เอกสารอ้างอิง

ธิติปวัฒน์, ยนิษฐา "ความเป็นพิษของ Bacillus thuringiensis var. israelensis Serotype H-14 และ Bacillus sphaericus var. fusiformis สายพันธุ์ 1593 ต่อลูกน้ำยุง Aedes aegypti (Linn.) และ Culex quinquefasciatus Say" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2525.

จันทลักษณา, จรัญ. สถิติ : วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย, พิมพ์ครั้งที่ 4, หน้า 165-217, ไทยวัฒนาพานิช, กทม., 2523.

Ali, A., Baggs, R.D. and Stewart, J.P. "Susceptibility of Some Florida Chironomids and Mosquitoes to Various Formulations of Bacillus thuringiensis serovar. israelensis" J. Econ. Entomol. 74(1981) : 672-677.

Angus, T.A. "A Bacterial Toxin Paralysing Silkworm Larvae" Nature. 173(1954) : 545.

Angus, T.A. "Association of Toxicity with Proteincrystalline Inclusion of Bacillus sotto Ishiwata" Can. J. Microbiol. 2(1956 a) : 122-131.

Angus, T.A. "Extraction, Purification, and Properties of Bacillus sotto Toxin" Can. J. Microbiol. 2(1956 b) : 416-426.

de Barjac, H. "Une Nouvelle Variete de Bacillus thuringiensis tres Toxique pour les Moustiques : B. thuringiensis var. israelensis Serotype 14" C.R. Acad. Sci. (Paris). 286 D(1978 a) : 797-800.

de Barjac, H. "Toxicite de Bacillus thuringiensis var. israelensis pour les Larves d'Aedes aegypti et de Anopheles stephensi" C.R. Acad. Sci. (Paris). 286 D(1978 b) : 1175-1178.

de Barjac, H. "Note on the Preparation of a Bacillus thuringiensis serotype H-14" WHO/VBC/79.741, World Health Organization, Geneva, 1979.

de Barjac, H. and Coz, J. "Sensibilite Comparee de Six Especes Differentes de Moustiques a Bacillus thuringiensis var. israelensis." Bull. WHO. Vol. 57 No. 1 pp. 139-141, Geneva, 1979.

de Barjac, H., Larget, I., Benichou, L., Cosmao, V., Viviani, G., Ripouteau, H. and Papion, S. "Innocuity Test on Mammals with Serotype H-14 of Bacillus thuringiensis." WHO/VBC/80.761, World Health Organization, Geneva, 1980.

Bechtel, D.B. and Bulla, L.A., Jr. "Electron Microscope Study of Sporulation and Parasporal Crystal Formulation in Bacillus thuringiensis" J. Bact. 127(3), (1976) : 1472-1481.

Brown, A.W.A. "The Safety of Biological Agents for Arthropod Control" WHO Chronicle. 28(1974) : 261-264.

Buchanan, R.E. and Gibbon, N.E. in Bergey's Mannual of Determinative Bacteriology, 8th ed., p. 536, Waverly Press, Baltimore, 1974.

Bulla, L.A., Jr., Kramer, K.J. and Davidson, L.T. "Characterization of the Entomocidal Parasporal Crystal of Bacillus thuringiensis" J. Bact. 130(1), (1977) : 375-383.

Chapman, H.C. "Biological Control of Mosquito Larvae" Ann. Rev. Entomol. 19(1974) : 33-59.

Chih-Ning Sun, Geoghiou, G.P. and Weiss, K. "Toxicity of Bacillus thuringiensis var. israelensis to Mosquito Larvae Variously Resistant to Conventional Insecticides" Mosq. News. 40(4), (1980) : 614-618.

Chilcott, C.N., Kalmakoff, J. and Pillai, J.S. "Biological Significance of Protease Activity in Bacillus thuringiensis var. israelensis Crystals" WHO/VBC/81.835, World Health Organization, Geneva, 1981.

Chilcott, C.N., Pillai, J.S. and Kalmakoff, J. "The Field Effectiveness of Bacillus thuringiensis var. israelensis Against Black Fly Larvae in New Zealand." WHO/VBC/82.859, World Health Organization, Geneva, 1982.

