รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมประมง. 2530. การเพาะขยายพันธุ์กุ้งทะเล. กรุงเทพมหานคร: กรมประมง. 43 หน้า.

กรมประมง. 2540. สถิติการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล ปี2538. กรุงเทพมหานคร: กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 25 หน้า.

ก่อเกียรติ กูลแก้ว และ โสภณ คงอ่อน. 2540. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาระบบกึ่งปิดในบ่อดิน. เอกสารวิชาการ, ฉบับที่ 10/2540 กรุงเทพมหานคร: ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสตูล, กรมประมง. 20 หน้า.

คณิต ไชยาคำ, ก่อเกียรติ กูลแก้ว, นาวุฒิ กล่าวเกลี้ยง, วาลุกา กฤตรัชตนันต์ และ ธวัชชัย ทองน้อย. 2541. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพื่อเป็นพ่อแม่พันธุ์ในบ่อดินที่จังหวัดสตูล. สัตว์น้ำ 108: 69-76.

ทรงชัย สหวัชรินทร์ และ ประชิต พงศ์สุวรรณ. 2519. การศึกษาชีววิทยาบางประการของกุ้งก้ามกรามในทะเลสาบสงขลาโดยการติดตามเครื่องหมาย. การประชุมปฏิบัติการระบบนิเวศน์วิทยาของทรัพยากรธรรมชาติป่าชายเลน ครั้งที่1, 10-15ม.ค., หน้า 507-513. ศูนย์ชีววิทยาทางทะเล, ภูเก็ต.

บังอร ศรีมุกดา และ เตรียม ธิสาเวทย์. 2527. เทคนิคการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ . เอกสารวิชาการ, ฉบับที่ 3/2527. กรุงเทพมหานคร: สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 20 หน้า.

พายัพ ยังปักษี, บรรณาธิการ. 2541. การผลิตพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำเชิงพาณิชย์. สัตว์น้ำ. 108:21-28.

เรณู ยาชิโร, จันทิมา เจริญศรี และ ชโลม สุวรรณรัตน์. 2534. สรีรวิทยาการสืบพันธุ์ในช่วงการลอกคราบและการผสมเทียมกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* จากฝั่งอันดามัน. ใน เปี่ยมศักดิ์ มานะเศวต และคณะ (บรรณาธิการ). ประมวลการประชุมวิชาการ เรื่อง ทรัพยากรสิ่งมีชีวิต ทางน้ำ ครั้งที่3, 17-18 ม.ค., หน้า 33. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

เรณู ยาชิโร และ สมิง ทรงถาวรทวี. 2539. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำสำหรับเป็นพ่อแม่พันธุ์โดยวิธีลดความหนาแน่นและย้ายบ่อ. เอกสารวิชาการ, ฉบับที่ 14/2539. สงขลา:สถานีวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์ชายฝั่ง, กรมประมง. 9 หน้า.

วัลลภ คงเพิ่มพูน. 2532. กุ้งกุลาดำ. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน. 136 หน้า.

สมเกียรติ ปิยะธิติวรกุล. 2540. การเจริญพันธุ์ของพ่อแม่กุ้งกุลาดำและอาหารเพิ่มภูมิคุ้มกันโรค. กรุงเทพมหานคร: หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (อัดสำเนา)

สมชัย จันทร์สว่าง. 2530. การปรับปรุงพันธุ์สัตว์. กรุงเทพฯ:ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 512 หน้า.

สมภพ รุ่งสุภา. 2534. การพัฒนาเครื่องหมายสำหรับติดตามกุ้งทะเลจากวัสดุราคาถูก. ใน เปี่ยมศักดิ์ มานะเศวต และคณะ (บรรณาธิการ), ประมวลประชุมวิชาการ เรื่อง ทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำ ครั้งที่3, 17-18 ม.ค., หน้า 494-505. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2539. ทิศทางการพัฒนาด้านทรัพยากรมนุษย์และองค์กรเกษตรในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่8. เอกสารประกอบการสัมนาทางวิชาการเรื่อง การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในภาคเกษตร.

สุภัทรา อุไรวรรณ์. 2533. พันธุศาสตร์ปริมาณกับการปรับปรุงพันธ์สัตว์น้ำ. วารสารการประมง 43(4): 187-195.

อนันต์ ตันสุตะพานิช, สุพิช ทองรอด, ธนัญช์ สังกรธนกิจ และ อารี จันทร์นาค. 2538. การพัฒนารูปแบบและวิธีการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระบบปิด. เอกสารวิชาการ, ฉบับที่ 26/2538. กรุงเทพมหานคร: กรมประมง. 10 หน้า.

