

รายการอ้างอิง



ภาษาไทย

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2535. หญ้าแฝก. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2541. ความรู้เรื่องหญ้าแฝก. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2543. สรุปรายงานการฝึกอบรม “การพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝก อันเนื่องมาจากพระราชดำริ”. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (อัครสำเนา).
- จดหมายข่าวหมอดิน. 2535. หญ้าแฝก. เอกสารเพื่อการประชาสัมพันธ์ข่าวสารเพื่อพี่น้อง ชาวเกษตรกร. (อัครสำเนา).
- คุณลักษณะ จิตินร. 2543. ประสิทธิภาพของแฝกหอม *Vetiveria zizanioides* (Linn.) Nash และหญ้าแฝกดอน *Vetiveria nemoralis* (Balansa) A. Camus ในการกำจัดสารหนูที่ปนเปื้อนในดิน. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนียา เจตียนุกรกุล. 2539. ความเป็นไปได้ของการใช้หญ้าแฝกจากแหล่งพื้นที่ต่างๆ ในการ บำบัดน้ำทิ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรชัย สุธาทร. 2538. การศึกษาความทนเค็มของหญ้าแฝก. รายงานผลการดำเนินโครงการพัฒนา และรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ประจำปี 2536: หน้า 38.
- มนพ รุ่งสุข. 2538. การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกหอม *Vetiveria zizanioides* (Linn.) Nash ที่รอดด้วย น้ำทิ้งจากชุมชน จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลักษณะ คณานรินทร์. 2539. ประสิทธิภาพของกกกลม *Cyperus corvmbosus* รูปถ่าย *Typha angustifolia* อ้อ *phragmites australis* และแห้วกระเทียม *Eleocharis dulcis* ในพื้นที่ ชุมน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อการบำบัดโครเมียมในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมหุบโลหะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิต วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. รายงาน สรุปผลการดำเนิน โครงการพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจาก พระราชดำริ. บริษัท 21 เซ็นจูรี จำกัด. (ม.ป.ป.)

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2542.
หญ้าแฝกคืออะไร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เพชรรุ่งการพิมพ์.

ภาษาอังกฤษ

- Bastian, R. B., Shanaghum, P. E., and Thomson, B. P. 1989. Use of wetlands for municipal wastewater treatment and disposal regulatory issues and EPA policies. In D.A. Hammer (ed.) Constructed Wetland for Wastewater Treatment Municipal, Industrial and Agricultural, pp. 265-278. U.S.A. : Lewis Publishers.
- Buddhawong, S. 1996. Efficiency of *Cyperus corvmbosus* and *Eleocharis dulcis* in Constructed Wetland for Municipal Wastewater Treatment. Master ' s Thesis, Inter-Department of Environmental Science, Chulalongkorn University.
- Chapra, S. C. 1997. Surface Water Quality Modeling. Singapore: McGraw-Hill Companies.
- Harrison, M. R. and , M. B. Chirgawi. 1989. "The Assessment of Air and Soil as Contrubutors of Some Trace Metals to Vegetable Plants, I . Use of a Filtered Air Growth Cabinet." The Science of the Total Environment 83.
- Lowell, H. B. and L. O. Jerry. 1982. "Model for Predicting Bioaccumulation and Ecosystem Effects of Kepone and other Materials." Environmental Risk Analysis for Chemicals. Edited by R.A. Conway. Van Nostrand Reinhold Company.
- Maschinski J. Southam G.Hines. J. and Strohmeyer S. 1999. Efficiency of a subsurface constructed wetland system using native southwestern US plant. Journal of Environmental qulity. 28(1) :225-231.
- Manios, T., Millner, P. and Stentiford, E. 2000. Effects of rain and temperature on the performance of constructed reed beds. Water Environmental Research (May-June): 305-312.
- Martin, C. D. and Johnson, K.D. 1995. The use of extended aeration and in-series surface-flow wetlands for landfill leachate treatment. Wat. Sci. Tech. 32:119-128.
- Skerman, P. J. and F. Riveros. 1993. Tropical Grasses. FAO Plant Production and Protection Series 23 :832.
- Urbance-Bercic, O. and Bulc, T. 1995. Integrated constructed wetland for small communities. Wat.Sci.Tech. 32:41-48.

U.S. Environmental Protection Agency 1988. Design Manual Constructed wetlands and aquatic plant systems for municipal wastewater treatment. Cincinnati, OH: Center for Environmental Research Information.

U.S. Environmental Protection Agency. 2000. Manual Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters. EPA/625/R-99/010 USA:USEPA.

