

## รายการอ้างอิง



### ภาษาไทย

- ชลธา ไกรวัฒน์สุสรณ์ ลัดดา ยาวีระชน และศักดิ์จิตรา ตันสมบุญ. 2538. การผลิตถ่านกัมมันต์จากขาน้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ชาญวิทย์ สุภรานนท์รัตน. 2543. ผลของฟลูออไรด์ในน้ำเสียต่อการดูดติดผิวของตะกั่วบนทรายเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จันทร์นา สงวรรณรุ่งวงศ์. 2539. การกำจัดโลหะหนักในน้ำโดยใช้ซีเมนต์ลอย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน ตันจุลเวศม์. 2527. วิศวกรรมการประปา. เล่มที่ 2. พิมพ์ครั้งที่1 กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- สมชาย พิชญ์ชยานนท์. 2540. การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำโดยใช้ถ่านกระดุก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- อารีย์ ชาญบัณฑิตนันท์. 2536. การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ซีเมนต์ถ่านลิกไนต์กำจัดสารตะกั่วในน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

### ภาษาอังกฤษ

- Alaerts, G.J. 1989. Water Science Technology. 21:1701.Cited in Mathukumaran, K., et al. 1995. Removal and Recovery of Cadmium from Plating Waste Using Chemically Activated Carbon. Metal Finishing. : 46-53
- Azab, M.S. and P.J. Peterson. 1989. The Removal of Cadmium from Water by the use of Biological Sorbents. Wat. Sci. Tech. 21 :1705-1706.
- Cheremisinoff, P.N. and Ellerbusch, F. 1978. Carbon Adsorption Handbook. Michigan : Ann Arbor Science,

- Dahbi, S., Azzi, M., dela Guardia, M. 1999. Removal of hexavalent chromium from wastewater by bone charcoal. Fresenius Journal of Analytical Chemistry. 363 (4) : 404-407.
- Dean, J.G., Bosquil , F.L.\_and Lanuette, K.H. 1972. Removing heavy metals from Wastewater. Envi. Sci. & Tec. 6 : 518-521.
- Faust, S.D. and Aly, O.M. 1987. Adsorption Process for Water Treatment. USA. : Bullerworth Publishers,
- Harison, R.M. and D.P.H. Iaxen. 1983. Lead Pollution Caused and Control. London : Chapman and Hall,
- Irvine GD.and Knowles Mj. 1997. Bone charcoal: a new concept in the treatment of plating effluents. Product Finishing.
- Gordon Mckay. 1996. Use of Adsorbents for the Removal of Pollutants from Waste Water. CPC Press, Inc.
- Kader AA, Aly ANH and Girgis BS. 1996. Bone char decolorisation efficiency-A laboratory study over four consecutuve cycles. International Sugar Journal. 15 (4) : 277-287.
- Kenneth, E., et. al. 1992. Adsorption Technology for Air and Water Pollution Control. Michigan : Lewis Publisher.
- Kubota, M., Tokunaga, S. and Uchiumi, A. 1981. Handbook of industrial poisoning. Japan : Isiyaku Publishing,
- Lewis, J. 1995. The use of Bone Charcoal in the Treatment of Rural Water-Supplies. Journal of the Chatered Institution of Water and Environment Management. 9(4) :385-395.
- Maycock, K.R., Ulan, J.G. and Moser, C.R. 1997. Removal of trate metal and matalloid species from brine. U. S. Patent, No. 636979.
- Metcalf & Eddy, Inc. 1991. Wastewater Engineering. 3<sup>rd</sup> ed. Singapore : McGraw-Hill Book Co.,
- Panday, K.K., Yavada, K.P., Tyagi, B.S. and Singh, V.N. 1987. Fly Ash for the Treatment of Cd(II) Rich Effluents. Envi. Tech. Letters. 8 : 225-234.
- Pauling, L. 1960. The nature of chemical bond. 3<sup>rd</sup> ed. Comel University Press,

- Phatumvanit, P. and Legeros, R.Z. 1997. Characteristics of Bone Char Related to Efficacy of Fluoride Removal from Highly Fluoridated Water. Fluoride, 30 (4) : 207-218.
- Samuel, D.F. and Osman, M.A. 1987. Adsorption Processes for Water Treatment. Bullerworth Publisher.
- Snoeyink, V.L. and Jenkins, D. 1980. Water Chemistry. U.K. : John Wiley & sons, Inc.,
- Sorg, T.J., et. al. 1978 J. Am. Water Work Asso. 70: 680. Cited in Arulanantham, A., et. al. 1989. Coconut Shell Carbon for Treatment of Cadmium and Lead Containing Wastewater. Metal Finishing, 51-55.
- Yavada, K.P., Tyagi, B.S. and Singh, V.N. 1989. Fly-ash for the treatment of water enriched in lead (II). J. Envi. Sci. and Health, 7: 783-808.
- Yoshiharu, H., Tamotsu, M. and Masahide, I. 1987. Adsorption Characteristics of Chromium in Wastewater with Activated Carbon and Bone Charcoal. Chemical Abstract, 107(1) : 288.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ผลการศึกษาด้านกระดุกที่สภาวะการเตรียมที่เหมาะสมสำหรับ  
การกำจัดน้ำเสียโลหะหนักในการทดลองแบบแบตช์

ตารางที่ ก1 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วของถ่านกระตุ้นที่สภาวะการเตรียมต่างๆโดยใช้น้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ 10 มก./ล. พีเอช 5 และปริมาณถ่านกระตุ้น 1 ก./ล.

เวลาที่ใช้ในการเขย่า (ชั่วโมง, นาที)	ถ่านกระตุ้น 600 องศาเซลเซียส, 8 ชั่วโมง			ถ่านกระตุ้น 600 องศาเซลเซียส, 10 ชั่วโมง			ถ่านกระตุ้น 600 องศาเซลเซียส, 12 ชั่วโมง		
	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
0,0	9.63	5.02	0.00	9.88	5.04	0.00	9.77	5.02	0.00
0,15	0.19	5.26	98.03	0.11	5.23	98.89	0.09	5.21	99.08
0,30	0.07	5.33	99.27	0.09	5.24	99.09	0.07	5.26	99.28
0,45	0.02	5.38	99.79	N.D.	5.36	100.00	N.D.	5.34	100.00
1,0	N.D.	5.43	100.00	N.D.	5.37	100.00	N.D.	5.36	100.00
1,15	N.D.	5.47	100.00	N.D.	5.43	100.00	N.D.	5.42	100.00
1,30	N.D.	5.48	100.00	N.D.	5.52	100.00	N.D.	5.50	100.00
1,45	N.D.	5.49	100.00	N.D.	5.48	100.00	N.D.	5.53	100.00
2,0	N.D.	5.47	100.00	N.D.	5.42	100.00	N.D.	5.49	100.00
2,30	N.D.	5.52	100.00	N.D.	5.60	100.00	N.D.	5.56	100.00
3,0	N.D.	5.50	100.00	N.D.	5.60	100.00	N.D.	5.62	100.00
3,30	N.D.	5.53	100.00	N.D.	5.56	100.00	N.D.	5.58	100.00
4,0	N.D.	5.55	100.00	N.D.	5.56	100.00	N.D.	5.61	100.00
4,30	N.D.	5.62	100.00	N.D.	5.65	100.00	N.D.	5.64	100.00
5,0	N.D.	5.59	100.00	N.D.	5.64	100.00	N.D.	5.66	100.00
5,30	N.D.	5.60	100.00	N.D.	5.69	100.00	N.D.	5.63	100.00
6,0	N.D.	5.64	100.00	N.D.	5.61	100.00	N.D.	5.67	100.00

หมายเหตุ: ค่า detection limit ของตะกั่ว = 0.1 มก./ล.

ตารางที่ ก1 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วของถ่านกระตุ้นที่สภาวะการเตรียมต่างๆโดยใช้น้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ 10 มก./ล. พีเอช 5 และปริมาณถ่านกระตุ้น 1 ก./ล. (ต่อ)

เวลาที่ใช้ในการเขย่า (ชั่วโมง, นาที)	ถ่านกระตุ้น 800 องศาเซลเซียส, 8 ชั่วโมง			ถ่านกระตุ้น 800 องศาเซลเซียส, 10 ชั่วโมง			ถ่านกระตุ้น 800 องศาเซลเซียส, 12 ชั่วโมง		
	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
0,0	9.81	5.07	0.00	9.63	5.02	0.00	9.75	5.09	0.00
0,15	1.45	5.17	85.22	2.78	5.11	71.13	0.93	5.21	90.46
0,30	0.49	5.03	95.01	2.08	5.09	78.40	0.35	5.17	96.41
0,45	N.D.	5.02	100.00	2.03	5.07	78.92	0.33	5.17	96.62
1,0	N.D.	5.06	100.00	1.75	5.05	81.83	0.29	5.17	97.03
1,15	N.D.	5.02	100.00	0.94	5.04	90.24	0.12	5.18	98.77
1,30	N.D.	5.05	100.00	1.25	5.03	87.02	0.12	5.18	98.77
1,45	N.D.	5.00	100.00	0.89	5.07	90.76	0.09	5.16	99.08
2,0	N.D.	5.04	100.00	0.93	5.02	90.34	0.03	5.17	99.69
2,30	N.D.	5.04	100.00	0.82	5.06	91.48	0.02	5.17	99.79
3,0	N.D.	5.04	100.00	0.62	5.07	93.56	N.D.	5.18	100.00
3,30	N.D.	5.04	100.00	0.23	5.03	97.61	N.D.	5.19	100.00
4,0	N.D.	5.03	100.00	0.17	5.03	98.23	N.D.	5.22	100.00
4,30	N.D.	5.03	100.00	0.06	5.03	99.38	N.D.	5.22	100.00
5,0	N.D.	5.04	100.00	N.D.	5.04	100.00	N.D.	5.22	100.00
5,30	N.D.	5.06	100.00	N.D.	5.06	100.00	N.D.	5.23	100.00
6,0	N.D.	5.07	100.00	N.D.	5.06	100.00	N.D.	5.24	100.00

หมายเหตุ: ค่า detection limit ของตะกั่ว = 0.1 มก./ล.

