

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, สำนักงาน. 2523, รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมของประเทศไทย., ประจำปี 2523, โรงพิมพ์สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี. กทม.
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สถาบันวิจัยลภาวะแวดล้อม, 2520, ปัญหามลภาวะของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย, รายงานการสัมมนาทางวิชาการ เอกสารหมายเลข 2, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กทม.
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สถาบันวิจัยลภาวะแวดล้อม, 2525, คู่มือการวิเคราะห์น้ำทิ้ง, พิมพ์ครั้งที่หนึ่ง, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กทม.
- มันสิน ดั่งกุลเวศม์, 2523, การออกแบบขั้นตอนการของระบบกำจัดน้ำเสียที่อาศัยหลักชีววิทยา, เล่ม 1-3, ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กทม.
- สิทธิชัย เขียวอินยอง, 2525, "การศึกษากรรมวิธี แอร์เรตต์ ซับเมอร์จด์ ฟิลเตอร์", วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์สุขาภิบาล, บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กทม.
- สุธรรม แยมนิม และ งามพิศ แยมนิม, 2519, "ตะกั่ว-สังกะสี", เอกสารเคเรชชอร์ณีวิทยา, เล่มที่ 12, กองเคเรชชอร์ณีวิทยา, กรมทรัพยากรธรณี. กทม.
- Barth E.F., Ettinger M.B., Salotto B.V. & McDermott G.N. 1965 "Summary Report on the Effects of Heavy Metals on the Biological Treatment Processes." J. Wat. Pollut. Control. Fed. 37. 86-96.
- Bitton G. & Freihofer V. 1978 "Influence of Extracellular Polysaccharides on the Toxicity of Copper and Cadmium Toward *Klebsiella aerogenes*." Microb. Ecol. 4, 119-125.
- Bringmann, G., and Kijhn, R.; 1980, "Comparison of the Toxicity Thresholds of Water Pollutants to Bacteria, Algae, and Protozoa in the Cell Multiplication Inhibition Test", Water Research, 14, 231-241.

- Brown H.G., Hensley C.P., McKinney G.L. & Robinson J.L. 1973 "Efficiency of Heavy Metals Removal in Municipal Sewage Treatment Plant" Envir. Lett. 5, 103-114.
- Brown, M.J., and Lester, J.N., 1979 "Metal Removal in Activated Sludge : The Role of Bacteria Extracellular Polymers", Water Research, 13, 817-837.
- Cheng M.H. 1974. "Interaction of Heavy Metals in the Activated Sludge Process". Ph.D. Thesis. Illinois Inst. Technol.
- Cheng M.H. Patterson J.W. & Minear R.A. 1975. "Heavy Metals Uptake by Activated Sludge" J. Wat. Pollut. Control. Fed. 47, 362-376.
- Downing A.L. Tomlinson T.G. & Truesdale G.A. 1964. "Effect of Inhibitors on Nitrification in the Activated Sludge Process" J. Inst. Sewage. Purif. 537-554.
- Förstner, U. and Wittmann, G.T.W. 1981, Metal Pollution in the Aquatic Environment, 2d ed., rev. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York.
- Greninger. D. Kollonitsch V. and Kline C.H. Lead Chemicals. International Lead Zine Research Organization, Inc., (ILZRO) New York.
- Kunz R.G., Gianelli J.F. & Stensel H.D. 1976 "Vanadium Removal From Industrial Waste Waters" J. Wat. Pollut Control. Fed. 48, 762-770.
- Lamb A. & Tollefson E.L. 1973. "Toxic Effects of Cupric Chromate and Chromic Ions on Biological Oxidation". Water Res. 7, 599-613.
- Lawrence, A.W., and McCarty, P.L., 1970, "Unified Basis for Biological Treatment Design and Operation", Journal Sanitary Engineering Division, ASCE, 96, SA3, 757.