Yin, H. and Shen W., 1995. Using reed beds for winter operation of wetland treatment system for wastewater *Wat.Sci.Tech.* 32:111-118.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลในระหว่างการทดลองขั้นต้น

1. ปริมาณโครเมียมชุดทดลองน้ำเสียโครเมียม 100%
2. ปริมาณโครเมียมชุดทดลองน้ำเสียโครเมียม 50%
3. ปริมาณโครเมียมชุดทดลองน้ำเสียโครเมียม 25%
4. น้ำหนักแห้งของหญ้าแฝกชุดทดลองที่ใช้น้ำเสียโครเมียม 100%
5. น้ำหนักแห้งของหญ้าแฝกชุดทดลองที่ใช้น้ำเสียโครเมียม 50%
6. น้ำหนักแห้งของหญ้าแฝกชุดทดลองที่ใช้น้ำเสียโครเมียม 25%
7. ความสูงของหญ้าแฝกในชุดทดลองที่เติมน้ำเสียโครเมียม 100%
8. ความสูงของหญ้าแฝกในชุดทดลองที่เติมน้ำเสียโครเมียม 50%
9. ความสูงของหญ้าแฝกในชุดทดลองที่เติมน้ำเสียโครเมียม 25%

ตารางที่ ก.1 ปริมาณโครเมียมในระยะการทดลองขั้นต้น น้ำเสียโครเมียม 100 %

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณ Cr ในชุดความเข้มข้นน้ำเสียโครเมียม 100%									
	แผลกหอมที่มีการตัดใบ				แผลกหอมที่ไม่มีการตัดใบ				ไม่มีพืช	
	ดิน ppm	ราก ppm	ใบ ppm	น้ำ ppm	ดิน ppm	ราก ppm	ใบ ppm	น้ำ ppm	ดิน ppm	น้ำ ppm
5	15.91	2.91	2.65	12.25	16.49	2.65	2.45	30.45	14.69	35.65
10	16.34	16.25	2.53	25.10	16.69	15.75	2.62	23.55	15.09	23.55
15	14.78	24.00	2.44	26.82	16.42	23.74	2.48	32.75	19.02	42.85
20	14.83	25.62	2.38	31.43	16.47	25.36	2.64	33.46	17.87	42.46
25	14.79	29.53	2.35	37.51	16.43	29.25	2.47	37.51	18.43	47.62
30	14.53	31.85	2.82	36.45	16.15	31.66	2.92	35.75	18.75	45.75
35	14.99	34.08	2.98	36.40	15.53	33.82	2.85	35.45	18.93	45.65
40	14.25	35.66	3.26	43.47	15.83	35.40	3.50	42.56	19.23	42.86
45	14.11	40.71	3.46	42.62	15.67	40.65	3.50	41.63	17.87	51.43
50	13.87	44.18	3.58	42.63	15.27	43.92	3.51	37.85	19.27	57.85
55	13.30	44.93	3.53	43.50	14.80	44.65	3.62	37.66	18.80	57.46
60	8.85	49.48	3.93	39.68	14.40	49.22	3.50	32.61	18.40	49.51
65	26.46	58.58	3.11	66.63	25.88	55.49	3.79	52.00	29.87	63.10
70	26.16	59.35	3.36	68.64	25.29	54.95	3.06	54.56	31.29	64.66
75	25.34	54.96	3.75	52.00	25.88	57.16	3.16	47.52	29.55	58.56
80	25.98	57.25	3.55	53.54	26.47	59.45	3.04	51.25	32.47	53.24
85	26.95	75.04	3.17	47.02	27.09	66.84	3.43	68.65	33.05	68.25
90	26.22	57.56	3.15	52.26	26.69	65.66	3.56	69.54	30.66	72.47
95	26.72	69.50	3.55	57.52	26.27	64.80	3.76	52.15	30.33	63.36
100	27.00	55.02	3.65	52.17	27.48	62.92	3.13	56.52	30.69	66.85
105	27.39	49.24	3.32	75.65	27.96	57.04	3.26	75.65	25.89	74.55
110	26.50	68.48	3.44	58.07	26.53	61.48	3.48	85.35	28.67	75.35
115	26.83	56.28	3.56	84.34	27.03	57.78	3.67	72.35	28.65	83.25
120	27.77	56.83	2.85	78.33	27.45	60.83	4.03	59.65	29.10	89.45

ตารางที่ ก.2 ปริมาณโครเมียมในระยะการทดลองขั้นต้น น้ำเสียโครเมียม 50 %

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณ Cr ในจุดความเข้มข้นน้ำเสียโครเมียม 50%									
	แฟกทอมที่มีการตัดใบ				แฟกทอมที่ไม่มีการตัดใบ				ไม่มีพืช	
	ดิน ppm	ราก ppm	ใบ ppm	น้ำ ppm	ดิน ppm	ราก Ppm	ใบ Ppm	น้ำ ppm	ดิน ppm	น้ำ ppm
5	8.24	2.65	0.45	18.45	9.54	2.91	0.55	11.15	8.12	5.65
10	8.34	6.75	1.62	15.55	8.85	6.25	1.63	15.12	8.45	3.55
15	8.21	10.74	1.48	8.75	8.92	10.00	1.41	6.82	9.12	2.85
20	8.23	15.36	2.64	3.46	7.94	15.62	2.48	6.34	8.34	4.46
25	8.21	17.25	2.47	7.51	7.95	17.53	2.25	5.51	8.15	4.62
30	8.07	18.66	2.92	5.75	8.65	18.85	2.72	6.46	8.75	4.75
35	7.96	18.82	2.85	5.45	7.95	18.08	2.88	6.40	9.72	4.65
40	7.91	19.40	2.56	7.56	7.24	19.66	2.26	4.75	8.14	4.86
45	7.83	19.65	2.55	8.63	7.55	20.71	2.36	6.60	9.36	5.43
50	7.63	20.92	2.58	7.85	7.33	19.18	2.68	8.24	6.36	5.85
55	7.40	21.65	2.61	7.66	7.52	21.93	2.56	7.50	9.02	5.46
60	7.20	21.22	2.53	9.61	8.23	22.48	2.83	7.68	9.34	4.51
65	15.36	22.49	2.79	28.45	14.31	22.58	2.91	26.63	13.32	6.10
70	14.45	24.95	2.06	15.55	13.79	24.35	3.46	18.64	19.43	6.66
75	14.42	25.16	2.16	8.75	16.72	23.96	3.85	12.00	19.75	5.56
80	17.35	25.45	2.04	12.46	17.88	25.25	3.65	13.54	17.55	5.24
85	16.43	28.84	2.43	8.51	16.73	26.04	3.11	7.02	18.43	6.25
90	17.45	29.66	3.56	15.75	17.11	26.56	3.25	12.26	19.46	7.47
95	18.35	30.80	3.76	12.45	16.60	27.50	3.65	13.52	17.95	6.36
100	17.42	25.04	3.13	7.56	17.02	28.02	3.75	9.17	16.27	6.85
105	17.82	34.48	3.26	8.63	16.94	28.24	3.31	9.65	16.55	7.55
110	18.65	33.78	2.48	7.85	18.50	29.48	3.12	8.07	18.25	7.35
115	17.13	34.83	3.67	7.66	17.16	30.28	3.65	8.34	17.16	8.25
120	18.25	35.10	3.03	9.61	18.83	30.83	3.95	8.33	18.52	8.45