อุทัยรัตน์ ณ นคร. 2538. พันธุ์ศาสตร์สัตว์น้ำ. นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและอบรมการเกษตรแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 248 หน้า.

ภาษาอังกฤษ

Anderson, I. 1993. The Veterinary approach to Marine Prawns. In Brown (ed.), Aquaculture for Veterinarians: Fish husbandry ad maducine, pp. 271-290. Oxford: Pergamon Press.

Aquacop. 1983. Constitution of Broodstock, Maturation, Spawning and Hatching Systems for The Penaeid Shrimps in The Centre Oceanologique de Pacifique. In McVey, J.P. (ed.), CRC Handbook of Mariculture. vol1: Crustacean Aquaculture, pp. 105-122. Florida, U.S.A.: CRC Press.

Bauer, R.T. and Cash, C.E. 1991. Spermatophore Structure and Anatomy of the Ejaculatory duct in *Penaeus setiferus, P. duorarum* and *P. aztecus*: Homologies and Functional Significance. Trans. AM. Microsc. Soc. 110: 144-162.

Beard, T.W., and Wickins, J.F. 1980. Breeding of *Penaeus monodon* in Laboratory Recirculation System. Aquaculture 20: 70-89.

Becker, W.A. 1992. Manual of Produres in Quatitative Genetics Program in Genetics. Washington D.C.: Washington State University, Pullman. 130 pp.

Benzie, J.A.H., Frusher, S.D., Kenway, M., and Trott, L. 1995. Utility of Streamer Tags to Assess Survial and Growth of Juvenile Tiger Prawns (*Penaeus monodon*) in Aquaculture Enviroments. Aquaculture 136: 57-69.

Benzie, J.A.H., Kenway, M., Ballment, E., Frusher, S., and Trott, L. 1995. Interspecific Hybridizational of the Tiger Prawns,*Penaeus monodon* and *Penaeus esculentus*. Aquaculture 133: 103-111.

Benzie, J.A.H., Kenway, M., and Trott, L. 1997. Estimates for The Heritability of Size in Juvenile *Penaeus monodon* Prawns from Half-Sib Matings. Aquaculture 152: 49-53.

Bergman, P.K., Haw, F., and Blankenship, H.L., and Buckley, R.M. 1992. Perspectives on Design,Use and Misuse of Fish Tags. Fisheries 17(4): 20-25.

Bray, W.A., Chamberlain, G.W., and Lawrence, A.L. 1982. Increased Larval Production of *Penaeus setiferus* by Artificial Insemination During Sourcing Cruise. J. World Maricult. Soc 13: 123-133.

Department of fisheries. (n.d.) http://rahu.fisheries.go.th./DOF-THAI/ Economic/qqradtotal.html (internet). Bangkok:Department of fisheries.

Djunaedah, I.S., Kokarkin, C., and Nurdjana, M.L. 1986. Artificial Spermatophore Transfer in *P. monodon*:A Step Forward in the Production and Quality Improvement if Shrimp Seed in Indonesia. Bull. Brackishwater Aquacult. Dev. Centre 8: 54-63.

Eknath, A.E., et al. 1993. Genetic Improvement of Farmed Tilapias:The Growth Performance of Eight Strains of *Oreochromis niloticus* Tested in Different Farm Enviroments. Aquaculture 111: 171-188.

Falconer, D.S. 1989. Introduction to Quatitative Genetic. 3rd. ed. London:Longman Inc. 340 pp.

Farfante, I.P. 1975. Spermatophores and Thelyca of the American White Shrimps, genus *Penaeus*, subgenus *Litopenaeus*. Fish. Bull. 73: 463-486.

Frusher, S.D. 1981. Tagging of *Penaeus merguiensis* in The Gulf of Papua, Papua New Guinea. In: P.C. Rothlisberg, B.J. Hill, and D. Staples (eds.), Second Australian National Prawn Seminar, pp. 65-70. Cleveland, Australia.

Gjedrem, T. 1983. Genetic Variation in Quatitative traits and Selective Breeding in Fish and Shellish. Aquaculture 33: 51-72.

Hill, B.J., and Wassenberg, T.J. 1985. A Laboratory Study of the Effect of Streamer Tag on Mortality, Growth, Moulting and Duration of Nocturnal Emergence of the Tiger Prawn *Penaeus esculentus* (Haswell). Fish. Res. 3: 223-235.

Holt, B. 1982. Short-Term Mortality of Tagged Shrimp During Field Tagging Experiments. NOAA Technial Memrandum. NMFS-SEFC-97. 11 pp.

Howe, N.R., and Hoyt, P.R. 1982. Mortality of Juvenile Brown Shrimp *Penaeus aztecus* Associated with Streamer Tags. Trans. Amer. Fish. Soc. 111: 317-325.