Dame, D.A., Savage, K.E., Meisch, M.V. and Oldacre, S.L. "Assessment of Industrial Formulations of Bacillus thuringiensis var. israelensis" Mosq. News. 41(3), (1981) : 540-546.

Davidson, E.W., Sweeney, A.W. and Cooper, R. "Comparative Field Trials of Bacillus sphaericus Strain 1593 and B. thuringiensis var. israelensis Commercial Powder Formulations" J. Econ. Entomol. 74(3), (1981) : 350-354.

Dejoux, C. "Recherches Preliminaires Concernant l'Action de Bacillus thuringiensis israelensis de Barjac sur la Faune d' Invertebres d' un Cours d' edu Tropical." WHO/VBC/79.721, World Health Organization, Geneva, 1979.

Eldridge, B.F. and Callicrate, J. "Efficacy of Bacillus thuringiensis var. israelensis de Barjac for Mosquito Control in a Western Oregon Log Pond" Mosq. News. 42(1), (1982) : 102-105.

Faust, R.M. "Toxins of Bacillus thuringiensis : Mode of Action in Biological Regulation of Vectors, the Saprophytic and Aerobic Bacteria and Fungi, J.D. Briggs(Ed.)" USDHEW Publ. No. (NIH) 77-1180. (1976) : 31-48.

Federici, B.A. "The Development of Bacillus thuringiensis var. israelensis and Its Site of Action in Mosquito Larvae." Proceedings and Papers of the Forty-ninth Annual Conference of the California Mosquito and Vector Control Association pp. 17-19, 1982.

Finney, D.J. and Tattersfield, F. in Probit Analysis, 2nd ed., pp. 1-318, Cambridge University Press, London, 1952.

Frommer, R.L., Hembree, S.C., Nelson, J.H., Remington, M.P. and Gibbs, P.H. "The Distribution of Bacillus thuringiensis var. israelensis in Flowing Water with No Extensive Aquatic Vegetative Growth" Mosq. News. 41(2), (1981 a) : 331-338.

Frommer, R.L., Nelson, J.H., Remington, M.P. and Gibbs, P.H. "The Effects of Extensive Aquatic Vegetative Growth on the Distribution of Bacillus thuringiensis var. israelensis in Flowing Water" Mosq. News. 41(4), (1981 b) : 713-724.

Garcia, R. and Desrochers, B. "Toxicity of Bacillus thuringiensis var. israelensis to Some California Mosquitoes Under Different Conditions" Mosq. News. 39(3), (1979) : 541-544.

Garcia, R. and Desrochers, B. "Preliminary Field Trials with Bacillus thuringiensis var. israelensis Against Aedes dorsalis and Culex tarsalis in Salt Marshes." Proceedings and Papers of the Forty-eighth Annual Conferrence of the California Mosquito and Vector Control Association pp. 20-23, 1980.

Garcia, R., Federici, B.A., Hall, I.M., Mulla, M.S. and Schaefer, C. H. "BTI-a Potent New Biological Weapon" Calif. Agric. 34 (1980 a) : 18-19.

Garcia, R, Desrochers, B. and Tozer, W. "Studies on the Toxicity of Bacillus thuringiensis var. israelensis Against Organisms Found in Association with Mosquito Larvae." Proceedings and Papers of the Forty-eighth Annual Conferrence of the California Mosquito and Vector Control Association pp. 33-36, 1980 b.

Goldberg, L.J. and Margarit, J. "A Bacterial Spore Demonstrating Rapid Larvicidal Activity Against Anopheles sergenti, Uranotaenia unguiculata, Culex univitattus, Aedes aegypti and Culex pipiens" Mosq. News. 37(3), (1977) : 355-358.

Hall, I.M., Arakawa, K.Y., Dulmage, H.T. and Correa, J.A. "The Pathogenicity of Strains of Bacillus thuringiensis to Larvae of Aedes and Culex Mosquitoes" Mosq. News. 37(1977) : 246-251.

Hannay, C.L. "Crystalline Inclusions in Aerobic Sporeforming Bacteria" Nature. 172(1953) : 1004.

Hembree, S.C., Meisch, M.V. and Williams, D. "Field Test of Bacillus thuringiensis var. israelensis Against Psorophora columbiae Larvae in Small Rice Plots" Mosq. News. 40(1), (1980) : 67-70.

Ignoffo, C.M., Couch, T.L., Garcia, C. and Kroha, M.J. "Relative Activity of Bacillus thuringiensis var. kurstaki and B. thuringiensis var. israelensis Against Larvae of Aedes aegypti, Culex quinquefasciatus, Trichoplusia ni, Heliothis

zea and Heliothis virescens" J. Econ. Entomol. 74(1981) : 218-222.

Lacey, L.A. and Lacey, J.M. "The Larvicidal Activity of Bacillus thuringiensis var. israelensis (H-14) Against Mosquitoes of the Central Amazon Basin" Mosq. News. 41(2), (1981) : 266-270.

Lacey, L.A. and Dame, D.A. "The Effect of Bacillus thuringiensis var. israelensis on Toxorhynchites rutilus rutilus (Diptera : Culicidae) in the Presence and Absence of Prey" J. Med. Entomol. 19(5), (1982) : 593-596.

Lacey, L.A. and Singer, S. "Larvicidal Activity of New Isolates of Bacillus sphaericus and Bacillus thuringiensis (H-14) Against Anopheline and Culicine Mosquitoes" Mosq. News. 42(4), (1982) : 537-543.

de Maio, J.D., Beier, J.C. and Durso, S.L. "Larvicidal Activity of Bacillus thuringiensis var. israelensis Against Aedes triseriatus in Treehole and Tire Habitats" Mosq. News. 41(4), (1981) : 765-769.

Matsumura, F. Effects of Pesticides on Wildlife : Factors Influencing Toxicity in Toxicology of Insecticides, 2nd ed., pp. 365-366, Plemun Press, N.Y., 1976.

Mc Laughlin, R.E. and Fukuda, T. "Effectiveness of Bacillus thuringiensis Serotype H-14 Against Culex quinquefasciatus in Small Ditches" Mosq. News. 42(2), (1982) : 158-162.

Mc Laughlin, R.E., Fukuda, T., Willis, O.R. and Billodeaux, J. "Effectiveness of Bacillus thuringiensis Serotype H-14 Against

Anopheles crucians" Mosq. News. 42(3), (1982) : 370-374.

Miura, T., Takahashi, R.M. and Mulligan, F.S., III. "Effects of the Bacterial Mosquito Larvicide Bacillus thuringiensis Serotype H-14 on Selected Aquatic Organisms" Mosq. News. 40(4), (1980) : 619-622.

Miura, T., Takahashi, R.M. and Mulligan, F.S., III. "Impact of the Use of Candidate Bacterial Mosquito Larvicides on Some Selected Aquatic Organisms." Proceedings and Papers of the Forty-ninth Annual Conferrence of the California Mosquito and Vector Control Association pp. 45-48, 1982.

Molloy, D., Gaugler, R. and Jamnback, H. "Factors Influencing Efficacy of Bacillus thuringiensis var. israelensis as a Biological Control Agent of Black Fly Larvae" J. Econ Entomol. 74(1981) : 61-64.

Molloy, D. and Jamnback, H. "Field Evaluation of Bacillus thuringiensis as a Black Fly Biocontrol Agent and Its Effect on Nontarget Stream Insects" J. Econ. Entomol. 74(1981) : 314-318.

Mulligan, F.S., III, Schaefer, C.H. and Wilder, W.H. "Efficacy and Persistance of Bacillus sphaericus and B. thuringiensis H-14 Against Mosquitoes Under Laboratory and Field Conditions" J. Econ. Entomol. 75(5), (1980) : 684-688.

Nugud, A.D. and White, G.B. "Evaluation of Bacillus thuringiensis Serotype H-14 Formulation as Larvicides for Anopheles arabiensis (Species B of the An. gambiae Complex)" Mosq. News. 42(1), (1982) : 36-40.

Peyton, E.L. and Harrison, B.A. "Anopheles (Cellia) dirus, a New Species of the Leucosphyrus Group from Thailand" Mosq. Syst. 11(1), (1979) : 40-52.

Prasertphon, S. "Development of Production and Application of Bacillus thuringiensis in Thailand" Thai J. Agric. Sci. 9(1976) : 25-50.

Purcell, B.H. "Effects of Bacillus thuringiensis var. israelensis on Aedes taeniorhynchus and Some Non-target Organisms in the Salt Marsh" Mosq. News. 41(3), (1981) : 476-484.

Rishikesh, N., Burges, H.D. and Vandekar, M. "Operational Use of Bacillus thuringiensis Serotype H-14 and Environmental Safety" WHO/VBC/83.871, World Health Organization, Geneva, 1983.

Rishikesh, N. and Quelennec, G. "Introduction to a Standardized Method for the Evaluation of the Potency of Bacillus thuringiensis Serotype H-14 Based Products." Bull. WHO. Vol. 61 No. 1 pp. 93-97 Geneva, 1983.

Romoska, W.A. and Pacey, C. "Food Availability and Period of Exposure as Factors of Bacillus sphaericus Efficacy on Mosquito Larvae" J. Econ. Entomol. 72(1979) : 523-525.

Romoska, W.A., Watts, S. and Rodriguez, R.E. "Influence of Suspended Particulates on the Acticity of Bacillus thuringiensis Serotype H-14 Against Mosquito Larvae" J. Econ. Entomol. 75(1982) : 1-4.

Sebastein, R.J. and Brust, R.A. "An Evaluation of Two Formulations of Bacillus thuringiensis var. israelensis for Larval Mosquito Control in Sod-lined Simulated Pools" Mosq. News. 41(3),

(1981) : 508-511.

Shadduck, J.A. "Some Considerations on the Safety Evaluation of Nonviral Microbial Pesticides." Bull. WHO. Vol. 61 No. 1 pp. 117-128 Geneva, 1983.

Shadduck, J.A. "Bacillus thuringiensis Serotype H-14 Maximum Challenge and Eye Irritation Safety Tests in Mammals." WHO/VBC/80.763, World Health Organization, Geneva, 1980.

Singer, S. "Entomogenous Bacilli Against Mosquito Larvae" Dev. Ind. Microbiol. 15(1974) : 187-194.

Sinegre, G., Gaven, B., Jullien, J.L., Crespo, O. and Vigo, G. "Activite Larvicide de Bacillus thuringiensis var. israelensis sur Quelques Especes de Moustiques." Congres sur la Lutte Contre les Insectes en Milieu Tropical Marseille, In Press, 1979.

Sinegre, G., Gaven, B. and Jullien, J.L. "Safety of Bacillus thuringiensis Serotype H-14 for Non-target Organisms in Mosquito Breeding Sites of the French Mediterranean Coast." WHO/VBC/79.742, World Health Organization, Geneva, 1979.

Sinegre, G., Gaven, B. and Vigo, G. "Contribution a la Normalisation des Epreuves de Laboratorie Concernant des Formulations Experimentales et Commerciales du Serotype H-14 de Bacillus thuringiensis. II. Influence de la Temperature, de Chlore Residual, du pH et de la Temparature de l'eau sur l'Activite Biologique d'une Poudre Primaire." WHO/VBC/80.770, World Health Organization, Geneva, 1980 a.

Sinegre, G., Gaven, B. and Jullien, J.L. "Contribution a la Normalisation des Epreuves de Laboratoire Concernant les Formulations Experimentales et Commerciales du Serotype H-14 de Bacillus thuringiensis. III. Influence Separee ou Conjointe de la Densite Larvaire, du Volume ou Profondeur de 1'Action Larvicide Residuelle d'une Poudre Primaire." WHO/VBC/80.772, World Health Organization, Geneva, 1980 b.

Steinhaus, E.A. "On the Correct Author of Bacillus sotto" J. Insect Pathol. 3(1961) : 97-100.

Tyrell, D.J., Davidson, L.I., Bulla, L.A., Jr., and Romaska, W.A. "Toxicity of Parasporal Crystals of Bacillus thuringiensis subsp. israelensis to Mosquitoes" Appl. Environ. Microbiol. 38(4), (1979) : 656-658.

Tyrell, D.J., Bulla, L.A., Jr., Andrews, R.E., Jr., Kramer, K.J., Davidson, L.I. and Nordin, P. "Comparative Biochemistry of Entomocidal Parasporal Crystals of Selected Bacillus thuringiensis Strains" J. Bact. 145(2), (1981) : 1052-1062.

Van Essen, F.W. and Hembree, S.C. "Simulated Field Studies with Four Formulation of Bacillus thuringiensis var. israelensis Against Mosquitoes : Residual Activity and Effect of Soil Constituents" Mosq. News. 42(1), (1982) : 66-72.

WHO. "Practical Entomology in Malaria Eradication. Part I." WHO/PA/62.63, World Health Organization, Geneva, 1962.

WHO Offset Publication No. 13. "Manual on Practical Entomology in Malaria : Part II Method and Technique." World Health Organization, Geneva, 1975.

WHO. "Biological Control Agent Data Sheet" VBC/BCDS/79.01, World Health Organization, Geneva, 1979 a.

WHO. "Data Sheet on the Biological Control Agent : Bacillus thuringiensis Serotype H-14 (de Barjac 1978)" WHO/VBC/79.750, World Health Organization, Geneva, 1979 b.

WHO. "Report of a Meeting on Standardization and Industrial Development of Microbial Control Agents" TDR/BCV/79.01, World Health Organization, Geneva, 1979 c.

WHO. "Standardized Method of Bioassay of the Larvicidal Action of Bacillus thuringiensis Serotype H-14." Bull. WHO. Vol. 58 No. 2 pp. 231-232 Geneva, 1980.

WHO. "Instructions for Determining the Susceptibility or Resistance of Mosquito Larvae to Insecticides." WHO/VBC/81.807, World Health Organization, Geneva, 1981 a.

WHO. "Mammalian Safety of Microbial Control Agents for Vector Control." WHO/VBC/81.820, World Health Organization, Geneva, 1981 b.

Wickremesinghe, R.S.B. and Mendis, C.L. "Evaluation of Bacillus thuringiensis var. israelensis and Bacillus sphaericus 1593 on Sri Lankan Strains of Larval Culex quinquefasciatus" Mosq. News. 41(3), (1981) : 558-559.

Wongsiri, S. "Preliminary Survey of the Natural Enemies of Mosquitoes in Thailand." J. Sci. Soc. Thailand. 8(4), 1982 : 205-213.

Wongsiri, S., Andre, R.G. and Daorai, A. "Biological Control of Mosquitoes in Thailand." Abstr. Malaria Research, Pattaya, Thailand, 1983.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ทางสถิติ

1. Probit analysis (Finney และ Tattersfield, 1952)

วิธีการทางสถิติที่ง่ายและสะดวกสำหรับสร้างสมการเส้นตรงจากข้อมูลทางชีววิทยาที่มีการกระจายสูงคือ การวิเคราะห์ของ probit analysis ด้วยการใช้วิธีอันเหมาะสมนี้เราสามารถประเมินค่า LC 50 ของจุลินทรีย์กำจัดแมลงต่อสัตว์ทดลองได้

ในการคำนวณเพื่อทำการวิเคราะห์ ให้เตรียมตารางซึ่งแบ่งออกเป็น 11 แถว สำหรับค่าของ $\wedge$, x, n, r, p, empirical probit, Y , nw, y, nwx และ nwy

1. ในแถว $\wedge$ แสดงความเข้มข้นของจุลินทรีย์กำจัดแมลงที่ใช้ในการทดลอง ในที่นี้ใช้ B. thuringiensis var. israelensis สูตรมาตรฐาน IPS-78 มีหน่วยเป็น ppm
2. ในแถว x แสดงค่า log $\wedge$
3. ในแถว n แสดงจำนวนสัตว์ทดลองที่ใช้ในการทดสอบ ในที่นี้ใช้ลูกน้ำยุง มีหน่วยเป็น ตัว และแถว r แสดงจำนวนสัตว์ทดลองที่ตายเนื่องจากการทดลอง
4. คำนวณอัตราการตาย (%) คือ p = 100r/n จากนั้นอ่านค่า empirical probit จากตาราง I
5. เขียนเส้นกราฟเส้นตรงระหว่าง empirical probit กับ x ลงใน probit paper โดยการกะประมาณด้วยสายตา จากเส้นตรงที่ได้อ่านค่า expected probit : Y
6. เปิดหาค่า weighting coefficient : w ของแต่ละค่า Y จากตาราง II
7. จากตาราง IV อ่านค่า working probit : y ของแต่ละค่า p และ Y
8. ค่า x, n, w, y ที่ได้ คำนวณหาผลคูณของค่า nw, nwx, nwy
9. คำนวณ

   Snw = ผลรวมของ nw

   Snwx = ผลรวมของ nwx

$Snwy$ = ผลรวมของ nwy

$Snwx^2$ = ผลรวมของ $nwx.x$

$Snwy^2$ = ผลรวมของ $nwy.y$

$Snwxy$ = ผลรวมของ $n.w.x.y$

$\bar{x}$ = $Snwx/Snw$

$\bar{y}$ = $Snwy/Snw$

Sxx = $Snwx^2 - (Snwx)^2/Snw$

Sxy = $Snwxy - (Snwx)(Snwy)/Snw$

Syy = $Snwy^2 - (Snwy)^2/Snw$

b = Sxy/Sxx

สมการเส้นตรงถดถอยของ dosage-mortality regression line คือ

$$Y = \bar{y} + b(x-\bar{x})$$

ในการตรวจสอบสมมุติฐานคาดหมาย เพื่อจะยอมรับหรือปฏิเสธสมการเส้นตรงนี้ ใช้ไคสแควร์ (Chi-Square) โดยคำนวณง่าย ๆ จาก

$$\chi^2_{(k-2)} = Syy - (Sxy)^2/Sxx$$

จากนั้นนำค่า χ^2 ที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่า χ^2 ที่ได้จากตาราง VI โดยมีขั้นแห่งความอิสระ (degree of freedom) = k-2 เมื่อ k เป็นจำนวนความเข้มข้นของจุลินทรีย์ฆ่าแมลงที่ทดลอง

หากค่า χ^2 ที่คำนวณได้น้อยกว่าในตาราง ให้ยอมรับสมมุติฐาน

หากค่า χ^2 ที่คำนวณได้มากกว่าในตาราง ให้ปฏิเสธสมมุติฐาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

^	x	n	r	p	Empirical probit	Y	nw	y	nwx	nwy
0.750	- 0.12	150	141	94	6.56	6.6	35.6	6.55	- 4.272	233.180
0.500	- 0.30	150	133	89	6.23	6.3	50.4	6.22	- 15.120	313.488
0.250	- 0.60	150	124	83	5.95	5.8	75.4	5.94	- 45.240	447.876
0.125	- 0.90	150	100	67	5.44	5.3	92.4	5.45	- 83.160	503.580
0.100	- 1.00	150	85	57	5.18	5.1	95.1	5.18	- 95.100	492.618
0.075	- 1.12	150	69	46	4.90	5.0	95.5	4.90	- 106.960	467.950
0.050	- 1.30	150	44	29	4.45	4.7	92.4	4.46	- 120.120	412.104
0.010	- 2.00	150	15	10	3.72	3.6	45.3	3.73	- 90.600	168.969
0.000	-	150	0	0	-	-	-	-	-	-

ตัวอย่าง การทำ probit analysis ของลูกน้ำยุง An. (Cel.) dirus ระยะที่ 2 ในน้ำประปา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากนั้นคำนวณค่าของ :

$Snw = 582.1$

$Snwx = -560.572$

$Snwy = 3039.765$

$Snwx^2 = 659.2878$

$Snwy^2 = 16195.072$

$Snwxy = -2734.3708$

$\overline{x} = -0.963$

$\overline{y} = 5.222$

$Sxx = 119.4533$

$Sxy = 192.9429$

$Syy = 321.383$

$b = 1.62$

สมการเส้นตรงถดถอย $Y = 6.78 + 1.62\ x$

ทดสอบสมมุติฐานด้วยไคสแควร์ คำนวณค่า χ^2 ได้

$\chi^2(6) = 9.74$

เมื่อเปรียบเทียบกับค่าในตาราง VI แล้วที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ได้ค่าน้อยกว่า สรุปได้ว่ายอมรับสมการเส้นตรงนี้

2. Analysis of variance (จันทลักษณา, 2523)

การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนนี้เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลแบบ randomised block design

ตารางแบบการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนโดยใช้สัญญลักษณ์สำหรับ randomized complete block design

Treatment $i = 1,2, \ldots, t$	Blocks, j $j = 1,2,\ldots, r$ 1 2 ...j...r	Sum	Mean
1	X_{11} X_{12}..... X_{1r}	X_1	
2	X_{21} X_{22}..... X_{2r}	X_2	
:	: : : :	:	
i	X_{ij}	X_i	
t	Xt_1 Xt_2..... X_{tr}	X_t	
Sum	X_1 X_2 ... X_j .. X_r	$X..$	

(1) Total SS $= \sum_{ij} X_{ij}^2 - (\sum_{ij} X_{ij})^2/rt$

(2) Treatments SS $= \sum_{i} (X_i^2./r) - C.T.$

(3) Blocks SS $= \sum_{j} (X^2.j/t) - C.T.$

(4) Error SS $=$ (1) - (2) - (3)

เมื่อ C.T. $= \left(\sum_{ij} X_{ij}^2\right)^2 /rt$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางแบบผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	(t-1)	(2)	(2)/(t-1)	
Blocks	(r-1)	(3)	(3)/(r-1)	
Error	(t-1)(r-1)	(4)	(4)/(t-1)(r-1)	
Total	(tr-1)	(1)		

จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

$$lsd\ (0.05) = t0.05\ s_{\bar{d}}$$

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2S^2}{r}}$$

เมื่อ S^2 = mean square error

r = จำนวน block

ตัวอย่าง การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนหาความแตกต่างของผลจากอุณหภูมิกำจัดแมลงระหว่างระยะของลูกน้ำยุง An. (Cel.) dirus

ความเข้มข้น	จำนวนตายของลูกน้ำ (n = 25) ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 4	sum
0.75	15.83	23.50	18.67	14.43	72.33
0.50	13.67	22.17	16.83	11.67	64.34
0.25	12.50	20.67	11.50	6.67	51.34
0.10	9.67	14.17	4.33	1.33	29.50
sum	51.67	80.51	51.33	34.00	

1. Total SS = 3529.6257 - 2956.9125 = 572.7132

2. Treatments SS = 3219.3300 - 2956.9125 = 262.4175

3. Blocks SS = 3235.6050 - 2956.9125 = 278.6925

4. Error SS = 1) - 2) - 3) = 31.6032

ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน

SOV	df	SS	MS	F
ความเข้มข้น	3	262.4175	87.4725	-
ระยะของลูกน้ำ	3	278.6925	92.8975	26.4311
ความคลาดเคลื่อน	9	31.6032	3.5147	
Total	15	572.7132		

จากตารางค่า F-test ที่ระดับความน่าจะเป็น 0.05 และ 0.01 ได้ว่า

$F_{0.05}(3,9) = 3.86$

$F_{0.01}(3,9) = 6.99$

แล้วดังนี้ว่า ระยะลูกน้ำมีผลต่อระดับความไวต่อสารพิษของดุลินทรีย์กำจัดแมลง

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย LSD

ค่าเฉลี่ยจำนวนตาย $\bar{X}$ (n = 25)	ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 4
	12.92	20.13	12.83	8.50
ลำดับ	1)	2)	3)	4)

จาก $lsd = t \cdot s_{\bar{d}}$

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,S^2}{r}} = \sqrt{\frac{2(3.5147)}{4}} = 1.3256$$

ดังนั้น lsd (0.05) = 2.262 (1.3256) = 2.9985

lsd (0.01) = 3.250 (1.3256) = 4.3082

ได้ว่า 1) - 2) = -7.21 , มีนัยสำคัญ

1) - 3) = 0.09 , ไม่มีนัยสำคัญ

1) - 4) = 4.42 , มีนัยสำคัญ

2) - 3) = 7.30 , มีนัยสำคัญ

2) - 4) = 11.63 , มีนัยสำคัญ

3) - 4) = 4.33 , มีนัยสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการศึกษา

นางสาวดวงแข พูลสกิจ สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2521 เข้าศึกษาต่อปริญญาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2522 โดยได้รับทุนการศึกษาจากโครงการพัฒนา-มหาวิทยาลัย ระหว่างปีการศึกษา 2522-2523 จนสำเร็จปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ในปีการศึกษา 2526

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย