หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

จรัล จันทลักขณา. สถิติ : วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2519.

Adelberg,E.A.;Mandel,M.;and Chen,G.C.C. "Optimal Conditions for Mutagenesis by N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine in Escherichia coli K12." Biochemical and Biophysical Research Communication 18 (1965) : 788 - 795.

Bachmann,B.J.;Low,K.B.;and Taylor,A.S. "Recalibrated Linkage Map of Escherichia coli K12." Bacteriological Review 40 (1976) : 47 - 48.

Benemann,J.R.,and Valentine,R.C. "The Pathways of Nitrogen Fixation." Advance in Microbial Physiology 8 (1972) : 59 -104.

Billing,E. "Isolation, Growth and Preservation of Bacteriophages." Method in Microbiology. Vol.3B. pp. 316 - 329. Rorris,J.R., and Ribbons,D.W.,eds., London : Academic Press,1969.

Burns,R.C.,and Hardy,R.W.F. Nitrogen Fixation in Bacteria and Higher Plants. Kleinzeller,A.;Springer,G.F.;and Wittmann, H.G.,eds., New York : Springer-Verlag,1975.

Burris,R.H.,and Wilson,P.W. "Methods for Measurement of Nitrogen Fixation," Methods in Enzymology. Vol.4. pp.355 - 366. Colowick,S.P.,and Kaplan,N.O.,eds., New York : Academic Press,1957.

Dalton,H.,and Mortenson,L.E. "Dinitrogen (N_2) Fixation (with a Biochemical Emphasis)." Bacteriological Review 36 (1972) : 231 - 260.

Dalton,H.,and Postgate,J.R. " Growth and Physiology of Azotobacter chroococcum in Continuous Culture." Journal of General Microbiology 56 (1969) : 307 - 319.

Datta,N.,and Hedges,R.W. "Host Ranges of R-factors." Journal of General Microbiology 70 (1972) : 307 - 319.

Dixon,R.C.,et al. "Complementation Analysis of Klebsiella pneumoniae Mutants Defective in Nitrogen Fixation." Molecular and General Genetics 157 (1977) : 189 - 198.

Dixon,R.;Cannon,F.;and Kondorosi,A. "Construction of a P-plasmid Carrying Nitrogen Fixation Genes for Klebsiella pneumoniae." Nature 260 (1976) : 268 - 271.

Dixon,R.A.,and Postgate,J.R. "Transfer of Nitrogen Fixation Genes by Conjugation in Klebsiella pneumoniae." Nature 234 (1971) : 47 - 48.

Dixon,R.A.,and Postgate,J.R. "Genetic Transfer of Nitrogen Fixation from Klebsiella pneumoniae to Escherichia coli." Nature 237 (1972) : 102 - 103.

Drozd,J.,and Postgate,J.R. "Effects of Oxygen on Acetylene Reduction, Cytochrome Content and Respiratory Activity of Azotobacter chroococcum." Journal of General Microbiology 63 (1970) : 63 - 73.

Freese,E.;Bautz,E.;and Freese,E.B. "The Chemical and Mutagenic Specificity of Hydroxylamine." Proceedings of the National Academy of Sciences 47 (1961) : 845 - 855.

Goldberg,R.B.;Bender,R.A.;and Streicher,S.L. "Direct Selection for P1 - sensitive Mutants of Enteric Bacteria." Journal of Bacteriology 118 (1974) : 810 - 814.

Haber,L.F. "Fritz Haber and the Nitrogen Problem." Endeavour 27 (1968) : 150 - 153.

Hardy,R.W.F.,et al. "The Acetylene-Ethylene Assay for Nitrogen Fixation : Laboratory and Fields Evaluation." Plant Physiology 43 (1968) : 1185 - 1207.

Hardy,R.W.F.,et al. Nitrogen Fixation by Free-living Micro-organisms. Stewart,W.D.F.,ed. p.351. London : Cambridge University, 1975.