ตารางที่ ก1 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วของถ่านกระตุ้นที่สภาวะการเตรียมต่างๆโดยใช้น้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ 10 มก./ล. พีเอช 5 และปริมาณถ่านกระตุ้น 1 ก./ล.(ต่อ)

เวลาที่ใช้ในการเขย่า (ชั่วโมง, นาที)	ถ่านกระตุ้น 1000 องศาเซลเซียส, 8 ชั่วโมง			ถ่านกระตุ้น 1000 องศาเซลเซียส, 10 ชั่วโมง			ถ่านกระตุ้น 1000 องศาเซลเซียส, 12 ชั่วโมง		
	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
0,0	9.68	5.06	0.00	9.89	4.98	0.00	9.81	5.00	0.00
0,15	1.92	5.12	80.17	3.27	4.97	66.94	3.33	4.96	66.06
0,30	1.80	5.11	81.40	2.95	4.98	70.17	2.45	5.00	75.03
0,45	1.52	5.10	84.30	1.77	5.01	82.10	2.09	4.98	78.70
1,0	0.68	5.14	92.98	1.71	5.07	82.71	1.53	5.00	84.40
1,15	0.70	5.14	92.77	1.11	5.03	88.78	0.90	5.11	90.83
1,30	0.63	5.13	93.49	0.90	5.04	90.90	0.77	5.13	92.15
1,45	0.48	5.13	95.04	0.67	5.09	93.23	0.42	5.08	95.72
2,0	0.33	5.20	96.59	0.62	5.10	93.73	0.34	5.15	96.53
2,30	0.29	5.19	97.00	0.49	5.15	95.05	0.11	5.10	100.00
3,0	0.24	5.17	97.52	0.37	5.02	96.26	N.D.	5.11	100.00
3,30	0.18	5.19	98.14	0.19	5.07	98.08	N.D.	5.10	100.00
4,0	0.09	5.22	99.07	0.06	5.08	99.39	N.D.	5.08	100.00
4,30	0.03	5.21	99.69	0.03	5.01	99.70	N.D.	5.14	100.00
5,0	N.D.	5.18	100.00	N.D.	5.06	100.00	N.D.	5.10	100.00
5,30	N.D.	5.21	100.00	N.D.	5.07	100.00	N.D.	5.09	100.00
6,0	N.D.	5.24	100.00	N.D.	5.07	100.00	N.D.	5.10	100.00

หมายเหตุ: ค่า detection limit ของตะกั่ว = 0.1 มก./ล.



ตารางที่ ก2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วของถ่านกระตุ้นที่สภาวะการเตรียมต่างๆโดยใช้น้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ 10 มก./ล. พีเอช 5 และปริมาณถ่านกระตุ้น 0.2 ก./ล.

เวลาที่ใช้ในการเขย่า (ชั่วโมง, นาที)	ถ่านกระตุ้น 600 องศาเซลเซียส, 8 ชั่วโมง			ถ่านกระตุ้น 600 องศาเซลเซียส, 10 ชั่วโมง			ถ่านกระตุ้น 600 องศาเซลเซียส, 12 ชั่วโมง		
	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
0,0	9.28	4.98	0.00	9.28	4.98	0.00	9.28	4.98	0.00
0,15	5.51	5.01	40.63	5.63	5.02	39.33	5.78	5.03	37.72
0,30	2.15	5.02	76.83	2.35	5.04	74.68	2.41	5.02	74.03
0,45	1.89	5.03	79.63	1.81	5.03	80.50	1.69	5.03	81.79
1,0	1.62	5.03	82.54	1.44	5.03	84.48	1.25	5.04	86.53
1,30	0.98	5.05	89.44	0.82	5.08	91.16	0.72	5.07	92.24
2,0	0.42	5.08	95.47	0.27	5.11	97.09	0.18	5.10	98.06
3,0	0.17	5.10	98.17	0.08	5.14	99.14	0.01	5.12	99.89
4,0	ND.	5.13	100.00	ND.	5.19	100.00	ND.	5.18	100.00
6,0	ND.	5.18	100.00	ND.	5.22	100.00	ND.	5.20	100.00
8,0	ND.	5.17	100.00	ND.	5.23	100.00	ND.	5.22	100.00
12,0	ND.	5.19	100.00	ND.	5.27	100.00	ND.	5.26	100.00
24,0	ND.	5.27	100.00	ND.	5.32	100.00	ND.	5.29	100.00
48,0	ND.	5.20	100.00	ND.	5.35	100.00	ND.	5.31	100.00

หมายเหตุ: ค่า detection limit ของตะกั่ว = 0.1 มก./ล.

ตารางที่ ก2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วของถ่านกระตุ้นที่สภาวะการเตรียมต่างๆโดยใช้น้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ 10 มก./ล. พีเอช 5 และปริมาณถ่านกระตุ้น 0.2 ก./ล.(ต่อ)

เวลาที่ใช้ในการเขย่า (ชั่วโมง, นาที)	ถ่านกระตุ้น 800 องศาเซลเซียส, 8 ชั่วโมง			ถ่านกระตุ้น 800 องศาเซลเซียส, 10 ชั่วโมง			ถ่านกระตุ้น 800 องศาเซลเซียส, 12 ชั่วโมง		
	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
0,0	9.95	5.01	0.00	9.95	5.01	0.00	9.95	5.01	0.00
0,15	7.16	5.02	28.04	9.02	5.02	9.35	8.88	5.02	10.75
0,30	6.18	5.04	37.89	8.05	5.02	19.10	7.56	5.05	24.02
0,45	5.21	5.02	47.64	7.05	5.03	29.15	6.78	5.04	31.86
1,0	4.85	5.03	51.26	6.40	5.02	35.68	5.23	5.05	47.44
1,30	4.21	5.06	57.69	5.56	5.05	44.12	4.35	5.07	56.28
2,0	3.54	5.09	64.42	4.90	5.04	50.75	3.82	5.10	61.61
3,0	2.45	5.10	75.38	4.08	5.06	58.99	2.81	5.11	71.76
4,0	1.83	5.13	81.61	3.12	5.04	68.64	2.45	5.10	75.38
6,0	1.49	5.12	85.03	2.31	5.05	76.78	2.02	5.11	79.70
8,0	1.21	5.14	87.84	1.73	5.07	82.61	1.57	5.11	84.22
12,0	0.95	5.15	90.45	0.98	5.09	90.15	1.28	5.13	87.14
24,0	0.48	5.17	95.18	ND.	5.08	100.00	0.55	5.15	94.47
48,0	ND.	5.18	100.00	ND.	5.09	100.00	ND.	5.16	100.00

หมายเหตุ: ค่า detection limit ของตะกั่ว = 0.1 มก./ล.

ตารางที่ ก2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วของถ่านกระตุ้นที่สภาวะการเตรียมต่างๆโดยใช้น้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ 10 มก./ล. พีเอช 5 และปริมาณถ่านกระตุ้น 0.2 ก./ล.(ต่อ)

เวลาที่ใช้ในการเขย่า (ชั่วโมง, นาที)	ถ่านกระตุ้น 1000 องศาเซลเซียส, 8 ชั่วโมง			ถ่านกระตุ้น 1000 องศาเซลเซียส, 10 ชั่วโมง			ถ่านกระตุ้น 1000 องศาเซลเซียส, 12 ชั่วโมง		
	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
0,0	9.35	5.05	0.00	9.35	5.05	0.00	9.35	5.05	0.00
0,15	8.85	5.06	5.35	9.15	5.07	2.14	9.11	5.06	2.57
0,30	8.55	5.08	8.56	8.51	5.08	8.98	8.41	5.08	10.05
0,45	8.08	5.07	13.58	8.28	5.06	11.44	7.65	5.08	18.18
1,0	7.84	5.08	16.15	8.18	5.05	12.51	7.20	5.09	22.99
1,30	7.25	5.07	22.46	7.72	5.07	17.43	6.48	5.09	30.70
2,0	7.02	5.07	24.92	7.35	5.06	21.39	5.72	5.09	38.82
3,0	6.61	5.07	29.30	6.42	5.07	31.34	4.89	5.09	47.70
4,0	5.98	5.07	36.04	5.78	5.08	38.18	4.08	5.10	56.36
6,0	5.22	5.13	44.17	5.12	5.13	45.24	3.48	5.10	62.78
8,0	4.62	5.13	50.59	4.38	5.13	53.16	3.18	5.11	65.99
12,0	3.42	5.10	63.42	3.37	5.09	63.96	2.65	5.13	71.66
24,0	2.15	5.15	77.01	2.98	5.12	68.13	2.00	5.14	78.61
48,0	1.01	5.13	89.20	2.87	5.10	69.30	1.28	5.14	86.31

หมายเหตุ: ค่า detection limit ของตะกั่ว = 0.1 มก./ล.

ตารางที่ ก3 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดแคดเมียมของถ่านกระดุกที่สภาวะการเตรียมต่าง ๆ โดยใช้น้ำเสียแคดเมียมสังเคราะห์ 10 มก./ล. พีเอช 5 และปริมาณถ่านกระดุก 1 ก./ล.

เวลาที่ใช้ในการเขย่า (ชั่วโมง, นาที)	ถ่านกระดุก 600 องศาเซลเซียส, 8 ชั่วโมง			ถ่านกระดุก 600 องศาเซลเซียส, 10 ชั่วโมง			ถ่านกระดุก 600 องศาเซลเซียส, 12 ชั่วโมง		
	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
0,0	9.81	4.99	0.00	9.81	4.99	0.00	9.81	4.99	0.00
0,15	8.44	5.14	13.97	8.26	5.15	15.80	7.98	5.13	18.65
0,30	7.00	5.19	28.64	6.94	5.19	29.26	6.85	5.20	30.17
0,45	6.52	5.20	33.54	6.29	5.24	35.88	6.11	5.26	37.72
1,0	6.38	5.22	34.96	5.84	5.27	40.47	5.68	5.27	42.10
1,30	5.92	5.25	39.65	5.29	5.30	46.08	4.67	5.29	52.40
2,0	5.43	5.29	44.65	4.99	5.33	49.13	4.35	5.32	55.66
3,0	5.11	5.33	47.91	4.52	5.44	53.92	3.57	5.39	63.61
4,0	4.56	5.37	53.52	3.99	5.38	59.33	3.10	5.41	68.40
6,0	4.11	5.39	58.10	3.44	5.50	64.93	2.65	5.46	72.99
8,0	3.67	5.44	62.59	2.95	5.54	69.93	2.16	5.51	77.98
12,0	2.96	5.53	69.83	2.19	5.61	77.68	1.45	5.59	85.22
24,0	2.23	5.60	77.27	1.66	5.74	83.08	0.86	5.64	91.23
48,0	1.43	5.61	85.42	1.02	5.74	89.60	0.57	5.63	94.19

หมายเหตุ: ค่า detection limit ของแคดเมียม = 0.02 มก./ล.

ตารางที่ ก3 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดแคดเมียมของถ่านกระดุกที่สภาวะการเตรียมต่างๆโดยใช้น้ำเสียแคดเมียมสังเคราะห์ 10 มก./ล. พีเอช 5 และปริมาณถ่านกระดุก 1 ก./ล.(ต่อ)

เวลาที่ใช้ในการเขย่า (ชั่วโมง, นาที)	ถ่านกระดุก 800 องศาเซลเซียส, 8 ชั่วโมง			ถ่านกระดุก 800 องศาเซลเซียส, 10 ชั่วโมง			ถ่านกระดุก 800 องศาเซลเซียส, 12 ชั่วโมง		
	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
0,0	9.06	5.04	0.00	9.06	5.04	0.00	9.06	5.04	0.00
0,15	8.42	5.15	7.06	8.71	5.07	3.86	8.61	5.12	4.97
0,30	8.21	5.11	9.38	8.40	5.08	7.28	8.35	5.12	7.84
0,45	8.09	5.13	10.71	8.26	5.13	8.83	8.18	5.14	9.71
1,0	7.95	5.16	12.25	8.19	5.13	9.60	8.09	5.15	10.71
1,30	7.80	5.18	13.91	8.15	5.17	10.04	8.01	5.17	11.59
2,0	7.67	5.21	15.34	8.13	5.14	10.26	7.89	5.15	12.91
3,0	7.65	5.20	15.56	8.12	5.17	10.38	7.82	5.16	13.69
4,0	7.59	5.22	16.23	8.08	5.20	10.82	7.75	5.20	14.46
6,0	7.57	5.25	16.45	8.06	5.25	11.04	7.69	5.23	15.12
8,0	7.59	5.25	16.23	8.05	5.25	11.15	7.66	5.24	15.45
12,0	7.61	5.28	16.00	8.04	5.26	11.26	7.64	5.24	15.67
24,0	7.50	5.24	17.22	8.02	5.25	11.48	7.71	5.22	14.90
48,0	7.57	5.36	16.45	8.01	5.34	11.59	7.74	5.32	14.57

หมายเหตุ: ค่า detection limit ของแคดเมียม = 0.02 มก./ล.

ตารางที่ ก3 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดแคดเมียมของถ่านกระดุกที่สภาวะการเตรียมต่าง ๆ โดยใช้น้ำเสียแคดเมียมสังเคราะห์ 10 มก./ล. พีเอช 5 และปริมาณถ่านกระดุก 1 ก./ล.(ต่อ)

เวลาที่ใช้ในการเขย่า (ชั่วโมง, นาที)	ถ่านกระดุก 1000 องศาเซลเซียส, 8 ชั่วโมง			ถ่านกระดุก 1000 องศาเซลเซียส, 10 ชั่วโมง			ถ่านกระดุก 1000 องศาเซลเซียส, 12 ชั่วโมง		
	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
0,0	8.72	5.02	0.00	8.72	5.02	0.00	8.72	5.02	0.00
0,15	8.39	5.11	3.78	8.43	5.10	3.33	8.68	5.10	0.46
0,30	8.19	5.06	6.08	8.27	5.13	5.16	8.49	5.10	2.64
0,45	7.96	5.13	8.72	8.10	5.15	7.11	8.29	5.15	4.93
1,0	7.87	5.10	9.75	7.97	5.15	8.60	8.21	5.18	5.85
1,30	7.82	5.18	10.32	7.92	5.16	9.17	8.17	5.18	6.31
2,0	7.78	5.17	10.78	7.89	5.15	9.52	8.08	5.24	7.34
3,0	7.75	5.17	11.12	7.86	5.23	9.86	8.00	5.25	8.26
4,0	7.73	5.26	11.35	7.84	5.22	10.09	7.91	5.26	9.29
6,0	7.71	5.29	11.58	7.82	5.29	10.32	7.89	5.33	9.52
8,0	7.69	5.28	11.81	7.83	5.29	10.21	7.81	5.31	10.44
12,0	7.71	5.31	11.58	7.82	5.34	10.32	7.82	5.31	10.32
24,0	7.70	5.28	11.70	7.80	5.33	10.55	7.81	5.31	10.44
48,0	7.72	5.32	11.47	7.77	5.31	10.89	7.81	5.32	10.44

หมายเหตุ: ค่า detection limit ของแคดเมียม = 0.02 มก./ล.

ตารางที่ ก4 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมของถ่านกระตุ้นที่สภาวะการเตรียมต่างๆโดยใช้น้ำเสียโครเมียมสังเคราะห์ 10 มก./ล. พีเอช 3 และปริมาณถ่านกระตุ้น 1 ก./ล.

เวลาที่ใช้ในการเขย่า (ชั่วโมง, นาที)	ถ่านกระตุ้น 600 องศาเซลเซียส, 8 ชั่วโมง			ถ่านกระตุ้น 600 องศาเซลเซียส, 10 ชั่วโมง			ถ่านกระตุ้น 600 องศาเซลเซียส, 12 ชั่วโมง		
	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
0,0	10.02	3.02	0.00	10.14	3.01	0.00	9.98	3.03	0.00
0,15	9.98	4.19	0.40	9.86	4.11	2.76	9.64	4.12	3.41
0,30	9.91	4.25	1.10	9.56	4.24	5.72	9.74	4.21	2.40
0,45	9.58	4.29	4.39	9.49	4.29	6.41	9.68	4.25	3.01
1,0	9.62	4.40	3.99	9.45	4.44	6.80	9.59	4.39	3.91
1,15	9.65	4.47	3.69	9.41	4.44	7.20	9.44	4.42	5.41
1,30	9.57	4.45	4.49	9.39	4.47	7.40	9.47	4.43	5.11
1,45	9.77	4.48	2.50	9.42	4.59	7.10	9.53	4.52	4.51
2,0	9.69	4.46	3.29	9.40	4.66	7.30	9.55	4.60	4.31
2,30	9.78	4.58	2.40	9.46	4.63	6.71	9.49	4.71	4.91
3,0	9.84	4.62	1.80	9.51	4.73	6.21	9.40	4.69	5.81
3,30	9.52	4.65	4.99	9.38	4.85	7.50	9.42	4.73	5.61
4,0	9.64	4.59	3.79	9.33	4.86	7.99	9.39	4.79	5.91
4,30	9.72	4.65	2.99	9.34	4.92	7.89	9.35	4.88	6.31
5,0	9.85	4.63	1.70	9.33	4.89	7.99	9.37	4.82	6.11
5,30	9.63	4.71	3.89	9.28	4.88	8.48	9.41	4.90	5.71
6,0	9.58	4.75	4.39	9.29	4.91	8.38	9.38	4.87	6.01
12,0	9.63	4.78	3.89	9.32	4.90	8.09	9.35	4.95	6.31
24,0	9.68	4.85	3.39	9.28	4.94	8.48	9.39	4.93	5.91

ตารางที่ ก4 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมของถ่านกระดูกที่สภาวะการเตรียมต่างๆโดยใช้น้ำเสียโครเมียมสังเคราะห์ 10 มก./ล. พีเอช 3 และปริมาณถ่านกระดูก 1 ก./ล.(ต่อ)

เวลาที่ใช้ในการเซยา (ชั่วโมง, นาที)	ถ่านกระดูก 800 องศาเซลเซียส, 8 ชั่วโมง			ถ่านกระดูก 800 องศาเซลเซียส, 10 ชั่วโมง			ถ่านกระดูก 800 องศาเซลเซียส, 12 ชั่วโมง		
	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
0,0	10.02	3.00	0.00	10.07	3.05	0.00	10.01	2.98	0.00
0,15	9.99	3.69	0.30	9.90	3.79	1.69	9.98	3.69	0.30
0,30	10.01	3.85	0.10	9.76	3.96	3.08	10.01	3.86	0.00
0,45	9.95	4.00	0.70	9.52	3.95	5.46	9.98	3.96	0.30
1,0	9.94	4.10	0.80	9.42	4.06	6.45	9.95	4.08	0.60
1,15	9.88	4.05	1.40	9.63	4.11	4.37	9.97	4.00	0.40
1,30	9.90	4.07	1.20	9.55	4.16	5.16	9.98	3.97	0.30
1,45	9.85	4.13	1.70	9.50	4.18	5.66	9.98	4.05	0.30
2,0	9.87	4.20	1.50	9.61	4.19	4.57	9.95	4.16	0.60
2,30	9.86	4.17	1.60	9.94	4.24	1.29	10.01	4.16	0.00
3,0	9.91	4.23	1.10	9.80	4.24	2.68	9.93	4.18	0.80
3,30	9.88	4.23	1.40	9.71	4.24	3.57	9.96	4.19	0.50
4,0	9.89	4.28	1.30	9.49	4.30	5.76	10.00	4.11	0.10
4,30	9.92	4.30	1.00	9.52	4.32	5.46	9.99	4.14	0.20
5,0	9.95	4.28	0.70	9.48	4.33	5.86	9.91	4.16	1.00
5,30	9.87	4.28	1.50	9.60	4.35	4.67	9.89	4.15	1.20
6,0	9.87	4.32	1.50	9.55	4.38	5.16	9.95	4.15	0.60
12,0	9.89	4.35	1.30	9.59	4.38	4.77	9.97	4.17	0.40
24,0	9.85	4.34	1.70	9.61	4.37	4.57	9.97	4.15	0.40



ตารางที่ ก4 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมของถ่านกระดุกที่สภาวะการเตรียมต่างๆโดยใช้น้ำเสียโครเมียมสังเคราะห์ 10 มก./ล. พีเอช 3 และปริมาณถ่านกระดุก 1 ก./ล.(ต่อ)

เวลาที่ใช้ในการเขย่า (ชั่วโมง, นาที)	ถ่านกระดุก 1000 องศาเซลเซียส, 8 ชั่วโมง			ถ่านกระดุก 1000 องศาเซลเซียส, 10 ชั่วโมง			ถ่านกระดุก 1000 องศาเซลเซียส, 12 ชั่วโมง		
	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
0,0	10.03	3.05	0.00	10.07	3.09	0.00	10.09	3.05	0.00
0,15	9.91	3.89	1.20	9.88	3.76	1.89	9.88	3.88	2.08
0,30	9.93	3.98	1.00	9.85	3.92	2.18	9.79	3.92	2.97
0,45	9.89	4.02	1.40	9.78	4.11	2.88	9.81	3.89	2.78
1,0	9.90	4.11	1.30	9.86	4.13	2.09	9.86	3.76	2.28
1,15	9.82	4.13	2.09	9.78	4.15	2.88	9.86	3.84	2.28
1,30	9.79	4.14	2.39	9.64	4.19	4.27	9.94	3.85	1.49
1,45	9.81	4.14	2.19	9.66	4.21	4.07	9.85	4.06	2.38
2,0	9.79	4.16	2.39	9.63	4.22	4.37	9.68	4.13	4.06
2,30	9.77	4.15	2.59	9.60	4.30	4.67	9.70	4.11	3.87
3,0	9.76	4.18	2.69	9.68	4.26	3.87	9.62	4.04	4.66
3,30	9.82	4.18	2.09	9.59	4.34	4.77	9.65	4.17	4.36
4,0	9.87	4.22	1.60	9.64	4.34	4.27	9.71	4.13	3.77
4,30	9.81	4.23	2.19	9.77	4.24	2.98	9.62	4.25	4.66
5,0	9.81	4.22	2.19	9.65	4.36	4.17	9.57	4.26	5.15
5,30	9.75	4.26	2.79	9.67	4.31	3.97	9.58	4.29	5.05
6,0	9.70	4.28	3.29	9.61	4.33	4.57	9.60	4.25	4.86
12,0	9.78	4.28	2.49	9.69	4.36	3.77	9.61	4.26	4.76
24,0	9.75	4.29	2.79	9.66	4.38	4.07	9.65	4.30	4.36

ภาคผนวก ข.

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดและค่าความสามารถการดูดซับ  
ในการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นและพีเอชเริ่มต้นต่างๆ  
ในการทดลองแบบแบตช์

ตารางที่ ข1 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดและความสามารถในการดูดซับของถ่านกระดูกเตรียมที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ปริมาณ 0.2 ก./ล.ในการกำจัดตะกั่ว  
 ในน้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นและพีเอชเริ่มต้นต่าง ๆ

ลักษณะของน้ำเสียก่อนการทดลอง		ปริมาณถ่านกระดูกที่ใช้ (ก./ล.น้ำตัวอย่าง)	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง				ร้อยละการกำจัด		ความสามารถการดูดซับ (มก./ก.ถ่านกระดูก)
ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ไม่เติมถ่านกระดูก		เติมถ่านกระดูก		การดูดซับ	การดูดซับรวมกับการตกตะกอน	
			ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช			
10	2	0.2	9.84	2.09	9.55	2.27	2.95	2.95	1.45
	3	0.2	9.40	3.02	1.31	4.04	86.06	86.69	40.45
	4	0.2	9.36	4.00	0.00	4.49	100.00	100.00	46.80
	5	0.2	9.32	4.98	0.00	5.33	100.00	100.00	46.60
	6	0.2	8.74	5.86	0.00	6.35	100.00	100.00	43.70
	20	2	0.2	18.98	2.02	16.45	2.18	13.33	13.33
3		0.2	18.80	2.99	2.95	3.96	84.31	84.46	79.25
4		0.2	18.55	3.96	0.42	4.47	97.74	97.79	90.65
5		0.2	18.50	4.98	0.00	5.26	100.00	100.00	92.50
6		0.2	17.95	5.85	0.00	6.43	100.00	100.00	89.75
50		2	0.2	46.55	2.04	46.40	2.23	0.32	0.32
	3	0.2	46.40	3.00	2.82	3.92	93.92	93.94	217.90
	4	0.2	46.22	3.98	0.11	4.50	99.76	99.76	230.55
	5	0.2	46.15	4.99	0.10	5.34	99.78	99.79	230.25
	6	0.2	43.45	5.93	25.22	6.02	41.96	45.82	91.15

ตารางที่ ข1 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดและความสามารถในการดูดซับของถ่านกระดูกเตรียมที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ปริมาณ 0.2 ก./ล.ในการกำจัดตะกั่ว  
 ในน้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นและพีเอชเริ่มต้นต่างๆ (ต่อ)

ลักษณะของน้ำเสียก่อนการทดลอง		ปริมาณถ่านกระดูกที่ใช้ (ก./ล.น้ำตัวอย่าง)	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง				ร้อยละการกำจัด		ความสามารถการดูดซับ (มก./ก.ถ่านกระดูก)
ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ไม่เติมถ่านกระดูก		เติมถ่านกระดูก		การดูดซับ	การดูดซับรวมกับการตกตะกอน	
			ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช			
100	2	0.2	94.50	2.02	86.50	2.24	8.47	8.47	40.00
	3	0.2	94.30	2.99	13.90	3.84	85.26	85.29	402.00
	4	0.2	92.80	3.96	8.22	4.32	91.14	91.30	422.90
	5	0.2	91.90	4.98	0.19	5.22	99.79	99.80	458.55
	6	0.2	91.40	5.85	84.40	5.98	7.66	10.69	35.00

ตารางที่ ข2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดและความสามารถในการดูดซับของถ่านกระดูกเตรียมที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ปริมาณ 1 ก./ล. ในการกำจัดแคดเมียม  
 ในน้ำเสียแคดเมียมสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นและพีเอชเริ่มต้นต่าง ๆ

ลักษณะของน้ำเสียก่อนการทดลอง		ปริมาณถ่านกระดูกที่ใช้ (ก./ล. น้ำตัวอย่าง)	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง				ร้อยละการกำจัด		ความสามารถการดูดซับ (มก./ก. ถ่านกระดูก)	
ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ไม่เติมถ่านกระดูก		เติมถ่านกระดูก		การดูดซับ	การดูดซับรวมกับการตกตะกอน		
			ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช				
1	3	1	0.74	3.05	0.03	5.06	95.95	95.95	0.71	
	4	1	0.72	4.03	N.D.	5.2	100.00	100.00	0.72	
	5	1	0.71	4.93	N.D.	5.67	100.00	100.00	0.71	
	6	1	0.69	5.86	N.D.	6.78	100.00	100.00	0.69	
	7	1	0.62	6.81	N.D.	7.48	100.00	100.00	0.62	
	8	1	0.56	7.44	N.D.	7.95	100.00	100.00	0.56	
	9	1	0.42	8.4	N.D.	8.4	100.00	100.00	0.42	
	10	1	0.31	9.74	N.D.	9.65	100.00	100.00	0.31	
	5	3	1	5.22	3.08	1.50	5.02	71.26	71.26	3.72
		4	1	4.89	4.01	0.54	5.10	83.33	89.66	4.35
5		1	4.71	4.99	0.18	5.72	86.78	96.55	4.53	
6		1	4.59	5.96	0.11	7.35	85.82	97.89	4.48	
7		1	4.26	6.90	0.08	7.70	80.08	98.47	4.18	
8		1	3.66	7.59	0.05	8.01	69.16	99.04	3.61	
9		1	3.18	8.71	0.00	8.16	60.92	100.00	3.18	
10		1	2.15	9.90	0.00	9.69	41.19	100.00	2.15	

หมายเหตุ: ค่า detection limit ของแคดเมียม = 0.02 มก./ล.

