เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมประมง. คู่มือการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สยามรัฐ, 2523.

กรรณิการ์ สิริสิงห์. เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 2 คณะสาธารณะสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล: บริษัทประยูรวงศ์จำกัด, 2529.

ชูชาติ ชัยรัตน์. พิษเฉียบพลันของปรอทและตะกั่วและสารผสมระหว่างโลหะหนักทั้งสองที่มีต่อปลากระพงขาว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528.

ช่วยชูศรี ศรีภูมั่น. พิษเฉียบพลันของแอมโมเนียและไนไตรท์ที่มีต่อปลาดุกด้านและความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นพิษของสารทั้งสอง กับสารประกอบคลอไรด์บางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524.

ธรรมนูญ โรจนะบุรานนท์ และ ฉวีวรรณ อภิสิทธิไพศาล. การศึกษาเบื้องต้นทางด้านชีววิทยาและการเพาะเลี้ยงไรน้ำแดงในห้องปฏิบัติการ. รายงานผลการวิจัย เล่มที่ 5 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

ประสงค์ โรจน์เลิศจรรยา. พิษวิทยาและสารมลพิษในสิ่งแวดล้อม. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2531.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพ, 2533.

พาลาภ สิงหเสนี. การทดสอบสารพิษในแหล่งน้ำ. การประชุมทางวิชาการประจำปี 2531. พิษวิทยาทางอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม 19-20 ก.ค. 2531. หน้า 163-169. สมาคมพิษวิทยาแห่งประเทศไทย ร่วมกับสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

พาลาภ สิงหเสนี และ วินิจ ตันสกุล. การใช้ปลาน้ำจืดเพื่องานทดสอบความเป็นพิษของสารเคมีในประเทศไทย. รายงานผลการวิจัยเสนอในที่ประชุมวิชาการ เรื่องทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำ. 7-8 มีนาคม 2528. คณะกรรมการปฏิบัติการภารกิจวิจัยทรัพยากรทางน้ำ: 2528.

นิจ สีหพิทักษ์เกียรติ. การศึกษาเบื้องต้นในการใช้พืชตระกูลถั่วเป็นอาหารปลาตะเพียนขาว และปลาเฉา. รายงานประจำปี 2522 งานวิจัยประมงน้ำจืดในสำนักงานเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กองประมงน้ำจืด: กรมประมง, 2522.

นิจ สีหพิทักษ์เกียรติ และโยธิน ลีนานนท์. ชีวประวัติและการเพาะเลี้ยงปลาตะเพียนขาว. เอกสารทางวิชาการ, ฉบับที่ 39 . สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ: กรมประมง, 2527.

มุกดา เจียมพานทอง และ ธีระยุทธ บัวรอด. คู่มือการใช้ระบบ MUSIC. กรุงเทพมหานคร: สถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. (อัดสำเนา).

วีระ ธูปบูชา และมาโนช์ญ์ เบญจกาญน์. การศึกษาอาหารในกระเพาะของปลาที่สำคัญทางเศรษฐกิจในอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์. รายงานประจำปี 2516 หน่วยงานพัฒนาประมงในอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์, 2516.

สมรัตน์ ยินดีพิธ. โลหะหนักในแหล่งน้ำธรรมชาติ. เอกสารการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 2, 30 ม.ค.- 2 ก.พ. 2527. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร, 2527.

สันทนา ดวงสวัสดิ์. ชีวประวัติและการเพาะเลี้ยงไรแดง. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 3 สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ: กรมประมง, 2529.

สมโภชน์ อัคคะทวีวัฒน์ และคณะ. การแพร่กระจายของพันธุ์ปลาน้ำจืดในประเทศ. รายงานวิชาการ ปี 2519 สถาบันประมงแห่งชาติ กรมประมงน้ำจืด: กรมประมง, 2519.

สุทธิชัย เตมียวณิชย์. ผลกระทบของโลหะหนักต่อสัตว์ทะเลโดยการศึกษาทางชีววิเคราะห์. สำนักงานวิจัยแห่งชาติ. 2527.

ภาษาอังกฤษ

APHA (American Public Health Association). Standard method for the examination of aerater and wastewater. 17th ed. Washington DC: American Public Health Association, 1985.

Authur, J.W., et al. Seasonal toxicity of amonia to five fish and nine invertebrate species. J.Bull.Environ.Contam.Toxicol. 38(1987): 311-324.

Bandouin, M.F. and Scoppa, P. Acute toxicity of various metal on freshwater zooplankton. J.Bull.Environ.Contam.Toxicol. 12(1974): 745-751.

Biesinger, K.E. and Christensen, G.M. Effect of various metal on survival growth reproduction and metabolism of Daphnia magna. J.Fish.Res Board Can. 29(1972): 1691-1700.

Brown, V.K. Acute toxicity in theory and practic. A Wiely-interscience Publication, London: John Wiely & sons, 1980.

Cairns, J., Vanderschalic, M.H., and Westlake, G.F. Effects of lapsed time since feeding upon toxicity of zinc to fish. J.Bull.Environ.Contam.Toxicol. 13(1975): 269-274.

Doudoroff, P. Water quality requirement of fisheries and effects of toxicity substances. In M.E. Brown (ed.), The physiology of fishes. pp. 403-430. New York: Academic press, 1957.

Doudoroff, P., etal. Bioassay methods for the evalution of acute toxicity of industrial wastes to fish. Industrial waste. pp. 1380-1397. 1951.

Edmonson, W.T. Freshwater biology. 2nd ed. New York: John Willey & sons, Inc., 1966.

Ellis, M.M. Detection and measurement of stream pollution. J.Bull. U.S. Bur. 48(1937): 365-437.

EPA (Environmental Protection Agency). Water quality criteria 1972. March 1973. Washington, D.C., 1973.

Finney, D.J. Probit analysis. 3rd ed. Great Britain: University Printing House Cambridge, 1971.

Gilson, J.R. Monitoring methods and problems in aquatic and wild life toxicity. In Gramnella, E.J.(ed.), Tox. Res. 1, 1981.