- Loveless, J.E. & Painter, H.A. 1968 "The Influence of Metal Ion Concentrations and pH Value on the Growth of a Nitrosomonas strain Isolated From Activated Sludge". J. Gen. Microbial. 52, 1-14.
- Magos L., Tuffery A.A. & Clarkson T.W. 1964 "Volatilisation of Mercury by Bacteria" Br. J. ind. Med. 21, 294-298.
- Metcalf & Eddy, Inc. 1979, Waste Water Engineering, TMH Edition, New Delhi, TATA. McGraw-Hill Book Co.
- Moulton E.Q. & Shumate K.S. 1963 "The Physical and Biological Effects of Copper on Aerobic Biological Treatment Processes". Proc. 18th. Ind. Waste Conf., Purdue Univ., Engng Ext. Ser. No.115 pp. 602-615.
- Mowat, A. 1976 "Measurement of Metals Toxicity by Biochemical Oxygen Demand". J. Wat. Pollut. Control. Fed. 48, 853-866.
- Neufeld R.D. & Hermann E.R. 1975b "Heavy Metal Removal by Acclimated Activated Sludge" J. Wat. Pollut. Control. Fed. 47, 310-329.
- Neufeld, R.D. 1976 "Heavy Metals Induced Deflocculation of Activated Sludge" J. Wat. Pollut. Control. Fed. 48, 1940-1947.
- Patterson, J.W., 1977, Wastewater Treatment Technology, Second Printing, Ann Arbor, Michigan.
- Pettet, A.E.J. 1956 "Effect of Metal Finishing Waste on Sewage Purification" J. Proc. Inst. Sewage. Purif. 36-57.
- Poon, C.P.C. & Bhayani, K.H. 1971 "Metal toxicity to sewage Organisms". J. Sanit. Engng Div. ASCE 97. 161-169.
- Rodier, J. 1975 "I' Analyse de l' Eau, Eaux Naturelles, Eaux Résiduares, Eau de Mer". Bordas, Paris, Bruxelles. Montreal.

- Rubin, A.J., ed, 1976, Aqueous Environment Chemistry of Metals, Second Printing, Ann Arbor, Michigan.
- Rubin, A.J., ed, 1978, Chemistry of Wastewater Technology, Ann Arbor, Michigan.
- Sawyer, C.N., and McCarty, P.L., 1978, Chemistry for Environmental Engineering, McGraw-Hill Book Co. New York.
- Sherrard, J.H., and Schroeder, E.D., 1973, "Cell yield and Growth Rate in Activated Sludge", J. Wat Pollut. Control. Fed. 45, 1889.
- Singleton, F.L. & Guthrie, R.K. 1977 "Aquatic Bacterial Populations and Heavy Metals -I. Composition of Aquatic Bacteria in the Presence of Copper and Mercury Salts". Water Res. 11, 639-642.
- Standard Methods, 1976, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 14th ed, American Public Health Association, Washington, D.C.
- Steward, M.J., 1971, "Activated Sludge System Variation Specific Applications", Water and Sewage Work, Reference No., R7-R20.
- Sujarittanonta, S., 1979, "The Effects of Nickel on the Completely Mixed Activated Sludge Process", Ph.D. Dissertation, University of Virginia.
- Sujarittanonta, S. and Sherrard, J.H. 1981 "Activated Sludge Nickel Toxicity Studies" J. Wat. Pollut. Control. Fed. 53, 1341-1322.
- Tomlinson, T.G. Boon, A.G. & Trotman, C.N.A. 1966. "Inhibition of Nitrification in the Activated Sludge Process of Sewage Disposal" J. Appl. Bact. 29, 266-291.

United States Department of The Interior, Minerals Yearbook 1980,
Volume 2, Metals and Minerals, U.S. Government printing
office, Washington.

Water Pollution Control Federation, 1977, Wastewater Treatment Plant
Design, Washington, D.C.

Yamada M. Dazai M. & Tonomura K. 1959 "Change of Mercurial Com-
pounds in Activated Sludge" J. Ferment. Technol., Osaka.
47, 155-160.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลจากภากรทดลองด้วยคววม 4_28 มิถุนกรัฒนคตลลกร

Table with columns: Date, pH, Alkalinity as CaCO3, Suspended Solids, COD, NH3-N, Org-N, HNO3-N, HNO2-N, Lead Concentrations, and various effluent/influent percentages.

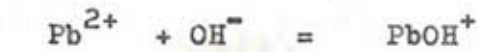
MLSS. = Mixed Liquor Suspended Solids.
MLVSS. = Mixed Liquor Volatile Suspended Solids.
VSS. = Volatile Suspended Solids.
SS. = Suspended Solids Concentration in Effluent.
Inf. = Influent.
eff. = Effluent.
un. = Effluents.
fil. = Filtrate.

ความสัมพันธ์การละลายของตะกั่วในน้ำบริสุทธิ์กับ pH

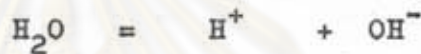
ผลการละลายของ $Pb(OH)_2$



สารประกอบเชิงซ้อนของตะกั่วในน้ำบริสุทธิ์



การแตกตัวของน้ำ



ความสัมพันธ์ของสารละลายตะกั่วในสภาวะสมดุล (Sawyer & McCarty)

$$[Pb^{2+}][OH^-]^2 = K_{sp} = 2.8 \times 10^{-16} \dots (1)$$

$$[PbOH^+]/[Pb^{2+}][OH^-] = K_1 = 6.6 \times 10^7 \dots (2)$$

$$[Pb(OH)_2^0]/[PbOH^+][OH^-] = K_2 = 1.1 \times 10^3 \dots (3)$$

$$[Pb(OH)_3^-]/[Pb(OH)_2^0][OH^-] = K_3 = 1.1 \times 10^3 \dots (4)$$

$$[H^+][OH^-] = K_w = 1 \times 10^{-14} \dots (5)$$

ปริมาณตะกั่วในน้ำ

$$C = [Pb^{2+}] + [PbOH^+] + [Pb(OH)_2^0] + [Pb(OH)_3^-]$$

เมื่อ C คือความเข้มข้นสารประกอบเชิงซ้อนของตะกั่ว

$$\text{จาก (5)} \quad \log[OH^-] = pH + \log K_w \dots (6)$$

$$\text{จาก (1)} \quad \log[Pb^{2+}] = \log K_{sp} - 2 \log[OH^-] \dots (7)$$

$$\text{แทน (6) ใน (7)} \quad \log[Pb^{2+}] = \log K_{sp} - 2(pH + \log K_w)$$

$$\text{แทนค่า } pH=0; \log[Pb^{2+}] = -15.5528 - 2(0 + (-14)) = 12.4472$$

$$pH=8; \log[Pb^{2+}] = -15.5528 - 2(8 + (-14)) = -3.5528$$

$$pH=14; \log[Pb^{2+}] = -15.5528 - 2(14 + (-14)) = -15.5528$$

$$\text{จาก(2)} \quad \log[\text{PbOH}^+] = \log K_1 + \log[\text{Pb}^{2+}] + \log[\text{OH}^-] \quad \dots(8)$$

$$\text{แทนค่า(6)ใน(8)} \quad \log[\text{PbOH}^+] = \log K_1 + \log[\text{Pb}^{2+}] + \text{pH} + \log K_w$$

$$\text{แทนค่า pH=0; } \log[\text{PbOH}^+] = 7.82 + 12.4472 + 0 + (-14) = 6.2672$$

$$\text{pH=8; } \log[\text{PbOH}^+] = 7.82 + (-3.5528) + 8 + (-14) = -1.7328$$

$$\text{pH=14; } \log[\text{PbOH}^+] = 7.82 + (-15.5528) + 14 + (-14) = -7.7328$$

$$\text{จาก(3)} \quad \log[\text{Pb(OH)}_2^0] = \log K_2 + \log[\text{PbOH}^+] + \log[\text{OH}^-] \quad \dots(9)$$

$$\text{แทน(6)ใน(9)} \quad \log[\text{Pb(OH)}_2^0] = \log K_2 + \log[\text{PbOH}^+] + \text{pH} + \log K_w$$

$$\text{แทนค่า pH=0; } \log[\text{Pb(OH)}_2^0] = 3.06 + 6.2672 + 0 + (-14) = -4.6728$$

$$\text{pH=8; } \log[\text{Pb(OH)}_2^0] = 3.06 + (-1.7328) + 8 + (-14) = -4.6728$$

$$\text{pH=14; } \log[\text{Pb(OH)}_2^0] = 3.06 + (-7.7328) + 14 + (-14) = -4.6728$$

$$\text{จาก(4)} \quad \log[\text{Pb(OH)}_3^-] = \log K_3 + \log[\text{Pb(OH)}_2^0] + \log[\text{OH}^-] \quad \dots(10)$$

$$\text{แทน(6)ใน(10)} \quad \log[\text{Pb(OH)}_3^-] = \log K_3 + \log[\text{Pb(OH)}_2^0] + \text{pH} + \log K_w$$

$$\text{แทนค่า pH=0; } \log[\text{Pb(OH)}_3^-] = 3.06 + (4.2672) + 0 + (-14) = 15.2072$$

$$\text{pH=8; } \log[\text{Pb(OH)}_3^-] = 3.06 + (4.2672) + 8 + (-14) = -7.2072$$

$$\text{pH=14; } \log[\text{Pb(OH)}_3^-] = 3.06 + (4.2672) + 14 + (-14) = -1.2072$$

การคำนวณหาค่า Y_{\max} และ b โดย Least Square Method.

จากสมการ Least square

$$\text{เส้นแนวโน้ม} \quad y = m \cdot x + b$$

$$\text{ค่าความลาด} \quad m = \frac{n(\sum x \cdot y) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$\text{และค่าคงที่} \quad b = \frac{(\sum x^2)(\sum y) - (\sum x)(\sum x \cdot y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

โดยให้

$$y = \frac{1}{C} = \text{อัตราการเจริญเติบโตโคจําเพาะของจุลินทรีย์, ต่อวัน.}$$

$$x = U = \text{อัตราการใช้สารอาหารจําเพาะ, ต่อวัน.}$$

$$m = Y_{\max} = \text{สัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตสูงสุดของจุลินทรีย์.}$$

$$b = b = \text{สัมประสิทธิ์การสลายตัวของจุลินทรีย์, ต่อวัน.}$$

$$n = \text{จำนวนข้อมูล}$$

เมื่อ $Pb^{2+} = 0$ มีผลกับรัศมีของลิทว.

θ_c	$\frac{1}{\theta_c}$ as y	$U = \frac{Q(S_o - S)}{X V}$ as x	x^2	$x \cdot y$
4.90	0.20	$\frac{18(476.94-20.67)}{1075 \times 10} = 0.76$	0.578	0.152
6.11	0.16	$\frac{18(484.22-18.93)}{1262 \times 10} = 0.66$	0.436	0.106
7.99	0.12	$\frac{18(494.74-45.42)}{1392 \times 10} = 0.58$	0.336	0.070
8.63	0.12	$\frac{18(530.28-32.01)}{1476 \times 10} = 0.61$	0.372	0.073
Σ	0.60	2.61	1.722	0.401

$$Y_{\max} = \frac{4(0.401) - (2.61)(0.60)}{4(1.722) - (2.61)^2} = \frac{0.038}{0.076} = 0.50$$

$$b = \frac{(1.722)(0.60) - (2.61)(0.401)}{4(1.722) - (2.61)^2} = \frac{-0.014}{0.076} = -0.18$$

$$\frac{1}{\theta_c} = 0.50U - 0.18$$

เมื่อ $Pb^{2+} = 1.02$ มีผลกับรัศมีของลิทว.

θ_c	$\frac{1}{\theta_c}$ as y	$U = \frac{Q(S_o - S)}{X V}$ as x	x^2	$x \cdot y$
4.25	0.24	$\frac{18(478.72-27.80)}{1128 \times 10} = 0.72$	0.518	0.173
5.04	0.20	$\frac{18(466.15-37.99)}{1151 \times 10} = 0.67$	0.449	0.134
6.76	0.15	$\frac{18(420.88-40.80)}{1461 \times 10} = 0.47$	0.221	0.071
10.71	0.09	$\frac{18(476.80-34.40)}{1814 \times 10} = 0.44$	0.194	0.040
Σ	0.68	2.30	1.382	0.418

$$Y_{\max} = \frac{4(0.418) - (2.30)(0.68)}{4(1.382) - (2.30)^2} = \frac{0.108}{0.238} = 0.45$$

$$b = \frac{(1.382)(0.68) - (2.30)(0.418)}{4(1.382) - (2.30)^2} = \frac{-0.021}{0.238} = -0.09$$

$$\frac{1}{\theta_c} = 0.45U - 0.09$$

เมื่อ $Pb^{2+} = 4.28$ มีผลลัพท์คือ

θ_c	$\frac{1}{\theta_c}$ as y	$U = \frac{Q(S_o - S)}{X V}$ as x	x^2	$x \cdot y$
3.74	0.27	$\frac{18(521.80-58.03)}{962 \times 10} = 0.87$	0.757	0.235
8.76	0.11	$\frac{18(538.88-25.03)}{1187 \times 10} = 0.78$	0.608	0.086
13.86	0.07	$\frac{18(479.22-29.56)}{1583 \times 10} = 0.51$	0.260	0.036
19.76	0.05	$\frac{18(491.23-34.12)}{1965 \times 10} = 0.42$	0.176	0.021
Σ	0.50	2.58	1.801	0.378

$$Y_{\max} = \frac{4(0.378) - (2.58)(0.50)}{4(1.801) - (2.58)^2} = \frac{0.222}{0.548} = 0.40$$

$$b = \frac{(1.801)(0.50) - (2.58)(0.378)}{4(1.801) - (2.58)^2} = \frac{-0.075}{0.548} = -0.14$$

$$\frac{1}{\theta_c} = 0.40 U - 0.14$$

เมื่อ $Pb^{2+} = 10.63$ มีผลลัพท์คือ

θ_c	$\frac{1}{\theta_c}$ as y	$U = \frac{Q(S_o - S)}{X V}$ as x	x^2	$x \cdot y$
5	0.20	$\frac{18(518.70-44.33)}{1149 \times 10} = 0.74$	0.548	0.148
9.05	0.11	$\frac{18(550.23-23.11)}{1547 \times 10} = 0.61$	0.372	0.067
9.71	0.10	$\frac{18(467.88-45.36)}{1702 \times 10} = 0.45$	0.203	0.045
13.59	0.07	$\frac{18(450.52-27.72)}{2437 \times 10} = 0.31$	0.096	0.022
Σ	0.48	2.11	1.219	0.282

$$Y_{\max} = \frac{4(0.282) - (2.11)(0.48)}{4(1.219) - (2.11)^2} = \frac{0.115}{0.424} = 0.27$$

$$b = \frac{(1.219)(0.48) - (2.11)(0.282)}{4(1.219) - (2.11)^2} = \frac{-0.010}{0.424} = -0.02$$

$$\frac{1}{\theta_c} = 0.27 U - 0.02$$

ความสัมพันธ์ระหว่าง θ_c กับ Y_{obs} โดยคำนวณจาก Y_{max} และ b .

$$\text{จาก } Y_{obs} = \frac{1}{\theta_c} \cdot \frac{1}{U} = \frac{Y_{max}}{1 + b \cdot \theta_c}$$

θ_c	Y_{obs}			
	$Pb^{2+} = 0 \text{ mg/l}$	$Pb^{2+} = 1.02 \text{ mg/l}$	$Pb^{2+} = 4.28 \text{ mg/l}$	$Pb^{2+} = 10.63 \text{ mg/l}$
	$Y_{obs} = \frac{0.50}{1+0.18\theta_c}$	$Y_{obs} = \frac{0.45}{1+0.09\theta_c}$	$Y_{obs} = \frac{0.40}{1+0.14\theta_c}$	$Y_{obs} = \frac{0.27}{1+0.02\theta_c}$
2	0.37	0.38	0.31	0.26
4	0.29	0.33	0.26	0.25
6	0.24	0.29	0.22	0.24
8	0.20	0.26	0.19	0.23
10	0.18	0.24	0.17	0.22
12	0.16	0.22	0.15	0.21
14	0.14	0.20	0.14	0.21
16	0.13	0.18	0.12	0.20
18	0.12	0.17	0.11	0.20
20	0.11	0.16	0.11	0.19

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความสัมพันธ์ระหว่าง θ_c กับ U โดยคำนวณจาก Y_{max} และ b .

$$\text{จาก } \frac{1}{\theta_c} = Y_{max} \cdot U - b$$

$$U = \frac{\frac{1}{\theta_c} + b}{Y_{max}}$$

	$Pb^{2+} = 0 \text{ mg/l.}$	$Pb^{2+} = 1.02 \text{ mg/l.}$	$Pb^{2+} = 4.28 \text{ mg/l.}$	$Pb^{2+} = 10.63 \text{ mg/l.}$
θ_c	$U = \frac{\frac{1}{\theta_c} + 0.18}{0.50}$	$U = \frac{\frac{1}{\theta_c} + 0.09}{0.45}$	$U = \frac{\frac{1}{\theta_c} + 0.14}{0.40}$	$U = \frac{\frac{1}{\theta_c} + 0.02}{0.27}$
2	1.30	1.31	1.60	1.93
4	0.86	0.76	0.98	1.00
6	0.69	0.57	0.77	0.69
8	0.61	0.48	0.66	0.54
10	0.56	0.42	0.60	0.44
12	0.53	0.39	0.56	0.38
14	0.50	0.36	0.53	0.34
16	0.49	0.34	0.51	0.31
18	0.47	0.32	0.49	0.28
20	0.46	0.31	0.48	0.26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ความสัมพันธ์ระหว่าง θ_c กับ X โดยคำนวณจาก Y_{max} และ b .

$$\text{จาก } \frac{1}{\theta_c} = Y_{max} \cdot U - b$$

$$U = \frac{Q}{V} \cdot \frac{S_0 - S}{X}$$

$$\frac{1}{\theta_c} = Y_{max} \cdot \frac{Q}{V} \cdot \frac{S_0 - S}{X} - b$$

$$X = Y_{max} \cdot (S_0 - S) \cdot \frac{Q}{V} \cdot \left(\frac{\theta_c}{1 + b \cdot \theta_c} \right)$$

$$Pb^{2+} = 0 \text{ mg/l}; X = 0.50(496.55 - 29.26) \left(\frac{18}{10} \right) \left(\frac{\theta_c}{1 + 0.18\theta_c} \right)$$

$$Pb^{2+} = 1.02 \text{ mg/l}; X = 0.45(460.64 - 35.25) \left(\frac{18}{10} \right) \left(\frac{\theta_c}{1 + 0.09\theta_c} \right)$$

$$Pb^{2+} = 4.28 \text{ mg/l}; X = 0.40(507.78 - 36.69) \left(\frac{18}{10} \right) \left(\frac{\theta_c}{1 + 0.14\theta_c} \right)$$

$$Pb^{2+} = 10.63 \text{ mg/l}; X = 0.27(486.83 - 35.13) \left(\frac{18}{10} \right) \left(\frac{\theta_c}{1 + 0.02\theta_c} \right)$$

θ_c (day)	X (mg/l)			
	$Pb^{2+} = 0$ mg/l.	$Pb^{2+} = 1.02$ mg/l.	$Pb^{2+} = 4.28$ mg/l.	$Pb^{2+} = 10.63$ mg/l.
2	618	584	530	432
4	978	1013	870	831
6	1213	1342	1106	1202
8	1379	1603	1280	1548
10	1502	1814	1413	1870
12	1597	1988	1519	2172
14	1673	2135	1604	2454
16	1734	2259	1675	2720
18	1785	2367	1734	2970
20	1828	2461	1785	3206

ความสัมพันธ์ระหว่าง θ_c กับ P_x คำนวณโดย X ซึ่งได้จาก Y_{max} และ b .

จาก

$$P_x = \frac{V \cdot X}{\theta_c}$$

θ_c (day)	$Pb^{2+} = 0 \text{ mg/l.}$		$Pb^{2+} = 1.02 \text{ mg/l.}$		$Pb^{2+} = 4.28 \text{ mg/l.}$		$Pb^{2+} = 10.63 \text{ mg/l.}$	
	X (mg/l)	P_x (mg/day)	X (mg/l)	P_x (mg/day)	X (mg/l)	P_x (mg/day)	X (mg/l)	P_x (mg/day)
2	618	3090	584	2920	530	2650	432	2160
4	978	2445	1013	2533	870	2175	831	2078
6	1213	2022	1342	2237	1106	1843	1202	2003
8	1379	1724	1603	2004	1280	1600	1548	1935
10	1502	1502	1814	1814	1413	1413	1870	1870
12	1597	1331	1988	1657	1519	1266	2172	1810
14	1673	1195	2155	1539	1604	1146	2454	1753
16	1734	1084	2259	1412	1675	1047	2720	1700
18	1785	992	2367	1315	1734	963	2970	1650
20	1828	914	2461	1231	1785	893	3206	1603

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อผู้วิจัย นาย บุญจง จรัสดีดำรงนิตย์

เกิด วันที่ 4 มีนาคม พ.ศ. 2498
ที่ จังหวัด ศรีสะเกษ

การศึกษา สำเร็จปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาโยธา
จาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
เมื่อปี พ.ศ. 2521

สถานที่ทำงาน วิศวกรโยธา 4 งานก่อสร้าง กองก่อสร้างโครงการย่อย กรมชลประทาน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย