เอกสารอ้างอิง

กรมประมง, "การประมงของประเทศไทย" เอกสารเศรษฐกิจการประมง เลขที่ 7/2529 ฝ่ายวิจัยเศรษฐกิจการประมง กองนโยบายและแผนงานประมง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 11-12, 2529

ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ, ทรงชัย สหวัชรินทร์, ทวีชัย สุไพรวัณย์ และ ประยูร อ่อนพรหม, "ผลการอนุบาลลูกปลากะพงขาวโดยใช้สูตรอาหารต่างกัน," เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 5/2528, ฝ่ายทดลองและวิจัยเพื่อการเพาะเลี้ยง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง, หน้า 1-21, 2528.

จารุวัฒน์ นภีตะภัฏ และสมนึก กบิลรัมย์, "การบริโภคออกซิเจนของปลากะพงขาว" รายงานความก้าวหน้างานทดลองและงานวิจัย, "เอกสารรายงานประจำปี 2529 สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดระยอง, กองประมงน้ำกร่อย, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2529

ชลอ ลิ้มสุวรรณ, สุปราณี ชินบุตร, นิตยา วิชรชัยไพศาล, ทวี หอมชง. "การศึกษาการเกิดอวัยวะและลักษณะทางเนื้อเยื่อของปลากะพงขาววัยอ่อน" เอกสารวิชาการฉบับที่ 49, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, บางเขน กรุงเทพฯ, 2528

ถนอม พิมลจินดา, "การศึกษาลักษณะและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน." เอกสารวิชาการ สถานีประมงจังหวัดภูเก็ต กองประมงทะเล กรมประมง, 2526

ธิดา เพชรมณี, ประกิต ไกรสิงห์เดชา และนิเวศน์ เรืองพานิช "การทดลองอนุบาลลูกปลากะพงขาวระยะแรกด้วยโรติเฟอร์มีชีวิต, โรติเฟอร์แช่แข็งและไข่แดงต้มบดละเอียด," การประชุมวิชาการทรัพยากรสัตว์น้ำ พ.ศ. 2528, สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา, กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง, หน้า 1-2, 2528.

ธิดา เพชรมณี, "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของโรติเฟอร์กับปริมาณการกินโรติเฟอร์ของลูกปลากะพงอายุ 4-14 วัน," เอกสารวิชาการ สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา, กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง, 2528.

งานสถิติกรมประมง

บังอร ศรีมุกดา, "การทดลองอนุบาลลูกปลากะพงขาวด้วยโรติเฟอร์ นมผง และข้าวเกษตร," เอกสารวิชาการ สถานีประมงน้ำกร่อย จังหวัดระยอง, กองประมงน้ำกร่อย, กรมประมง, 2526. สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย บางเขน กรุงเทพฯ 2526.

บรรพต เรืองรักษ์ลิขิต," การใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (STP) และโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน ในการจุ่ม (dipping) และเคลือบ (glazing) ผลิตภัณฑ์เนื้อกุ้งแช่แข็ง (Frozen RPD) เพื่อลดปริมาณ dip lost ในเนื้อกุ้ง," ปัญหาพิเศษ วิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522-2523.

ประเสริฐ สีตะสิทธิ์., มะลิ บุณยรัตผลิน., นันทิยา อุ่นประเสริฐ., "อาหารปลา" โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด บางเขน กรุงเทพฯ 88 หน้า, 2526 สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กองประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เพียรศิริ ปิยะธีระธิติวรกุล, "ผลของอาหารผสมชนิดต่างๆ ที่มีต่อการรอดและขั้นตอนของการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน (Macrobranchium rosenbergii de Man), "วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

ไพโรจน์ พรหมานนท์., "สภาวะการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งของประเทศไทยและแนวทางของการพัฒนาในอนาคต" อนาคตประมงไทยการสัมมนาร่วมภาครัฐบาลและภาคเอกชน 4-6 มิถุนายน 2530 โรงแรมแกรนด์พาเลซ พัทยา หน้า 193-307 รวบรวมและจัดพิมพ์โดยศูนย์พัฒนาการประมงแห่งตะวันออกเฉียงใต้, 2530

วิเชียร สาคเรศ, "การเลี้ยงปลากะพงขาว, Lates calcarifer (Bloch) อย่างหนาแน่นในกระชัง, "เอกสารวิชาการ สถานีประมงน้ำกร่อยระยอง จังหวัดระยอง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง, หน้า 1-15,2528.

สกนธ์ แสดงประดับ "การทดลองเลี้ยงหมึกหอมด้วยอาหารต่างชนิด", เอกสารรายงานประจำปี 2526 สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดระยอง, กองประมงน้ำกร่อย, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2526

อนันต์ ตันสุตะพาณิช, "การทดลองเพาะเลี้ยงอาร์ทีเมียในนาเกลือ" เอกสารวิชาการฉบับที่ 19, สถานีประมงน้ำจืดฉะเชิงเทรา, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2529

อำนวย แท่นทอง และวัฒนา ถาวรนาน, " การทดลองเลี้ยงลูกปลาตะเพียนขาว (Puntius gonionotus (Bleeker) อายุ 2-6 วัน ด้วยอาหารต่างชนิด, "เอกสารวิชาการ กองประมงน้ำจืด กรมประมง, 2520.

Barrington, E.J.W., "The Alimentary Cannal and digestion in the Physiology of Fishes. (M. Brown; ed), Vol .1, pp 109-161. New York : Acadamy press, 1957.

Cho, C.Y., CB. Cowey, and T. Watanabe, "Finfish Nutrition in Asia Methodological Approaches to Research and Development." Proceedings of the Asia Finfish Nutrition Workshop held in Singapore, 23.26 August 1983. p. 154, 1983.