Goodman, J.R. Toxicity of zinc for rainbow trout (Salmo gairdneri). Journal of California Fish and Game. 37(1951): 191-194.

Harrison, R.M., and Laxen, D.P.H. Lead Pollution Cause and Pollution Control. Compman and Hall Ltd., London, 1981.

Hora, S.S. and Pillay, T.V.R. Handbook of fish culture in Indopacific region. FAO Fisheries Biology Technical Paper, no. 14, 1962.

Huges, G.M. Morphometrics of fish gill. Resp.Physio. 14(1974): 1-26.

Jernelov, A., Convertion of mercury compounds. In Miller, M.W., and Berg, G.C.(eds.), Current research of persistent pesticides. Springfield, Illinois. 1969.

Katz, M. Water and water pollution handbook. 1 Vol. New York: Marcel Dekker Inc., 1971a.

_____. Water and water pollution handbook. 2 Vol. New York: Marcel Dekker Inc., 1971b.

Khangrot, B.S. and Ray, P.K. Correlation between heavy metal acute toxicity value in Daphnia magna and fish. J.Bull.Environ. Contam.Toxicol. 38(1987): 722-726.

Krzysztof, M.Jop., John, H., Rodgers, Jr., Edmund, E.Price., and Kenneth, L.Dickson. Renewal device for test solution in *Daphnia* toxicity tests. J.Bull.Environ.Contam.Toxicol. 36(1986): 95-100.

Matida, Y., Kumada, H., Kimura, S., Saiga, Y., Nose, T., Yokote, M., and Kawatsu, H. Toxicity of mercury compounds to aquatic organisms and accumulation of the compounds by the organisms. Bull.Freshwater Fish. 21(1971): 197-227.

Macleod, J.C., and Pessah, E., Temperature effects on mercury accumulation, toxicity, and metabolic rate in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J.Fish.Res.Bd.Can. 30(1973): 485-492.

Mount, D.J. The effects of total hardness and pH on acute toxicity of zinc to fish. Int.J.Air Water.Pollut. 10(1966): 49-56.

Phromsuthirak, P. Preliminary studyes of leeds-liverpoll canal: An approach to the toxicity of heavy metals to fish. M.Sc. disseration University of Salford. 1972.

Ramade, F. Ecotoxicology. 2nd ed. Great Britain: John Willey & Sons Ltd., 1979.

Sastry, K.V. and Gupta, P.K. Effect of mercuric chloride on the digestive system of Channa punctatus: A histopathological study. Journal of Environmental Research. 16(1987): 270-278.

Sprague, J.B. Lethal concentration of copper and zinc for young Atlantic salmon. J.Fish.Res.Bd.Can. 21(1964): 17-26.

_____. Measurement of pollutant toxicity to fish -III. Sublethal effects and save concentration. Wat.Res. 5(1971): 245-266.

Subcommitee on Fish Standard. Fish. Guidelines for the breeding, care, and management of laboratory animals. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1974.

Suwitti Chote . Fauna of Thailand. Dept. of Fisheries: Bangkok, 1950.

Tarzwell, C.M. The need and value of water quality criteria with special reference to aquatic life. J.Can.Fish.Cult. 31(1962): 35-41.

Tomasso, J.R., and Carmichael, G.J. Acute toxicity of Ammonia, Nitrate, and Nitrite to the *Guadalupe Bass, Micropterus treculi*. J.Bull.Environ.Contam.Toxicol, 36(1986): 866-870.

Van Dam, L. On the utilization of oxygen and regulation of breathing in some aquatic animals, Groningen, Drukherij 'Volharding'. 1938.

Wong, C.K. and Wong, P.K. Life table evaluation of the effects of Cadmium exposure on the fresh water Cladoceran, *Moina macrocopa*. J.Bull.Contam.Toxicol. 44(1990): 135-141.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การใช้โปรแกรม SPSS-X

1. การวิเคราะห์โพรบิต

การวิเคราะห์โพรบิตเพื่อหาค่าระดับ LC_{50} จากการทดสอบพิษเฉียบพลันของสารละลายเมอร์คิวริคคลอไรด์และเลดไนเตรทต่อปลาตะเพียนขาวและไรน้ำแดง ในระยะเวลาต่างๆ ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS-X โดยการเขียนข้อมูลและคำสั่ง ตามรูปแบบและข้อกำหนดของการใช้โปรแกรม เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลเรียบร้อย จะได้ค่าระดับ LC_{50} ในระยะเวลาต่างๆ ที่เราต้องการ โดยถูกต้องและรวดเร็วกว่าการเขียนกราฟบนกระดาษกราฟโพรบิต นอกจากนี้ ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล ยังระบุ ค่าช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ของค่าระดับ LC_{50} ที่ได้อีกด้วย โดยที่เราไม่จำเป็นต้องทำการคำนวณ ให้ยุ่งยากและเสียเวลา ตัวอย่างการใช้โปรแกรมนี้ วิเคราะห์ค่าโพรบิต มีดังต่อไปนี้

1.1 การใส่ข้อมูล

จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 (ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง) เขียนข้อมูลและคำสั่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

```
1   //ZIABTEST JOB CLASS=Y,MSGCLASS=M,MSGLEVEL=(2,0)
2   //          EXEC MSPSSX
3   TITLE TEST HG TO MOINA
4   DATA LIST FIXED/HR 1 CONC 3-6 (3) N 8-9 RES 11-12
5   BEGIN DATA
6   1 0005 60 12
7   1 0010 60 28
8   1 0020 60 54
9   1 0030 60 60
10  1 0040 60 60
11  1 0000 60 00
12  END DATA
13  PROBIT RES OF N WITH CONC
14     /PRINT =ALL
15  FINISH
16  /*
17  //
```

1.2 การเรียกผลลัพธ์ที่ประมวลผลเรียบร้อยแล้ว

ใช้คำสั่งตามคู่มือการใช้ระบบ MUSIC (มุกดา เจียมพานทอง และ ธีรยุทธ บัวรอด, 2532) เมื่อเครื่องประมวลผลเสร็จเรียบร้อย เราจะได้ผลลัพธ์ดังต่อไปนี้คือ

CONFIDENCE LIMITS FOR EFFECTIVE CONC

PROB	CONC	95% CONFIDENCE LIMITS LOWER	UPPER
.01	.00238	.00162	.00311
.02	.00278	.00196	.00356
.03	.00308	.00222	.00388
.04	.00332	.00243	.00414
.05	.00353	.00262	.00436
.06	.00372	.00279	.00457
.07	.00390	.00295	.00475
.08	.00406	.00310	.00492
.09	.00421	.00325	.00509
.10	.00436	.00338	.00524
.15	.00503	.00402	.00594
.20	.00563	.00460	.00657
.25	.00621	.00515	.00716
.30	.00678	.00571	.00776
.35	.00735	.00627	.00836
.40	.00793	.00684	.00898
.45	.00854	.00743	.00964
→ .50	.00919	.00806	.01035
48-h LC_{50} .55	.00989	.00872	.01113
.60	.01065	.00943	.01201
.65	.01150	.01021	.01301
.70	.01247	.01108	.01418
.75	.01361	.01207	.01561
.80	.01500	.01325	.01740
.85	.01680	.01472	.01981
.90	.01937	.01676	.02339
.91	.02005	.01729	.02436
.92	.02081	.01788	.02546
.93	.02169	.01855	.02673
.94	.02271	.01932	.02824
.95	.02393	.02023	.03006
.96	.02545	.02136	.03236
.97	.02745	.02281	.03545
.98	.03035	.02490	.04003
.99	.03557	.02855	.04852

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Varience, ANOVA) และการวิเคราะห์ เปรียบเทียบภายหลัง (Duncan's multiple range test)

2.1 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (ANOVA) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ทดสอบเปรียบเทียบเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรในกรณี ที่มีกลุ่มประชากรตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไป โดยมีตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว เช่น ต้องการเปรียบเทียบผลของความเข้มข้น ของสารละลายเมอร์คิวริคคลอไรด์ 4 ระดับความเข้มข้นว่าทำให้จำนวนลูกไรน้ำแดงที่เกิดขึ้นแตกต่างกันหรือไม่ วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนมีข้อตกลงเบื้องต้น (assumption) โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ควรจะมีลักษณะตามข้อตกลงเบื้องต้นดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ
2. ค่าความแปรปรวนของกลุ่มประชากรทุกกลุ่มควรมีค่าเท่ากัน
3. ค่าของตัวแปรตามแต่ละหน่วย เป็นอิสระต่อกัน ทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

สมมติฐาน

1. $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_n = \mu$
2. $H_1 : \mu_i$ อย่างน้อย 1 ตัว มีค่าแตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ

ค่าสถิติ

$$F = \frac{\text{mean square ระหว่างกลุ่ม}}{\text{mean square ภายในกลุ่ม}} = \frac{MS_b}{MS_w} \sim F_{J-1,N-J}(1-\alpha)$$

เมื่อ $MS_b = \frac{SS_b}{J-1}$ และ $MS_w = \frac{SS_w}{N-J}$

J แทนจำนวนกลุ่ม , N แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

$$SS_b = \sum_{i=1}^{J} (n_i-1) \; S^2_i$$

$$SS_w = \sum_{i=1}^{j} n_i(x_i - x)^2$$

เมื่อปฏิเสธ H_0 เพียงแต่บอกได้ว่าอย่างน้อยมีค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรอย่างน้อย 1 กลุ่ม แตกต่างไปจากกลุ่มอื่น แต่ไม่ทราบว่ากลุ่มใดบ้างที่แตกต่างออกไป จำเป็นต้องใช้วิธีการเปรียบเทียบภายหลังทดสอบอีกครั้ง ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการของ Duncan's multiple range test ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05

Duncan's multiple range test

เป็นวิธีการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรคู่ใดที่แตกต่างกัน โดยใช้สูตร

$$W_P = \lambda(\alpha_{p\,.\,n-k})\sqrt{\frac{MSE}{2}\left(\frac{n_I + n_J}{n_I n_J}\right)}$$

n_i . n_j = คือขนาดกลุ่มประชากรที่ทำการทดลอง

P = ขั้นทดสอบที่ 2, 3, 4,...,k

ค่าเฉลี่ยคู่ใด มีความแตกต่างมากกว่า W_p ถือว่าค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มนั้นแตกต่างกัน

การวิเคราะห์ค่าทางสถิติดังกล่าวข้างต้น สามารถวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ คือ SPSS-X ได้ซึ่งสามารถกระทำได้ในระยะเวลาอันสั้น ดังมีวิธีการต่อไปนี้

2.1.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Varience) และการวิเคราะห์เปรียบเทียบภายหลังโดยวิธีของ Duncan's Multiple range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากข้อมูลในตารางที่ 3 นำมาเขียนข้อมูลและคำสั่งตามวิธีการของการใช้โปรแกรม ได้ดังต่อไปนี้

```
1   //ZIABTEST JOB CLASS=Y,MSGCLASS=M,MSGLEVEL=(2,0)
2   //          EXEC MSPSSX
3   TITLE TEST NUMBER ON ANOVA
4   DATA LIST FIXED/TR 1-2 CONC 4 NUM 6-8
5   BEGIN DATA
6   1   26
7   2   65
8   3   23
9   4   37
10  1   21
11  2   50
12  3   20
13  4   47
14  1   37
15  2   22
16  3   55
17  4   28
18  1   33
19  2   75
20  3   56
21  4   28
22  1   25
23  2   11
24  3   28
25  4   23
26  1   47
27  2   17
28  3   31
29  4   23
.   .   .
.   .   .
.   .   .
61  END DATA
62  ONEWAY NUM BY CONC(1,4)
63      /RANGE=DUNCAN
64  ANOVA NUM BY CONC(1,4)
65  FINISH
66  /*
67  //
```

2.1.2 การเรียกผลลัพธ์ที่ได้ เมื่อเขียนข้อมูลและคำสั่งต่าง ๆ ได้ถูกต้องตามคู่มือการใช้โปรแกรม SPSS-X แล้วเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการประมวลผล และแสดงผลลัพธ์ตามที่เราต้องการ โดยการเรียกผลลัพธ์ตามวิธีการที่ระบุในคู่มือการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบ MUSIC ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

การคำนวณค่า MATC

การคำนวนค่า MATC (maximum acceptable concentration) ซึ่งเป็นค่าระดับความเข้มข้นของสารทดลองที่ยอมให้มีได้ในแหล่งน้ำ ตามวิธีการของ Biesinger and Christensen (1972) ได้แนะนำว่าความเข้มข้นในระดับที่ปลอดภัยที่จะนำมาใช้ได้คือ ความเข้มข้นที่มีผลทำให้ จำนวนลูกไรน้ำแดงลดลงไปน้อยกว่า 16 เปอร์เซนต์เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (16 % reproductive impairment) วิธีการทดลองมีดังต่อไปนี้

1. เลี้ยงไรน้ำแดงในสารละลายทดสอบ 5 ระดับความเข้มข้น และ 1 กลุ่มควบคุม โดยการแยกเพาะเลี้ยงเดี่ยว

2. นับจำนวนลูกไรน้ำแดงที่เกิดขึ้นในสารละลายความเข้มข้นต่าง ๆ และกลุ่มควบคุม

3. คำนวณ เปอร์เซนต์ของจำนวนลูกไรน้ำแดงในสารละลายความเข้มข้นต่าง ๆ เทียบกับกลุ่มควบคุม (% reproductive impairment) จากสมการ

$$\% \text{ reproductive impairment} = \frac{\text{จำนวนลูกในกลุ่มควบคุม} - \text{จำนวนลูกในความเข้มข้นใดๆ} \times 100}{\text{จำนวนลูกในกลุ่มควบคุม}}$$

4. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง % reproductive impairment กับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ทำการทดลองแล้วหาค่า (MATC) โดยการลากเส้นกราฟ จากจุด 16 % reproductive impairment ตัดเส้นกราฟที่ได้ แล้วลากเส้นต่อลงมาตัดแกนของความเข้มข้น ณ จุดนั้นคือ ค่าระดับความเข้มข้นที่ยอมให้มีได้ในแหล่งน้ำ โดยไม่เป็นอันตรายแก่สัตว์ทดลอง

ภาคผนวก ค

วิธีการเพาะเลี้ยงไรน้ำแดง

วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ผู้วิจัยได้คิดขึ้นเองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจากผลการเพาะเลี้ยง นับว่าเป็นวิธีการเพาะเลี้ยงที่ให้ผลผลิตไรน้ำแดงปริมาณสูงวิธีการหนึ่ง ไรน้ำแดงที่ได้มีขนาดประมาณ 0.8 ถึง 1.3 มิลลิเมตร รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์

มูลนกกระทา

อ่างดินเผาเคลือบ หรืออ่างไฟเบอร์กลาส ขนาดประมาณ 30 ลิตร

ที่ช้อนไรน้ำแดง

เชื้อไรน้ำแดงที่มีชีวิตอยู่

2. วิธีการทดลอง

เติมน้ำประปาลงในอ่างเคลือบดินเผา ให้เต็ม แล้วผึ่งแดดเพื่อลดปริมาณคลอรีน ประมาณ 1 ถึง 2 วัน

เติมมูลนกกระทาแห้ง ในอัตราส่วนประมาณ 10 กรัมต่อลิตร คนให้ทั่ว ทิ้งไว้ประมาณ 1 วัน ใช้ที่ช้อนไรน้ำแดง ช้อนมูลนกกระทาที่ตกตะกอนหรือไม่ละลายและสิ่งเจือปนอื่น ๆ ออกไป เพื่อป้องกันการเน่าเสียที่อาจเกิดขึ้นในภายหลัง

เติมเชื้อไรน้ำแดงที่ยังมีชีวิตอยู่ลงไปประมาณ ครึ่งช้อนชา แล้วทำร่มกันแสงแดดให้ไรน้ำแดง ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3 ถึง 4 วัน ไรน้ำแดงจะขยายพันธุ์จนมีจำนวนมาก ก็จะคัดเลือกไรน้ำแดงในช่วงนี้ไปทำการทดลองต่อไปได้

เมื่อทิ้งไว้เกิน 7 วันขึ้นไปปริมาณไรน้ำแดงในอ่างเพาะเลี้ยงจะค่อย ๆ ลดลง ให้ถ่ายน้ำมูลนกกระทาออกประมาณ ครึ่งหนึ่งแล้วเติมน้ำมูลนกกระทาที่เตรียมขึ้นใหม่แทนที่ลงไป ทิ้งไว้ประมาณ 3 ถึง 4 วันก็จะเกิดไรน้ำแดงเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย

วิธี Phenate

จากปฏิกริยาของแอมโมเนีย ไฮโปคลอไรด์และฟีนอล มีเกลือมังกานีสเป็นคะตะลิส จะได้สีน้ำเงินของ indophenol ซึ่งวัดได้ที่ 630 มิลลิไมครอน ตัวขัดขวางของวิธีนี้คือ ค่าความเป็นด่างที่สูงเกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดที่สูงเกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร สี และความขุ่น ซึ่งกำจัดได้โดยทำการกลั่นตัวอย่างก่อน

1. วิธีการทดลอง

1.1 เครื่องมือ

1.1.1 เสปคโตรโฟโตมิเตอร์ สำหรับใช้ที่ 630 มิลลิไมครอน กับ light path ขนาด 1 เซนติเมตร

1.2 น้ำยาเคมี

1.2.1 น้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย

1.2.3 น้ำยากรดไฮโปคลอรัส

1.2.3 สารละลายมังกานีสซัลเฟต 0.003 โมลลาร์

1.2.4 น้ำยาฟีเนท

1.2.5 สารละลายสต็อกแอมโมเนียม

2. วิธีการทดลอง

2.1 ดูดตัวอย่าง 10.00 มิลลิลิตร ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายมังกานีสซัลเฟต 1 หยด นำไปตั้งบนเครื่องคนแม่เหล็ก เติมสารละลายไฮโปคลอรัส 0.5 มิลลิลิตร ทันทีให้เติมน้ำยาฟีเนท 0.6 มิลลิลิตร โดยเติมทีละหยด คนอย่างแรง ในขณะที่เติม เนื่องจากอายุของน้ำยามีผลต่อความเข้มของสี ให้ทำแบลงค์และมาตราฐานทุกครั้งที่ทำการหาตัวอย่าง วัดค่า แอบสอบแบนซ์โดยใช้ reagent blank ในการปรับเสกลเป็นศูนย์ สีจะเกิดขึ้น