ตารางที่ ข2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดและความสามารถในการดูดซับของถ่านกระดูกเตรียมที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ปริมาณ 1 ก./ล. ในการกำจัดแคดเมียม  
 ในน้ำเสียแคดเมียมสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นและพีเอชเริ่มต้นต่างๆ (ต่อ)

ลักษณะของน้ำเสียก่อนการทดลอง		ปริมาณถ่านกระดูกที่ใช้ (ก./ล. น้ำตัวอย่าง)	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง				ร้อยละการกำจัด		ความสามารถการดูดซับ (มก./ก. ถ่านกระดูก)
ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ไม่เติมถ่านกระดูก		เติมถ่านกระดูก		การดูดซับ	การดูดซับรวมกับการตกตะกอน	
			ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช			
10	3	1	9.35	3.10	2.10	4.93	77.54	77.54	7.25
	4	1	9.10	4.04	1.25	5.15	83.96	86.63	7.85
	5	1	8.70	4.99	0.55	5.68	87.17	94.12	8.15
	6	1	8.15	5.95	0.13	7.40	85.78	98.61	8.02
	7	1	7.95	6.96	0.08	7.61	84.17	99.14	7.87
	8	1	7.55	7.75	0.06	8.12	80.11	99.36	7.49
	9	1	6.15	8.71	0.03	8.33	65.45	99.68	6.12
	10	1	4.50	10.02	0.02	9.93	47.91	99.79	4.48
20	3	1	19.30	3.08	8.70	4.93	54.92	54.92	10.60
	4	1	18.90	4.07	4.60	5.09	74.09	76.17	14.30
	5	1	17.70	5.07	2.00	5.65	81.35	89.64	15.70
	6	1	17.40	6.08	0.70	6.77	86.53	96.37	16.70
	7	1	15.40	7.00	0.60	7.45	76.68	96.89	14.80
	8	1	13.80	7.86	0.35	8.03	69.69	98.19	13.45
	9	1	11.10	8.64	0.18	8.97	56.58	99.07	10.92
	10	1	5.30	10.00	0.04	9.99	27.25	99.79	5.26

หมายเหตุ: ค่า detection limit ของแคดเมียม = 0.02 มก./ล.

ตารางที่ ข2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดและความสามารถในการดูดซับของถ่านกระดูกเตรียมที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ปริมาณ 1 ก./ล. ในการกำจัดแคดเมียม  
 ในน้ำเสียแคดเมียมสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นและพีเอชเริ่มต้นต่างๆ (ต่อ)

ลักษณะของน้ำเสียก่อนการทดลอง		ปริมาณถ่านกระดูกที่ใช้ (ก./ล. น้ำตัวอย่าง)	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง				ร้อยละการกำจัด		ความสามารถการดูดซับ (มก./ก. ถ่านกระดูก)
ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ไม่เต็มถ่านกระดูก		เต็มถ่านกระดูก		การดูดซับ	การดูดซับรวมกับการตกตะกอน	
			ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช			
40	3	1	36.80	3.06	18.60	4.86	49.46	49.46	18.20
	4	1	36.60	4.02	14.20	5.03	60.87	61.41	22.40
	5	1	34.40	5.00	7.40	5.56	73.37	79.89	27.00
	6	1	33.00	6.01	3.20	6.65	80.98	91.30	29.80
	7	1	32.40	6.96	2.80	7.25	80.43	92.39	29.60
	8	1	30.20	7.81	1.95	7.65	76.77	94.70	28.25
	9	1	25.00	8.74	0.73	9.28	65.95	98.02	24.27
	10	1	20.80	10.10	0.05	10.04	56.39	99.86	20.75

หมายเหตุ: ค่า detection limit ของแคดเมียม = 0.02 มก./ล.

ภาคผนวก ค.

ผลการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการกำจัดโลหะหนัก  
เพื่อให้ทำการทดลองหาไอโซเทอมการดูดซับโดยทำการทดลองแบบแบตช์



ตารางที่ ค1 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ที่ความเข้มข้น 100 มก./ล.

พีเอช 5 โดยใช้ถ่านกระตุ้นที่ 600 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง ปริมาณ 0.2 ก./ล.ที่เวลาต่างๆ

เวลาที่ใช้ในการเขย่า (ชั่วโมง, นาที)	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
0,0	99.70	5.04	0.00
0,15	88.60	5.05	11.13
0,30	78.30	5.05	21.46
0,45	74.10	5.05	25.68
1,0	66.90	5.05	32.90
1,30	61.40	5.05	38.42
2,0	52.40	5.05	47.44
3,0	41.60	5.05	58.27
4,0	33.10	5.08	66.80
6,0	14.80	5.11	85.16
8,0	5.71	5.12	94.27
12,0	2.23	5.19	97.76
18,0	1.48	5.24	98.52
24,0	1.25	5.26	98.75
30,0	0.75	5.28	99.25
36,0	0.56	5.3	99.44
48,0	0.08	5.37	99.92

ตารางที่ ค2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดแคดเมียมในน้ำเสียแคดเมียมสังเคราะห์ที่ความเข้มข้น 40 มก./ล  
พีเอช 6 โดยใช้ถ่านกระดูกที่ 600 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง ปริมาณ 1 ก./ล. ที่เวลาต่างๆ

เวลาที่ใช้ในการเขย่า (ชั่วโมง, นาที)	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
0,0	33.60	6.01	0.00
0,15	32.60	6.10	2.98
0,30	30.50	6.09	9.23
0,45	26.00	6.20	22.62
1,0	24.20	6.21	27.98
1,30	22.20	6.26	33.93
2,0	20.00	6.28	40.48
3,0	19.00	6.30	43.45
4,0	15.20	6.36	54.76
6,0	12.80	6.28	61.90
8,0	10.00	6.43	70.24
12,0	8.40	6.54	75.00
18,0	6.00	6.54	82.14
24,0	3.60	6.54	89.29
30,0	2.80	6.53	91.67
36,0	2.40	6.54	92.86
48,0	2.20	6.66	93.45

ภาคผนวก ง.  
ผลการศึกษาไอโซเทอมการดูดซับในการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียสังเคราะห์  
โดยทำการทดลองแบบแบตช์

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาไอโซเทอมการดูดซับของถ่านกระดุกที่ 600 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมงในการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 มก./ล. พีเอช 5 โดยใช้ถ่านกระดุกในปริมาณต่าง ๆ

ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำเสีย (มก./ล.)		ปริมาณตะกั่วที่ถูกกำจัด; x (มก./ล.)	ปริมาณถ่านกระดุกที่ใช้; m (ก./ล. น้ำตัวอย่าง)	x/m; X	logCe	log x/m	1/X	1/Ce
ก่อนการทดลอง;Co	หลังการทดลอง;Ce							
99.60	68.20	31.40	0.04	785.00	1.83	2.89	0.00127	0.01
99.60	27.90	71.70	0.10	717.00	1.45	2.86	0.00139	0.04
99.60	9.90	89.70	0.15	598.00	1.00	2.78	0.00167	0.10
99.60	3.68	95.92	0.20	479.60	0.57	2.68	0.00209	0.27
99.60	1.16	98.44	0.25	393.76	0.06	2.60	0.00254	0.86
99.60	0.33	99.27	0.30	330.90	-0.48	2.52	0.00302	3.03

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาไอโซเทอมการดูดซับของถ่านกระดูกที่ 600 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมงในการกำจัดแคดเมียมในน้ำเสียแคดเมียมสังเคราะห์ความเข้มข้นเริ่มต้น 40 มก./ล. พีเอช 6 โดยใช้ถ่านกระดูกในปริมาณต่างๆ

ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำเสีย (มก./ล.)		ปริมาณตะกั่วที่ถูกกำจัด; x (มก./ล.)	ปริมาณถ่านกระดูกที่ใช้; m (ก./ล. น้ำตัวอย่าง)	x/m; X	log Ce	log x/m	1/X	1/Ce
ก่อนการทดลอง; Co	หลังการทดลอง; Ce							
38.00	33.00	5.00	0.10	50.00	1.52	1.70	0.0200	0.0303
38.00	28.40	9.60	0.20	48.00	1.45	1.68	0.0208	0.0352
38.00	15.60	22.40	0.50	44.80	1.19	1.65	0.0223	0.0641
38.00	5.60	32.40	1.00	32.40	0.75	1.51	0.0309	0.1786
38.00	2.80	35.20	1.50	23.47	0.45	1.37	0.0426	0.3571
38.00	2.00	36.00	2.00	18.00	0.30	1.26	0.0556	0.5000

ภาคผนวก จ.

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักที่ความเข้มข้นโลหะหนัก  
ในน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้นต่าง ๆ โดยทำการทดลองแบบคอลัมน์

ตารางที่ จ1 ประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์เริ่มต้น 10 และ 20 มก./ล.ที่พีเอช 5 โดยทำการทดลองแบบคอลัมน์ที่อัตราการไหล 60 มล./ชม.

เวลาที่เก็บตัวอย่าง (วัน, ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำที่ผ่านคอลัมน์		น้ำเสียสังเคราะห์ตะกั่วเริ่มต้น 10 มก./ล.ที่พีเอช 5			น้ำเสียสังเคราะห์ตะกั่วเริ่มต้น 20 มก./ล.ที่พีเอช 5		
	ลิตร	BV	ลักษณะน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
			ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
เริ่ม	0	0	9.91	5.02	0	19.56	5.01	0
0,1	0.06	17.14	N.D.	5.79	100.00	N.D.	5.92	100.00
0,2	0.12	34.29	N.D.	5.77	100.00	N.D.	5.93	100.00
0,3	0.18	51.43	N.D.	5.82	100.00	N.D.	5.93	100.00
0,4	0.24	68.57	N.D.	5.79	100.00	N.D.	5.91	100.00
0,6	0.36	102.86	N.D.	5.81	100.00	N.D.	5.92	100.00
0,8	0.48	137.14	N.D.	5.72	100.00	เกิดการอุดตันของคอลัมน์		
0,12	0.72	205.71	N.D.	5.73	100.00			
1,0	1.44	411.43	N.D.	5.71	100.00			
1,12	2.08	594.29	N.D.	5.70	100.00			
2,0	2.88	822.86	N.D.	5.68	100.00			
2,12	3.6	1028.57	เกิดการอุดตันของคอลัมน์					

หมายเหตุ: ค่า detection limit ของตะกั่ว = 0.1 มก./ล.

ตารางที่ ๑๒ แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์เริ่มต้น 10 และ 20 มก./ล. พีเอช 4 โดยทำการทดลองแบบคอลัมน์ที่อัตราการไหล 60 มล./ชม.

เวลาที่เก็บตัวอย่าง (วัน, ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำที่ผ่านคอลัมน์		น้ำเสียสังเคราะห์ตะกั่วเริ่มต้น 10 มก./ล. ที่พีเอช 4			น้ำเสียสังเคราะห์ตะกั่วเริ่มต้น 20 มก./ล. ที่พีเอช 4		
	ลิตร	BV	ลักษณะน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
			ความเข้มข้นโลหะหนัก(มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นโลหะหนัก(มก./ล.)	พีเอช	
เริ่ม	0	0	9.87	4.03	0	19.47	3.99	0
0,1	0.06	17.14	N.D.	5.08	100.00	N.D.	5.10	100.00
0,2	0.12	34.29	N.D.	5.08	100.00	N.D.	5.08	100.00
0,4	0.24	68.57	N.D.	5.09	100.00	N.D.	5.09	100.00
0,8	0.48	137.14	N.D.	5.07	100.00	N.D.	5.08	100.00
0,12	0.72	205.71	N.D.	5.07	100.00	N.D.	5.07	100.00
1,0	1.44	411.43	N.D.	5.08	100.00	N.D.	5.07	100.00
1,12	2.16	617.14	N.D.	5.03	100.00	N.D.	4.89	100.00
2,0	2.88	822.86	N.D.	5.05	100.00	N.D.	4.75	100.00
2,12	3.60	1028.57	N.D.	5.07	100.00	N.D.	4.63	100.00
3,0	4.32	1234.29	N.D.	4.99	100.00	N.D.	4.44	100.00
3,12	5.04	1440.00	N.D.	5.02	100.00	N.D.	4.35	100.00
4,0	5.76	1645.71	N.D.	4.90	100.00	N.D.	4.20	100.00
4,12	6.48	1851.43	N.D.	4.92	100.00	N.D.	4.11	100.00
5,0	7.20	2057.14	N.D.	4.87	100.00	2.95	4.07	84.85
5,12	7.92	2262.86	N.D.	4.84	100.00	6.82	4.05	64.97
6,0	8.64	2468.57	N.D.	4.77	100.00	9.43	4.06	51.57

หมายเหตุ: ค่า detection limit ของตะกั่ว = 0.1 มก./ล.



ตารางที่ ๑2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์เริ่มต้น 10 และ 20 มก./ล. พีเอช 4 โดยทำการทดลองแบบคอลัมน์ที่อัตราการไหล 60มล./ชม.(ต่อ)

เวลาที่เก็บตัวอย่าง (วัน, ชั่วโมง)	ปริมาตรน้ำที่ผ่านคอลัมน์		น้ำเสียสังเคราะห์ตะกั่วเริ่มต้น 10 มก./ล.ที่พีเอช 4			น้ำเสียสังเคราะห์ตะกั่วเริ่มต้น 20 มก./ล.ที่พีเอช 4		
	ลิตร	BV	ลักษณะน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
			ความเข้มข้นโลหะหนัก(มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นโลหะหนัก(มก./ล.)	พีเอช	
6,12	9.36	2674.29	N.D.	4.73	100.00	13.11	4.04	32.67
7,0	10.08	2880.00	N.D.	4.79	100.00	16.77	4.05	13.87
7,12	10.80	3085.71	N.D.	4.73	100.00	19.36	4.03	0.56
8,0	11.52	3291.43	N.D.	4.63	100.00	19.45	4.06	0.10
8,12	12.24	3497.14	N.D.	4.59	100.00			
9,0	12.96	3702.86	N.D.	4.47	100.00			
9,12	13.68	3908.57	N.D.	4.49	100.00			
10,0	14.40	4114.29	N.D.	4.40	100.00			
10,12	15.12	4320.00	N.D.	4.41	100.00			
11,0	15.84	4525.71	N.D.	4.34	100.00			
11,12	16.56	4731.43	N.D.	4.23	100.00			
12,0	17.28	4937.14	N.D.	4.21	100.00			
12,12	18.00	5142.86	1.73	4.08	82.47			
13,0	18.72	5348.57	6.15	4.06	37.69			
13,12	19.44	5554.29	9.72	4.09	1.52			
14,0	20.16	5760.00	9.84	4.04	0.30			
14,12	20.88	5965.71	9.55	4.08	3.24			

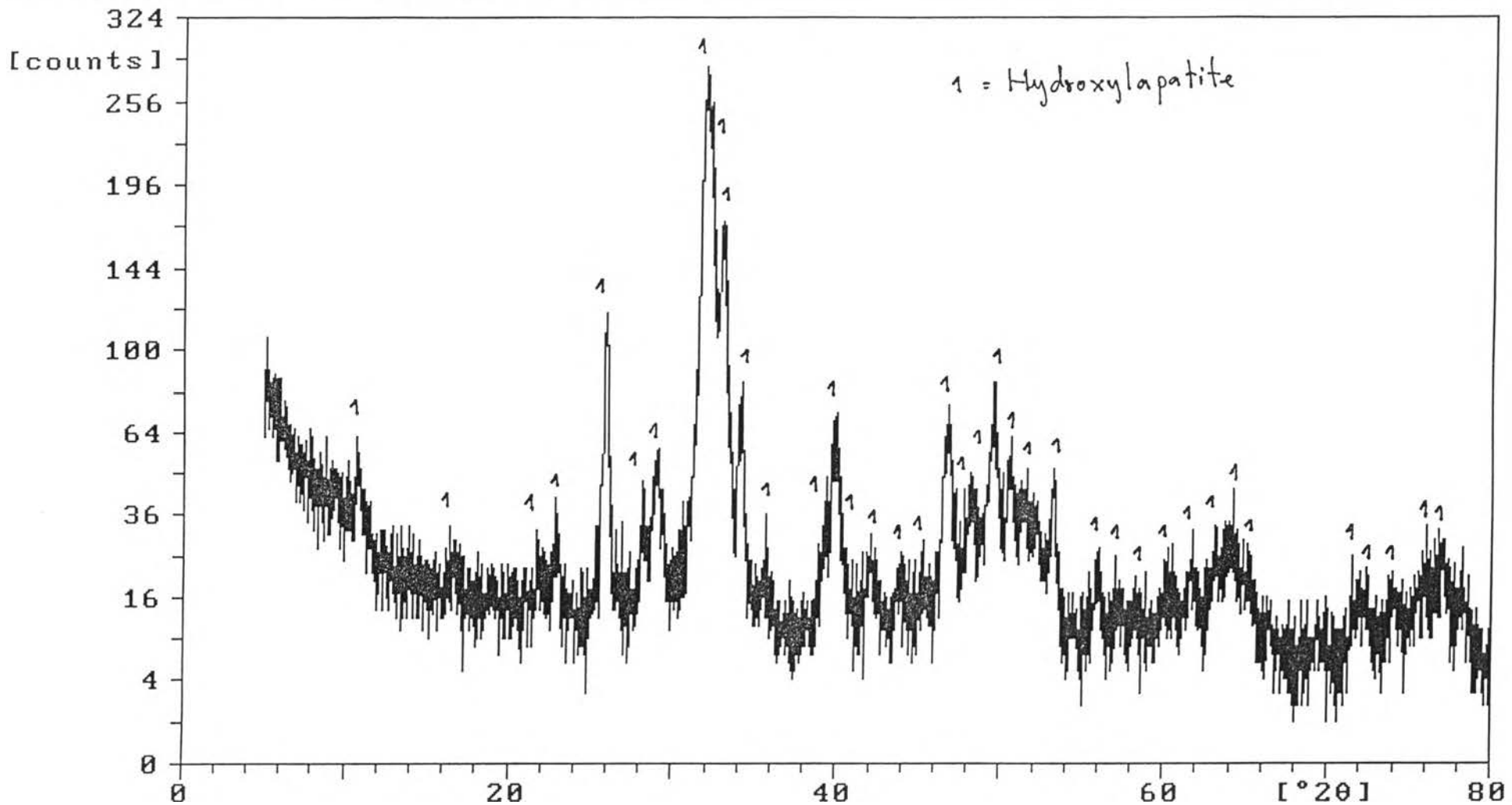
หมายเหตุ: ค่า detection limit ของตะกั่ว = 0.1 มก./ล.

ตารางที่ ๑๓ แสดงประสิทธิภาพการกำจัดแคดเมียมในน้ำเสียแคดเมียมสังเคราะห์เริ่มต้น 5 และ 10 มก./ล. พีเอช 5 โดยทำการทดลองแบบคอลัมน์ที่อัตราการไหล 60 มล./ชม.

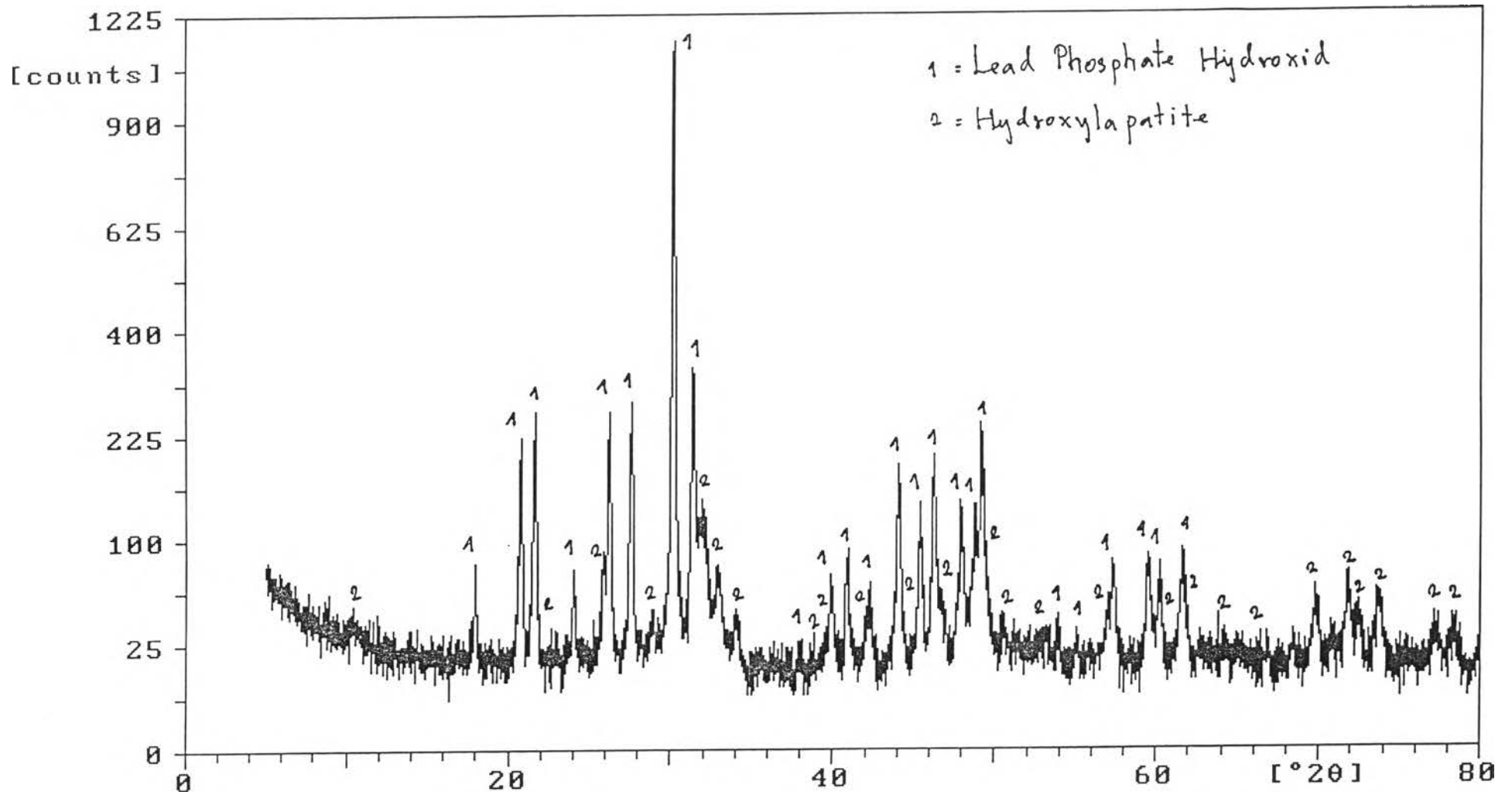
เวลาที่เก็บตัวอย่าง ( ชม.)	ปริมาณน้ำที่ผ่านคอลัมน์		น้ำเสียสังเคราะห์แคดเมียมเริ่มต้น 5 มก./ล. ที่พีเอช 5			น้ำเสียสังเคราะห์แคดเมียมเริ่มต้น 10 มก./ล. ที่พีเอช 5		
	ลิตร	BV	ลักษณะน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด	ลักษณะน้ำเสียหลังการทดลอง		ร้อยละการกำจัด
			ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช		ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	
เริ่ม	0	0	4.86	5.02	0	9.91	5.04	0
1	0.06	17.14	N.D.	6.03	100.00	N.D.	5.99	100.00
2	0.12	34.29	N.D.	5.99	100.00	N.D.	5.79	100.00
4	0.24	68.57	N.D.	5.91	100.00	N.D.	5.61	100.00
6	0.36	102.86	N.D.	5.79	100.00	N.D.	5.49	100.00
8	0.48	137.14	N.D.	5.63	100.00	N.D.	5.34	100.00
10	0.60	171.43	N.D.	5.47	100.00	2.04	5.10	79.41
12	0.72	205.71	N.D.	5.39	100.00	3.95	5.08	60.14
14	0.84	240.00	N.D.	5.33	100.00	7.86	5.07	20.69
16	0.96	274.29	N.D.	5.24	100.00	9.75	5.08	1.61
18	1.08	308.57	N.D.	5.19	100.00	9.63	5.04	2.83
20	1.20	342.86	0.78	5.05	83.95	9.88	5.06	0.30
24	1.44	411.43	1.89	5.01	61.11	9.71	5.08	2.02
26	1.56	445.71	3.54	5.03	27.16			
28	1.68	480.00	4.81	5.04	1.03			
30	1.80	514.29	4.86	5.05	0.00			
32	1.92	548.57	4.78	5.03	1.65			
36	2.16	617.14	4.85	5.03	0.21			

หมายเหตุ: ค่า detection limit ของแคดเมียม = 0.02 มก./ล.

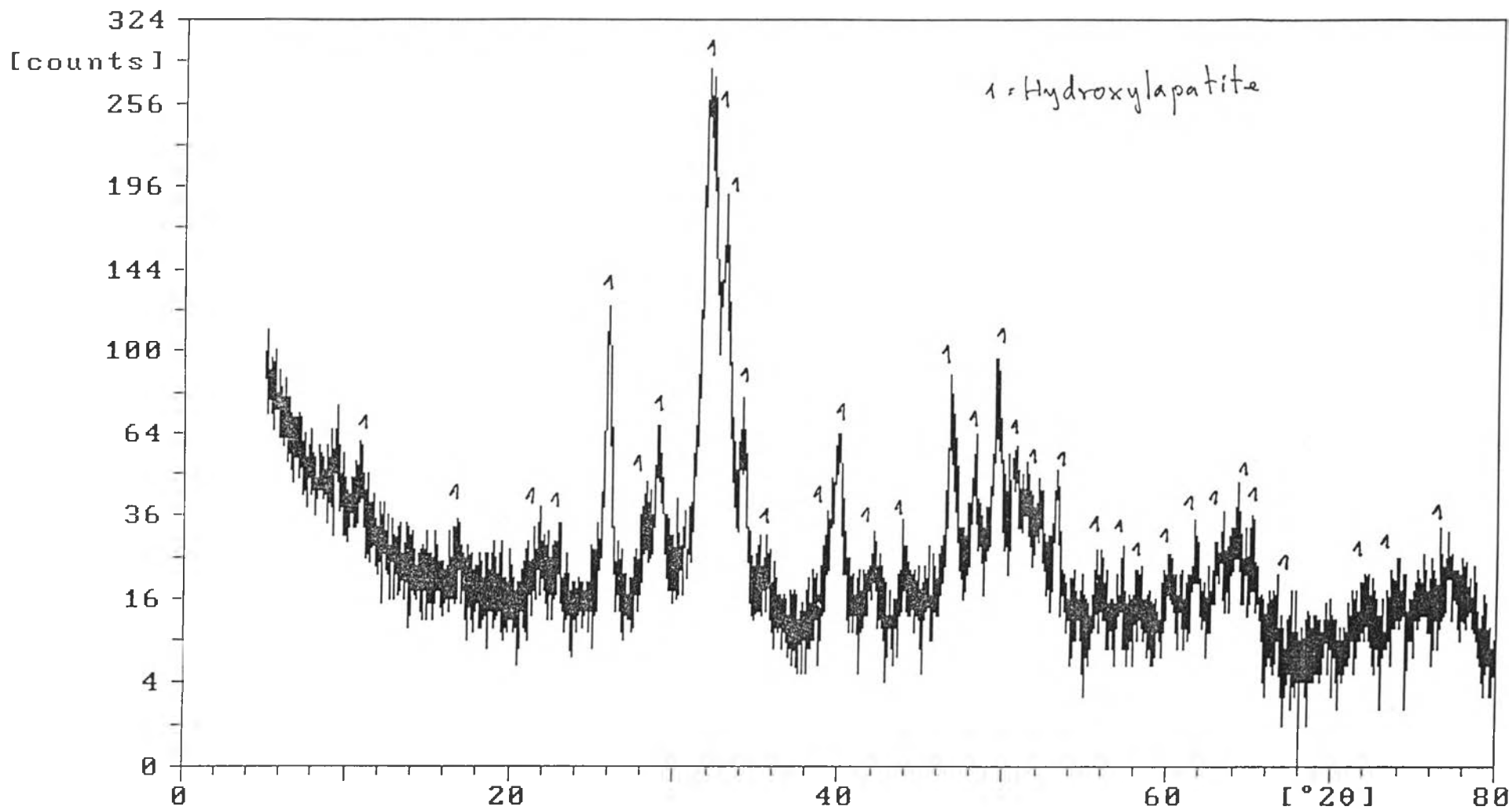
ภาคผนวก จ.  
ผลการวิเคราะห์โครงสร้างถ่านกระดุก  
ด้วยวิธี X-Ray Diffraction (XRD)



E-248.RD



E-249.RD



E-250.RD

ภาคผนวก ซ.  
ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวของถ่านกระดุก

## Micromeritics Instrument Corporation

ASAP 2000 V3.03 A

PAGE 13

SAMPLE DIRECTORY/NUMBER; BONE CHARCOAL 600/12	START 13:02:24 10/26/00
SAMPLE ID: BC1	COMPL 14:40:12 10/26/00
SUBMITTER:	REPRT 14:55:3210/26/00
OPERATOR:	SAMPLE WT: 0.4218 g
UNIT NUMBER: 1	FREE SPACE: 53.6980 cc
ANALYSIS GAS: Nitrogen	EQUIL INTRVL: 5 sec

## SUMMERY REPORT

## AREA

BET SURFACE AREA:	2.9636 sq. m/g
SINGLE POINT SURFACE AREA AT P/P <sub>0</sub> 0.2000:	2.7751 sq. m/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION SURFACE AREA OF PORES BETWEEN 17.0000 AND 3000.0000 A DIAMETER:	3.1502 sq. m/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION SURFACE AREA OF PORES BETWEEN 17.0000 AND 3000.0000 A DIAMETER:	3.7801 sq. m/g
MICROPORE AREA:	- 0.2483 sq. m/g

## VOLUME

SINGLE POINT TOTAL PORE VOLUME OF PORE LESS THAN 1253.0979 A DIAMETER AT P/P <sub>0</sub> 0.9843:	0.007180 cc/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION PORE VOLUME OF PORES BETWEEN 17.0000 AND 3000.0000 A DIAMETER:	0.007759 cc/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION PORE VOLUME OF PORES BETWEEN 17.0000 AND 3000.0000 A DIAMETER:	0.007759 cc/g
MICROPORE VOLUME:	- 0.000167 cc/g

## PORE SIZE

AVERAGE PORE DIAMETER ( 4V / A BY SET ) :	96.9093 A
BJH ADSORPTION AVERAGE PORE DIAMETER ( 4V / A ) :	98.5198 A
BJH DESORPTION AVERAGE PORE DIAMETER ( 4V / A ) :	78.3825 A



ภาคผนวก ๗  
มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม

## มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม

“ น้ำเสีย ” หมายความว่า ของเสียที่อยู่ในสภาพของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

“ น้ำทิ้ง ” หมายความว่า น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรม หรือนิคมอุตสาหกรรม ที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และให้หมายความรวมถึงน้ำเสียจากการใช้น้ำของคณงานรวมทั้งจากกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกรรมหรือในนิคมอุตสาหกรรมด้วย โดยน้ำทิ้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศนี้

“ การบำบัดน้ำเสีย ” หมายความว่า กระบวนการทำหรือปรับปรุงน้ำเสียเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 3 ( พ.ศ. 2535 ) เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม แต่ทั้งนี้ห้ามมิให้ใช้วิธีการทำให้เจือจาง

มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมดังตารางที่ ซ1

### ตารางที่ ซ1 มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH value)	- 5.5-9.0	- pH Meter
2. ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids )	-ไม่เกิน 3,000 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 5,000 มก./ล.	- ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103 – 105°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
3. สารแขวนลอย (Suspended Solids )	-ไม่เกิน 50 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 150 มก./ล.	- กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว ( Glass Fibre Filter Disc)

ตารางที่ ข1 มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
4. อุณหภูมิ (Temperature)	- ไม่เกิน 40°C	- เครื่องวัดอุณหภูมิวัด ขณะทำการเก็บตัวอย่าง
5. สีหรือกลิ่น	- ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	- ไม่ได้กำหนด
6. ซัลไฟด์ (Sulfide as H <sub>2</sub> S)	- ไม่เกิน 0.1 มก./ล.	- Titrate
7. ไซยาไนด์ (Cyanide as HCN)	- ไม่เกิน 0.2 มก./ล.	- กลั่นและตามด้วยวิธี Pyridine Barbituric Acid
8. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	- ไม่เกิน 5.0 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกัน แล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็น สมควรแต่ไม่เกิน 15 มก./ล.	- สกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของ น้ำมันและไขมัน
9. ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	- Spectrophotometry
10. สารประกอบฟีนอล (Phenols)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	- กลั่นและตามด้วยวิธี 4- Amino-antipyrine
11. คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	- Iodometric Method
12. สารที่ใช้ป้องกันหรือ กำจัดศัตรูพืช หรือสัตว์ (Pesticide)	- ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่ กำหนด	- Gas-Chromatography
13. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	- ไม่เกิน 20 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกัน แล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม แต่ไม่เกิน 60 มก./ล.	- Azide Modification ที่ อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 5 วัน

ตารางที่ ซ1 มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
14. ค่าที่เคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	- ไม่เกิน 100 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 200 มก./ล.	- Kjeldahl
15. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	- ไม่เกิน 120 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 400 มก./ล.	- Potassium Dichromate Digestion
16. โลหะหนัก (Heavy Metal)		
1. สังกะสี	- ไม่เกิน 5.0 มก./ล.	- Atomic Absorption Spectrometry ชนิด Direct Aspiration หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductive Coupled Plasma : ICP
2. โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent Chromium)	- ไม่เกิน 0.25 มก./ล.	
3. โครเมียมชนิดไตรวาเลนต์ (Trivalent Chromium)	- ไม่เกิน 0.75 มก./ล.	
4. ทองแดง (Cu)	- ไม่เกิน 2.0 มก./ล.	
5. แคดเมียม (Cd)	- ไม่เกิน 0.03 มก./ล.	
6. แบเรียม (Ba)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	
7. ตะกั่ว (Pb)	- ไม่เกิน 0.2 มก./ล.	

ตารางที่ ช1 มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
8. นิกเกิล (Ni)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	- Atomic Absorption
9. แมงกานีส (Mn)	- ไม่เกิน 5.0 มก./ล.	Spectrometry ชนิด
10. อาร์เซนิก (As)	- ไม่เกิน 0.25 มก./ล.	Direct Aspiration หรือวิธี
11. เซเลเนียม (Se)	- ไม่เกิน 0.02 มก./ล.	Plasma Emission
		Spectroscopy ชนิด
		Inductive Coupled
12.ปรอท (Hg)	- ไม่เกิน 0.005 มก./ล.	Plasma : ICP
		- Atomic Absorption
		Cold Vapor Technique

ที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2539) วันที่ 3 มกราคม 2539 เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง จากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 113 ตอนที่ 13 ง ลงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539



## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอุบลรัตน์ วาริชวัฒนะ เกิดเมื่อวันที่ 16 เมษายน พ.ศ. 2521 ที่จังหวัดนครสวรรค์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเคมี จากมหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อปีการศึกษา 2540 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2541.