Cravedi, J.P., G, Choubert and G. Delous., "Digestibility of Chloramphenicol, Oxolinic Acid, and Oxytetracyclin in Rainbow Trout and Influence of These Antibiotics on Lipid Digestibility." Aquaculture, 60, pp. 133-141, 1987

Clack J., K Murray and J.R. Stack., "Protease Development in Dover Sole (Solea solea L.)" Aquaculture, 53, pp. 253-262, 1986

Donulat, E., "The Effect of Various Diets on Chitinase and B-Glucosidase Activities and the Condition of Cod, Gadus morhua (L)," Comp. Biochem. Physiol., 77A NO. 2, pp. 241, 1984.

Donulat, E., and H.Kausch., "Chitinase Activity in Digestive Tract of the Cod, Gadus morhua (L)," J. Fish. Biol., 24, pp. 125-133, 1986.

Donulat, E. "The Effect of Various Diets on Chitinase and B-Glucosidase Activites and the Condition of Cod, Gadus morhau (L.) J. Fish Biol, 28, pp 191-197, 1986.

Girin, M., "Feeding Problems and the Technology of Rearing Marine Fish Larvae., "Proc. World. Symp. on Fin Fish Nutrition and Fish Feed Technology, Humburg 20-23 June 1978, Vol.1 Berlin, pp. 360-366, 1979.

Hansen, T., and Torrissen, K.R., "Artificial Hatching substrate and Different Times of Transfer to first feeding : Effect on Growth and Protease Activites of the Atlantic Salmon (Salmo salar)", "Aquaculture, 48 pp. 177-188, 1985.

Hofer, R., "The Adaptation of Digestive Enzymes to Temperature, Seasons and Diets in Roach, Rutilus rutilus L. and Rudd, Scardinius erythropthalmus. I. Amylase," J. Fish. Biol., 14, pp. 565-572, 1979a.

Hofer, R., "The Adaptation of Digestive Enzymes to temperture, Seasons and Diets in Roadh, Rutilus rutilus L. and Rudd, Scardinius erythropthalmus, Protiase," J.Fish.Biol. 15., pp.373-379, 1979b.

Hofer, R., Schiemer., "Proteolytic Activity in the Digestive Tracts of Several Specise of Fish with Difference Feeding Habits," Oecologia, 48, pp. 342-345, 1981.

Hofer, R., and Nasir Uddin A., "Digestive Processes During the Development of the Roach (Rutilus rutilus)," Insitute of Zoology, University of Innsbruck Austria, pp. - , 1985

Hofer. R., "Protien Digestion and Proteolytic Activity in the Digestive Tract an Omnivorous Cyprinid," Comp. Biochem. Physiol., 72A, pp. 55-63, 1982.

Hofer. R., and M. Luaff., "Proteolytic Enzymes in Fish Development and the Importance of Dietary Enzymes," Aquaculture. 37, pp. 335-346, 1984.

Hofer, R., "Effect of Artificial Diets on the Digestive Processes of Fish Lalvae," Internat. Symp. on Feeding and Nutrition in Fish for Aberdeen 10-13 July, 1985.

Jeuniaux, C.," Chitinases, "Meth. Enzym., 3, pp. 644-650, 1966.

Kawai, S. and S. Ikeda, "Studies on Digestive Enzymes of Fishes. II. Effect of Dietary Change on the Activities of Digestive Enzymes in Carp," Bull. Jap. Soc. Sci. Fish, 38, pp. 265-270, 1972.

Kawai, S. and S. Ikeda, "Studies on Digestive Enzymes of Fishes. III. The Development of Digestive Enzymes of Rainbow Trout After Hatching and the Effect of Dietary change on the Activities of Enzymes the Juvenile Stage," Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 39, pp. 819-823, 1973a.

Kawai, S. and S. Ikeda, "Studies on Digestive Enzymes of Fishes. IV. The Development of the Digestive Enzymes of Carp and Black Sea Bream After Hatching," Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 39, pp. 881-887, 1973b.

Krisna, R.T., Ole, J.T., "Digestive Protease of Atlantic Salmon (Salmo salar) from Different River Strains Development after Hatching, Rearing Temperature Effect and Effect of Sex and Maturation," Comp. Biochem Physiol Vol. 77B No 1., pp. 15-20, 1984.

Krisna R., and Utne, F., "Effect of Different Acidified Wet Feeds on Protease Activities in the Digestive Tract and Growth Rate of Rainbow Trout (Salmo gairdneri : Richardson)." Aquaculture, 22 pp. 67-69, 1981.

Kristensen, J., "Carbohydrases of Some Marine Invertebrate with Note on Their Food and on the Natural occurrence of the Carbohydrate Study," Mar. Biol., 14 pp. 130-142, 1972.

Kunitz, M., "Crystalline Soybean Trypsin Inhibitor II. General Properties." J Gen. Physiol., 30; 291-310, 1947.

Lindsay, Gabriel, J.h. "Development of Gastric Chitinase Activity in Rainbow Trout (Salmo guirdneri)". Aquaculture, 48, pp. 285-290,1985.

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Lewis, A. and Randall, R.J., "Protien Measurement with the Folin Phenol Reagent." J. of. Biol, Chem. 193, pp. 265-275, 1951.

Persoon. P., Sorgeloos. P., Rocls. O., Jasper. E., "Proceeding of the International Symposium on the brine Shrimp Artemia salina" . The Brine Shrimp Artemia Volume 3., State University of Ghent J. plateaustraat 22 B-9000 Ghent, Belgium, 1980.

Nash, C.E., "The Breeding and Cultivation of Marine Fish Species for Mariculture," 3rd. Meeting of the ICES Working Group on Mariculture, Acetch de Colloques du ENEXO, 4, pp. 1-10, 1978.

Onishi. T., Murayama, S and Takeushi, M., "Change in Digestive Enzymes Level in Carp After Feeding - III. Response of Protease and Amylase to Twice-a-day Feeding." Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 42, pp. 921-921, 1976.

Richard, A., Smucker, and David A., "Chitinase Activty in the Crystalline Style of the American Oyster, Grassostrea virginica," Comp. Biochem. Physiol., 77A No. 2, pp. 239-241, 1984.

Rungrungsak, K. and Utne, F., "Effect of Different Acidified held Feeds on Protease Activities in the Digestive Tract and on Growth Rate of Rainbow trout (Salmo gairdneri Richardson).

Smith, R.R., "A Method for Measuring Digestibility and Metabolizable Energy of Fish Feeds," Prog. Fish. Culture., 33, pp. 132-134, 1971.

Shimeno, S. et al., "Comparative Studies on Carbohydrate Metabolism of Yollow tail and carp." Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 43,pp. 213-217, 1977.

Watanabe, T., et al., "Proximate and Mineral compositions of Living Food Use in Seed Provetion of Fish," Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 44 (a), pp. 979-984, 1978.

"_____" Apsorbion of Rainbow Trout (Salmo gairdneri) Gastric Lysozymes and Chitinase by Cellulose and Chitin, Aquaculture, 42, pp. 141-246, 1984

ภาคผนวก

ภาคผนวก

การตรวจสอบข้อมูลว่ามาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution)

การทดสอบ Goddness-of-Fit เป็นการตรวจว่าค่าสังเกตต่างๆที่ได้มาเป็นข้อมูลที่ได้จากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ วิธีที่ทำการทดสอบดังนี้คือแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มๆ ซึ่งแยกออกจากกันโดยเด็ดขาดหรือแบ่งตามช่วงค่าแล้วนับจำนวนหรือความถี่ในแต่ละช่วงว่ามีจำนวนเท่าใด ต่อไปใช้หลักการทางการแจกแจงแบบปกติคำนวณความถี่ที่คาด (Expected Frequencies) ในแต่ละช่วงค่า โดยถ้ามีความแตกต่างมากระหว่างจำนวนที่สังเกตุกับค่าที่คาดหวัง จะสรุปว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติแต่ถ้าความแตกต่างมีไม่มากนัก ก็สรุปว่าเป็นข้อมูลมาจากการแจกแจงแบบปกติในการทดสอบจะตั้งสมมติฐานว่า

H_0 " ข้อมูลที่มาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 " ข้อมูลที่ไม่ได้มาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ

แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง ต่อไปนี้ดูว่าภายในแต่ละช่วงความถี่ของการเกิดค่าที่คาดหวัง เมื่อ H_0 จะเป็นเท่าใด

ถ้าความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตและความถี่คาดหวังมีน้อยก็สรุปว่าความแตกต่างเกิดขึ้นจากการสุ่มตัวอย่างเพียงอย่างเดียว และไม่ปฏิเสธ H_0 เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจความแตกต่างว่ามีมากพอที่จะปฏิบัติเสธ H_0 จะดูจากค่าสถิติไคสแควร์ ดังนี้

$$(Oi\ Ei-Ei)$$

โดยที่มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่มีองศาอิสระเท่ากับ (K-r)

Oi คือ ความถี่ของข้อมูลที่สังเกตมาตัวที่ 1

Ei คือ ความถี่ที่คาดหวังตัวที่ 1

K คือ จำนวนชั้นทั้งหมดของความถี่ของข้อมูลที่สังเกตุมา

r คือ จำนวนข้อจำกัดของการคาดประมาณความถี่ที่คาดหวัง โดยปกติข้อจำกัดในการคาดประมาณได้แก่

ก. ผลรวมของความถี่ที่คาดว่าต้องเท่ากับผลรวมของความถี่ของข้อมูลที่สังเกต

ข. ข้อจำกัดในการคาดประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบ เพื่อใช้ค่าประมาณนี้ในการคำนวณความถี่ที่คาดหวัง ซึ่งถ้ามีการคาดประมาณที่ใช้แทนพารามิเตอร์กี่ตัวก็ถือว่า ข้อจำกัดมีจำนวนเท่านั้น

การตัดสินใจ

เมื่อคำนวณจากข้อมูลได้แล้วก็จะเปรียบเทียบที่คำนวณได้กับในตาราง ณ ระดับองศาอิสระเท่ากับ (k-r) ถ้าที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าในตาราง ณ ระดับนัยสำคัญ จะถือว่าปฏิเสธ Ho ณ ระดับนั้นๆ

การวิเคราะห์การแปรปรวน

เป็นวิธีการที่ความแปรปรวนทั้งหมดที่มีอยู่ในกลุ่มข้อมูลถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ ในแต่ละส่วนที่แบ่งออกจะมีแหล่งที่มีของความแปรปรวนเหล่านั้น โดยสามารถบอกได้ว่าความแปรปรวนที่ได้มาจากแต่ละแหล่งเป็นเท่าไรต่อจำนวนความแปรปรวนทั้งหมด การวิเคราะห์ความแปรปรวนมีวัตถุประสงค์สองประการคือ เพื่อคาดประมาณและทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร และในการสรุปเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยประชากรก็จะต้องอาศัยขนาดของค่าแปรปรวน ซึ่งผู้ทำการทดลองได้สังเกตมา

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแจกแจงหลายทาง

แผนแบบสุ่มในบล็อก (Randomized blocks design, RBD)

เนื่องจากในการทดลองเป็นการทดลองเกี่ยวกับสัตว์ จะมีอิทธิพลจากอายุของสัตว์ที่ทำการทดลอง จึงไม่สามารถที่จะทำการวางแผนแบบสุ่มตลอด (Completely Random Design, CRD) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้เมื่อสิ่งที่ทดลองมีความสม่ำเสมอกันตลอด ความผันแปรหรือความแตกต่างอย่างเดียวที่เกิดขึ้นคือทริทเมนย์ที่ใช้ทดลอง จึงทำให้การวางแผนแบบสุ่มตลอดมีความถูกต้องน้อยลง ดังนั้นต้องการกำจัดความผันแปรดังกล่าวโดยใช้วิธีการทดลองแผนแบบสุ่มในบล็อก ซึ่งเป็นแผนแบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้มีการคิดและพัฒนาขึ้นมาในประมาณปี คศ. 1952 โดย R.Aisher ซึ่งเป็นคนที่พยายามหาวิธีที่จะปรับปรุงการทดลองทางด้านการเกษตร และได้ความคิดจากการทดลองทางการเกษตรโดยบริเวณที่ดินในการทดลองจะถูกแบ่งออกเป็นบล็อก (block) และแต่ละบล็อกจะถูกแบ่งออกเป็นพล็อต (plots) ซึ่งแต่ละพล็อตจะได้รับทรีทเมนต์ต่างๆ

ลักษณะของการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกจะแบ่งหน่วยทดลองที่ได้รับทรีทเมนต์ (treatment) ออกเป็นกลุ่มๆ โดยแต่ละกลุ่มจะมีทุกทรีทเมนต์รวมเรียกว่าบล็อก โดยที่จำนวนของหน่วยทดลองในแต่ละบล็อกจะเท่ากับ (หรือทวีคูณของ) จำนวนของทรีทเมนต์ที่ทดลอง แล้วค่อยทำการสุ่มทรีทเมนต์ให้แก่หน่วยทดลองแต่ละบล็อก ซึ่งในการจัดบล็อกนั้นอาศัยหลักเกณฑ์ 2 ประการคือ

1. บล็อกเนื่องจากปัจจัยภายในหน่วยทดลองเอง เช่น บล็อกตามเพศ อายุ พันธุ์เป็นต้น
2. บล็อกเนื่องจากปัจจัยภายนอกซึ่งเกิดขึ้นกับหน่วยทดลอง เช่น ในการทดลองเกี่ยวกับพืชซึ่งจะได้รับอิทธิพลจากความแปรปรวนในความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ใช้ปลูก

จุดประสงค์ในการบล็อก เพื่อกำจัดความผันแปรที่เกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยอื่นๆที่ไม่ใช่ทรีทเมนต์ และในการบล็อกนั้น ผู้ทดลองต้องพยายามจัดกลุ่มหน่วยทดลอง โดยพยายามให้ภายในบล็อกมีความสม่ำเสมอตลอดกันหมด และระหว่างบล็อกจะต้องต่างกันมากการจัดบล็อกจะต้องทำอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อให้บล็อกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญและมีประสิทธิภาพ โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับผู้ทำการทดลองว่ามีความรู้และความเข้าใจต่อสิ่งที่ทำการทดลอง ขนาดบล็อกมีตั้งแต่ 2 หน่วยการทดลองขึ้นไปใช้ในการเปรียบเทียบ 2 ทรีทเมนต์ อาจใช้ t-test ทำการทดสอบได้ในแบบเปรียบเทียบจับคู่ (paired comparisions) ได้ ซึ่งจะได้ผลเช่นเดียวกับการวิเคราะห์วาเรียนซ์แล้วทดสอบแบบ F-test ภายในบล็อกจะมีเป็นคู่ๆ วิธีสุ่มต้องทำภายในบล็อก ซึ่งทำให้ผลรวมของค่าเบี่ยงเบน (deviation) จากค่าเฉลี่ยของบล็อกหนึ่งจะเท่ากับศูนย์เกิดเป็นข้อกำหนดขึ้น ดังนั้นเวลาใส่ข้อมูลในตารางจะต้องจัดเป็นคู่ๆ ในการทดลองแผนแบบสุ่มในบล็อกได้เปรียบกว่าการทดลองแบบอื่นๆ เพราะสามารถเข้าใจได้ง่าย และการคำนวณค่าต่างๆ ก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ความสับสนที่อาจเกิดขึ้นได้ในการทดลองก็ง่ายต่อการแก้ไขด้วย มีความเที่ยงตรงสูงกว่าการวางแผนแบบสุ่มตลอด รวมทั้งไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนทรีทเมนต์หรือบล็อก แต่ข้อเสียของการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกจะมีมากขึ้นในกรณีที่ความผันแปรของหน่วยทดลองภายในบล็อกมีมาก จะทำให้ความผิดพลาดในการทดลอง (Experinental error) มีขนาดใหญ่ ซึ่งจะเกิดขึ้นในกรณีที่มีจำนวนทรีทเมนต์มากๆ เพราะจะไม่สามารถควบคุมหน่วยทดลองภายในบล็อกให้สม่ำเสมอตลอดได้

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองภายใต้แผนแบบสุ่มในบล็อกสามารถใส่ในรูปตารางดังนี้

	ทรีทเมนต์					
บล็อก	1	2	3	k	ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{2k}	T_1	X_1
2	X_{12}	X_{22}	X_{13}	X_{2k}	T_2	X_2
9"	X_{91}	X_{92}	X_{93}	X_9	"	"
n	X_{n1}	X_{n2}	"	X_{nk}	T_n	X_n
รวม	$T_{.1}$	$T_{.2}$	"	$T_{.k}$	$T_{..}$	
เฉลี่ย	$X_{.1}$	$X_{.2}$	"	$X_{.k}$		$X_{..}$

โดยที่ผลรวมของบล็อกที่ i = T_i = xij

ค่าเฉลี่ยที่บล็อกที่ i = X_i = xi/k

ผลรวมทั้งหมด $T_{..}$ = T_{ij} = Ti

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนแบบสุ่มในบล็อก มีดังนี้

1. แบบหุ่น (model) เป็นแบบที่ปรับมาจากแผนสุ่มตลอด

$X_{ij} = x + Bi + ti + eij$

$i = 1, 2, ..., n ; j = 1, 2, ...,k$

โดยที่ X_{ij} = เป็นค่าจริงของประชากรบล็อกที่ 1, ทรีทเมนต์ที่ j

X = grand mean ค่าเฉลี่ยของทั้งหมด

bi = เป็นผลจากบล็อกที่ 1

tj = เป็นผลจากทรีทเมนต์ที่ 3

eij = เป็นค่าความคลาดเคลื่นของการทดลอง หรือปฏิกิริยาระหว่างบล็อกกับทรีทเมนต์ คือการเปลี่ยนแปลงของอิทธิพลของทรีทเมนต์ เมื่อเปลี่ยนจากบล็อกหนึ่งไปยังอีกบล็อกหนึ่ง

ข้อสมมติ มีดังนี้

1. ทุกค่า X_{ij} ที่สังเกตมาเป็นอิสระต่อกัน และสุ่มมาจากประชากรขนาด kn

2. ในแต่ละประชากรใน kn ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ ด้วยค่าเฉลี่ยแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย X_{ij} และค่าแปรปรวนเท่ากัน คือ ทำให้แต่ละ eij เป็นอิสระต่อกัน และมีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย Ø และค่าแปรปรวน

3. สามารถรวมผลของทรีทเมนต์กับบล็อกเข้าด้วยกัน คือไม่มี interaction ระหว่างทรีทเมนต์และบล็อก แสดงได้ว่า

$t_i = bi = Ø$

ถ้าข้อสมมติเป็นจริง

ในกรณีที่สมมติฐานเหล่านี้เป็นจริง คือ ti tj จะคงที่ ก็จะได้แบ่งหุ่นซึ่งแทนข้อมูลเป็นระบบคงที่ (Fixed-Effects Model) แต่บ่องครั้งบล็อกที่ใช้มักเป็นตัวอย่างที่เลือกมาจากประชากรทั้งหมดของบล็อก ซึ่งผู้ทดลองต้องการอ้าง (infer) ผลลัพท์ไปสู่ประชากรทั้งหมดแต่ทรีทเมนต์เป็นค่าคงที่ (Fixed) สำหรับกรณีนี้ถือเป็นแบบหุ่นผสม (Mixed model) แต่ถ้าทั้งบล็อกและทรีทเมนต์สุ่มมาจากประชากรบล็อกและประชากรทรีทเมนต์จะได้แบบหุ่นผลกระทบอิสระ (Random-Effect model)

การตั้งสมมติฐาน

โดยจะทดสอบว่า

H_o " tj = Ø, j = 1,2,3.....k

H_a " tj ไม่ทั้งหมดที่ = Ø

ใช้ = Ø.Ø5

การคำนวณ

ภายใต้แผนแบบสุ่มในบล็อก (RBD) แสดงได้โดย

$SS_{total} = SS_{block} + SS_{treatment} + SS_{error}$

โดยที่

$SS_{total} = (Xij)^2 - C$

$SS_{block} = Ti - C$

$SS_{treatment} = T.j - C$

โดยที่ C เป็น Correction Term

$C = X_{ij}/kn$

$= T^2../kn$

องศาอิสระ (degree of freedom, d.f.) คือ

$$\underset{\text{total}}{9-1} = \underset{\text{block}}{9-1} + \underset{\text{treatment}}{3-1} + \underset{\text{error}}{8x2 = 16}$$

$$kn-1 = (n-1) + (k-1) + (n-1)(k-1)$$

ตารางวิเคราะห์ ANOVA ของ RBD

Source of variation	d.f	SS	MS	F	F table Ø-5 Ø-1
Treatment	(k-1)	$SS_{treatment}$	$MS_{treatment} = SS_{treatment}$	$MS_{treatment} MS_{error}$	
Blocks	(n-1)	SS_{block}	$MS_{block} = SS_{block}$	$MS_{block} MS_{error}$	
Error	(k-1)(n-1)	SS_{error}	$MS_{error} = SS_{error}$		
Total	kn-1	SS_{total}			

การพิจารณาตัดสินใจ

เมื่อ H_o เป็นจริงจำนวน $MS_{treatment}/MS_{error}$ จะมีการแจกแจงแบบ F ซึ่งมีค่า d.f. เท่ากับ (k-1) และ (n-1) (k-1) ค่า F ที่คำนวณได้จะต้องนำไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตของ F และจะปฏิเสธ H_o ถ้าค่าที่คำนวณมีค่ามากกว่าค่าวิกฤต F

ภาคผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของอัตรารอดที่ติดตามศึกษาในแต่ละช่วงที่เก็บตัวอย่าง

HEADER DATA FOR: B: SURVIVAL LABEL : survival rate of fish (%)

NUMBER OF CASES: 6 NUMBER OF VARIABLES: 4

RANDOMIZED BLOCKS ANOVA

TREATMENT	MEAN	N
1	74.722	6
2	67.833	6
3	66.000	6

BLOCK	MEAN	N
1	100.000	3
2	85.889	3
3	76.111	3
4	68.222	3
5	44.889	3
6	42.000	3
GRAND MEAN	69.519	18

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
TREATMENT	253.800	2	126.900	3.724	6.180E-01
BLOCK	7818.370	5	1563.674	45.893	1.413E-06
ERROR	340.721	10	34.072		
TOTAL	8412.892	17			

ภาคผนวกที่ 2 การเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตทางด้านความยาวของลูกปลากะพงขาวทั้ง 3 กลุ่ม

---------- ANALYSIS OF VARIENCE ----------

HEADER DATA FOR: B: LENGTH LABEL : different length (cm.) between

NUMBER OF CASES: 9 NUMBER OF VARIABLES: 4

RANDOMIZED BLOCKS ANOVA

TREATMENT	MEAN	N
1	2.525	9
2	1.806	9
3	1.175	9

BLOCK	MEAN	N
1	0.614	3
2	0.990	3
3	1.429	3
4	1.599	3
5	1.861	3
6	2.017	3
7	2.312	3
8	2.665	3
9	3.031	3

GRAND MEAN	1.835	27

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
TREATMENT	8.203	2	4.102	28.027	5.911E-06
BLOCK	14.423	8	1.803	12.319	1.607E-05
ERROR	2.342	16	0.146		
TOTAL	24.968	26			

ภาคผนวกที่ 3 การเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักของลูกปลากะพงขาวทั้ง 3 กลุ่ม

---------- ANALYSIS OF VARIENCE ----------

HEADER DATA FOR: B: WEIGHT LABEL : different weight (g) betweent

NUMBER OF CASES: 9 NUMBER OF VARIABLES: 4

RANDOMIZED BLOCKS ANOVA

TREATMENT	MEAN	N
1	1.022	9
2	0.373	9
3	0.082	9

BLOCK	MEAN	N
1	0.017	3
2	0.023	3
3	0.100	3
4	0.153	3
5	0.203	3
6	0.287	3
7	0.693	3
8	1.287	3
9	1.670	3
GRAND MEAN	0.493	27

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
TREATMENT	4.168	2	2.084	5.544	0.0148
BLOCK	8.697	8	1.087	2.892	0.0336
ERROR	6.014	16	0.376		
TOTAL	18.880	26			

ภาคผนวกที่ 4 การเปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์ไคติเนสในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะอาหารของลูกปลากะพงขาวทั้ง 3 กลุ่มทดลอง

---------- ANALYSIS OF VARIENCE ----------

: chitinase activity in stomach

NUMBER OF CASES: 9 NUMBER OF VARIABLES: 4

RANDOMIZED BLOCKS ANOVA

TREATMENT	MEAN	N
1	555.038	9
2	465.760	9
3	386.736	9

BLOCK	MEAN	N
1	1.0000E-11	3
2	1.0000E-11	3
3	955.584	3
4	490.281	3
5	441.953	3
6	725.330	3
7	791.611	3
8	316.606	3
9	486.234	3
GRAND MEAN	467.511	27

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
TREATMENT	120044.856	2	60022.428	0.986	0.3947
BLOCK	2613463.560	8	326682.945	5.365	2.139E-03
ERROR	974313.995	16	60895.000		
TOTAL	3707828.412	26			

ภาคผนวกที่ 5 เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์ไคติเนสในทางเดินอาหารส่วนลำไส้ของลูกปลากะพงขาวทั้ง 3 กลุ่ม

---------- ANALYSIS OF VARIENCE ----------

HEADER DATA FOR: B: LENGTH LABEL : chitinase activity in intestin

NUMBER OF CASES: 9 NUMBER OF VARIABLES: 4

RANDOMIZED BLOCKS ANOVA

TREATMENT	MEAN	N
1	357.136	9
2	281.917	9
3	275.210	9

BLOCK	MEAN	N
1	0.000	3
2	0.000	3
3	477.605	3
4	405.308	3
5	354.218	3
6	438.574	3
7	629.106	3
8	171.727	3
9	266.253	3
GRAND MEAN	304.755	27

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
TREATMENT	37244.404	2	18622.202	1.384	0.2789
BLOCK	1111426.978	8	138928.372	10.328	4.969E-05
ERROR	215235.100	16	13452.194		
TOTAL	1363906.482	26			

ภาคผนวกที่ 6 เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์ไคติเนสในทางเดินอาหารทั้งหมดของลูกปลากะพงขาวทั้ง 3 กลุ่ม

---------- ANALYSIS OF VARIENCE ----------

HEADER DATA FOR: B: LENGTH LABEL : chitinase activity in digestiv

NUMBER OF CASES: 9 NUMBER OF VARIABLES: 4

RANDOMIZED BLOCKS ANOVA

TREATMENT	MEAN	N
1	553.955	9
2	509.924	9
3	345.681	9

BLOCK	MEAN	N
1	266.944	3
2	444.027	3
3	639.524	3
4	601.003	3
5	346.295	3
6	514.540	3
7	723.634	3
8	264.021	3
9	428.691	3
GRAND MEAN	469.853	27

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
TREATMENT	216878.158	2	108439.079	2.682	0.0990
BLOCK	640672.757	8	80084.095	1.980	0.1165
ERROR	647029.731	16	40439.358		
TOTAL	1504580.646	26			

ภาคผนวกที่ 7 เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์ทริปซินในทางเดินอาหารส่วนลำไส้ของลูกปลากะพงขาวทั้ง 3 กลุ่ม

---------- ANALYSIS OF VARIENCE ----------

HEADER DATA FOR: B: LENGTH LABEL : trypsin activity in intestine

NUMBER OF CASES: 9 NUMBER OF VARIABLES: 4

RANDOMIZED BLOCKS ANOVA

TREATMENT	MEAN	N
1	316.471	9
2	170.515	9
3	291.830	9

BLOCK	MEAN	N
1	0.000	3
2	0.000	3
3	195.386	3
4	236.779	3
5	277.502	3
6	296.287	3
7	388.353	3
8	471.877	3
9	470.265	3

GRAND MEAN	259.605	27

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
TREATMENT	109882.433	2	54941.216	10.462	1.243E-03
BLOCK	741339.410	8	92667.429	17.646	1.433E-06
ERROR	84024.045	16	5251.503		
TOTAL	935245.888	26			

ภาคผนวกที่ 8 เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์ทริปซินในส่วนของทางเดินอาหารทั้งหมดของลูกปลากะพงขาวทั้ง 3 กลุ่ม

---------- ANALYSIS OF VARIENCE ----------

HEADER DATA FOR: B: LENGTH LABEL : trypsin activity in digestive

NUMBER OF CASES: 9 NUMBER OF VARIABLES: 4

RANDOMIZED BLOCKS ANOVA

TREATMENT	MEAN	N
1	174.652	9
2	158.415	9
3	125.639	9

BLOCK	MEAN	N
1	11.298	3
2	43.064	3
3	67.354	3
4	96.912	3
5	146.095	3
6	148.500	3
7	281.272	3
8	279.436	3
9	302.189	3
GRAND MEAN	152.902	27

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
TREATMENT	11220.891	2	5610.445	2.710	0.0969
BLOCK	292233.634	8	36529.206	17.644	1.434E-06
ERROR	33125.215	16	2070.326		
TOTAL	336579.757	26			

ภาคผนวกที่ 9 เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์เปปซินในทางเดินอาหารส่วนกระเพาะอาหารของลูกปลากะพงขาวทั้ง 3 กลุ่ม

---------- ANALYSIS OF VARIENCE ----------

HEADER DATA FOR: B: LENGTH LABEL : pepsin activity in stomach

NUMBER OF CASES: 9 NUMBER OF VARIABLES: 4

RANDOMIZED BLOCKS ANOVA

TREATMENT	MEAN	N
1	161.460	9
2	228.986	9
3	209.680	9

BLOCK	MEAN	N
1	0.000	3
2	0.000	3
3	227.224	3
4	250.900	3
5	260.088	3
6	206.813	3
7	313.414	3
8	301.665	3
9	240.272	3

GRAND MEAN	200.042	27

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
TREATMENT	21772.817	2	10886.409	5.139	0.0189
BLOCK	335428.262	8	41928.533	19.792	6.435E-07
ERROR	33895.049	16	2118.441		
TOTAL	391096.129	26			

ภาคผนวกที่ 10 เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์เปปซินในทางเดินอาหารส่วนลำไส้ของลูกปลากะพงขาวทั้ง 3 กลุ่ม

---------- ANALYSIS OF VARIENCE ----------

HEADER DATA FOR: B: LENGTH LABEL : pepsin activity in intestine

NUMBER OF CASES: 9 NUMBER OF VARIABLES: 4

RANDOMIZED BLOCKS ANOVA

TREATMENT	MEAN	N
1	13.687	9
2	16.008	9
3	14.004	9

BLOCK	MEAN	N
1	0.000	3
2	0.000	3
3	6.646	3
4	9.032	3
5	6.332	3
6	7.479	3
7	9.865	3
8	36.993	3
9	54.748	3
GRAND MEAN	14.566	27

SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
TREATMENT	28.508	2	14.254	0.242	0.7882
BLOCK	8326.066	8	1040.758	17.635	1.439E-06
ERROR	944.246	16	59.015		
TOTAL	9298.820	26			

ภาคผนวกที่ 11 เปรียบเทียบแอคติวิตีของเอ็นไซม์เปปซินในส่วนของทางเดินอาหารของลูกปลากะพงขาวทั้ง 3 กลุ่ม

---------- ANALYSIS OF VARIENCE ----------

HEADER DATA FOR: B: LENGTH LABEL : pepsin activity in digestive

NUMBER OF CASES: 9 NUMBER OF VARIABLES: 4

RANDOMIZED BLOCKS ANOVA

TREATMENT	MEAN	N
1	169.194	9
2	196.092	9
3	171.740	9

BLOCK	MEAN	N
1	206.563	3
2	162.326	3
3	166.513	3
4	178.683	3
5	242.410	3
6	165.053	3
7	166.136	3
8	195.669	3
9	127.721	3
GRAND MEAN	179.009	27

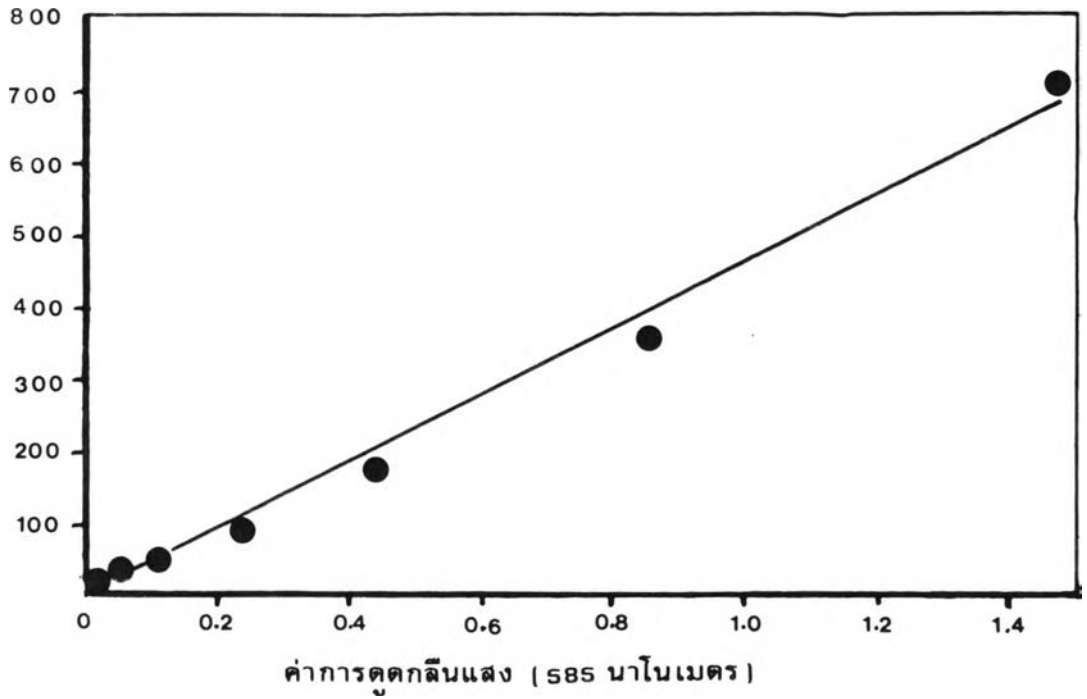
SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.
TREATMENT	3969.096	2	1984.548	0.271	0.7662
BLOCK	25446.120	8	3180.765	0.434	0.8834
ERROR	117247.241	16	7327.953		
TOTAL	146662.457	26			

Calibration curve for N-acetyl-D-glucosamine
Use by Spectronic 20

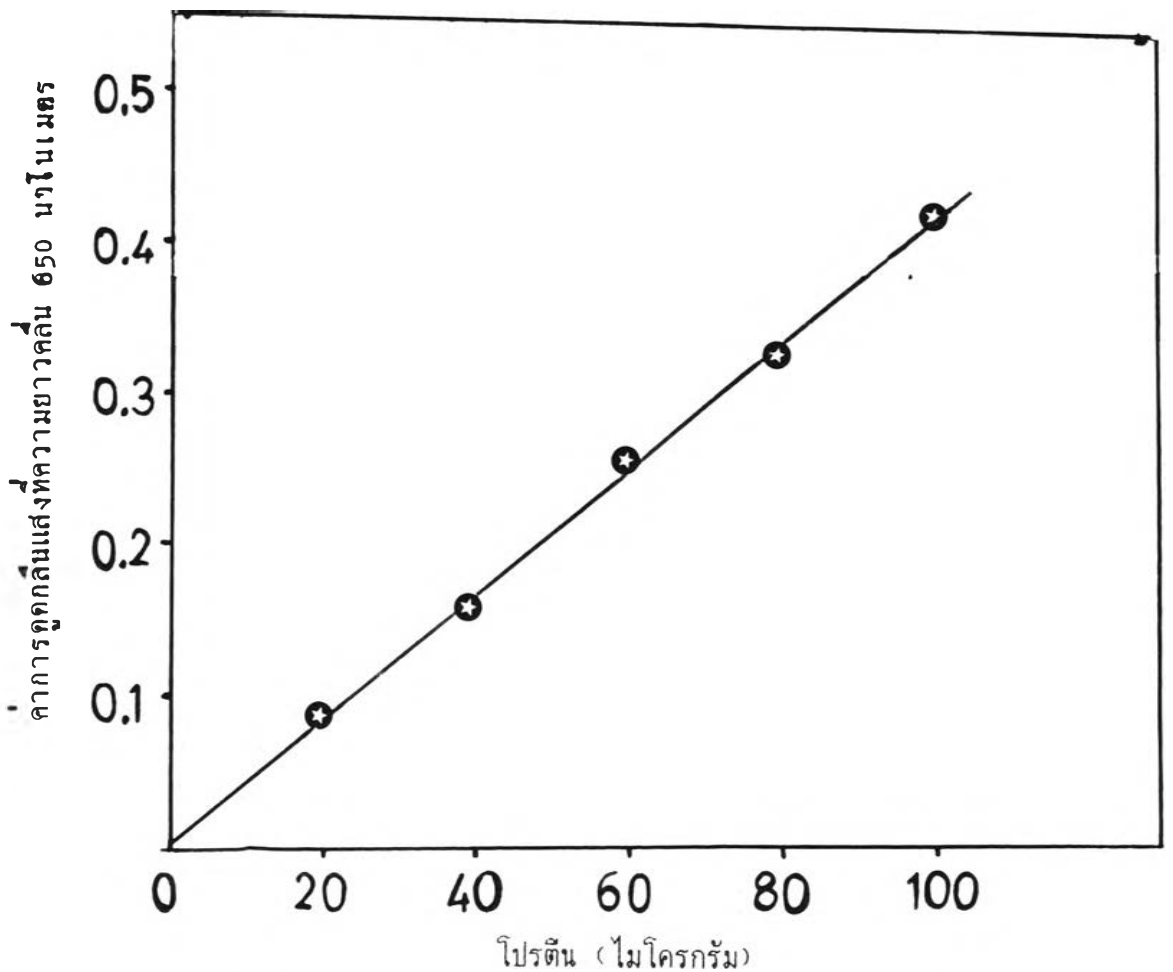
Init. conc.	Incub. mixt. conc.	O.D. Abs. at 585 nm. (5 replication)					Mean Abs.	ugNAG *	ugNAG/h/ml. **
1000	138.889	1.5	1.49	1.5	1.39	1.5	1.476	110.6	7078.4
500	69.444	0.85	0.83	0.85	0.84	0.85	0.844	55.3	3539.2
250	34.722	0.41	0.45	0.43	0.45	0.459	0.4398	27.65	1769.6
125	17.361	0.229	0.228	0.23	0.22	0.228	0.227	13.825	884.8
62.5	8.68	0.101	0.115	0.112	0.1	0.101	0.1058	6.9125	442.4
31.25	4.334	0.05	0.047	0.05	0.05	0.049	0.0492	3.456	221.2
15.625	2.167	0.025	0.02	0.022	0.023	0.025	0.023	1.728	110.6
7.813	1.085	0.012	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0104	0.864	55.3

* ugNAG in 0.5 ml.of Standard of N-acetyl-D-glucosamine
** Chitinolytic activity.

ภาคผนวกที่ 12 ตารางข้อมูลแสดงค่าการดูดกลืนแสงของ N. acetyl-D-glucosamine ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ



ภาคผนวกที่ 13 กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์แอคติวิตีของเอ็นไซม์ไคติเนส (Jeuniaux, 1966)



ภาคผนวกที่ 14 กราฟมาตราฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธีลอรี่ (Lowry และคณะ, 1951)

ประวัติผู้เขียน

นางสาว อัญชลี คงสมบูรณ์ เกิดวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2503 สำเร็จการศึกษาปริญญาการศึกษาบัณฑิต (ชีววิทยา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร) เมื่อปี พ.ศ. 2525