Hill,S. "The Apparent ATP Requirement for Nitrogen Fixation in Growing Klebsiella pneumoniae." Journal of General Microbiology 95 (1976) : 297 - 312.

Hong,J.,and Ames,B.N. "Localized Mutagenesis of Any Specific Small Region of the Bacterial Chromosome." Proceedings of the National Academy of Sciences 68 (1971) : 3158 - 3162.

Keister,D.L. "Acetylene Reduction by Pure Cultures of Rhizobia." Journal of Bacteriology 123 (1975) : 1265 - 1268.

Kennedy,C. "Linkage Map of the Nitrogen Fixation (nif) Genes in Klebsiella pneumoniae." Molecular and General Genetics 157 (1977) : 199 - 204.

Klucas,R. "Nitrogen Fixation by Klebsiella Grown in the Presence of Oxygen." Canadian Journal of Microbiology 18 (1972) : 1845 - 1850.

Koch,B.,and Evans,H.J."Reduction of Acetylene to Ethylene by Soy Bean Root Nodules." Plant Physiology 41 (1966) : 1748 - 1749.

Kurz,W.G.W.,and LaRue,T.A. "Nitrogenase Activity in Rhizobia in Absence of Plant Host." Nature 256 (1975) : 407 - 409.

Lennox,E.S. "Transduction of Linked Genetic Characters of the Host by Bacteriophage P1." Virology 1 (1955) : 190 - 206.

Ljones,T.,and Burris,R.H. "Continuous Spectrophotometric Assay for Nitrogenase." Analytical Biochemistry 45 (1972) : 448 - 452.

Luria,S.E.;Adams,J.N.;and Ting,R.C. "Transduction of Lactose Utilizing Ability among Strains of Escherichia coli and Shigella dysenteriae and the Properties of the Transducing Phage Particles." Virology 12 (1960) : 348 - 390.

MacNeil,D.;and Brill,W.J. " 6-Cyanopurine, a Color Indicator Useful for Isolating Mutations in the nif (Nitrogen Fixation) Genes of Klebsiella pneumoniae." Journal of Bacteriology 136 (1968) : 247 - 252.

MacNeil,T.,et al. "Fine Structure Mapping and Complementation Analysis of nif (Nitrogen Fixation) Genes in Klebsiella pneumoniae." Journal of Bacteriology 136 (1978) : 253 - 266.

Mandelstam,J.,and McQuillen,K.,eds. Biochemistry of Bacteriol Growth. 2nd editions. pp.18. London : Blackwell Scientific, 1976.

Meers,J.L.,and Pederson,L.K. "Nitrogen Assimilation by Bacillus licheniformis Organisms Growing in Chemostat Cultures." Journal of General Microbiology 70 (1972) : 277 - 286.

Merrick,M.,et al. "Polarity of Mutations Induced by Insertion of Transposons Tn 5 , Tn 7 and Tn 10 into the nif Gene Cluster of Klebsiella pneumoniae." Molecular and General Genetics 165 (1978) : 103 - 111.

Miller,J.H. Experiments in Molecular Genetics. Cold Spring Harber Laboratory,1972.

Matsumoto,H.,and Tazaki,T. "Genetic Recombiantion in Klebsiella pneumoniae : An Approach to Genetic Linkage Mapping." Japanese Journal of Microbiology 14 (1970) : 129 - 141.

Nagatani,H,;Shimizu,M.;and Valentine,R.C. "The Mechanism of Ammonia Assimilation in Nitrogen-fixing Bacteria." Archieve in Microbiology 79 (1971) : 164 - 175.

Nelson,N. " A Photometric Adaption of the Somogyi Method for the Determination of Glucose." Journal of Biological Chemistry 153 (1944) : 375 - 380.

Pagon,J.D.,et al. "Nitrogen Fixation by Rhizobium Cultured on a Defined Medium." Nature 256 (1975) : 406 - 407.

Parejko,R.A.,and Wilson,P.W. "Regulation of Nitrogenase Synthesis by Klebsiella pneumoniae." Canadian Journal of Microbiology 16 (1970) : 681 - 685.