Klar, G.T., and Parker, N.C. 1986. Marking Fingerling Striped Bass and Blue Tilapia with Coded Wire Tags and Microtaggants. North American Journal of Fisheries Management 6: 439-444.

Lawrence, A.L. 1987. Shrimp Farming - Requirements for Maturation / Reproduction ,Laviculture, Raceway Culture and Pond Culture. Trenslated by Chongpeepirn, T., and Amornjaruchit, S. Bongkok:Department of Fisheries. 18 pp.

Lin, M.N., and Ting, Y.Y. 1986. Spermatophore Transplantation and Artificial Fertilization in Grass Shrimp. Bull. Jap. Sac. Scient. Fish. 52(4): 585-589.

Lutz, C.G., and Wolter, W.R. 1989. Estimation of Heritabilities for Growth,Body Size and Processing Traits in Red Swamp Crawfish (*Procambarus clarkii*). Aquacalture 78: 21-33.

Mahon, G.A.T. 1983. Selection goals in Oyster Breeding. Aquaculture 33: 141-148.

Malecha, S. 1983. Crustacean Genetics and Breeding:An Overview. Aquaculture 33: 395-413.

Malecha, S.R., Masuno, S., and Onisuka, D. 1984. The Feasibility of Measuring The Heritability of Growth Pattern Variation on Juvenile Freshwater Prawns (*Macrobrachium rosenbergii*). Aquaculture 88: 347-363.

Meewan, M. 1993. Morphological Inheritability and Growth of Giant Freshwater Prawns. Progress Report of Fish Genetic (Thailand) Project Phase III, Submitted to The International Development Research Centre: 36-64.

Misamore, M., and Browdy, C.L. 1997. Evaluation Hybridization Potential Between *Penaeus setiferus* and *Penaeus vannamei* through Natural Mating, Artificial Insemination and in vivo Fertilization. Aquaculture 150: 1-10.

Motoh, H. 1985. Biology and Ecology of *Penaeus monodon*. In Itaki, Y., Primavera, J.H., and Llobrera,J.A. (eds.), Proc.1st Int. Cof. on Culture of Penaeid Prawns/ Shrimps. Lloilo City, Philippines, SEAFDEC Aquaculture Department, pp. 27-36.

Neal, R.A. 1969. Methods of Marking Shrimp. FAO Fish. Rep. 57, pp. 1149-1165.

Nielsen, L.A. 1992. Methods of Marking Fish and Shellfish. American Fisheries Society Special Publication 23: 208 pp.

Penn, J.W. 1975. Tagging Experiments with Western King Prawn, *Penaeus latisculatus*, Kishinouye, I. Survival, Growth and Reproduction of Tagged Prawns. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 26: 197-211.

Pratoomchart, B., Piyatiratitivorakul, S., and Menasveta, P. 1991. Sperm Quality of Male *Penaeus monodon* Fribricius from Pond-Reared Stock. In P. Manasveta, et al. (eds.), Proceedings 3rd Technical Conference on Living Aquatic. Jan. 17-18, pp. 241-254. Bangkok.

Prentice, E.F., and Rensel, J.E. 1997. Tag Retention of the Spot Prawn (*Pandalus platyceros*) Injected with Coded Wire Tags. J. Fish. Res. Bd Can. 34: 2199-2203.

Primavera, J.H. 1979. Sugo (*Penaeus monodon*) Broodstock. Aqua-Guide. Series no. 1. Philippines: Aquaculture Dept., SEAFDEC. 35pp.

Primavera, J.H. 1983. Broodstock of Supgo (*Penaeus monodon* Fabricius). SEAFDEC Extension Manual no.7: 24 pp.

Rice, V.A. 1970. Breeding and Improvement of Farm Animals. McGraw-Hill Book Co., New York. 477 pp.

Rosenberry, B. 1995. World Shrimp Farming 1995. Shrimp News International. San Diego, CA., U.S.A.

Sandifer, P.A., and Lynn, J.W. 1980. Artificial Insemination of Caridean Shrimp. In W.A.Clark, and T.S.Adams (eds.), Advances in Invertebrate Reproduction, Elsevier Scientific Publishing Co., New York. pp. 271-288.

Sandifer, P.A., and Smith, T.I.J. 1979. A method for Artificial Insemination of *Macrobranchium* prawns and its potential use in inheritance and hybridization studies. Proc. World Maricult. Soc. 10: 403-418.

Sokal, R.R., and Rohlf, F.J. 1969. Biometry:The Principles and Practice of Statistics in Bilogical Research . San Franciso:W.H.Freeman and Company. 776 pp.

Tave, D. 1993. Genetics for Fish Hatchery Managers. 2nd.ed. New York: AVI Publishing Co., Inc. 415 pp.