อย่างสมบูรณ์ ภายใน 10 นาที และอยู่ตัวอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ทำการวัด แอบสอบแบนซ์ ในช่วง 600 ถึง 660 มิลลิไมครอน เตรียม calibration curve ในช่วงของแอมโมเนีย ไนโตรเจน 0.1- 5 ไมโครกรัม โดยผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ เหมือนตัวอย่างทุกประการ

3. การคำนวณ

$$\text{mg/l ammonia N} = \frac{A \times B \times D}{C \times S \times E}$$

เมื่อ A = ค่าแอบสอบแบนซ์ของตัวอย่าง

B = ไมโครกรัมแอมโมเนียไนโตรเจนในมาตรฐานที่นำมา

C = ค่าแอบสอบแบนซ์ของมาตรฐาน

S = มิลลิลิตรของตัวอย่างที่ใช้

D = ปริมาตรทั้งหมดของ distillate เป็นมิลลิลิตร

E = ปริมาตรของ distillate ที่ใช้ในการเกิดสีเป็นมิลลิลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

ข้อมูลเบื้องต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 อัตราการใช้ออกซิเจนของปลาตะเพียนขาวในสารละลายเมอร์คิวริคคลอไรด์ 104

($ml\text{-}O_2/gm\cdot hr$) ในระยะเวลา 30 วัน

ความเข้มข้น (mg/l)	อัตราการใช้ออกซิเจนของปลา ($ml\text{-}O_2/gm\cdot hr$) ในระยะเวลา 30 วัน			
	0	10	20	30
กลุ่มควบคุม	1.88	2.91	3.55	3.03
	1.60	3.12	2.54	2.73
	1.45	2.93	3.48	3.65
	1.54	3.19	3.57	2.95
	1.42	3.42	3.22	3.25
ค่าเฉลี่ย	1.58	3.11	3.27	3.12
0.06	3.39	1.34	2.33	ปลาตายไม่พอวิเคราะห์
	2.33	1.67	2.42	"
	2.26	2.14	1.98	"
	2.69	1.85	1.48	"
	2.20	1.60	1.82	"
ค่าเฉลี่ย	2.57	1.72	2.01	"
0.04	3.04	3.60	2.75	3.70
	2.95	2.90	3.49	3.14
	2.79	3.25	2.51	3.62
	2.32	2.78	3.16	3.43
	2.36	2.39	2.54	3.05
ค่าเฉลี่ย	2.69	2.98	2.89	3.39
0.02	3.32	3.43	4.91	3.97
	2.22	2.92	3.88	2.83
	2.24	3.20	2.63	2.70
	3.70	3.68	4.40	2.82
	2.17	2.60	3.72	3.65
ค่าเฉลี่ย	2.73	3.17	3.91	3.19

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 อัตราการใช้ออกซิเจนของปลาตะเพียนขาวในสารละลายเลดไนเตรท ($ml\text{-}O_2/gm\cdot hr$) ในระยะเวลา 30 วัน

ความเข้มข้น (mg/l)	อัตราการใช้ออกซิเจนของปลา ($ml\text{-}O_2/gm\cdot hr$) ในระยะเวลา 30 วัน			
	0	10	20	30
กลุ่มควบคุม	1.24	3.92	3.07	2.88
	1.99	3.32	2.75	2.22
	1.91	3.97	3.52	2.11
	1.42	4.42	2.59	2.58
	1.52	3.57	3.67	3.24
ค่าเฉลี่ย	1.62	3.84	3.12	2.61
17.6	0.89	1.75	1.22	1.59
	1.06	1.75	1.34	1.69
	1.75	2.47	1.12	2.19
	0.86	2.12	1.21	1.40
	0.99	2.24	1.37	1.73
ค่าเฉลี่ย	1.11	2.07	1.25	1.72
11.7	1.69	2.66	3.57	1.89
	2.36	2.99	2.44	2.36
	2.11	2.47	2.63	2.09
	1.89	3.02	2.20	3.64
	1.49	2.71	2.32	2.68
ค่าเฉลี่ย	1.91	2.77	2.63	2.53
7.0	1.94	3.70	3.10	3.05
	1.87	2.59	3.65	2.10
	2.75	3.28	2.85	3.07
	1.97	4.61	3.19	2.95
	1.57	3.46	3.15	2.53
ค่าเฉลี่ย	2.01	3.53	3.19	2.74

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 พิษของเฉียบพลันของสารละลายเมอร์คิวริคคลอไรด์ต่อไรน้ำแดงรุ่น F_1 (รุ่นแรก)

ชุดที่	จำนวนครั้งของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (ครั้ง)				อายุ (วัน)				จำนวนลูกทั้งหมด (ตัว)			
	ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)			
	กลุ่มควบคุม	.003	.002	.001	กลุ่มควบคุม	.003	.002	.001	กลุ่มควบคุม	.003	.002	.001
1	2	5	2	3	4	7	4	5	26	65	23	37
2	2	4	2	4	4	6	4	7	21	50	20	47
3	4	2	4	3	6	5	6	5	37	22	55	28
4	6	7	5	2	8	9	7	4	33	75	56	28
5	2	1	3	2	4	3	4	4	25	11	28	23
6	3	1	4	2	6	3	6	4	47	17	31	23
7	5	1	3	2	8	4	5	4	80	12	42	24
8	4	2	3	6	6	4	4	8	57	11	28	55
9	2	2	2	2	4	4	4	6	24	20	26	27
10	2	2	3	3	5	4	5	6	27	20	27	31
11	2	2	2	2	4	4	4	5	25	18	23	26
12	2	7	2	5	4	9	5	8	25	63	25	58
13	8	2	2	2	10	4	4	6	114	26	27	26
14	2	2	2	2	5	4	5	6	31	16	24	21
15	2	1	5	5	5	4	6	7	30	14	49	54
เฉลี่ย	3.20	2.73	2.93	3.00	5.53	4.93	4.87	5.66	40.1	29.3	29.8	33.8
S.D.	-	-	-	-	-	-	-	-	24.9	21.3	11.6	12.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 พิษรองเฉียบพลันของสารละลายเมอร์คิวริคคลอไรด์ต่อไรน้ำแดงรุ่น F_2 (รุ่นที่ 2)

ชุดที่	จำนวนครั้งของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (ครั้ง)				อายุ (วัน)				จำนวนลูกทั้งหมด (ตัว)			
	ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)			
	กลุ่มควบคุม	.003	.002	.001	กลุ่มควบคุม	.003	.002	.001	กลุ่มควบคุม	.003	.002	.001
1	4	4	7	3	6	6	9	5	47	45	77	33
2	5	1	4	2	7	7	7	5	52	10	54	39
3	5	6	4	4	7	9	7	6	61	62	56	50
4	3	3	2	5	5	5	4	10	41	39	25	55
5	6	2	3	6	8	4	4	9	64	20	46	53
6	4	5	6	4	6	7	8	6	52	69	56	41
7	2	4	4	5	4	6	7	7	36	51	49	60
8	5	4	4	4	7	6	6	6	60	53	61	47
9	5	4	4	4	7	6	6	6	60	53	61	47
10	5	5	3	4	7	7	5	6	73	79	25	35
11	4	1	5	5	6	3	7	7	68	13	60	64
12	4	1	4	3	6	3	7	5	43	10	51	32
13	4	6	5	5	6	9	7	7	45	63	36	68
14	4	4	4	4	6	6	6	7	57	57	35	34
15	4	2	5	6	6	5	7	8	73	14	50	83
เฉลี่ย	4.26	3.47	4.27	4.27	6.27	5.93	6.47	6.67	56.4	42.2	48.7	49.2
S.D.	-	-	-	-	-	-	-	-	11.2	22.6	13.8	14.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 พิษรองเฉียบพลันของสารละลายเมอร์คิวริคคลอไรด์ต่อไรน้ำแดงรุ่น F_3 (รุ่นที่ 3)

ชุดที่	จำนวนครั้งของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (ครั้ง)				อายุ (วัน)				จำนวนลูกทั้งหมด (ตัว)			
	ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)			
	กลุ่มควบคุม	.003	.002	.001	กลุ่มควบคุม	.003	.002	.001	กลุ่มควบคุม	.003	.002	.001
1	3	4	3	3	5	6	5	6	58	79	84	54
2	6	3	3	3	8	4	5	5	91	32	56	35
3	3	4	3	5	5	6	5	7	59	73	65	76
4	3	4	4	2	5	5	6	4	42	65	79	23
5	4	6	2	4	6	8	4	6	76	50	37	58
6	4	3	2	3	6	5	4	5	69	34	30	68
7	4	5	5	5	6	7	7	7	70	66	94	85
8	1	6	3	4	3	7	4	6	15	82	29	82
9	5	3	6	3	7	4	10	4	34	11	69	31
10	3	2	5	7	4	4	6	10	20	22	22	48
11	2	7	2	2	5	12	3	5	17	66	15	25
12	2	8	2	4	5	12	3	8	16	81	17	49
13	11	9	2	4	13	11	3	6	71	75	15	31
14	3	2	6	10	4	4	9	2	22	15	39	94
15	4	4	3	4	5	6	4	6	34	23	19	49
เฉลี่ย	3.87	4.67	3.40	4.20	5.8	6.73	5.20	6.47	46.3	55.6	44.6	53.8
S.D.	-	-	-	-	-	-	-	-	24.8	25.2	26.5	21.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 พิษรองเฉียบพลันของสารละลายเมอร์คิวริคคลอไรด์ต่อไรน้ำแดงรุ่น F_4 (รุ่นที่ 4)

ชุดที่	จำนวนครั้งของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (ครั้ง)				อายุ (วัน)				จำนวนลูกทั้งหมด (ตัว)			
	ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)			
	กลุ่มควบคุม	.003	.002	.001	กลุ่มควบคุม	.003	.002	.001	กลุ่มควบคุม	.003	.002	.001
1	6	5	6	6	8	7	8	8	84	77	87	89
2	6	7	6	2	8	9	8	4	91	93	80	24
3	2	5	6	2	4	7	8	5	36	69	96	30
4	2	2	6	5	3	4	8	7	30	33	92	70
5	6	2	5	2	8	4	7	4	90	40	64	24
6	6	2	6	5	8	3	8	8	86	23	73	82
7	6	2	5	2	8	4	7	4	54	23	72	17
8	6	4	6	4	8	7	8	6	113	64	96	71
9	2	3	6	7	3	4	8	9	22	40	97	97
10	4	3	3	7	5	4	4	9	48	30	24	78
11	2	4	5	2	4	5	6	3	28	47	52	17
12	2	2	2	3	4	4	4	4	22	17	21	37
13	2	3	3	6	3	4	4	5	47	34	20	92
14	5	4	3	6	7	5	4	9	43	30	21	55
15	6	5	5	5	7	7	6	7	60	53	47	45
เฉลี่ย	4.20	3.53	4.87	4.27	5.87	5.20	6.53	6.13	56.9	44.8	62.8	55.2
S.D.	-	-	-	-	-	-	-	-	28.1	21.4	28.9	28.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 พิษรองเฉียบพลันของสารละลายเมอร์คิวริคคลอไรด์ต่อไรน้ำแดงรุ่น F_8 (รุ่นที่ 5)