Pietro,A.S.,ed. Methods in Enzymology. Vol.24B. pp.415 - 452. New York : Academic Press,1972.

Quispel,A.,ed. The Biology of Nitrogen Fixation. Oxford : North - Holland,1974.

Roberts,G.P.,et al. "Regulation and Characterization of Protein Products Coded by the nif (Nitrogen Fixation) Genes of Klebsiella pneumoniae." Journal of Bacteriology 136 (1978) : 266 - 278.

Schrauzer,G.N. "Nonenzymatic Simulation of Nitrogenase Reactions and Mechanism of Biological Nitrogen Fixation." Angewadte Chemie (International edition) 14 (1975) : 514 - 522.

Schubert,K.R.,and Evans,H.J. "Hydrogen Evolution : A Major Factor Affecting the Efficiency of Nitrogen Fixation in Nodulated Symbionts." Proceedings of the National Academy of Sciences 73 (1976) : 1207 - 1211.

Shanmugam,K.T.,et al. "Biological Nitrogen Fixation." Annual Review of Plant Physiology 29 (1978) : 263 - 276.

Schanmugam,K.T.;Chan,I.;and Morandi,C. "Regulation of Nitrogen Fixation : Nitrogenase Derepressed Mutants of Klebsiella pneumoniae." Biochimica et Biophysica Acta 408 (1975) : 101 - 111.

Shanmugam,K.T.,and Morandi,C. "Amino Acids as Repressors of Nitrogenase Biosynthesis in Klebsiella pneumoniae." Biochimica et Biophsica Acta 437 (1976) : 322 - 332.

Shanmugam,K.T.;Morandi,C.;and Valentine,R.C. "Nitrogenase-derepressed Mutants of Klebsiella pneumoniae." Iron-Sulfur Proteins. Vol.3. pp.1 - 14. Lovenberg,W.,ed. New York : Academic Press,1977.

Somogyi,M. " A New Reagent for the Determination of Sugars." Journal of Biological Chemistry 160 (1945) : 61 - 68.

St.John,R.T.,et al. "Biochemistry and Genetics of Klebsiella pneumoniae Mutant Strains Unable to Fix Nitrogen." Journal of Bacteriology 121 (1975) : 759 - 765.

Stent,G.S.,and Calender,R.,eds. Molecular Genetics : An Introductory Narrative. 2nd editions. pp.447 - 450. San Francisco : W.H.Freeman,1978.

Streicher,S.L.,et al. "Regulation of Nitrogen Fixation in Klebsiella pneumoniae : Evidence for a Role of Glutamine Synthetase as a Regulator of Nitrogenase Synthesis." Journal of Bacteriology 120 (1974) : 815 - 821.

Streicher,S.;Gurney,E.;amd Valentine,R.C. "Transduction of the Nitrogen Fixation Genes in Klebsiella pneumoniae." Proceedings of the National Academy of Sciences 68 (1971) : 1174 - 1177.

Streicher,S.L.,Valentine,R.C. "The Genetic Basis of Dinitrogen Fixation in Klebsiella pneumoniae." Symbiotic Nitrogen Fixation. p.631 Nutman,P.S.,ed. Cambridge University,1976.

Swanstrom,M.,and Adams,M.H. "Agar Layer Methods for Production of High Titre Phage Stocks." Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine 78 (1951) : 372 - 375.

Sweeny,G.C. Symposium on Dinitrogen Fixation. Newman,W.E.,and Nyman, C.L.,eds. Pullman : Washington State University, 1975.

Tempest,D.W.,and Meers,J.L. "Synthesis of Glutamate in Aerobacter aerogenes by a Hithero Unknown Route." Biochemical Journal 117 (1970) : 405 - 407.

Tubb,R.S.,and Postgate,J.R. "Control of Nitrogenase Synthesis in Klebsiella pneumoniae." Journal of General Microbiology 79 (1973) : 103 - 117.

Wolf,B.;Newman,A.;and Glaser,D.A. "On the Origen and Direction of Replication of the Escherichia coli K12 Chromosome." Journal of Molecular Biology 32 (1968) : 611 - 629.

Woolfolk,C.A.;Shipiro,B.;and Stdtman,E.R. "Regulation of Glutamine Synthetase I Purification and Properties of Glutamine Synthetase from Escherichia coli." Archives of Biochemistry and Biophysics 116 (1966) : 177 - 192.

Yarmolimsky,M.B. "Genetic and Physical Structure of Bacteriophage P1 DNA." DNA Insertion Elements, Plasmids and Episomes. Bukhari,A.I.;Shapiro,J.A.;and Adhya,S.L.,eds. pp.721 - 732 Cold Spring Harber,1977.

Yates,M.G.,and Jones,C.W. "Respiration and Nitrogen Fixation in Azotobacter." Advances in Microbial Physiology 11 (1974) : 97 - 130.

Zumft,W.G.,and Mortenson,L.E. "The Nitrogen-fixing Complex of Bacteria." Biochimica et Biophysica Acta 416 (1975) : 1 - 52.

ภาคผนวก ก. วิธีคำนวณการวิเคราะห์วาเรียนซ์แบบแจงหลายทาง

เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณกลูโคสที่ใช้ต่อหน่วย $O.D._{420}$ ระหว่างกลุ่มของ partial nif มิวแตนท์ กับ Klebsiella pneumoniae M5a1 ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกลูโคสที่ใช้กับความขุ่นของเซลของ partial nif มิวแตนท์ กับ Klebsiella pneumoniae M5a1 (ข้อมูลเดียวกับรูปที่ 9)

ข้อมูล* / ชื่อเชื้อ	1		2		3		4		5		6	
	ปริมาณกลูโคสที่ใช้**	OD***	ปริมาณกลูโคสที่ใช้**	OD***	ปริมาณกลูโคสที่ใช้**	OD***	ปริมาณกลูโคสที่ใช้**	OD***	ปริมาณกลูโคสที่ใช้**	OD***	ปริมาณกลูโคสที่ใช้**	OD***
M5a1	127	0.04	1557	0.22	2519	0.30	2782	0.32	4034	0.36	4043	0.36
P2	375	0.05	645	0.07	945	0.09	3180	0.20	4104	0.24	4381	0.27
P4	242	0.04	326	0.05	350	0.06	1232	0.14	3010	0.38	4012	0.35
P7	68	0.03	274	0.04	397	0.09	2348	0.27	3710	0.33	4325	0.35

ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลองสองครั้ง

* เลี้ยงเชื้อในอาหารสูตรปรับต่ำ ซึ่งเสริมด้วยกลูโคส 0.5 เปอร์เซนต์ และปราศจากสารต้นตอไนโตรเจน บ่มที่ 30°ซ ภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน ภายหลังจากวัดแอคติวิตี้การรีดิวส์อะเซทีลีน และบันทึกความขุ่นของเซลที่ช่วงเวลาต่าง ๆ กัน (1-6) แล้ว จึงนำมาหาปริมาณกลูโคส สำหรับ Klebsiella pneumoniae M5a1 ช่วงเวลาที่ ทดลอง คือ 15, 20, 25, 30, 40 และ 45 ชั่วโมง ส่วน partial nif มิวแตนท์ ช่วงเวลาที่ทดลอง คือ 17, 24, 31, 41, 51 และ 68 ชั่วโมง ตามลำดับ

** ปริมาณกลูโคสที่ใช้ หาโดยวิธีของ Somogyi หน่วยที่รายงานเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร

*** วัดความขุ่นของเซลที่ความยาวแสง 420 มิลลิไมครอน

ตารางที่ 14 ปริมาณกลูโคสที่ใช้ต่อหน่วย $O.D._{420}$ ของ partial nif มิวแตนท์ และ Klebsiella pneumoniae M5a1 (คำนวณจากตารางที่ 13)

ข้อมูล* (r) / ชื่อเชื้อ (t) * (B, Y)	ปริมาณกลูโคสที่ใช้ต่อหน่วย $O.D._{420}$ (A_x)						ผลรวม
	1	2	3	4	5	6	
M5a1	3,175	7,077	8,397	8,694	11,206	11,231	49,780
P2	7,500	9,214	10,500	15,900	17,098	16,226	76,438
P4	6,053	6,522	5,833	8,803	7,921	11,463	46,595
P7	2,258	6,857	4,412	8,697	11,242	12,357	45,823
ผลรวม	18,986	29,670	29,142	42,094	11,242	12,357	218,636

* กำหนดให้เชื้อที่ทดสอบเป็นจำนวน treatment

** กำหนดให้ปริมาณกลูโคสที่ใช้ต่อหน่วย $O.D._{420}$ แต่ละเวลาเป็นจำนวน replicate

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณกลูโคสที่ใช้ต่อหน่วย $O.D._{420}$ โดยวิธีวาเรียนซ์แบบแจงหลายทาง (คำนวณจากตารางที่ 14)

Source of variation	df (1)	Sum of Squares (2)	Mean Squares (3)	F-value (4)	F table (5)	แปรผล (6)
ระหว่างข้อมูลทั้งหมด	23	337,197,752	14,660,772	6.11	2.29	มีนัยสำคัญ
ระหว่างแต่ละช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล	5	194,358,728	38,871,746	16.21	2.90	มีนัยสำคัญ
ระหว่างเชื้อที่ทดสอบ	3	106,872,000	35,624,000	11.86	3.29	มีนัยสำคัญ
ความผิดพลาด	15	35,967,024	2,397.802			

(1) df = degree of freedom คำนวณจากสูตรดังนี้

df (total) = rt - 1

df (replicate) = r - 1

df (treatment) = t - 1

df (error) = (t - 1) (r - 1)

t = จำนวนเชื้อที่ทดสอบ = 4

r = จำนวนข้อมูลที่เก็บ = 6

(2) Sum of Squares (S.S.) คำนวณดังนี้

Correction Term (C.T.) = $(total)^2 / rt$

= $(218,636)^2 / 6 \times 4$

ตารางที่ 15 (ต่อ)

$$\text{Total S.S.} = (\Sigma A_{xy}^2) - (\text{total})^2 / rt - \text{C.T.}$$

$$= \frac{(3,175^2 + 7,077^2 + \ldots\ldots + 12,357^2) - (218,636)^2}{6 \times 4} - \text{C.T.}$$

$$\text{Replicate S.S.} = (\Sigma A_x)^2 / r - \text{C.T.}$$

$$= \frac{(18,986)^2 + \ldots\ldots\ldots + (51,277)^2}{6} - \text{C.T.}$$

$$\text{Treatment S.S.} = (\Sigma B_y^2) / t - \text{C.T.}$$

$$= \frac{(49,780)^2 + \ldots\ldots\ldots + (45,823)^2}{4} - \text{C.T.}$$

$$\text{Error S.S.} = \text{Total S.S.} - \text{Replicate S.S.} - \text{Treatment S.S.}$$

$$= 337,197,752 - 194,358,728 - 106,872,000$$

(3) Mean Squares = Sum of Squares / degree of freedom

(4) F-value = Mean Squares / Error Mean Squares

(5) F-table เปิดจากตาราง (ก.4 ภาค1 หน้า 417 จรัญ จันทลักขณา, 2519) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

(6) การแปรผล

6.1 ถ้า F-value ที่คำนวณได้ มีค่ามากกว่าค่าที่เปิดจาก F-table แสดงว่าข้อมูลที่ทดสอบนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6.2 ถ้า F-value ที่คำนวณได้ มีค่าน้อยกว่าค่าที่เปิดจาก F-table แสดงว่าข้อมูลที่ทดสอบนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาคผนวก ข. วิธีการทดสอบ Duncan's New Multiple Range Test

เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างคู่ของข้อมูลที่วิเคราะห์วาเรียนซ์แบบแจงหลายทาง

ตารางที่ 16 ผลรวมและค่าเฉลี่ยปริมาณกลูโคสที่ใช้ต่อหน่วย $O.D._{420}$ ของ partial nif ปิวแตนท์ และ Klebsiella pneumoniae M5a1

ชื่อเชื้อ	ผลรวมของปริมาณกลูโคส* ที่ใช้ต่อหน่วย $O.D._{420}$	ค่าเฉลี่ยของปริมาณกลูโคส** ที่ใช้ต่อหน่วย $O.D._{420}$
M5a1	49,780	8,297
P2	76,438	12,740
P4	46,595	7,766
P7	45,823	7,637

* ข้อมูลจากตารางที่ 14

** ค่าเฉลี่ยของปริมาณกลูโคสที่ใช้ต่อหน่วย $O.D._{420}$

$$= \frac{\text{ผลรวมของปริมาณกลูโคสที่ใช้ต่อหน่วย } O.D._{420}}{\text{จำนวนข้อมูล}}$$

วิธีคำนวณเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของการใช้กลูโคสต่อหน่วย $O.D._{420}$ ระหว่าง partial nif มิวแตนท์ และ Klebsiella pneumoniae M5a1 โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (ดูตารางที่ 12 หน้า 56)

(1) คำนวณจากผลต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณกลูโคสที่ใช้ต่อหน่วย $O.D._{420}$ ของเชื้อคู่ที่ทดสอบ

(2) Least Significant Range (LSR) = SSR X $S_{\bar{x}}$

เมื่อ $S_{\bar{x}} = \sqrt{\text{Error Mean Squares} / r}$

SSR = Significant Studentized Range ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิธีคำนวณเปรียบเทียบ

2.1 ค่า SSR เปิดจากตาราง (ก.7 หน้า 427 จรัล จันทลักขณา,2519) ที่ degree of freedom ของ error = 15 และ ค่า p (number of means for range being tested) = 2 - 4ดังนี้

ค่า p	2	3	4
SSR	3.01	3.16	3.25
LSR	1,903	1,998	2,055

2.2 ลำดับค่าเฉลี่ยปริมาณกลูโคสที่ใช้ต่อหน่วย $O.D._{420}$ จากต่ำไปหาสูง เพื่อใช้นับระยะห่างของค่าเฉลี่ยสองค่า สำหรับเปรียบเทียบกับค่า p ในข้อ2.1

ชื่อเชื้อ	P7	P4	M5a1	P2
ค่าเฉลี่ย	7,637	7,766	8,297	12,740
ลำดับ	1	2	3	4

2.3 การเปรียบเทียบ

- ถ้าเชื้อคู่ที่ทดสอบมีค่าเฉลี่ยห่างกัน 2 ระยะ เช่น P4 และ P7 เปรียบเทียบกับ LSR ที่ ค่า p = 2
- ถ้าเชื้อคู่ที่ทอสดบมีค่าเฉลี่ยห่างกัน 3 ระยะ เช่น P7 และ M5a1 เปรียบเทียบกับ LSR ที่ค่า p = 3 เป็นต้น

(3) การแปรผล

- ถ้าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้มากกว่า LSR จากตาราง แสดงว่าเชื้อคู่ที่ทดสอบมีความแตกต่างของปริมาณกลูโคสที่ใช้ต่อหน่วย $O.D._{420}$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- ถ้าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้น้อยกว่า LSR จากตาราง แสดงว่าเชื้อคู่ที่ทดสอบไม่มีความแตกต่างของปริมาณกลูโคสที่ใช้ต่อหน่วย $O.D._{420}$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์)

ประวัติผู้เขียน

นางสาววัตนา เจนเจริญธรรม เกิดวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2497 ได้รับปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคนิคการแพทย์) จากมหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อปี พ.ศ. 2518