65	1.87	2.26	0.88	2.02	8.04	8.99	0.56
	15	0.39	1.46	5.34	5.62	0.71	15.91	29.43	36.21	0.32
ป่า	20	0.57	0.84	2.88	7.46	1.80	14.72	28.27	28.32	0.18
	24	0.42	0.81	1.04	1.46	0.40	1.50	5.63	8.35	0.68
	25	0.41	0.68	1.23	1.68	3.25	2.27	9.53	6.57	0.32

[1] water soluble fractions (ส่วนที่ละลายน้ำได้)

[2] exchangeable fractions (ส่วนที่แลกเปลี่ยนได้)

[3] carbonate fractions (ส่วนที่ดูดยึดด้วยคาร์บอเนต)

[4] iron and manganese oxides fractions (ส่วนที่ดูดยึดด้วยออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส)

[5] organic fractions (ส่วนที่ดูดซับด้วยอินทรียสาร)

[6] residual fractions (ส่วนที่คงเหลือในดิน)

[7] SUM of fractions (ผลรวมทั้งหมดของส่วนประกอบทางเคมี)

[8] mobility index (ดัชนีการเคลื่อนที่) = $\frac{(\text{Wsol.} + \text{Exch.} + \text{carbo.})}{(\text{Fe \& Mn} + \text{Org.} + \text{Res})}$

ตารางที่ ก-6 ส่วนประกอบของสังกะสีในดินที่เก็บตัวอย่างตามความลึก

พื้นที่	ความลึก (cm)	Wsol.[1]	Exch.[2]	Carbo.[3]	Fe&Mn[4]	Org.[5]	Res.[6]	SUM[7]	Total	MI[8]
		---------- mgkg^{-1} ----------								
ควบคุม	0-10	0.56	0.52	2.07	4.82	2.30	14.49	24.78	27.94	0.15
	10-20	0.50	0.55	1.00	2.42	1.60	9.33	15.40	23.05	0.15
	20-40	0.33	0.21	0.86	1.92	1.42	9.49	14.23	22.51	0.11
ดินตะกอน	0-10	1.16	55.56	557.49	566.18	29.61	113.91	1323.91	1326.16	0.87
	10-20	1.03	30.45	507.46	504.48	79.40	201.99	1324.81	1304.01	0.69
	20-40	1.05	29.86	385.37	240.98	35.05	82.93	775.24	794.65	1.16
	40-60	0.53	1.27	6.21	14.02	3.96	5.67	31.66	32.38	0.34
ที่ลุ่ม	0-10	0.75	30.05	414.78	415.76	15.71	441.42	1318.47	1315.10	0.51
	10-20	1.30	35.41	510.05	655.50	34.37	568.42	1805.05	1804.31	0.43
	20-40	1.00	18.75	142.31	291.35	17.71	285.58	756.70	756.22	0.27
ที่ดอนฝั่งขวาลำห้วย	0-10	0.30	1.34	4.50	6.85	0.80	13.01	26.80	35.56	0.30
	10-20	0.55	1.09	3.78	5.60	0.43	16.63	28.63	30.37	0.24
	20-40	0.52	0.14	1.70	1.94	0.73	9.36	14.39	12.48	0.20

ตารางที่ ก-6 ส่วนประกอบของสังกะสีในดินที่เก็บตัวอย่างตามความลึก (ต่อ)

พื้นที่	ความลึก (cm)	Wsol.[1]	Exch.[2]	Carbo.[3]	Fe&Mn[4]	Org.[5]	Res.[6]	SUM[7]	Total	MI[8]
		---------- mgkg^{-1} ----------								
ที่ดอนฝั่งซ้ายลำห้วย	0-10	0.39	0.51	2.91	7.08	3.69	4.71	19.29	29.51	0.25
	10-20	0.25	0.26	1.63	4.20	5.07	4.51	15.92	21.96	0.16
	20-40	0.24	0.18	1.37	2.69	5.67	4.37	14.52	19.95	0.14

[1]water soluble fractions (ส่วนที่ละลายน้ำได้)

[2]exchangeable fractions (ส่วนที่แลกเปลี่ยนได้)

[3]carbonate fractions (ส่วนที่ดูดยึดด้วยคาร์บอเนต)

[4]iron and manganese oxides fractions (ส่วนที่ดูดยึดด้วยออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส)

[5]organic fractions (ส่วนที่ดูดซับด้วยอินทรียสาร)

[6]residual fractions (ส่วนที่คงเหลือในดิน)

[7]SUM of fractions (ผลรวมทั้งหมดของส่วนประกอบทางเคมี)

[8]mobility index (ดัชนีการเคลื่อนที่) = $\frac{(\text{Wsol.} + \text{Exch.} + \text{carbo.})}{(\text{Fe \& Mn} + \text{Org.} + \text{Res})}$

[9]non detectable at 0.05 mgkg^{-1}

ตารางที่ ก-7 ปริมาณแคดเมียมและสังกะสีที่สกัดได้ด้วยน้ำที่มีค่าพีเอชต่างกัน

ตัวอย่างที่	ปริมาณแคดเมียมและสังกะสีที่สกัดได้ด้วยน้ำที่มีค่าพีเอชต่างกัน ($mgkg^{-1}$)													
	pH 3.0		pH 4.0		pH 5.0		pH 6.0		pH 7.0		pH 8.0		pH 9.0	
	Cd	Zn	Cd	Zn	Cd	Zn	Cd	Zn	Cd	Zn	Cd	Zn	Cd	Zn
4	1.73	23.95	1.77	26.30	0.14	5.50	0.07	1.01	nd[1]	1.20	nd	1.26	nd	1.23
9	1.87	24.47	1.41	22.66	0.20	2.25	0.04	1.07	nd	0.39	nd	0.51	nd	0.68
11	2.09	29.49	1.36	22.30	0.52	2.25	0.12	1.40	nd	0.80	nd	0.95	nd	1.35
14	8.41	39.41	3.00	13.03	0.47	2.19	0.19	0.96	nd	0.43	nd	0.52	nd	0.76
ค่าเฉลี่ย	3.52±3.26	29.33±7.16	1.88±0.76	21.07±5.65	0.33±0.19	3.04±1.63	0.105±0.065	1.11±0.19	nd	0.70±0.37	nd	0.81±0.36	nd	1.00±0.33

[1]non detected at 0.05 $mgkg^{-1}$

ภาคผนวก ข

แสดงความสัมพันธ์ (R^2) ของแคดเมียม และสังกะสี

ตารางที่ ข-1 ความสัมพันธ์ (R^2) ระหว่างสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน กับปริมาณแคดเมียมและสังกะสีทั้งหมด และปริมาณแคดเมียมและสังกะสีที่พืชดูดดึงได้ ที่ระดับผิวดิน (0-20 เซนติเมตร) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จำนวน 28 ตัวอย่าง

สมบัติดิน	Total		DTPA	
	Cd	Zn	Cd	Zn
Clay	0.185	0.281	0.218	0.134
pH	0.544	0.599	0.568	0.537
OM	0.280	0.342	0.238	0.169
CEC	0.080	0.092	0.101	0.024
Total-Zn	0.950	1.000	0.864	0.807
Total-Cd	1.000	-	0.920	-

ตารางที่ ข-2 ความสัมพันธ์ (R^2) ระหว่างปริมาณแคดเมียมที่พืชดูดดึงได้ กับส่วนประกอบของแคดเมียม ที่ระดับผิวดิน (0-20 เซนติเมตร) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จำนวน 28 ตัวอย่าง

Fraction	DTPA-Cd
Water soluble fraction	0.114
Exchangeable fraction	0.803
Carbonate fraction	0.912
Fe & Mn oxide fraction	0.874
Organic matter fraction	0.518
Residual fraction	0.179

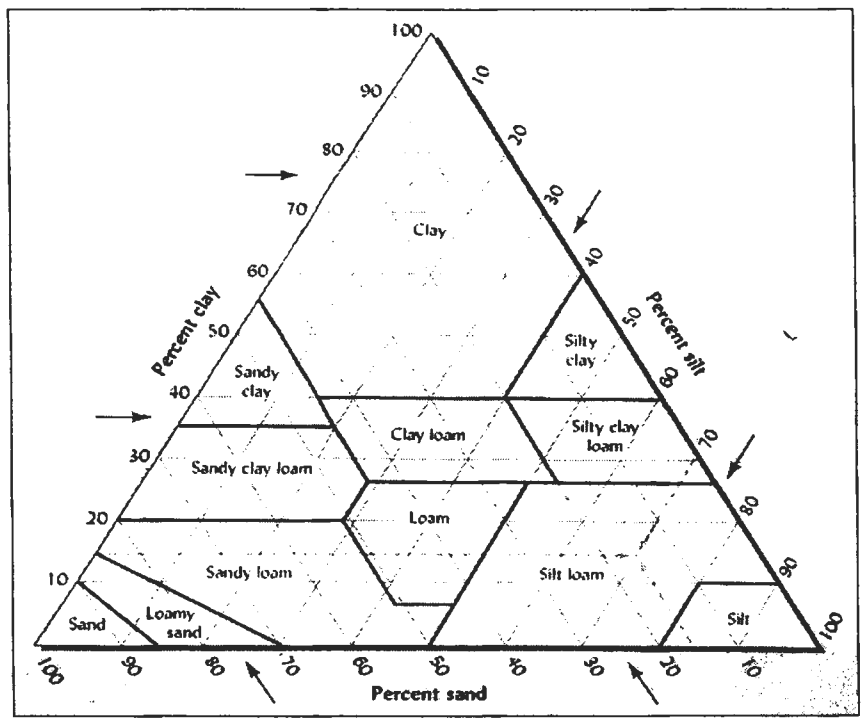
ตารางที่ ข-3 ความสัมพันธ์ (R^2) ระหว่างปริมาณสังกะสีที่พืชดูดดึงได้ กับส่วนประกอบของสังกะสีที่ระดับผิวดิน (0-20 เซนติเมตร) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จำนวน 28 ตัวอย่าง

Fraction	DTPA-Zn
Water soluble fraction	0.556
Exchangeable fraction	0.745
Carbonate fraction	0.801
Fe & Mn oxide fraction	0.822
Organic matter fraction	0.309
Residual fraction	0.674

ภาคผนวก ค

เกณฑ์มาตรฐานในการจำแนกสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

1. ตารางสามเหลี่ยมมาตรฐาน แสดงการจำแนกเนื้อดิน



ที่มา: Brady และ Weil (2002)

Sands	S	ดินทราย
Loamy sands	LS	ดินทรายปนดินร่วน
Sandy loam	SL	ดินร่วนปนทราย
Loam	L	ดินร่วน
Silt loam	SiL	ดินร่วนปนทรายแป้ง
Silt	Si	ดินทรายแป้ง
Sandy clay loam	SCL	ดินร่วนปนทราย
Clay loam	CL	ดินร่วนเหนียว
Silty clay loam	SiCL	ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง
Sandy clay	SC	ดินเหนียวปนทราย
Silty clay	SiC	ดินเหนียวปนทรายแป้ง
Clay	C	ดินเหนียว

2. เกณฑ์การพิจารณาพีเอช

pH	สภาพกรดหรือสภาพด่างของดิน
<3.5	กรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)
3.5-4.5	กรดรุนแรงมาก (extremely acid)
4.6-5.0	กรดจัดมาก (very strongly acid)
5.1-5.5	กรดจัด (strong acid)
5.6-6.0	กรดปานกลาง (moderately acid)
6.1-6.5	กรดเล็กน้อย (slightly acid)
6.6-7.3	กลาง (neutral)
7.4-7.8	ด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)
7.9-8.4	ด่างปานกลาง (moderately alkaline)
8.5-9.0	ด่างจัด (strongly alkaline)
>9.0	ด่างจัดมาก (very strongly alkaline)

ที่มา: คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2539)

3. เกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการจำแนกสมบัติทางเคมีของดิน

สมบัติทางเคมี	ช่วง	ระดับ
อินทรียวัตถุ	<1.0	ต่ำมาก
	1.0-1.5	ต่ำ
	1.6-3.5	ปานกลาง
	>3.5	สูง
ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก	<3	ต่ำมาก
	3-5	ต่ำ
	5-10	ค่อนข้างต่ำ
	10-15	ปานกลาง
	15-20	ค่อนข้างสูง
	20-30	สูง
	>30	สูงมาก

ที่มา: คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2539)

ภาคผนวก ง

มาตรฐานปริมาณแคดเมียมในดิน

มาตรฐานปริมาณแคดเมียมในดิน บางประเทศในยุโรป

Country	Type of regulation	Limit values in soil ($mgkg^{-1}dw$)
France	Tolerable Cd conc.	3
	Limit for further examinations	10
	Quality objective for use of compost	3
	Yearly limit for use of compost	33
The Natherlands	Reference value soil, matrix A (soil=1.0 $mgkg^{-1}dw$)	1
	Trigger value soil for further investigations, matrix B (soil=2.5 $mgkg^{-1}dw$)	5
	Trigger value for restoration research, matrix C (soil=20 $mgkg^{-1}dw$)	20
	Proposed environmental quality standards:	
	Sand poor in humus (< 2.5% OM., <8% clay)	0.3
	Humus sand and sandy clay (>2.5% OM., 8-25% clay)	0.5
	Clay (>25% clay)	1.0
	Peat (>25% OM.)	2.0
United Kingdom	Classification of soils:	
	Uncontaminated	0-1
	Slight contaminated	1-3
	Contaminated	3-10
	Heavy contaminated	10-50
	Unusually heavy contaminated	50

ที่มา: Jensen และ Bro-Rasmussen (1992)

ภาคผนวก จ

การเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์แคดเมียม และสังกะสี

1. การเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียม และสังกะสีทั้งหมด (Baker และ Amacher, 1982)

1. ชั่งตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร 1.0000 กรัม ใส่ในหลอดเทล์ฟลอน (telflon digestion vessel)

2. เติมสารละลายผสมกรดเข้มข้น ระหว่าง HNO_3: $HClO_4$ 2:1 (v/v) 20 มิลลิลิตร

3. ปิด vessel จัดเรียงในถาดหมุนของเครื่องย่อย (microwave oven) โดยตั้งขั้นตอนการทำงานดังนี้:

กำหนดพลังงานในการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ 1,2000 W (ตัวอย่าง 14 vessel) อุณหภูมิสูงสุด 105 °C ความดัน 120 PSI ตั้งเวลาในช่วงเพิ่มอุณหภูมิและความดัน ไว้ที่ 30 นาที ตั้งเวลาเมื่ออุณหภูมิและความดันขึ้นสูงสุด ไว้ที่ 30 นาที หลังโปรแกรมการย่อยทำงานเสร็จ ทิ้งไว้ 30 นาที เพื่อให้อุณหภูมิและความดันลด นำ vessel ออกจากเครื่องย่อย เพื่อปรับปริมาตร

4. ปรับปริมาตร สารละลายที่ได้ด้วยขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น กรองสารละลายที่ได้เก็บในขวดพลาสติก เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมและสังกะสี ด้วยเครื่อง AAS

5. ทำ Blank ตั้งแต่ข้อ 1-4 แต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่าง

6. เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.1, 0.15, 0.20, 0.25 และ 0.3 mgL^{-1} จากสารละลายมาตรฐานแคดเมียมเข้มข้น (1,000 mgL^{-1}) และเตรียมสารละลายมาตรฐานสังกะสี ที่ความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 และ 1.2 mgL^{-1} จากสารละลายมาตรฐานสังกะสีเข้มข้น (1,000 mgL^{-1})

2. การเตรียมตัวอย่างเพื่อหาปริมาณแคดเมียมและสังกะสีที่พืชดูดดึงได้ (Baker และ Amacher, 1982)

1. ชั่งตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร 10.00 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขนาด 125 มิลลิลิตร

2. เติมสารละลาย 0.005 M DTPA pH 7.3 20 มิลลิลิตร ลงใน erlenmeyer flask ปิดด้วยพาราฟิล์ม (para film)

3. เขย่าด้วยเครื่องเขย่า ความเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

4. กรองสารละลายที่ได้ ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1.0 เก็บสารละลายในขวดพลาสติก เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมและสังกะสี ด้วยเครื่อง AAS

5. ทำ Blank ตั้งแต่ข้อ 1-4 แต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่าง

6. เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.1, 0.15, 0.20, 0.25 และ 0.3 mgL^{-1} จากสารละลายมาตรฐานแคดเมียมเข้มข้น (1,000 mgL^{-1}) และเตรียมสารละลายมาตรฐานสังกะสี ที่ความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 และ 1.2 mgL^{-1} จากสารละลายมาตรฐานสังกะสีเข้มข้น (1,000 mgL^{-1})

3. การแยกส่วนประกอบของแคดเมียมและสังกะสี (Salbu, Krekling และ Oughton, 1998)

1. ชั่งตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร 2.0000 กรัม ใส่ในหลอดปั่นเหวี่ยง (centrifuge tube) ขนาด 50 มิลลิลิตร

2. เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่าง นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า ความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3. เติมสารละลาย 1.0 M NH_4OAc pH 7.0 20 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างที่แยกสารละลายออกไปแล้วจากข้อ 2 นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า ความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

4. เติมสารละลาย 1.0 M NH_4OAc pH 5.0 20 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างที่แยกสารละลายออกไปแล้วจากข้อ 3 นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า ความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

5. เติมสารละลาย 0.04 M $NH_2OH.HCl$ ใน 25% (v/v) HOAc 20 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างที่แยกสารละลายออกไปแล้วจากข้อ 4 นำไปเขย่าในอ่างน้ำร้อน (water bath) ที่อุณหภูมิ 80 °C ความเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

6. เติมสารละลาย 30% H_2O_2 pH 2.0 15 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างที่แยกสารละลายออกไปแล้วจาก ข้อ 5 นำไปเขย่าใน water bath ที่อุณหภูมิ 80 °C ความเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5.5 ชั่วโมง นำขึ้นจาก water bath ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติม 3.2 M NH_4OAc ใน 20% (v/v) HNO_3 5 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่า ความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที

7. เติมสารละลาย 7.0 M HNO_3 20 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างที่แยกสารละลายออกไปแล้วจากข้อ 6 นำไปเขย่าใน water bath ที่อุณหภูมิ 80 °C ความเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1.0 เก็บสารละลายในขวดพลาสติก

8. ขั้นตอนการสกัด ตั้งแต่ข้อ 2-6 หลังจากเขย่าตัวอย่างเสร็จแล้ว นำหลอดตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที กรองสารละลายใสที่ได้ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1.0 เก็บสารละลายในขวดพลาสติก ดินตัวอย่างที่เหลือในหลอดนำไปสกัดแคดเมียมและสังกะสีในลำดับต่อไป

9. สารละลายที่ได้นำไปวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมและสังกะสีด้วยเครื่อง AAS

10. ทำ Blank ตั้งแต่ข้อ 2-7 แต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่าง

11. เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.1, 0.15, 0.20, 0.25 และ 0.3 mgL^{-1} จากสารละลายมาตรฐานแคดเมียมเข้มข้น (1,000 mgL^{-1}) และเตรียมสารละลายมาตรฐานสังกะสี ที่ความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 และ 1.2 mgL^{-1} จากสารละลายมาตรฐานสังกะสีเข้มข้น (1,000 mgL^{-1})

4. การคำนวณ

กำหนดให้ค่าความเข้มข้นของแคดเมียมที่อ่านได้จากเครื่อง เทียบกับสารละลายมาตรฐาน เป็น X mgL^{-1}
ปริมาตรทั้งหมดของสารละลายตัวอย่างเป็น Y ml
น้ำหนักของดินตัวอย่าง เป็น Z g

แสดงว่า ตัวอย่างดิน Z g มี แคดเมียม = $\frac{XY}{1000}$ mg

ถ้าตัวอย่างดิน 1 kg มี แคดเมียม = $\frac{XY}{Z}$ $mgkg^{-1}$

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอนงนาฏ ศรีประโชติ เกิดเมื่อวันที่ 8 พฤษภาคม พ.ศ. 2520 ที่จังหวัดกาฬสินธุ์ สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต จากภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปี พ.ศ. 2543 และเข้าศึกษาต่อที่สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2547