ชุดที่	จำนวนครั้งของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (ครั้ง)				อายุ (วัน)				จำนวนลูกทั้งหมด (ตัว)			
	ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)			
	กลุ่มควบคุม	.003	.002	.001	กลุ่มควบคุม	.003	.002	.001	กลุ่มควบคุม	.003	.002	.001
1	4	7	3	6	7	9	7	8	72	113	50	78
2	4	5	6	4	6	7	7	6	62	77	58	74
3	5	4	4	4	7	6	6	8	79	62	55	82
4	2	7	4	4	4	9	7	6	36	105	57	80
5	5	8	3	5	7	10	6	8	79	127	66	69
6	4	7	3	4	6	9	7	8	79	100	71	75
7	5	2	4	4	8	4	8	7	82	23	69	77
8	4	6	3	4	6	8	7	6	83	101	74	67
9	4	4	2	6	6	6	4	8	74	63	20	68
10	6	6	6	5	9	8	8	8	94	72	40	51
11	4	6	6	6	7	10	8	8	60	72	62	50
12	6	2	6	8	11	4	9	10	99	16	89	66
13	6	6	6	6	8	8	8	8	65	79	63	55
14	9	4	6	6	11	6	7	8	100	22	70	51
15	3	6	6	6	5	8	8	8	20	66	83	89
เฉลี่ย	4.73	5.33	4.53	5.2	7.2	7.47	7.13	7.67	72.3	73.2	61.8	68.8
S.D.	-	-	-	-	-	-	-	-	21.1	32.4	16.3	11.9

ตารางที่ 8 พิษรองเฉียบพลันของสารละลายเลดไนเตรทต่อไรน้ำแดงรุ่น F_1 (รุ่นแรก)

ชุดที่	จำนวนครั้งของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (ครั้ง)				อายุ (วัน)				จำนวนลูกทั้งหมด (ตัว)			
	ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)			
	กลุ่มควบคุม	0.16	0.11	0.06	กลุ่มควบคุม	0.16	0.11	0.06	กลุ่มควบคุม	0.16	0.11	0.06
1	2	1	5	5	4	3	7	8	25	9	56	58
2	4	2	2	1	7	4	4	3	34	21	23	10
3	5	4	2	1	8	7	4	5	68	34	14	11
4	5	3	5	4	8	7	8	7	64	25	50	58
5	5	1	2	2	7	4	5	4	56	9	18	15
6	3	1	1	5	5	3	5	7	45	11	10	37
7	3	2	1	2	7	3	3	4	45	18	12	13
8	4	3	1	1	6	5	5	3	65	31	12	8
9	2	1	5	1	4	3	9	5	23	11	57	9
10	3	4	1	5	5	8	3	9	40	33	9	62
11	6	1	2	6	7	3	4	9	52	9	15	67
12	1	1	3	3	4	4	7	6	12	10	32	26
13	1	2	1	1	3	3	5	5	10	16	8	8
14	4	1	1	1	7	3	7	4	26	9	33	9
15	2	1	1	1	4	3	3	5	30	11	8	11
เฉลี่ย	3.33	1.87	2.20	2.60	5.73	4.20	5.27	5.60	39.6	17.1	23.8	26.8
S.D.	-	-	-	-	-	-	-	-	18.2	9.1	17.1	22.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 พิษรองเฉียบพลันของสารละลายเลดไนเตรทต่อไรน้ำแดงรุ่น F_2 (รุ่นที่ 2)

ชุดที่	จำนวนครั้งของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (ครั้ง)				อายุ (วัน)				จำนวนลูกทั้งหมด (ตัว)			
	ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)			
	กลุ่มควบคุม	0.16	0.11	0.06	กลุ่มควบคุม	0.16	0.11	0.06	กลุ่มควบคุม	0.16	0.11	0.06
1	3	2	3	2	6	3	5	5	37	20	43	16
2	4	2	3	2	7	5	6	3	50	18	34	14
3	5	2	2	4	8	4	5	7	59	30	18	49
4	6	3	4	3	8	6	6	5	87	25	39	41
5	7	3	5	3	9	6	8	5	81	48	85	37
6	5	3	3	3	7	6	5	5	82	34	41	43
7	7	2	4	3	9	4	5	5	69	16	75	43
8	5	5	3	3	8	7	5	6	71	78	47	29
9	4	3	2	6	7	6	5	8	63	47	25	88
10	3	2	2	6	5	5	5	8	27	29	29	26
11	3	3	6	3	5	6	8	5	25	47	91	42
12	5	3	2	3	9	6	5	5	93	35	30	34
13	7	2	4	6	9	5	6	8	91	27	53	91
14	3	6	4	5	5	8	7	7	29	60	65	60
15	3	6	1	4	6	8	4	6	48	83	14	42
เฉลี่ย	4.66	3.13	3.20	3.73	7.20	5.67	5.67	5.87	60.8	39.8	45.9	46.0
S.D.	-	-	-	-	-	-	-	-	23.0	20.0	22.8	21.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 พิษรองเฉียบพลันของสารละลายเลดไนเตรทต่อไรน้ำแดงรุ่น F_3 (รุ่นที่ 3)

ชุดที่	จำนวนครั้งของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (ครั้ง)				อายุ (วัน)				จำนวนลูกทั้งหมด (ตัว)			
	ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)			
	กลุ่มควบคุม	0.16	0.11	0.06	กลุ่มควบคุม	0.16	0.11	0.06	กลุ่มควบคุม	0.16	0.11	0.06
1	1	4	4	3	3	6	7	5	18	56	53	61
2	7	1	6	4	9	3	9	6	113	12	66	66
3	1	4	9	6	3	6	11	8	15	48	82	85
4	2	2	3	7	4	4	5	10	36	33	52	76
5	3	7	4	5	5	9	6	9	52	75	73	76
6	3	4	4	5	5	5	5	7	57	58	57	75
7	3	4	4	8	5	7	6	10	49	63	68	86
8	5	4	4	3	7	6	6	5	89	51	77	54
9	4	4	7	4	6	6	9	6	60	67	93	70
10	5	3	3	7	7	5	5	10	77	53	57	88
11	4	3	3	5	6	5	5	8	59	46	55	79
12	4	3	4	4	7	5	6	6	60	53	63	73
13	2	4	5	3	4	6	7	5	28	55	76	58
14	3	4	4	5	5	6	6	7	50	63	69	83
15	4	4	4	4	7	6	6	6	53	61	61	64
เฉลี่ย	3.40	3.66	4.53	4.87	5.53	5.80	6.73	7.20	54.4	52.9	66.8	72.9
S.D.	-	-	-	-	-	-	-		24.8	14.5	11.4	10.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ผลของเฉลี่ยพลันของสารละลายเลดไนเตรทต่อไรน้ำแดงรุ่น F_4 (รุ่นที่ 4)