ตารางที่ ก.3 ปริมาณโครเมียมในระยะการทดลองชั้นดิน น้ำเสียโครเมียม 25 %

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณ Cr ในจุดความเข้มข้นน้ำเสียโครเมียม 25%									
	ผักหอมที่มีการตัดใบ				ผักหอมที่ไม่มีการตัดใบ				ไม่มีพืช	
	ดิน ppm	ราก ppm	ใบ ppm	น้ำ ppm	ดิน ppm	ราก ppm	ใบ ppm	น้ำ ppm	ดิน ppm	น้ำ ppm
5	4.45	2.65	1.45	8.45	4.54	2.82	1.53	10.25	3.45	5.65
10	4.45	6.75	1.65	7.55	4.65	6.15	1.66	8.10	5.45	3.55
15	4.12	10.74	1.48	8.75	4.55	10.50	1.42	5.82	5.12	2.85
20	4.34	10.36	2.54	5.46	4.32	10.62	2.47	5.43	9.34	2.46
25	4.15	12.25	2.37	4.51	4.44	12.50	2.35	4.51	2.15	7.62
30	4.47	11.66	2.32	5.75	4.65	12.84	2.62	5.45	3.75	5.75
35	3.65	12.82	2.65	5.45	4.27	13.03	2.68	3.40	4.65	5.65
40	3.14	13.40	2.80	4.56	3.85	13.66	2.56	3.47	6.14	2.86
45	3.35	13.65	3.20	4.63	4.54	13.72	2.86	2.62	9.35	1.43
50	3.33	13.92	3.13	3.85	4.45	13.81	2.65	2.63	6.33	7.85
55	4.02	14.65	3.42	3.66	3.93	13.95	2.50	3.50	4.02	7.46
60	3.70	13.22	3.52	2.61	4.32	14.46	3.33	3.68	2.03	9.51
65	9.36	14.49	3.84	12.02	9.31	14.58	2.96	14.63	9.25	3.10
70	9.45	14.95	3.03	10.56	8.79	14.35	3.45	12.64	6.85	4.66
75	8.42	15.16	3.18	12.53	9.72	13.97	3.52	11.00	7.85	8.56
80	7.35	15.45	3.05	9.24	7.88	15.55	3.64	10.54	2.35	3.24
85	8.43	18.84	3.48	12.66	7.73	16.06	3.30	7.02	5.23	8.25
90	8.45	19.66	3.57	11.55	8.11	16.56	3.35	8.26	3.32	2.47
95	8.35	20.80	3.78	12.16	7.60	17.58	3.55	7.52	1.65	3.36
100	8.42	21.92	3.19	9.51	7.02	18.02	3.65	4.17	3.43	6.85
105	8.82	21.04	3.30	5.66	7.94	18.22	3.51	5.65	9.45	4.55
110	8.65	19.48	3.58	4.35	7.50	19.88	3.32	8.07	3.35	5.35
115	8.13	20.78	3.64	2.36	7.16	18.34	3.55	5.34	3.26	3.25
120	8.25	20.83	4.22	8.64	8.83	19.73	3.65	8.33	5.52	9.45

ตารางที่ ก.4 น้ำหนักแห้งของหญ้าแฝกชุดทดลองที่ใช้น้ำเสียโครเมียม 100% ระยะการทดลองเริ่มต้น

ระยะเวลา (วัน)	ชุดทดลองที่เติมน้ำเสียโครเมียม 100%					
	หญ้าแฝกที่ไม่มีการตัดใบ			หญ้าแฝกที่มีการตัดใบ		
	น้ำหนักรวม	น้ำหนักใบ	น้ำหนักรวม	น้ำหนักรวม	น้ำหนักรวม	น้ำหนักราก
5	8.00	5.59	2.41	7.78	5.57	2.21
10	8.17	5.82	2.35	8.20	5.85	2.35
15	8.01	5.34	2.67	9.67	6.56	3.11
20	9.47	6.41	3.06	10.43	5.78	3.65
25	10.20	6.69	3.51	12.73	5.91	6.82
30	10.90	6.88	4.02	11.00	5.94	4.06
35	11.40	6.98	4.42	11.64	7.29	4.35
40	12.12	7.36	4.76	12.17	7.31	4.86
45	12.67	7.65	5.02	12.74	7.56	5.18
50	13.19	7.84	5.35	13.04	7.72	5.32
55	13.87	8.27	5.60	13.96	8.50	5.46
60	14.18	8.43	5.75	13.70	8.03	5.67
65	13.13	7.34	5.79	13.27	7.35	5.92
70	13.47	7.65	5.82	13.76	7.63	6.13
75	13.95	7.90	6.05	14.23	7.94	6.29
80	14.56	8.22	6.34	14.89	8.35	6.54
85	15.04	8.51	6.53	15.38	8.68	9.70
90	15.79	8.95	6.84	16.02	9.12	6.90
95	16.20	9.21	6.99	16.84	9.64	7.20
100	16.91	9.68	7.23	17.42	10.07	7.35
105	17.58	10.04	7.54	18.15	10.61	7.54
110	18.18	10.53	7.65	19.01	11.26	7.75
115	19.09	11.21	7.88	19.51	11.66	7.85
120	20.93	12.03	8.90	20.24	12.03	8.21

ตารางที่ ก.5 น้ำหนักแห้งของหญ้าแฝกชุดทดลองที่ใช้น้ำเสียโครเมียม 50% ระยะการทดลองเริ่มต้น

ระยะเวลา (วัน)	ชุดทดลองที่เติมน้ำเสียโครเมียม 50%					
	หญ้าแฝกที่ไม่มีการตัดใบ			หญ้าแฝกหอมที่มีการตัดใบ		
	น้ำหนักรวม	น้ำหนักใบ	น้ำหนักราก	น้ำหนักรวม	น้ำหนักใบ	น้ำหนักราก
5	7.98	5.46	2.52	7.52	5.45	2.07
10	8.29	5.95	2.34	8.15	5.72	2.43
15	8.34	5.49	2.85	9.07	6.31	2.76
20	10.10	6.83	3.26	9.78	6.83	2.95
25	10.53	6.97	3.65	10.39	6.97	3.42
30	11.63	7.66	4.01	11.72	7.66	4.06
35	12.28	7.99	4.35	12.54	7.99	4.55
40	13.08	8.22	4.85	13.01	8.22	4.79
45	13.66	8.54	5.13	13.56	8.54	5.02
50	14.14	8.96	5.32	14.25	8.96	5.29
55	14.68	9.23	5.54	14.69	9.23	5.46
60	15.50	9.85	5.78	15.53	9.85	5.68
65	16.09	10.01	29.57	29.57	10.22	6.06
70	16.77	10.45	30.47	30.47	10.61	6.12
75	17.35	10.90	31.82	31.82	10.92	6.50
80	18.16	11.41	32.42	32.42	11.33	6.64
85	19.03	11.99	32.8	32.8	11.85	7.06
90	19.95	12.56	33.65	33.65	12.19	7.29
95	20.69	13.08	34.08	34.08	12.62	7.54
100	21.67	13.80	34.67	34.67	13.01	7.75
105	22.61	14.49	35.54	35.54	13.53	8.05
110	23.23	14.97	36.56	36.56	14.22	8.23
115	24.02	15.34	36.87	36.87	14.88	8.54
120	24.71	15.00	37.52	37.52	15.47	9.21

ตารางที่ ก.6 น้ำหนักแห้งของหญ้าแฝกชุดทดลองที่ใช้ปุ๋ยเสี่ยโครเมียม 25% ระยะการทดลองขั้นต้น

ระยะเวลา (วัน)	ชุดทดลองที่เติมปุ๋ยเสี่ยโครเมียม 25%					
	หญ้าแฝกหอมที่ไม่มีการตัดใบ			หญ้าแฝกหอมที่มีการตัดใบ		
	น้ำหนักรวม	น้ำหนักใบ	น้ำหนักราก	น้ำหนักรวม	น้ำหนักใบ	น้ำหนักราก
5	8.07	5.53	2.54	7.77	5.43	2.34
10	9.00	5.87	3.13	9.22	5.96	3.26
15	10.15	6.33	3.82	10.18	6.43	3.75
20	10.98	6.73	4.25	10.76	6.74	4.02
25	11.59	6.89	4.7	11.26	7.01	4.25
30	12.53	7.52	5.01	12.19	7.52	4.67
35	13.50	7.74	5.76	13.03	7.93	5.1
40	14.45	8.32	6.13	13.99	8.45	5.54
45	15.79	8.91	6.88	15.33	8.89	6.44
50	16.89	9.47	7.42	16.46	9.33	7.13
55	17.82	10.06	7.76	17.57	10.01	7.56
60	18.65	10.43	8.22	18.87	10.42	8.45
65	19.48	10.95	8.53	19.71	10.76	8.95
70	20.86	11.34	9.52	20.23	10.88	9.35
75	21.85	11.82	10.03	20.81	10.99	9.82
80	22.95	12.43	10.52	22.01	11.64	10.37
85	24.06	13.05	11.01	23.08	12.04	11.04
90	25.67	14.32	11.35	23.76	12.42	11.34
95	27.03	15.41	11.62	24.49	12.81	11.68
100	28.69	16.83	11.86	25.36	13.40	11.96
105	28.16	16.18	11.98	26.84	14.53	12.31
110	28.68	16.57	12.11	27.92	15.36	12.56
115	29.31	16.86	12.45	28.44	15.92	12.52
120	29.95	17.16	12.79	29.14	16.32	12.82

ตารางที่ ก.7 ความสูงของหญ้าแฝกในชุดทดลองที่เติมน้ำเสียโครเมียม 100% ระยะการทดลองขึ้นต้น

ระยะเวลา (วัน)	ชุดทดลองที่เติมน้ำเสียโครเมียม 100%			
	หญ้าแฝกที่ไม่มีการตัดใบ		หญ้าแฝกที่มีการตัดใบ	
	ความสูงใบ	ความยาวราก	ความสูงใบ	ความยาวราก
5	20.5	22.0	20.4	20.0
10	28.2	23.0	26.2	22.5
15	33.5	24.5	32.2	25.8
20	40.0	31.8	38.0	28.5
25	48.0	32.2	40.2	30.2
30	56.0	34.5	48.2	33.4
35	59.2	35.2	55.0	36.6
40	62.5	38.2	62.0	40.0
45	65.4	44.0	64.4	45.0
50	68.2	48.2	66.5	49.5
55	70.8	52.2	68.0	52.6
60	72.0	54.5	70.5	53.5
65	72.8	54.4	21.5	54.0
70	73.0	55.4	25.2	53.0
75	73.5	56.1	30.0	55.5
80	74.2	57.5	34.5	56.4
85	74.8	59.0	38.8	57.2
90	75.4	60.0	43.5	58.5
95	76.2	61.2	48.5	59.0
100	77.5	62.2	52.0	60.0
105	79.4	63.5	58.2	61.8
110	80.0	63.5	60.0	61.6
115	81.2	64.0	63.0	62.4
120	82.5	65.0	65.5	62.3

ตารางที่ ก.8 ความสูงของหญ้าแฝกในชุดทดลองที่เติมน้ำเสียโครเมียม 50% ระยะการทดลองขึ้นต้น

ระยะเวลา (วัน)	ชุดทดลองที่เติมน้ำเสียโครเมียม 50%			
	หญ้าแฝกที่ไม่มีการตัดใบ		หญ้าแฝกที่มีการตัดใบ	
	ความสูงใบ	ความยาวราก	ความสูงใบ	ความยาวราก
5	21.0	20.6	20.6	23.2
10	27.2	26.6	25.0	28.0
15	33.4	35.5	30.2	26.6
20	38.5	42.2	37.4	32.0
25	43.0	45.8	44.5	38.6
30	48.0	52.0	48.0	45.2
35	51.2	55.0	52.0	47.0
40	54.5	61.5	55.6	53.0
45	57.6	58.5	58.0	56.5
50	60.0	59.2	61.2	57.5
55	62.2	62.8	61.8	59.2
60	63.0	63.0	62.0	60.0
65	64.0	64.4	20.5	68.3
70	64.2	65.2	23.0	69.4
75	65.0	62.6	27.0	69.9
80	65.5	66.0	32.5	70.2
85	65.8	67.0	26.2	71.1
90	66.0	65.5	39.4	72.0
95	66.5	68.5	42.8	73.2
100	67.2	69.5	45.5	74.3
105	68.2	70.0	48.0	75.1
110	70.0	71.0	51.0	76.2
115	71.0	72.2	53.0	77.2
120	72.5	72.4	55.0	78.0

ตารางที่ ก.9 ความสูงของหญ้าแฝกในชุดทดลองที่เติมน้ำเสียโครเมียม 25% ระยะการทดลองขึ้นต้น

ระยะเวลา (วัน)	ชุดทดลองที่เติมน้ำเสียโครเมียม 25%			
	หญ้าแฝกที่ไม่มีการตัดใบ		หญ้าแฝกที่มีการตัดใบ	
	ความสูงใบ	ความยาวราก	ความสูงใบ	ความยาวราก
5	20.3	20.0	20.4	21.5
10	25.2	35.0	25.5	32.5
15	28.0	40.2	28.0	42.0
20	30.5	55.2	31.7	45.0
25	32.5	58.0	33.0	48.0
30	35.0	62.0	25.5	52.2
35	37.5	61.0	39.3	56.0
40	40.0	58.5	42.0	62.5
45	43.3	62.7	44.0	60.0
50	45.0	63.5	46.7	58.0
55	48.7	62.3	48.5	61.4
60	50.0	66.6	51.5	58.2
65	52.5	62.2	20.4	62.2
70	54.0	64.2	24.3	63.2
75	55.5	60.5	28.0	65.6
80	57.0	61.6	33.5	62.2
85	59.2	58.2	37.4	64.1
90	61.2	65.5	41.2	68.5
95	63.5	66.0	45.0	67.2
100	65.8	62.0	49.5	68.5
105	67.2	68.0	53.0	68.5
110	69.0	69.0	56.0	69.2
115	70.0	70.4	60.0	70.2
120	71.2	65.5	65.0	71.2

ภาคผนวก ข

ข้อมูลระยะระบบบำบัดน้ำ

1. อุณหภูมิ
2. ค่าความเป็นกรด-ด่าง
3. ค่าความนำไฟฟ้า
4. ปริมาณน้ำเข้าและน้ำออกในระบบ

ตารางที่ ข.1 ค่าอุณหภูมิ (temperature) ในน้ำเข้าและน้ำออกในระยการทดลองในระบบ
บำบัดน้ำจาลอง(°C)

ระยะเวลา	น้ำเข้า (°C)	หญาแฝกไม้ตัดใบ (°C)	หญาแฝกตัดใบ (°C)	ควบคุมไม่ปลูกพืช (°C)
5	33.0	31.0	30.9	31.0
10	33.2	31.2	31.3	31.2
15	33.2	31.2	31.3	31.2
20	33.1	31.0	31.2	31.0
25	33.2	31.2	31.4	31.2
30	33.3	31.2	31.2	31.2
35	33.2	31.1	31.2	31.1
40	33.0	31.2	31.0	31.2
45	33.2	31.3	30.9	31.3
50	33.2	31.2	30.9	31.1
55	33.1	31.4	31.0	31.2
60	33.0	31.2	31.2	31.2
65	33.1	31.2	31.2	31.2
70	33.0	31.0	31.1	31.1
75	33.2	30.9	31.2	31.2
80	33.1	30.9	30.9	30.9
85	32.9	31.0	31.0	31.0
90	33.2	31.2	31.2	31.2
95	33.1	31.2	31.2	31.1
100	33.2	31.4	31.4	31.3
105	32.9	30.0	30.0	30.8
110	33.1	31.4	31.4	31.3
115	33.2	31.0	31.2	31.0
120	33.2	31.2	31.1	31.2
ค่าสูงสุด	33.3	31.4	31.4	31.3
ค่าต่ำสุด	32.9	30	30	30.8
ค่าเฉลี่ย	33.1±0.1	31.1±0.3	31.1 ±0.3	31.1 ±0.1

ตารางที่ ข.2 ตารางแสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำเข้าและน้ำออกในระหว่างการทดลองในระบบบำบัดน้ำทิ้ง

ระยะเวลา	น้ำเข้า	หย้าแฝกไม้ตัดใบ	หย้าแฝกตัดใบ	ควบคุมไม่ปลูกพืช
5	7.62	7.59	7.58	7.63
10	7.64	7.53	7.57	7.61
15	7.54	7.58	7.57	7.62
20	7.63	7.57	7.58	7.60
25	7.62	7.58	7.59	7.63
30	7.64	7.59	7.59	7.62
35	7.59	7.60	7.58	7.62
40	7.58	7.57	7.59	7.59
45	7.62	7.58	7.60	7.58
50	7.61	7.54	7.59	7.58
55	7.70	7.59	7.61	7.59
60	7.65	7.57	7.57	7.56
65	7.62	7.63	7.58	7.57
70	7.64	7.57	7.59	7.58
75	7.63	7.59	7.60	7.59
80	7.62	7.60	7.57	5.57
85	7.63	7.59	7.62	7.59
90	7.61	7.58	7.64	7.53
95	7.62	7.59	7.54	7.58
100	7.60	7.56	7.63	7.57
105	7.63	7.60	7.62	7.58
110	7.62	7.59	7.63	7.59
115	7.62	7.60	7.61	7.58
120	7.63	7.61	7.62	7.59
ค่าสูงสุด	7.70	7.63	7.64	7.63
ค่าต่ำสุด	7.54	7.53	7.54	5.57
ค่าเฉลี่ย	7.62±0.02	7.58±0.021	7.59±0.024	7.50±0.41

ตารางที่ ข.3 ตารางแสดงค่าความนำไฟฟ้า (conductivity) ในน้ำเข้าและน้ำออกในระยะการทดลองในระบบบำบัดจำลอง

ระยะเวลา	น้ำเข้า	หย้าแฝกไม่มีการตัดใบ	หย้าแฝกมีการตัดใบ	ควบคุมไม่ปลูกพืช
5	1446.9	1400.3	1433.8	1432.6
10	1349.4	1433.5	1335.8	1335.1
15	1461.2	1335.0	1447.4	1447.3
20	1339.0	1447.8	1325.6	1324.6
25	1436.5	1325.6	1422.2	1422.4
30	1436.5	1421.7	1421.9	1422.8
35	1461.2	1422.7	1445.9	1447.8
40	1339.0	1447.3	1323.3	1325.0
45	1436.5	1324.6	1422.9	1423.0
50	1381.9	1423.0	1368.6	1367.6
55	1366.3	1367.9	1351.9	1351.7
60	1349.4	1352.2	1334.7	1335.6
65	1424.8	1335.7	1411.1	1410.6
70	1441.7	1411.4	1427.4	1427.4
75	1461.2	1427.9	1460.4	1460.4
80	1456.0	1446.3	1440.3	1440.3
85	1413.1	1440.9	1400.0	1400.0
90	1436.5	1398.9	1422.2	1422.2
95	1363.7	1421.9	1349.2	1348.0
100	1349.4	1349.5	1335.5	1336.3
105	1424.8	1335.0	1410.4	1424.8
110	1441.7	1411.1	1427.6	1441.7
115	1381.9	1428.2	1368.2	1381.9
120	1456.0	1367.6	1442.6	1456.0
ค่าสูงสุด	1461.2	1447.8	1460.4	1460.4
ค่าต่ำสุด	1339	1324.6	1323.3	1324.6
ค่าเฉลี่ย	1410.6 ± 44.5	1394.7 ± 44.4	1397.0 ± 45.2	1399.4 ± 46.3

ตารางที่ ข.4 ปริมาณน้ำออก ของชุดทดลองต่าง ในระยะการทดลองขั้นการทดลองระบบบำบัดจำลอง (ml)

ระยะเวลา	หญ้าแฝกไม่มีการตัดใบ	หญ้าแฝกมีการตัดใบ	ควบคุมไม่ปลูกพืช
5	174.4	176.3	286.5
10	212.5	202.3	315.2
15	195.3	201.4	315.3
20	205.4	199.5	316.3
25	214.1	206.7	325.4
30	206.6	196.5	316.4
35	227.3	212.3	327.2
40	209.0	209.5	329.3
45	184.0	185.3	315.3
50	183.2	186.2	316.3
55	185.0	194.1	324.6
60	194.5	184.1	314.3
65	187.4	196.2	326.5
70	176.3	175.3	295.6
75	177.1	174.5	297.5
80	195.3	187.0	297.3
85	197.0	181.0	305.6
90	190.5	188.0	318.7
95	187.0	187.0	317.3
100	179.3	182.5	306.5
105	167.1	186.3	306.6
110	179.2	195.1	315.6
115	196.2	195.2	315.5
120	187.2	196.2	316.0
ค่าสูงสุด	227.3	212.3	329.3
ค่าต่ำสุด	167.1	174.5	286.5
ค่าเฉลี่ย	192.1 ± 14.6	191.6 ± 10.5	313.4 ± 10.8

ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบทางสถิติ

1. น้ำหนักแห้งส่วนใบชุกทดลองน้ำเสียโครเมียม 100%
2. น้ำหนักแห้งส่วนใบชุกทดลองน้ำเสียโครเมียม 50%
3. น้ำหนักแห้งส่วนใบชุกทดลองน้ำเสียโครเมียม 25%
4. น้ำหนักแห้งส่วนใบชุกทดลองหญ้าแฝกไม้ตัดใบ
5. น้ำหนักแห้งส่วนใบชุกทดลองหญ้าแฝกตัดใบ
6. น้ำหนักแห้งส่วนรากชุกทดลองน้ำเสียโครเมียม 100%
7. น้ำหนักแห้งส่วนรากชุกทดลองน้ำเสียโครเมียม 50%
8. น้ำหนักแห้งส่วนรากชุกทดลองน้ำเสียโครเมียม 25%
9. น้ำหนักแห้งส่วนรากชุกทดลองหญ้าแฝกไม้ตัดใบ
10. น้ำหนักแห้งส่วนรากชุกทดลองหญ้าแฝกตัดใบ
11. ค่าโครเมียมของน้ำออกในระบบบำบัดจำลองทั้ง 3 ระบบ

ตารางที่ ค. 1 ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติแบบ ANOVA ในเรื่องน้ำหนักแห้ง (ส่วนใบ) ของหญ้าแฝกทั้งตัดใบและไม่ตัดใบซึ่งเติมน้ำเสียโครเมียม 100%

Group Statistics

	แฝก	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00003	1.00	24	3.2263	.4605	9.401E-02
	2.00	24	3.1821	.4605	9.400E-02

t-test for Equality of Means		
t	df	Sig. (2-tailed)
.332	46	.741
.332	46.000	.741

ตารางที่ ค. 2 ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติแบบ ANOVA ในเรื่องน้ำหนักแห้ง (ส่วนใบ) ของหญ้าแฝกทั้งตัดใบและไม่ตัดใบซึ่งเติมน้ำเสียโครเมียม 50%

Group Statistics

	แฝก	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00002	1.00	24	2.8446	.8313	.1697
	2.00	24	2.5679	.7282	.1486

t-test for Equality of Means		
t	df	Sig. (2-tailed)
1.226	46	.226
1.226	45.216	.226

ตารางที่ ก. 3 ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติแบบ ANOVA ในเรื่องน้ำหนักแห้ง (ส่วนใบ) ของหญ้าแฝกทั้งตัดใบและไม่ตัดใบซึ่งเติมน้ำเสียโครเมียม 25 %

Group Statistics

	แฝก	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	1.00	24	2.9200	.6869	.1402
	2.00	24	3.0162	.7381	.1507

t-test for Equality of Means		
t	df	Sig. (2-tailed)
-.468	46	.642
-.468	45.764	.642

ตารางที่ ก. 4 ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติแบบ ANOVA ในเรื่องน้ำหนักแห้ง (ส่วนใบ) ของหญ้าแฝกไม่ตัดใบซึ่งเติมน้ำเสียโครเมียม 100% น้ำเสียโครเมียม 50% และ น้ำเสียโครเมียม 25 %

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.961	2	.981	2.139	.125
Within Groups	31.627	69	.458		
Total	33.588	71			

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
VAR00004		1
2.00	24	2.8446
1.00	24	2.9200
3.00	24	3.2263
Sig.		.068

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 24.000.

ตารางที่ ค. 5 ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติแบบ ANOVA ในเรื่องน้ำหนักแห้ง (ส่วนราก) ของหญ้าแฝกตัดใบซึ่งเติมน้ำเสียโครเมียม 100% น้ำเสียโครเมียม 50% และ น้ำเสียโครเมียม 25 %

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.846	2	2.423	5.647	.005
Within Groups	29.607	69	.429		
Total	34.452	71			

Duncan

	N	Subset for alpha = .05	
VAR00004		1	2
2.00	24	2.5679	
1.00	24		3.0162
3.00	24		3.1821
Sig.		1.000	.384

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 24.000.

ตารางที่ ค. 6 ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติแบบ ANOVA ในเรื่องน้ำหนักแห้ง (ส่วนราก) ของหญ้าแฝกทั้งตัดใบและไม่ตัดใบซึ่งเติมน้ำเสียโครเมียม 100%

Group Statistics

	แฝก	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00009	1.00	24	45.8529	17.6484	3.6025
	2.00	24	45.7204	17.8118	3.6358

t-test for Equality of Means		
t	df	Sig. (2-tailed)
.026	46	.979
.026	45.996	.979

ตารางที่ ค. 7 ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติแบบ ANOVA ในเรื่องน้ำหนักแห้ง (ส่วนราก) ของหญ้าแฝกทั้งตัดใบและไม่ตัดใบซึ่งเติมน้ำเสียโครเมียม 50%

Group Statistics

	แฝก	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00008	1.00	24	21.5121	7.2752	1.4850
	2.00	24	22.6521	8.5450	1.7442

t-test for Equality of Means		
t	df	Sig. (2-tailed)
-.498	46	.621
-.498	44.859	.621

ตารางที่ ก.8 ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติแบบ ANOVA ในเรื่องน้ำหนักแห้ง (ส่วนราก) ของ
หญ้าแฝกทั้งตัดใบและไม่ตัดใบซึ่งเติมน้ำเสียโครเมียม 25 %

Group Statistics

	แฝก	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00007	1.00	24	14.2042	3.9615	.8086
	2.00	24	14.9779	4.8229	.9845

t-test for Equality of Means		
t	df	Sig. (2- tailed)
-.607	46	.547
-.607	44.328	.547

ตารางที่ ค. 9 ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติแบบ ANOVA ในเรื่องน้ำหนักแห้ง (ส่วนราก) ของ
หญ้าแฝกตัดใบซึ่งเติมน้ำเสียโครเมียม 100% น้ำเสียโครเมียม 50% และ น้ำเสียโครเมียม 25 %

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13180.202	2	6590.101	52.015	.000
Within Groups	8742.021	69	126.696		
Total	21922.222	71			

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
VAR00004		1	2	3
1.00	24	14.2042		
2.00	24		21.5121	
3.00	24			45.8529
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 24.000.

ตารางที่ ค. 10 ผลของการทดสอบทางสถิติแบบ ANOVA ในเรื่องน้ำหนักแห้ง (ส่วนราก)

ของหญ้าแฝกไม่ตัดใบหญ้าแฝกตัดใบซึ่งเติมน้ำเสียโครเมียม 100% น้ำเสียโครเมียม 50% และ น้ำเสียโครเมียม 25 %

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12289.137	2	6144.569	44.576	.000
Within Groups	9511.387	69	137.846		
Total	21800.524	71			

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
VAR00004		1	2	3
1.00	24	14.9779		
2.00	24		22.6521	
3.00	24			45.7204
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 24.000.

ตารางที่ ค. 11 ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติแบบ ANOVA ในเรื่องปริมาณโครเมียมของน้ำออกในบ่อน้ำบาดาลของ 3 ระบบ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	125.266	2	62.633	.851	.432
Within Groups	5080.485	69	73.630		
Total	5205.751	71			

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
VAR00001		1
2.00	24	9.3588
1.00	24	10.3750
3.00	24	12.5229
Sig.		.234

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a Uses Harmonic Mean Sample Size = 24.000.

ภาคผนวก ง

รูปชุดทดลองขั้นต้นและระบบบำบัดจำลอง

1. รูปชุดทดลองหญ้าแฝกในระยะการทดลองขั้นต้น
2. รูประบบบำบัดจำลอง ณ วันที่ 0
3. รูประบบบำบัดจำลอง ณ วันที่ 120

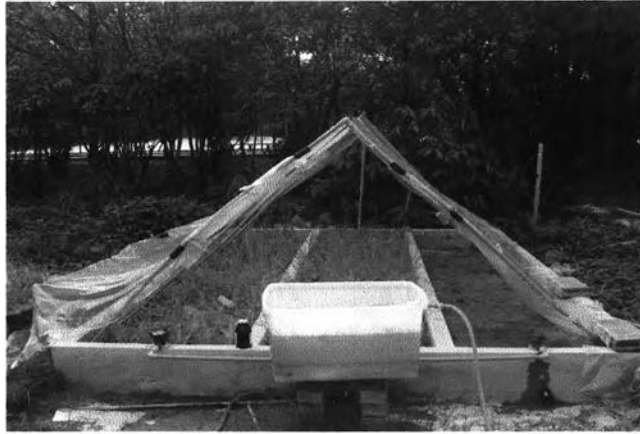




รูปที่ ง.1 ชุดทดลองหญ้าแฝกในระบะการทดลองขั้นต้น



รูปที่ ง.2 ระบบบำบัดจำลอง ณ วันที่ 0



รูปที่ ง.3 ระบบบำบัดจำลอง ณ วันที่ 120



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายปัญญาพล พิษณุจรัส เกิดวันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2522 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร จบการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2543 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2544