Tave, D., and Brown, A. 1981. A New Device to Help Facilitate Manual Spermatophore Transfer in Penaeid Shrimp. Aquaculture 25: 299-301.

Tayamen, M.M. 1992. Progress in Fish Genetics Research in the Philippines. In D. Penman, N. Roongratri, and B. McAndrew (eds.), Proceedings of the AADCP Workshop in Genetics in Aquaculture and Fisheries Management, 31Aug.-4Sept., pp. 15-24.

Urner Barry Publications, Inc. 1997. http://www.urnerbarry.com/lithographs/penaeus.htm (internet). New Jersey, U.S.A. :Urner Barry Publications, Inc.

Wilkinson, L. 1987. SYSTAT. The System for Statisics. Evanson, IL:Stat, Inc. 1986 and 1987.

Wong, J.T.Y., and McAndrew, B.J. 1990. Selection for Larval Freshwater Tolerance in *Macrobrachium nipponense* (de Haan). Aquaculture 88: 151-156.

ภาคผนวก

การประมาณค่าอัตราพันธุกรรม

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวน

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในพี่น้องร่วมพ่อแม่เดียวกัน (full-sib analysis) จากการประเมินค่าความแปรปรวน (estimation of variance components) ของลักษณะที่ศึกษา โดยมีแผนการผสมพันธุ์แบบคู่ผสมเดี่ยว (single pair matings) ซึ่งมีแบบหุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ดังนี้

ลูกกุ้งชุดที่ 1 : จากแผนผังการเลี้ยงและเก็บข้อมูลลูกกุ้ง (รูปที่ 17) สามารถเขียนแบบหุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

แบบหุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ที่อายุ 25 วัน : $Y_{ijkL} = \mu + \alpha_i + \beta_{i(j)} + \gamma_k + \varepsilon_{ijkL}$

แบบหุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ที่อายุ 65 วัน : $Y_{ijmL} = \mu + \alpha_i + \beta_{i(j)} + \delta_{i(j(m))} + \varepsilon_{ijmL}$

เมื่อ Y_{ijkL} = ค่าสังเกตของลูกตัวที่ L ในผู้เลี้ยงที่ k ซึ่งเกิดจากครอบครัวที่ j ที่ช่วงเวลาที่ i

Y_{ijmL} = ค่าสังเกตของลูกตัวที่ L ในกระชังที่ m ซึ่งเกิดจากครอบครัวที่ j ที่ช่วงเวลาที่ i

μ = ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมด

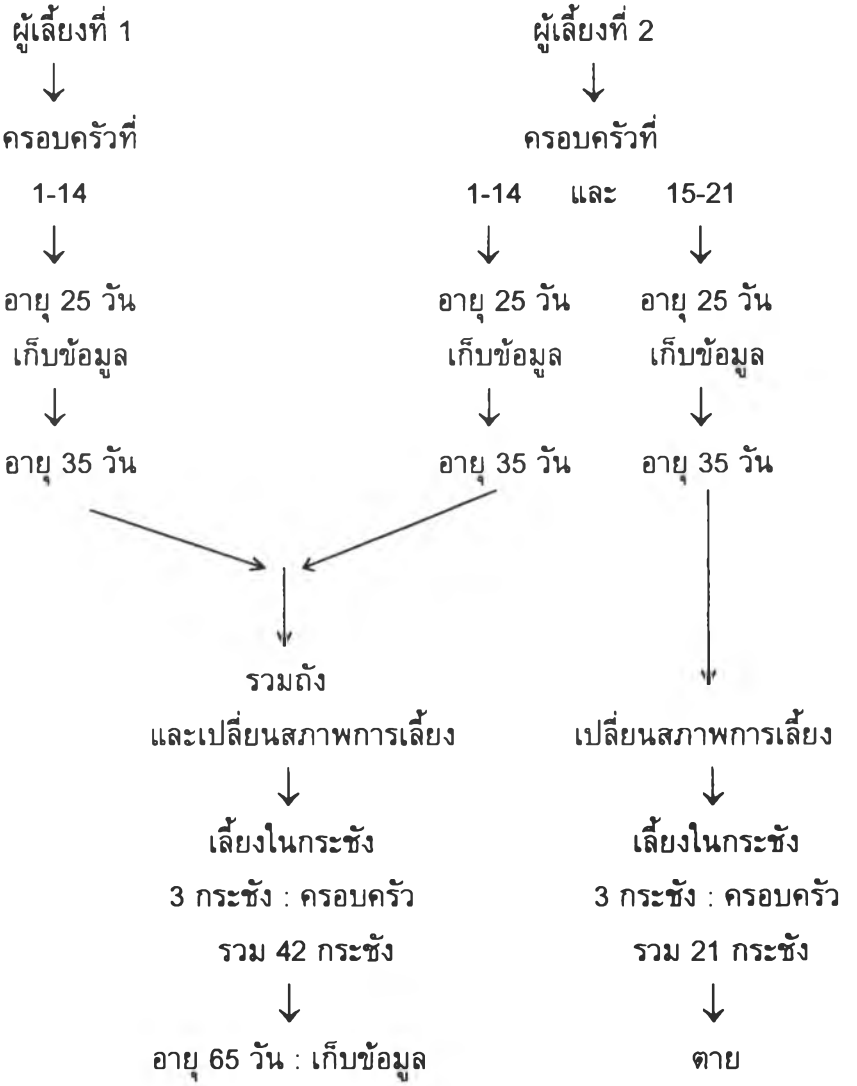
α_i = อิทธิพลของช่วงเวลาที่ i

$\beta_{i(j)}$ = อิทธิพลของครอบครัวที่ j ในช่วงเวลาที่ i

γ_k = อิทธิพลของผู้เลี้ยงที่ k

$\delta_{i(j(m))}$ = อิทธิพลของกระชังที่ m ในครอบครัวที่ j ที่ช่วงเวลาที่ i

ε_{ijkL} ε_{ijmL} = อิทธิพลสุ่มที่ค่าสังเกตทุกค่าได้รับ



รูปที่ 17 แผนผังการเลี้ยงและเก็บข้อมูลในลูกกุ้งชุดที่ 1

ลูกกุ้งชุดที่ 2 : จากแผนผังการเลี้ยงและเก็บข้อมูล (รูปที่ 18) พบว่าสามารถเขียนแบบหุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$Y_{ijL} = \mu + \alpha_i + \beta_{i(j)} + \varepsilon_{ijL}$$

เมื่อ Y_{ijL} = ค่าสังเกตของลูกที่ L ซึ่งเกิดจากครอบครัวที่ j ที่ช่วงเวลาที่ i

μ = ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมด

α_i = อิทธิพลของช่วงเวลาที่ i

$\beta_{i(j)}$ = อิทธิพลของครอบครัวที่ j ในช่วงเวลาที่ i

ε_{ijL} = อิทธิพลสุ่มที่ค่าสังเกตทุกค่าได้รับ

ครอบครัวที่ 1-40 : ถังขนาด 500 ลิตร

1 ครอบครัว : 1 ถัง

↓

อายุที่ 25 วัน : เก็บข้อมูลความยาวรวม

↓

ปรับความหนาแน่นเหลือ

200 ตัว : ครอบครัว : ถัง

↓

อายุที่ 60, 90 วัน : เก็บข้อมูลความยาวรวมและน้ำหนัก

รูปที่ 18 แผนผังการเลี้ยงและเก็บข้อมูลในกุ้งกุลาดำชุดที่ 2

การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลูกกุ้งทั้ง 2 ชุด แสดงในตารางผนวกที่ 1-4

ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบความแปรปรวนในการประมาณค่าอัตราพันธุกรรมในลูกกุ้งชุดที่ 1 ที่อายุ 25 วัน

SOV	DF	SS	MS	Composition of Mean Square
เวลา	t-1	SS_t	MS_t	$\sigma^2_w+k_2\sigma^2_{fs}+k_3\sigma^2_t$
ครอบครัว	fs-t	SS_{fs}	MS_{fs}	$\sigma^2_w+k_1\sigma^2_{fs}$
ผู้เลี้ยง	p-1	SS_p	MS_p	$\sigma^2_w+k_0\sigma^2_p$
ความคลาดเคลื่อน	n-p-fs+1	SS_w	MS_w	σ^2_w

เมื่อ t = จำนวนช่วงเวลาทั้งหมด

fs = จำนวนครอบครัวทั้งหมด

p = จำนวนผู้เลี้ยงทั้งหมด

n = จำนวนลูกทั้งหมด

MS_t = ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของเวลา

MS_{fs} = ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของครอบครัว

MS_p = ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของผู้เลี้ยง

MS_w = ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของลูก

σ^2_w = ความแปรปรวนเนื่องจากลูก

σ^2_{fs} = ความแปรปรวนเนื่องจากครอบครัว

σ^2_t = ความแปรปรวนเนื่องจากเวลา

σ^2_p = ความแปรปรวนเนื่องจากผู้เลี้ยง

K_0 = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของผู้เลี้ยงเนื่องจากปัจจัยของผู้เลี้ยง

K_1 = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของครอบครัวเนื่องจากปัจจัยของครอบครัว

K_2 = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของครอบครัวเนื่องจากปัจจัยของเวลา

K_3 = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของเวลาเนื่องจากปัจจัยของเวลา

จากตารางผนวกที่ 1 สามารถหาองค์ประกอบความแปรปรวนต่างๆ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนคำนวณได้ดังนี้ (ดัดแปลงจาก Sokal และ Rohlf, 1969)

1. $\sum^{t}\sum^{fs} n_{ij}$ = a = N (จำนวนทั้งหมด)

2. $\sum^{t}\sum^{fs} n_{ij}^{2}$ = b

3. $\sum^{t}\left[\sum^{fs} n_{ij}\right]^{2}$ = c

4. $\sum^{t}\left[\sum^{fs} n_{ij}^{2} \Big/ \sum^{fs} n_{ij}\right]$ = d

ดังนั้น $K_0 = \left\{N - \sum^{p} n_k^2 / N\right\} \Big/ p-1$

$$K_1 = \frac{a - d}{fs - t}$$

$$K_2 = \frac{d - (b/a)}{t-1}$$

$$K_3 = \frac{a - (c/a)}{t-1}$$

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบความแปรปรวนในการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมในลูกกุ้งชุดที่ 1 ที่อายุ 65 วัน

SOV	DF	SS	MS	Composition of Mean Square
เวลา	t-1	SS_t	MS_t	$\sigma^2_w+k_2\sigma^2_r+k_3\sigma^2_{fs}+k_4\sigma^2_t$
ครอบครัว	fs-t	SS_{fs}	MS_{fs}	$\sigma^2_w+k_ó\sigma^2_r+k_1\sigma^2_{fs}$
กระชัง	r-fs	SS_r	MS_r	$\sigma^2_w+k_0\sigma^2_r$
ความคลาดเคลื่อน	n-r	SS_w	MS_w	σ^2_w

เมื่อ t = จำนวนช่วงเวลาทั้งหมด

fs = จำนวนครอบครัวทั้งหมด

r = จำนวนกระชังทั้งหมด

n = จำนวนลูกทั้งหมด

MS_t = ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของเวลา

MS_{fs} = ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของครอบครัว

MS_r = ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของกระชัง

MS_w = ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของลูก

σ^2_w = ความแปรปรวนเนื่องจากลูก

σ^2_{fs} = ความแปรปรวนเนื่องจากครอบครัว

σ^2_t = ความแปรปรวนเนื่องจากเวลา

σ^2_r = ความแปรปรวนเนื่องจากกระชัง

K_0 = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของกระชังเนื่องจากปัจจัยของกระชัง

$K_ó$ = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของกระชังเนื่องจากปัจจัยของครอบครัว

K_1 = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของครอบครัวเนื่องจากปัจจัยของครอบครัว

K_2 = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของกระชังเนื่องจากปัจจัยของเวลา

K_3 = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของครอบครัวเนื่องจากปัจจัยของเวลา

K_4 = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของเวลาเนื่องจากปัจจัยของเวลา

จากตารางผนวกที่ 2 สามารถหาองค์ประกอบความแปรปรวนต่างๆ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนคำนวณได้ดังนี้ (ดัดแปลงจาก Sokal และ Rohlf, 1969)

1. $\sum^{t}\sum^{fs}\sum^{r} n_{ijm}^{2}$ = a

2. $\sum^{t}\sum^{fs} n_{ij}^{2}$ = b

3. $\sum^{t} n_{i}^{2}$ = c

4. $\sum^{t}\sum^{fs}\sum^{r} n_{ijm}$ = d = N (จำนวนทั้งหมด)

5. $\sum^{t}\sum^{fs}\left\{\sum^{r} n_{ijm}^{2} \Big/ \sum^{r} n_{ijm}\right\}$ = e

6. $\sum^{t}\left\{\sum^{fs}\sum^{r} n_{ijm}^{2} \Big/ \sum^{fs}\sum^{r} n_{ijm}\right\}$ = f

7. $\sum^{t}\left\{\sum^{fs} n_{ij}^{2} \Big/ \sum^{fs} n_{ij}\right\}$ = g

ดังนั้น

$$K_0 = \frac{d - e}{r - fs}$$

$$K_{\acute{o}} = \frac{e - f}{fs - t}$$

$$K_1 = \frac{d - g}{fs - t}$$

$$K_2 = \frac{f - (a/d)}{t - 1}$$

$$K_3 = \frac{g - (b/d)}{t-1}$$

$$K_4 = \frac{d - (c/d)}{t-1}$$

องค์ประกอบของความแปรปรวนต่าง ๆคำนวณจากตาราง ANOVA ได้ดังนี้

ที่อายุ 25 วัน : $\sigma^2_w = MS_w$

$$\sigma^2_p = (MS_p - \sigma^2_w)/k_0$$

$$\sigma^2_{fs} = (MS_{fs} - \sigma^2_w)/k_1$$

$$\sigma^2_t = (MS_t - \sigma^2_w - k_2\sigma^2_{fs})/k_3$$

$$\sigma^2_T = \sigma^2_w + \sigma^2_p + \sigma^2_{fs} + \sigma^2_t$$

ที่อายุ 65 วัน : $\sigma^2_w = MS_w$

$$\sigma^2_r = (MS_r - \sigma^2_w)/k_0$$

$$\sigma^2_{fs} = (MS_{fs} - \sigma^2_w - k_ó\sigma^2_r)/k_1$$

$$\sigma^2_t = (MS_t - \sigma^2_w - k_2\sigma^2_r - k_3\sigma^2_{fs})/k_4$$

$$\sigma^2_T = \sigma^2_w + \sigma^2_r + \sigma^2_{fs} + \sigma^2_t$$

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบความแปรปรวนในการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมในลูกกุ้งชุดที่ 2

SOV	DF	SS	MS	Composition of Mean Square
เวลา	t-1	SS_t	MS_t	$\sigma^2_w+k_2\sigma^2_{fs}+k_3\sigma^2_t$
ครอบครัว	fs-t	SS_{fs}	MS_{fs}	$\sigma^2_w+k_1\sigma^2_{fs}$
ความคลาดเคลื่อน	n-fs	SS_w	MS_w	σ^2_w

เมื่อ t = จำนวนช่วงเวลาทั้งหมด

fs = จำนวนครอบครัวทั้งหมด

n = จำนวนลูกทั้งหมด

MS_t = ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของเวลา

MS_{fs} = ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของครอบครัว

MS_w = ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของลูก

σ^2_w = ความแปรปรวนเนื่องจากลูก

σ^2_{fs} = ความแปรปรวนเนื่องจากครอบครัว

σ^2_t = ความแปรปรวนเนื่องจากเวลา

K_1 = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของครอบครัวเนื่องจากปัจจัยของครอบครัว

K_2 = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของครอบครัวเนื่องจากปัจจัยของเวลา

K_3 = สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของเวลาเนื่องจากปัจจัยของเวลา

สำหรับการหาค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบความแปรปรวน ใช้สูตรการหาค่าได้เช่นเดียวกับการหาค่า K_1 , K_2 , K_3 ในลูกกุ้งกุลาดำชุดที่ 1 ที่อายุ 25 วัน และการหาค่าองค์ประกอบความแปรปรวนจากตาราง ANOVA คำนวณได้ดังนี้

$\sigma^2_w = MS_w$

$\sigma^2_{fs} = (MS_{fs} - \sigma^2_w)/k_1$

$\sigma^2_t = (MS_t - \sigma^2_w - k_2\sigma^2_{fs})/k_3$

$\sigma^2_T = \sigma^2_w + \sigma^2_{fs} + \sigma^2_t$

2. องค์ประกอบความแปรปรวนของการเติบโตของกุ้งกุลาดำ

ลูกกุ้งชุดที่ 1

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวน,องค์ประกอบความแปรปรวนและเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบความแปรปรวนของความยาวกุ้งกุลาดำที่อายุ 25 วัน

SOV	DF	SS	MS	Variance Component	% var. com.
เวลา	2	494.458	247.229**	σ^2_t = 0.767	36.61
ครอบครัว	18	156.047	8.669**	σ^2_{fs} = 0.161	7.69
ผู้เลี้ยง	1	15.313	15.313**	σ^2_p = 0.031	1.48
ความคลาดเคลื่อน	968	1099.954	1.136	σ^2_w = 1.136	54.22
K_0 = 458.182	K_1 = 46.875	K_2 = 47.216	K_3 = 310.909	Total Var.(σ^2_T) = 2.095	100

** P < 0.01

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน,องค์ประกอบความแปรปรวนและเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบความแปรปรวนของความยาวกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในกระชังอายุ 65 วัน

SOV	DF	SS	MS	Variance Component	% var. com.
เวลา	1	1069.523	1069.523**	σ^2_t = 2.300	3.174
ครอบครัว	12	3112.786	259.399**	σ^2_{fs}= 0.351	0.484
กระชัง	28	5899.110	210.683**	σ^2_r = 5.782	7.980
ความคลาดเคลื่อน	1072	68636.507	64.027	σ^2_w= 64.027	88.362
K_0 = 25.364	$K_ó$ = 28.921	K_1 = 80.151	K_2 = 24.568	Total Var.(σ^2_T)	100
K_3 = 60.539	K_4 = 366.199			= 72.460	

** P < 0.01

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน,องค์ประกอบความแปรปรวนและเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในกระชังอายุ 65 วัน

SOV	DF	SS	MS	Variance Component	% var. com.
เวลา	1	0.449	0.449*	σ^2_t = 0.0009	1.9
ครอบครัว	12	1.503	0.125*	σ^2_{fs} = -0.0004	0
กระชัง	28	4.285	0.153**	σ^2_r = 0.0043	8.2
ความคลาดเคลื่อน	1072	46.839	0.044	σ^2_w = 0.044	90.7
K_0 = 25.364	$K_{\acute{0}}$ = 28.921	K_1 = 80.151	K_2 = 24.568	Total Var.(σ^2_T) =	100
K_3 = 60.539	K_4 = 366.199			0.0485	

*P < 0.05 ; ** P < 0.01

ลูกกุ้งชุดที่ 2

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน,องค์ประกอบความแปรปรวนและเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบความแปรปรวนของความยาวกุ้งกุลาดำที่อายุ 25 วัน

SOV	DF	SS	MS	Variance Component	% var. com.
เวลา	2	1.332	0.666**	σ^2_t = 0.0005	2.283
ครอบครัว	37	12.331	0.333**	σ^2_{fs} = 0.0064	29.224
ความคลาดเคลื่อน	1960	30.277	0.015	σ^2_w = 0.015	68.493
K_1 = 50	K_2 = 50	K_3 = 656.25		Total Var.(σ^2_T) =	100
				0.0219	

** P < 0.01

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวน,องค์ประกอบความแปรปรวนและเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบความแปรปรวนของความยาวกุ้งกุลาดำที่อายุ 60 วัน

SOV	DF	SS	MS	Variance Component	% var. com.
เวลา	2	26.014	13.007**	σ^2_t = 0.014	3.58
ครอบครัว	37	147.943	3.998**	σ^2_{fs} = 0.074	18.93
ความคลาดเคลื่อน	1960	593.098	0.303	σ^2_w = 0.303	77.49
K_1 = 50	K_2 = 50	K_3 = 656.25		Total Var.(σ^2_T) = 0.391	100

** P < 0.01

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวน,องค์ประกอบความแปรปรวนและเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบความแปรปรวนของความยาวกุ้งกุลาดำที่อายุ 90 วัน

SOV	DF	SS	MS	Variance Component	% var. com.
เวลา	2	36.122	18.061**	σ^2_t = 0.019	2.30
ครอบครัว	37	218.396	5.903**	σ^2_{fs} = 0.104	12.61
ความคลาดเคลื่อน	1960	1375.241	0.702	σ^2_w = 0.702	85.09
K_1 = 50	K_2 = 50	K_3 = 656.25		Total Var.(σ^2_T) = 0.825	100

** P < 0.01

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวน,องค์ประกอบความแปรปรวนและเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักกุ้งกุลาดำที่อายุ 60 วัน

SOV	DF	SS	MS	Variance Component	% var. com.
เวลา	2	0.514	0.257**	σ^2_t = 0.0002	1.72
ครอบครัว	37	4.722	0.128**	σ^2_{fs}= 0.0024	20.69
ความคลาดเคลื่อน	1960	18.174	0.009	σ^2_w= 0.009	77.59
K_1 = 50	K_2 = 50	K_3 = 656.25		Total Var.(σ^2_T) = 0.0116	100

** P < 0.01

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวน,องค์ประกอบความแปรปรวนและเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบความแปรปรวนของน้ำหนักกุ้งกุลาดำที่อายุ 90 วัน

SOV	DF	SS	MS	Variance Component	% var. com.
เวลา	2	13.949	6.974**	σ^2_t = 0.0076	3.30
ครอบครัว	37	72.644	1.963**	σ^2_{fs} = 0.0355	15.43
ความคลาดเคลื่อน	1960	366.882	0.187	σ^2_w = 0.187	81.27
K_1 = 50	K_2 = 50	K_3 = 656.25		Total Var.(σ^2_T) = 0.2301	100

** P < 0.01

3. การคำนวณค่าอัตราพันธุกรรมและค่าความคลาดเคลื่อนมาตราฐาน (Becker, 1992) คำนวณได้ดังนี้

ค่าอัตราพันธุกรรม (h^2) = $2\sigma^2_{fs} / \sigma^2_T$

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตราฐาน (S.E.) = $2\sqrt{\frac{2(n.-1)(1-t)^2\left[1+(k-1)t\right]^2}{k^2\ (n.-fs)(fs-1)}}$

เมื่อ K = ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของครอบครัว เนื่องจากปัจจัยของครอบครัวคือ ค่า K_1 ในลูกกุ้งทั้ง 2 ชุด

fs = จำนวนครอบครัว

t = $\sigma^2_{fs} / \sigma^2_T$

n.= จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

ประวัติผู้เขียน

นางสาว ภาวิณี พัฒนจันทร์ เกิดวันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2517 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ในปีการศึกษา 2537 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2538