ชุดที่	จำนวนครั้งของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (ครั้ง)				อายุ (วัน)				จำนวนลูกทั้งหมด (ตัว)			
	ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)			
	กลุ่มควบคุม	0.16	0.11	0.06	กลุ่มควบคุม	0.16	0.11	0.06	กลุ่มควบคุม	0.16	0.11	0.06
1	7	3	4	3	9	5	6	5	79	27	44	53
2	3	6	5	4	5	8	8	6	27	70	41	59
3	6	5	6	2	8	7	8	4	79	59	57	22
4	2	6	6	9	4	9	8	11	26	74	66	83
5	3	3	5	6	5	5	7	9	27	37	49	61
6	7	4	5	4	9	6	8	6	78	48	65	58
7	4	4	3	6	6	6	5	8	46	42	62	46
8	7	7	6	4	9	8	8	6	81	70	78	34
9	7	4	5	3	9	6	7	5	78	43	66	49
10	5	4	3	3	7	7	6	5	62	41	47	38
11	5	2	2	2	7	4	4	4	54	30	25	25
12	2	4	2	2	4	6	4	4	38	51	33	30
13	6	4	5	3	9	5	7	5	65	53	57	40
14	6	4	3	5	8	6	5	7	64	44	39	66
15	6	6	2	6	9	9	4	8	49	73	37	58
เฉลี่ย	5.07	4.40	4.13	4.13	7.20	6.47	6.33	6.20	56.8	50.8	51.0	48.1
S.D.	-	-	-	-	-	-	-	-	19.8	14.9	14.3	16.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 พิษรองเฉียบพลันของสารละลายเลดไนเตรทต่อไรน้ำแดงรุ่น F_5 (รุ่นที่ 5)

ชุดที่	จำนวนครั้งของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (ครั้ง)				อายุ (วัน)				จำนวนลูกทั้งหมด (ตัว)			
	ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)				ความเข้มข้น (mg/l)			
	กลุ่มควบคุม	0.16	0.11	0.06	กลุ่มควบคุม	0.16	0.11	0.06	กลุ่มควบคุม	0.16	0.11	0.06
1	5	7	4	5	7	9	6	7	56	92	46	74
2	4	8	7	8	7	10	9	10	57	89	90	113
3	5	5	8	9	8	7	11	11	50	79	94	105
4	6	5	4	9	8	7	6	11	58	76	52	96
5	5	5	9	4	7	7	11	6	55	82	104	58
6	5	7	5	8	7	11	7	11	59	92	79	88
7	5	5	7	7	8	7	9	9	55	95	92	92
8	7	5	5	6	10	7	8	9	78	81	77	102
9	5	5	5	7	7	7	7	10	46	74	70	91
10	7	6	8	8	9	8	11	11	99	79	113	97
11	4	5	8	5	6	7	11	7	46	79	110	69
12	9	5	8	5	11	7	11	8	107	78	111	51
13	7	6	4	4	9	8	7	7	91	71	50	54
14	7	6	6	8	12	8	9	11	81	79	108	109
15	5	8	5	8	7	10	8	10	48	95	80	104
เฉลี่ย	5.73	5.87	6.20	6.93	8.20	8.00	8.73	9.80	65.7	82.7	85.1	86.8
S.D.	-	-	-	-	-	-	-	-	19.5	7.5	21.2	19.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 แสดงน้ำหนักปลาตะเพียนขาวที่เลี้ยงในสารละลายเมอร์คิวริคคลอไรด์ ในระยะเวลา 30 วัน

ระยะเวลาทำการทดลอง (วัน)	ความเข้มข้นของปรอท (mg/l)	น้ำหนักปลาเฉลี่ยต่อตัวในชุดการทดลองต่าง ๆ (กรัม)		
		1	2	3
0	0.06	0.25	0.22	0.17
	0.04	0.22	0.26	0.16
	0.02	0.25	0.28	0.16
	0 (กลุ่มควบคุม)	0.24	0.19	0.15
10	0.06	0.29	0.25	0.23
	0.04	0.32	0.34	0.22
	0.02	0.31	0.35	0.17
	0	0.34	0.29	0.21
20	0.06	0.58	0.31	0.54
	0.04	0.26	0.36	0.24
	0.02	0.34	0.40	0.31
	0	0.35	0.27	0.28
30	0.06	0.25	- *	- *
	0.04	0.21	0.39	0.23
	0.02	0.34	0.35	0.30
	0	0.34	0.28	0.28

หมายเหตุ * ปลาตายจนหมดภาชนะที่ทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 แสดงน้ำหนักปลาตะเพียนขาวที่เลี้ยงในสารละลายเลดไนเตรทในระยะเวลา 30 วัน

ระยะเวลาทำการทดลอง (วัน)	ความเข้มข้นของตะกั่ว (mg/l)	น้ำหนักปลาเฉลี่ยต่อตัวในชุดการทดลองต่าง ๆ (กรัม)		
		1	2	3
0	17.6	0.28	0.26	0.33
	11.7	0.18	0.30	0.26
	7.0	0.25	0.39	0.21
	0 (กลุ่มควบคุม)	0.23	0.24	0.34
10	17.6	0.29	0.32	0.39
	11.7	0.21	0.40	0.30
	7.0	0.27	0.43	0.23
	0	0.25	0.25	0.37
20	17.6	0.27	0.27	0.35
	11.7	0.18	0.45	0.27
	7.0	0.24	0.33	0.22
	0	0.26	0.31	0.37
30	17.6	0.29	0.33	0.38
	11.7	0.15	0.41	0.23
	7.0	0.21	0.39	0.11
	0	0.24	0.26	0.35

ประวัติผู้เขียน

นายประยุทธ เจริญกุล เกิดเมื่อวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2510 ที่อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในปีการศึกษา 2531 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2532 ปัจจุบันทำงานในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บริษัทธรณีเท็ค จำกัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย