รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระสินธุ์ หังสพฤกษ์. 2535. ระดับที่เหมาะสมของกรดแพนโตเทนิคในอาหารของลูกปลากะพงขาว Lates calcarifer (bloch). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 68 หน้า.

จูอะดี พงศ์มณีรัตน์ และมะลิ บุณยรัตนผลิน. 2538. การใช้แหล่งโปรตีนพืชบางชนิดในอาหารสำหรับปลากะพงขาว. เอกสารวิชาการฉบับที่ 14 สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา กรมประมง.

จูอะดี พงศ์มณีรัตน์ มะลิ บุณยรัตนผลิน ชูศักดิ์ บริสุทธิ์ และสุจินต์บุญช่วย. 2539. องค์ประกอบทางเคมีของปลาป่นไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 10 สถานีเพาะเลี้ยงชายฝั่ง จังหวัดสงขลา.

ธานินทร สิงหะไกรวัน . 2539. การศึกษาเพื่อผลิตพันธุ์ปลากะพงแดงแบบกึ่งพัฒนาในบ่อดิน . เอกสารวิชาการฉบับที่ 56 ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กองประมงทะเล กรมประมง.

ธีรยา สีรยาภรณ์. 2539. ระดับโปรตีนและไขมันที่เหมาะสมในอาหารเม็ดแบบแห้งสำหรับปลากะพงขาว Lates calcarifer วัยรุ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 71 หน้า.

ประวิม วุฒิสินธุ์. 2527. การเพาะเลี้ยงปลากะพงแดง Lutjanus argentimaculatus. สถานีประมงทะเลจังหวัดระยอง กองประมงทะเล กรมประมง.

ประมง, กรม. 2536. คู่มือการเลี้ยงปลาน้ำกร่อย. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พูนสิน พานิชสุข และสุพจน์ จึงแย้มปิ่น. 2520. การเพาะเลี้ยงปลากะพงแดงน้ำกร่อย. สถานีประมงทะเลจังหวัดสงขลา กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง.

มะลิ บุณยรัตนผลิน และจูอะดี พงศ์มณีรัตน์. 2533. การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนจากวัตถุบางชนิดในอาหารผสมของลูกปลากะพงขาว. เอกสารวิชาการฉบับที่ 6 สถานีเพาะเลี้ยงชายฝั่ง จังหวัดสงขลา.

มะลิ บุณยรัตนผลิน และวิจิตรา กุลตังวัฒนา. 2530. การใช้กากถั่วเหลืองแทนปลาป่นในอาหารเลี้ยงปลานิลแดง Tilapia nilotica. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา กรมประมง.

วิเชียร สาคเรศ มะลิ บุณยรัตนผลิน และนันทิยา อุ่นประเสริฐ. 2532. ระดับโปรตีนและพลังงานที่เหมาะสมในอาหารปลากะพงขาว 2. เอกสารวิชาการฉบับที่ 8 สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดระยอง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง.

วีระพงษ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 209 – 210.

สวัสดิ์ วงศ์สมนึก และสุพจน์ จึงแย้มปิ่น. 2520. การทดลองเลี้ยงปลากะพงแดงด้วยอาหารสำเร็จรูป. รายงานผลการปฏิบัติงานทางวิชาการประจำปี 2520. สถานีประมงทะเลจังหวัดสงขลา กรมประมง.

อำนวย โชติญาณวงศ์. 2524. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ประมง. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 1 –163.

ภาษาอังกฤษ

Alexis, M. N., A – Papoutsoglou, E. P., and Theochari, V. 1985. Formulation of plactical diets for rainbow trout (Salmo gairdneri) made by partial or complete substitute of fish meal by poultry by – products and certain plant by – products. Aquaculture., 50: 169 – 173.

Arakawa, T., Takeuchi, T., and Watanabe, T. 1993. Suitable level of starch in diet for juvenile striped jack. Nippon suisan gakkaishi., 59 (11): 1945 – 1949.

Association of official analytical chemists (AOAC.). 1990. Official method of analysis. 15th ed. pp. 69 – 90.

Beamish, F. W. H., and Medland, T. E. 1986. Protein sparing effect in large rainbow trout (salmo gairdneri). Aquaculture., 55: 35 – 42.

Chen, H. Y., and Tsai, J. L. 1994. Optimum dietary protein level for the growth of juvenile grouper (Epinephelus malabaricus) fed semipurified diets. Aquaculture., 119: 265 – 271.

Chiang, P. D. M., Shiau, S., Chen, H., and Ching, D. 1992. Food technology, pp. 106 – 112.

Cowey, C. B. 1994. Amino acid requrements of fish : a critical appraisal of present values. Aquaculture.,124: 1 - 11.

Degani, G. 1986. Diatary effect of lipid source, lipid level and temperature on growth of glass ell (Anguilla anguilla). Aquaculture., 56: 207 – 214.

Degani, G., and Viola, S. 1987. The protein sparing effect of carbohydrates in the diets of eel (Anguilla anguilla). Aquaculture., 64: 283 – 291.

Doi, M., Ohno, A., Kohno, N., Taki, Y., and Singhagriwan, T. 1997. Replacement of feeding ability in red snapper (Lutjanus argentimaculatus) early larvae. Fisheries science., 63 (6): 845 – 853.

Doi, M., and Singhagraiwan, T. 1993. Biology and culture of the red snapper, Lutjanus argentimaculatus. The reseach project of fishery resource development in the kingdom of thailand. 51 pp.

Halver, J. E. 1989. Fish nutrition. 2nd ed . Academic press, inc. 785 pp.

Hepher, B. 1988. Nutrition of pond fish. 1st ed . pp. 308 – 318.

Higuera, M. D. L., Gorlego, M. G., Sanz, A., Cardenete, G., Suarez, M. D., and Moyano, F. J. 1988. Evaluation of lupin seed meal and alternative protein source in feeding of rianbow trout (Salmo gairdneri). Aquaculture., 71: 37 – 50.

Kaushik, S. J., Cravedi, J. P., Lalles, J. P., Sumpter, J., Faueonneau, B., and Laroche, M. 1995. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth , protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Aquaculture., 133: 257 – 274.

Khajarern, J., Khajarern, S., Sivapraphagon, A., Sakiya, P., and Chaiput, S. 1988. Nutrition contents and nutritive evaluation of thai fish meal. Thai journal agriculture science. 21: 75 – 81.

Martinez – Palacios, C. A., Cruz, R. G., Novoa, M. A. S., and Chaves martinez, C. 1988. The use of jack bean meal as a partial substitute for fish meal in diets for tilapia (Orechromis mossambicus). Aquaculture., 68: 165 – 175.

Mohsen, A. A., and Lovell, R. T. 1990. Partial substitution of soybean meal with animal protein sources in diets for channel catfish. Aquaculture., 90: 303 – 311.

Pongmaneerat, J., and Watanabe, T. 1992. Utilization of soybean meal as protein source

in diet for rainbow trout. Nippon suisan gakkaishi., 50 (10): 1983 – 1990.

Pongmaneerat, J., and Watanabe, T. 1993a. Nutritional evaluation of soybean meal for rianbow trout and carp. Nippon suisan gakkaishi., 59 (1): 157 – 163.

Pongmaneerat, J., and Watanabe, T. 1993b. Effect of extrution processing on the utilization of soybean meal diets for rianbow trout. Nippon suisan gakkaishi., 59 (8): 1407 – 1414.

Pongmaneerat, J., Watanabe, T., Takeuchi, T., and Satoh, S. 1993. Use of different protein meals as partial or total substitution for fish meal in carp diets. Nippon suisan gakkaishi., 59 (7): 153 – 163.

Reigh, R. C., and Ellis, S. C. 1992. Effect of dietary soybean and fish protein ratio on growth and body composition of red drum (Sciaenops ocellatus) fed isonitrogenous diets. Aquaculture., 104: 279 – 292.

Robiana, L., Izauierdo, M. S., Moyano, F. J., Socorro, J., Vergara, J. M., Montero, D., and Fernandez-Palacios, H. 1995. Soybean and lupin seed meals as protein source in diets for gilthead seabream (Sparus aurata) nutritional and histological implication. Aquaculture., 130: 219 – 233.

Sanz, A., Morales, A. E., Higuera, M. D. L., and Cardenete, G. 1994. Sunflower meal compared with soybean meal as partial substitutes for fish meal in rianbow trout (Oncorhynchus mykiss) diet; protein and energy utilization. Aquaculture., 128: 287 – 300.

Seenappa, D. and Devaraj, K. V. 1995. Effect of different levels of protein, fat and carbohydrate on growth, feed utilization and body carcass composition of fingerling in Catla catla. Aquaculture., 129: 243 – 249.

Shimeno, S., Hosokawa, H., Matsumoto, T., Ruchimat, T., and Kishi, S. 1996. Addition of combined defatted soybean meal, malt protein flour, and meat meal to yellowtail diet. Nippon suisan gakkaishi., 60 (2): 243 – 247.

Shimeno, S., Kheyyali, D., and Shikata, T. 1995. Metabolic response to dietary lipid to protein ratios in common carp. Fisheries Scienes., 61 (6): 977 – 980.

Shimeno, S., Kumon, M., Ando, H., and Ukawa, M. 1993. The growth performance and

body composition of young yellowtail fed with diets containing defatted soybean meal for a long period. Nippon suisan gakkaishi., 59 (5): 821 – 825.

Shimeno, S., Mima, T., Imanaga, T., and Tomaru, K. 1993. Inclusion of combination of defatted soybean meal, meat meal, and corn gluten meal to yellowtail diets. Nippon suisan gakkaishi., 59 (11): 1889 – 1895.

Shimeno, S., Mima, T., Kinoshita, H., and Kishi, S. 1994. Inclusion of malt protein flour to diet for fingerling yellowtail. Nippon suisan gakkaishi., 60 (4): 521 – 525.

Silva, S. S. D., Gunasekera, R. M., and Shim, K. F. 1991. Interactions of varying dietary protein and lipid level in young red tilapia: evidence of protein sparing. Aquaculture., 95: 305 – 318.

Tacon, A. G. J., Webster, J. C., and Martinez, C. A. 1984. Use of solvent extracted sunflower seed meal in complete diets for fingerling rianbow trout (Salmo gairdneri). Aquaculture., 43: 381 – 389.

Takeuchi, T., Shiina, Y., and Watanabe, T. 1991. Suitable protein and lipid levels in diet for fingerings of red seabream (Pugrus major). Nippon suisan gakkaishi., 57 (2): 293 – 299.

Takeuchi, T., Shiina, Y., Watanabe, T., Sekiya, S., and Imaizumi, K. 1992. Suitable protein and lipid levels in diet for fingerings of yellowtail. Nippon suisan gakkaishi., 58 (7): 1333 – 1339.

Takeuchi, T., Watanabe, T. 1978. Growth – enhancing effect of cuttlefish liver oil and short – necked clam oil on rainbow trout and thair effective components. Bulletin of the japanese society of scientific fisheries. 44 (7): 733 – 738.

Takeuchi, T., Watanabe, T., Obino, C. 1978. Use of hydrogenatted fish oil and beef tallow as a dietary energy source for carp and rainbow trout. Bulletin of the japanese society of scientific fisheries. 44 (8): 875 – 886.

Takeuchi, T., Watanabe, T., Ogino, C., Saito, M., Nishimura, K., and Nose, T. 1981.

A long – term feeding with rainbow trout by a low protein diet with a high energy value. Bulletin of the japanese society of scientific fisheries. 47 (50): 637 – 643.

Takii, K., Ukawa, M., Nakamura, M., and Kumai, Hidemi. 1995. Suitable lipid level in brown fish meal diet for tiger puffer. Fisheries Scienes., 61 (5): 841 – 844

Ukawa, M., Takii, K., Nakamura, M., and Kumai, H. 1996. Utilization of soybean meal for tiger puffer single moist pellet. Suisanzoshuku., 44 (2): 217 – 223.

Vergara, J. M., Fernandez – Palacios, H., Robiana, L., Higuera, M. D. L., and Izquierdo, M. 1996. The effect of varying protein level on the growth feed efficiency, protein utilization and body composition of gilhead seabream fry. Fisheries Scienes., 62 (4): 620 – 623.

Vergara, J. M., Robiana, L., Izquierdo, M., and Higuera, M. D. L. 1996. Protein sparing effect of lipid in diets for fingering of gilhead seabream. Fisheries Scienes., 62 (4): 624 – 625.

Viola, S., Mokady, S., and Arieli, Y. 1983. Effect of soybean processing methods on growth of carp (Cyprinus carpio). Aquaculture., 32: 27 – 38.

Viyakarn, V., Watanabe, T., Aoki, H., Tsuda, H., Sakamoto, H., Iso, N., Satoh, S., and Takeuchi, T. 1992. Use of soybean meal as a substitute for fish meal in a newly developed soft-dry pellet for yellowtial. Nippon suisan gakkaishi., 58 (10): 1991 – 2000.

Watanabe, T. 1996. Fish feed development in japan. Suisanzoshuku., 44 (2): 227 – 229.

Watanabe, T., Aoki, H., Viyakarn, V., Maita, M., Yamakata, Y., Satoh, S., and Takeuchi, T. 1995. Combined use of alternative protein sources as a partial replacement for fish meal in a newly developed soft – dry pellet for yellowtial. Suisanzoshuku., 43 (4): 511 – 520.

Watanabe, T. Davy, F. B., and Nose, T. 1989. Aquaculture in japan. Proc. third int. symp. on feeding and nutrition in fish. pp. 115 – 129

Watanabe, T., Pongmaneerat, J. 1993. Potential of soybean meal as a protein source in extruded pellets for rainbow trout. Nippon suisan gakkaishi.,

59 (8): 1415 – 1423.

Watanabe, T., Pongmaneerat, J., Sato, S., and Takeuchi, T. 1993. Replacement of fish meal by alternative protein sources in rainbow trout diet. Nippon suisan gakkaishi., 59 (9): 1573 – 1579.

Watanabe, T., Viyakarn, V., Kimura, H., Ogawa, K., Okamoto, N., and Iso, N. 1992. Utilization of soybean meal as a protein source in a newly developed soft-dry pellet for yellowtial. Nippon suisan gakkaishi., 58 (9): 1761 – 1773

Webster, C. D., Tiu, L. G., Tidwell, J. H., Wyk, P. V., and Howerton, R. D. 1995. Effect of dietary protein and lipid level on growth and body composition of sunshine bass (Morone chrysops X M. saxatilis) reared in cages. Aquaculture., 131: 291 – 301.

Wilson, R. P. 1994. Utilization of dietary carbohydrate by fish. Aquaculture., 124: 67 – 80.

Xianghua, L. 1988. Finfish nutrition in asia. Proceeding of the second asian fish nutrition network meeting.128 pp.

Yoshimatsu, T., Furuichi, M., and Kitajima, C. 1992. Optimum level of protein in purified experimental diets for redlip mullet. Nippon suisan gakkaishi., 58 (11): 2111 – 2117.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

วิธีการวิเคราะห์อาหารแบบ proximate analysis (AOAC.1990)

การวิเคราะห์โปรตีนรวม (crude protein)

หลักการ

การวิเคราะห์นี้เป็นการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีนซึ่งโดยทั่วไปโปรตีนประกอบด้วยไนโตรเจน 16 % ดังนั้นเมื่อทราบปริมาณไนโตรเจนแล้วนำมาคูณกับ 6.25 ค่าที่ได้คือโปรตีนทั้งหมดในอาหารสัตว์

อุปกรณ์

1. Gerhardt kjeldatherm digestion unit
2. Gerhardt vapodast 1
3. ชุดไตเตรต

สารเคมี

1. สารละลายกรด H_2SO_4 เข้มข้น
2. สารละลายกรด H_2SO_4 เข้มข้น 0.1 N
3. สารละลาย NaOH เข้มข้น 50 %
4. สารละลายกรด Boric เข้มข้น 4 %
5. Catalyst ชนิดเม็ด (kjel – tab) ประกอบด้วย 3.5 กรัม K_2SO_4 และ 0.0035 กรัม Se
6. Indicator ประกอบด้วย 0.625 กรัม methyl red และ 0.480 กรัม methylene blue ละลายใน ethyl alcohol (50 มิลลิลิตร, 95 % v/v)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างอาหารแห้ง 2 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อย และเติม catalyst 2 เม็ด

2. เติมสารละลายกรด H_2SO_4 เข้มข้น 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดย่อย

3. นำหลอดย่อยไปใส่ในเครื่อง kjeldatherm ให้เกิดการย่อยได้สารประกอบสีดำ เริ่มใช้ความร้อนตั้งแต่ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้น 20 องศาเซลเซียส ทุก 15 นาที จนได้อุณหภูมิ 380 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้จนการย่อยยุติ

4. เมื่อย่อยได้สารละลายสีเหลืองอ่อนแล้วปล่อยให้หลอดทดลองเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง

5. กลั่นตัวอย่างในเครื่อง vapodast 1 โดยใช้สารละลายกรด boric 4 % เติม indicator 5 – 6 หยด กลั่นจนสารละลายกรด boric ในขวดแก้วมีปริมาตร 300 มิลลิลิตร

6. ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้ด้วย H_2SO_4 เข้มข้น 0.5 N

การคำนวณ

$$\% \text{ โปรตีน} = \frac{a \times b \times 6.25 \times 1.4}{c}$$

เมื่อ a = normality ของ H_2SO_4 ที่ไตเตรต

b = ปริมาณกรด H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

c = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

การวิเคราะห์ไขมันรวม (crude fat)

หลักการ

อีเทอร์จะถูกระเหยเป็นไอติดต่อกันหลังจากนั้นไอของอีเทอร์กระทบความเย็นจากเครื่องควบแน่นแล้วกลั่นตัวกลับเป็นของเหลวและไหลผ่านตัวอย่างอาหารสัตว์ พร้อมทั้งสกัดสารที่สามารถละลายได้ในอีเทอร์ออกมาด้วยจนขบวนการเสร็จสิ้น อีเทอร์จะถูกระเหยหรือถูกทำให้แห้งไปจนหมดสิ่งที่เหลืออยู่คือไขมัน (crude fat)

อุปกรณ์

1. เครื่องสกัดไขมัน Gerhardt soxtherm automatic S – 11
2. Thimble ชนิด double layer ขนาด 28 x 80 มิลลิเมตร
3. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1
4. โถดูดความชื้น (desicator)
5. ขวดสกัดไขมัน (extraction beaker)

สารเคมี

1. petroleum ether

วิธีวิเคราะห์

1. อบขวดสกัดไขมันที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมงแล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักละเอียดของขวดสกัดไขมัน
2. ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 2 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 แล้วใส่ใน thimble
3. ใส่ตัวอย่างใน thimble ลงในขวดสกัดไขมันเติม petroleum ether ประมาณ 50 มิลลิลิตร ลงในขวดสกัดไขมัน (ไม่ให้ thimble แช่อยู่ใน petroleum ether)
4. นำขวดสกัดไขมันจากข้อ 3 ไปประกอบกับเครื่อง soxtherm automatic เปิดเครื่องสกัดไขมันตั้งอุณหภูมิที่ 150 องศาเซลเซียส ปล่อยให้เกิดการสกัดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง
5. เมื่อครบ 6 ชั่วโมง ทำการระเหย petroleum ether ออกจากไขมันที่สกัดได้ แล้วอบขวดสกัดไขมันที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
6. นำขวดสกัดไขมันที่เย็นแล้วไปชั่งน้ำหนักละเอียดเพื่อคำนวณหาเปอร์เซนต์ไขมันในอาหารสัตว์

การคำนวณ

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{(b - a) \times 100}{c}$$

เมื่อ a = น้ำหนักขวดก่อนการสกัดไขมัน (กรัม)

b = น้ำหนักขวดและไขมันหลังการสกัดไขมัน (กรัม)

c = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (ash)

หลักการ

เมื่อนำตัวอย่างอาหารสัตว์ไปเผาไหม้ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส สารอินทรีย์ทั้งหมดจะถูกเผาไหม้ไป ส่วนที่เหลืออยู่คืออนินทรีย์สารเรียกว่าเถ้า (ash) ซึ่งคือแร่ธาตุที่มีอยู่ในอาหาร

อุปกรณ์

1. ตู้เผาอุณหภูมิสูง (muffle furnance)
2. ถ้วยกระเบื้อง (porcelian crusible)
3. โถดูดความชื้น (dessicator)
4. ตู้ดูดควัน (fume hood)
5. เตาเผา (hot plate)
6. คีมคีบ (tong)

วิธีวิเคราะห์

1. อบถ้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักละเอียด

2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแห้งใส่ในถ้วยกระเบื้อง ประมาณ 2 กรัม

3. นำถ้วยกระเบื้องไปเผาบนเตาเผาโดยทำในตู้ควัน

4. นำถ้วยกระเบื้อง จากข้อ 3 ไปเผาในตู้เผา ตั้งอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเผา 5 ชั่วโมง เผาจนได้เถ้าเป็นสีขาว

5. ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักละเอียด

การคำนวณ

$$\% \text{ เถ้า} = \frac{(b - a) \times 100}{w}$$

เมื่อ a = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้อง (กรัม)

b = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องกับน้ำหนักภายหลังการเผา (กรัม)

w = น้ำหนักของตัวอย่างแห้งที่ใช้ในการวิเคราะห์ (กรัม)

การวิเคราะห์หาความชื้น (moisture)

หลักการ

ความชื้นของตัวอย่างอาหารสัตว์จะถูกดึงไปโดยวิธีระเหยโดยใช้ความร้อนจนกระทั่งได้น้ำหนักของอาหารที่เหลืออยู่คงที่ น้ำหนักที่สูญหายไปคือความชื้นของอาหาร

อุปกรณ์

1. ตู้อบแห้ง (hot air oven)
2. โถดูดความชื้น (dessicator)
3. ถ้วยกระเบื้อง (porcelian crusible)
4. คีมคีบ (tong)

วิธีวิเคราะห์

1. อบถ้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักละเอียด
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแห้งใสในถ้วยกระเบื้องประมาณ 2 กรัม
3. นำถ้วยกระเบื้องจากข้อ 3 ไปอบในเตาเผาที่ตั้งอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง
4. นำถ้วยกระเบื้องออกจากเตาเผาและทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักละเอียด
5. นำถ้วยกระเบื้องเข้าอบในเตาเผาโดยทำเช่นเดียวกับข้อ 3 จนได้น้ำหนักคงที่แสดงว่าน้ำหนักได้ระเหยออกจากตัวอย่างไปหมดแล้ว

การคำนวณ

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{(a - b) \times 100}{w}$$

เมื่อ a = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องและตัวอย่างก่อนการอบ (กรัม)
b = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องและตัวอย่างหลังการอบ (กรัม)
w = น้ำหนักตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการวิเคราะห์ (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย (fiber)

หลักการ

นำอาหารที่สกัดไขมันออกไปแล้วไปย่อยด้วยสารละลายกรดเจือจาง หลังจากนั้นอาหารจะถูกย่อยด้วยสารละลายด่างเจือจาง สารที่เหลืออยู่ถูกกรองเก็บไว้ในกระดาษกรองในถ้วยกระเบื้องแล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส น้ำหนักที่สูญหายไปในการเผาคือเยื่อใยทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหาร

อุปกรณ์

1. crode fiber digestion apparatus ประกอบด้วย digestion beaker, condenser
2. กระดาษกรองชนิดไม่มีเถ้า (Whatman เบอร์ 41)
3. เตาเผาอุณหภูมิความร้อนสูง (muffle furnace)
4. ถ้วยกระเบื้อง (porcelian crucible)
5. โหลดูดความชื้น (dessicator)
6. กรวยกรอง (funnel)
7. กระดาษลิตมัส

สารเคมี

1. สารละลายกรด H_2SO_4 เข้มข้น 0.255 N
2. สารละลาย NaOH เข้มข้น 0.313 N
3. 95 % ethyl alcohol

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างที่สกัดไขมันออกแล้ว (ชั่งน้ำหนักละเอียด) มาใส่ลงใน beaker เติมสารละลาย H_2SO_4 เข้มข้น 0.255 N ลงไป 200 มิลลิลิตร ต่อ condenser เข้ากับ beaker เพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของกรดให้คงที่ เปิด heater ให้ความร้อนกับกรดจนเดือด ปล่อยให้เดือดประมาณ 30 นาที
2. อบกระดาษกรองเบอร์ 41 และถ้วยกระเบื้องทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นจนได้น้ำหนักคงที่
3. กรองสารละลายที่ได้จากข้อ 1 ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 (ทราบน้ำหนักละเอียด) จนหมด (ใช้น้ำล้างตะกอนที่เหลือค้าง beaker) แล้วล้างตะกอนที่ตกค้างบนกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่นจนหมดความเป็นกรด (ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส)
4. นำส่วนที่เหลือบนกระดาษกรองใส่ลงใน beaker เช่นเดียวกับข้อ 1 แล้วเติมสาร NaOH เข้มข้น 0.313 N ลงไป 200 มิลลิลิตร ใช้สารละลายนี้ล้างตัวอย่างบนกระดาษกรองให้หมดต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 นาที

5. กรองเอาตะกอนจากข้อ 4 ด้วยกระดาษกรองแผ่นเดิมแล้วล้างตัวอย่างจนปราศจากความเป็นกรดเป็นด่างแล้วล้างตะกอนด้วย 95 % ethyl alcohol นำตัวอย่างที่เหลือบนกระดาษกรองพร้อมกระดาษกรองไปอบให้แห้งในตู้อบแห้งที่ 120 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วนำไปชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด

6. นำตะกอนพร้อมกระดาษกรองไปเผาใน muffle furnance ที่ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อหาเถ้าโดยใส่ไว้ในถ้วยกระเบื้องที่ทราบน้ำหนักละเอียดแล้ว ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นนำไปชั่งน้ำหนักละเอียดอีกครั้ง

<u>การคำนวณ</u>

$$\% \text{ เยื่อใย} = \frac{(a+b) - (b-c) \times 100}{d}$$

เมื่อ a = น้ำหนักตะกอน (กรัม)
b = น้ำหนักกระดาษกรอง (กรัม)
c = น้ำหนักเถ้า (กรัม)
d = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

<u>การวิเคราะห์หาพลังงานรวม (gross energy)</u>

<u>หลักการ</u>

การวิเคราะห์หาพลังงานรวมในอาหารโดยใช้เครื่อง microbomb calorimeter รุ่น 1425 แบบ solution โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน นำไปเผาใน microbomb calorimeter ภายใต้บรรยากาศที่มีออกซิเจนอยู่ประมาณ 35 บรรยากาศ โดย semimicro oxygen bomb จะอยู่ใน dewar flask 894 ml ที่มีน้ำบรรจุอยู่ 450 ml เมื่อจุดระเบิดจะมีความร้อนเกิดจากการเผาไหม้ของตัวอย่างภายใน bomb cup และความร้อนจะถ่ายเทไปยังน้ำที่อยู่รอบ ๆ เครื่องจะวัดความร้อนที่เพิ่มขึ้นด้วย thermistor probe แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานรวม โดยเปรียบเทียบความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ตัวอย่างมาตรฐาน benzoic acid

อุปกรณ์

1. เครื่อง microbomb calorimeter (Parr) รุ่น 1425
2. ถังบรรจุก๊าซออกซิเจนบริสุทธิ์ 99.95 % พร้อมอุปกรณ์
3. ฟิวส์ (nialloy)
4. เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด
5. เครื่องอัดเม็ดตัวอย่าง
6. โกร่งบดตัวอย่าง
7. ตู้อบตัวอย่าง (oven)
8. โถดูดความชื้น (desicator)

สารเคมี

1. benzoic acid มาตรฐาน (thermochemical grad)

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างอาหารหรือเนื้อปลาไปบดให้ละเอียดด้วยโกร่งบดตัวอย่าง แล้วนำไปชั่งน้ำประมาณ 0.2 กรัม นำตัวอย่างที่ชั่งแล้วมาอัดเม็ด หลังจากนั้นนำตัวอย่างที่เป็นเม็ดไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอนอีกครั้ง
2. ตัดฟิวส์ (nialloy) ยาว 10 เซนติเมตร แล้วผูกเข้ากับ electrode hook แล้วทำเป็นขดประมาณ 4-5 รอบ
3. นำตัวอย่างจากข้อ 1 ใส่ลงใน fuel capsule, inconel ที่ประกอบกับ capsule support loop แล้วเลื่อนตัวอย่างแตะกับฟิวส์ตรงบริเวณที่เป็นขดให้อยู่กึ่งกลางตัวอย่าง ประกอบ bomb head assembly, bomb body, bomb cup และ screw cup เข้าด้วยกัน หลังจากนั้นต่อ oxygen fill connection เข้ากับ gas tube แล้วเปิดวาล์วเอาออกซิเจนเข้าประมาณ 35 บรรยากาศ
4. นำสายจุดระเบิดทั้งสองเส้นประกอบกับ terminal nut และอีกเส้นหนึ่งประกอบเข้ากับ semimicro oxygen bomb ประกอบเข้าด้วยกัน จากนั้นนำน้ำใส่ลงใน glass dewar ปริมาตร 450 ml โดยอุณหภูมิของน้ำจะต้องเย็นกว่าอุณหภูมิห้องประมาณ 1 – 2 °C แล้วนำ semimicro

oxygen bomb ที่ประกอบเข้ากับสายจุดระเบิดแล้วใส่ลงใน glass dewar จากนั้นนำ cover มาปิดพร้อมทั้งคล้องสายพานเข้ากับร่องเฟืองและมอเตอร์

5. เปิดเครื่องแล้วอุ่นไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง จากนั้นกดปุ่ม " f_1" บนหน้าปัดเครื่องจะแสดงลำดับที่ของตัวอย่างขณะนั้นแล้วกดปุ่ม " enter " เครื่องจะถามน้ำหนักตัวอย่าง ป้อนน้ำหนักตัวอย่างและกด " enter" จากนั้นรอสัญญาณจากเครื่องเตือนด้วยเสียง เมื่อมีเสียงดังให้กดปุ่มที่ตัวจุดระเบิดแล้วกดปุ่ม " enter" รอจนเครื่องให้เสียงแสดงผลที่หน้าปัดเป็น gross heat (cal/g) ของตัวอย่าง

6. หลังจากเผาตัวอย่างแล้ววัดความยาวของฟิวส์ที่เหลือ หาค่าของความยาวของฟิวส์ที่ถูกเผาไหม้นำไปลบออกจากค่าพลังงานที่ได้จากตัวอย่าง โดยค่าพลังงานในฟิวส์เท่ากับ 2.3 cal/cm

<u>การคำนวณ</u>

$$\text{ค่าพลังงานรวม} = \frac{\text{gross heat} \times \text{*ค่าแก้}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \quad \text{cal/g}$$

* ค่าแก้ ได้จากการนำตัวอย่าง benzoic acid มาตรฐานไปเผาด้วยเครื่อง microbomb calorimeter 2 – 3 ตัวอย่าง แล้วนำค่า gross heat ที่ได้ในแต่ละครั้งไปหารด้วยค่าพลังงานของ benzoic acid มาตรฐาน (6318 cal/g)

ภาคผนวก ข.
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบน้ำหนักปลากะพงแดงวัยรุ่นในการทดลองที่ 1

Class Level Information

Class	Levels	Values
TIME	4	0 3 6 9
TRT	6	1 2 3 4 5 6
REP	2	1 2

Number of observations in data set = 561

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1195.454949	199.242492	4.00	0.0006
Error	554	27584.729638	49.791931		
Corrected Total	560	28780.184588			

R-Square	C.V.	Root MSE	Weight Mean
0.041537	48.62615	7.056340	14.5114082

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	5	1192.197323	238.439465	4.79	0.0003
REP	1	3.257626	3.257626	0.07	0.7982

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	5	1193.477292	238.695458	4.79	0.0003
REP	1	3.257626	3.257626	0.07	0.7982

Duncan's Multiple Range Test for variable: Weight

Alpha= 0.05 df= 554 MSE= 49.79193

Harmonic Mean of cell sizes= 93.39264

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	2.051	2.157	2.225	2.276	2.319

Means with the same letter are not significantly different.

General Linear Models Procedure

Duncan Grouping		Mean	N	TRT
	A	16.940	96	4
	A			
B	A	15.119	95	3
B	A			
B	A	15.060	93	2
B				
B	C	14.117	96	5
B	C			
B	C	13.268	94	1
	C			
	C	12.360	87	6

การวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความยาวปลากะพงแดงวัยรุ่นในการทดลองที่ 1

Class Level Information

Class	Levels	Values
TIME	4	0 3 6 9
TRT	6	1 2 3 4 5 6
REP	2	1 2

Number of observations in data set = 561

Dependent Variable: Length

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	40.57759649	6.76293275	2.91	0.0083
Error	554	1286.03929477	2.32137057		
Corrected Total	560	1326.61689127			

R-Square	C.V.	Root MSE	Length Mean
0.030587	16.49215	1.523604	9.23836007

Dependent Variable: Length

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	5	40.57752339	8.11550468	3.50	0.0040
REP	1	0.00007310	0.00007310	0.00	0.9955

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	5	40.56442447	8.11288489	3.49	0.0040
REP	1	0.00007310	0.00007310	0.00	0.9955

Duncan's Multiple Range Test for variable: Length

Alpha= 0.05 df= 554 MSE= 2.321371

Harmonic Mean of cell sizes= 93.39264

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	0.443	0.466	0.480	0.491	0.501

Means with the same letter are not significantly different.

General Linear Models Procedure

Duncan Grouping		Mean	N	TRT
	A	9.629	96	4
	A			
B	A	9.395	95	3
B	A			
B	A	9.334	93	2
B				
B	C	9.145	94	1
B	C			
B	C	9.135	96	5
C				
C		8.748	87	6

การวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบน้ำหนักปลากะพงแดงวัยรุ่นในการทดลองที่ 1

เริ่มการทดลอง (สัปดาห์ที่ 1)

Class	Levels	Values
TRT	6	1 2 3 4 5 6
REP	2	1 2

Number of observations in by group = 144

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	2.67612222	0.44602037	0.11	0.9952
Error	137	555.37220833	4.05381174		
Corrected Total	143	558.04833056			

R-Square	C.V.	Root MSE	Weight Mean
0.004796	25.87328	2.013408	7.78180556

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	5	2.66172222	0.53234444	0.13	0.9850
REP	1	0.01440000	0.01440000	0.00	0.9526

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	5	2.66172222	0.53234444	0.13	0.9850
REP	1	0.01440000	0.01440000	0.00	0.9526

Duncan's Multiple Range Test for variable: Weight

Alpha= 0.05 df= 137 MSE= 4.053812

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	1.155	1.214	1.252	1.281	1.305

Means with the same letter are not significantly different.

General Linear Models Procedure

Duncan Grouping	Mean	N	TRT
A	7.966	24	4
A			
A	7.891	24	6
A			
A	7.788	24	3
A			
A	7.765	24	5
A			
A	7.750	24	2
A			
A	7.530	24	1

สัปดาห์ที่ 3

Class	Levels	Values
TRT	6	1 2 3 4 5 6
REP	2	1 2

Number of observations in by group = 143

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	122.6848564	20.4474761	2.14	0.0525
Error	136	1298.4215142	9.5472170		
Corrected Total	142	1421.1063706			

R-Square	C.V.	Root MSE	Weight Mean
0.086331	25.68908	3.089857	12.0279021

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	5	115.7684387	23.1536877	2.43	0.0385
REP	1	6.9164177	6.9164177	0.72	0.3962

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	5	116.3563468	23.2712694	2.44	0.0376
REP	1	6.9164177	6.9164177	0.72	0.3962

Duncan's Multiple Range Test for variable: Weight

Alpha= 0.05 df= 136 MSE= 9.547217

Harmonic Mean of cell sizes= 23.82734

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	1.778	1.870	1.929	1.973	2.011

Means with the same letter are not significantly different.

General Linear Models Procedure

Duncan Grouping		Mean	N	TRT
	A	13.408	24	2
	A			
B	A	12.603	24	3
B	A			
B	A	12.468	24	4
B	A			
B	A	11.590	24	5
B				
B		11.376	24	1
B				
B		10.666	23	6

สัปดาห์ที่ 6

Class	Levels	Values
TRT	6	1 2 3 4 5 6
REP	2	1 2

Number of observations in by group = 138

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	432.8232950	72.1372158	3.30	0.0047
Error	131	2865.9063869	21.8771480		
Corrected Total	137	3298.7296819			

R-Square	C.V.	Root MSE	Weight Mean
0.131209	28.10939	4.677301	16.6396377

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	5	432.1959720	86.4391944	3.95	0.0023
REP	1	0.6273230	0.6273230	0.03	0.8658

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	5	432.6706276	86.5341255	3.96	0.0023
REP	1	0.6273230	0.6273230	0.03	0.8658

Duncan's Multiple Range Test for variable: Weight

Alpha= 0.05 df= 131 MSE= 21.87715

Harmonic Mean of cell sizes= 22.90456

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	2.746	2.887	2.978	3.047	3.104

Means with the same letter are not significantly different.

General Linear Models Procedure

Duncan Grouping		Mean	N	TRT
	A	19.589	24	4
	A			
B	A	17.385	23	2
B	A			
B	A	17.141	24	3
B				
B	C	16.172	24	5
B	C			
B	C	15.151	23	1
	C			
	C	13.916	20	6

สัปดาห์ที่ 9

Class	Levels	Values
TRT	6	1 2 3 4 5 6
REP	2	1 2

Number of observations in by group = 136

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1321.554197	220.259033	4.48	0.0004
Error	129	6343.851764	49.177145		
Corrected Total	135	7665.405962			

R-Square	C.V.	Root MSE	Weight Mean
0.172405	31.74768	7.012642	22.0886765

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	5	1320.962126	264.192425	5.37	0.0002
REP	1	0.592071	0.592071	0.01	0.9128

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	5	1321.506009	264.301202	5.37	0.0002
REP	1	0.592071	0.592071	0.01	0.9128

Duncan's Multiple Range Test for variable: Weight

Alpha= 0.05 df= 129 MSE= 49.17715

Harmonic Mean of cell sizes= 22.57809

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	4.146	4.360	4.498	4.601	4.688

Means with the same letter are not significantly different.

General Linear Models Procedure

Duncan Grouping		Mean	N	TRT
	A	27.738	24	4
	B	23.285	23	3
	B			
C	B	22.405	22	2
C	B			
C	B	20.941	24	5
C	B			
C	B	19.349	23	1
C				
C		18.115	20	6

การวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบน้ำหนักปลากะพงแดงวัยรุ่นในการทดลองที่ 2

Class Level Information

Class	Levels	Values
TIME	4	0 3 6 9
TRT	8	1 2 3 4 5 6 7 8
REP	2	1 2

Number of observations in data set = 616

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	633.6105340	79.2013167	2.47	0.0121
Error	607	19436.7405646	32.0209894		
Corrected Total	615	20070.3510985			

R-Square	C.V.	Root MSE	Weight Mean
0.031569	44.79468	5.658709	12.6325487

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	7	633.5609516	90.5087074	2.83	0.0066
REP	1	0.0495824	0.0495824	0.00	0.9686

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	7	633.5425780	90.5060826	2.83	0.0066
REP	1	0.0495824	0.0495824	0.00	0.9686

Duncan's Multiple Range Test for variable: Weight

Alpha= 0.05 df= 607 MSE= 32.02099

Harmonic Mean of cell sizes= 76.91202

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8
Critical Range	1.813	1.906	1.966	2.012	2.050	2.081	2.106

Means with the same letter are not significantly different.

General Linear Models Procedure

Duncan Grouping	Mean	N	TRT
A	13.931	74	1
A			
A	13.891	80	8
A			
B A	13.324	80	3
B A			
B A C	12.828	76	7
B A C			
B A C	12.709	80	4
B C			
B C	11.584	76	6
B C			
B C	11.560	77	5
C			
C	11.115	73	2

การวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความยาวปลากะพงแดงวัยรุ่นในการทดลองที่ 2

Class Level Information

Class	Levels	Values
TIME	4	0 3 6 9
TRT	8	1 2 3 4 5 6 7 8
REP	2	1 2

Number of observations in data set = 616

Dependent Variable: Length

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	19.04713865	2.38089233	1.14	0.3310
Error	607	1262.23851070	2.07947036		
Corrected Total	615	1281.28564935			

R-Square	C.V.	Root MSE	Length Mean
0.014866	16.40070	1.442037	8.79253247

Dependent Variable: Length

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	7	17.80919096	2.54417014	1.22	0.2874
REP	1	1.23794769	1.23794769	0.60	0.4407

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	7	17.94973606	2.56424801	1.23	0.2822
REP	1	1.23794769	1.23794769	0.60	0.4407

Duncan's Multiple Range Test for variable: Length

Alpha= 0.05 df= 607 MSE= 2.07947

Harmonic Mean of cell sizes= 76.91202

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8
Critical Range	0.462	0.486	0.501	0.513	0.522	0.530	0.537

Means with the same letter are not significantly different.

General Linear Models Procedure

Duncan Grouping	Mean	N	TRT
A	9.046	74	1
A			
A	9.031	80	8
A			
A	8.839	76	7
A			
A	8.831	80	3
A			
A	8.766	80	4
A			
A	8.642	73	2
A			
A	8.604	76	6
A			
A	8.570	77	5

การวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบน้ำหนักปลากะพงแดงวัยรุ่นในการทดลองที่ 2

เริ่มการทดลอง (สัปดาห์ที่ 1)

Class Level Information

Class	Levels	Values
TRT	8	1 2 3 4 5 6 7 8
REP	2	1 2

Number of observations in by group = 160

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	1.02022500	0.12752812	0.01	1.0000
Error	151	1359.92612437	9.00613327		
Corrected Total	159	1360.94634937			

R-Square	C.V.	Root MSE	Weight Mean
0.000750	38.35448	3.001022	7.82443750

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	7	1.00849438	0.14407063	0.02	1.0000
REP	1	0.01173062	0.01173062	0.00	0.9713

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	7	1.00849437	0.14407062	0.02	1.0000
REP	1	0.01173063	0.01173063	0.00	0.9713

Duncan's Multiple Range Test for variable: Weight

Alpha= 0.05 df= 151 MSE= 9.006133

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8
Critical Range	1.885	1.982	2.045	2.092	2.132	2.164	2.190

Means with the same letter are not significantly different.

General Linear Models Procedure

Duncan Grouping	Mean	N	TRT
A	7.943	20	3
A			
A	7.900	20	1
A			
A	7.896	20	6
A			
A	7.826	20	7
A			
A	7.801	20	2
A			
A	7.786	20	4
A			
A	7.758	20	5
A			
A	7.686	20	8

สัปดาห์ที่ 3

Class	Levels	Values
TRT	8	1 2 3 4 5 6 7 8
REP	2	1 2

Number of observations in by group = 158

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	75.08054347	9.38506793	0.91	0.5139
Error	149	1544.67079324	10.36691808		
Corrected Total	157	1619.75133671			

R-Square	C.V.	Root MSE	Weight Mean
0.046353	30.03339	3.219770	10.7206329

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	7	69.10528560	9.87218366	0.95	0.4684
REP	1	5.97525787	5.97525787	0.58	0.4489

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	7	69.67629509	9.95375644	0.96	0.4626
REP	1	5.97525787	5.97525787	0.58	0.4489

Duncan's Multiple Range Test for variable: Weight

Alpha= 0.05 df= 149 MSE= 10.36692

Harmonic Mean of cell sizes= 19.72603

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8
Critical Range	2.037	2.142	2.209	2.260	2.303	2.338	2.366

Means with the same letter are not significantly different.

General Linear Models Procedure

Duncan Grouping	Mean	N	TRT
A	12.229	20	1
A			
A	10.963	20	8
A			
A	10.902	20	7
A			
A	10.778	20	3
A			
A	10.344	20	5
A			
A	10.271	20	4
A			
A	10.226	20	6
A			
A	9.978	18	2

สัปดาห์ที่ 6

Class Level Information

Class	Levels	Values
TRT	8	1 2 3 4 5 6 7 8
REP	2	1 2

Number of observations in by group = 152

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	296.8945745	37.1118218	1.63	0.1201
Error	143	3247.6111143	22.7105672		
Corrected Total	151	3544.5056888			

R-Square	C.V.	Root MSE	Weight Mean
0.083762	31.20018	4.765561	15.2741447

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	7	294.7355724	42.1050818	1.85	0.0815
REP	1	2.1590021	2.1590021	0.10	0.7583

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	7	292.6601212	41.8085887	1.84	0.0838
REP	1	2.1590021	2.1590021	0.10	0.7583

Duncan's Multiple Range Test for variable: Weight

Alpha= 0.05 df= 143 MSE= 22.71057

Harmonic Mean of cell sizes= 18.93194

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8
Critical Range	3.077	3.236	3.338	3.414	3.479	3.532	3.575

Means with the same letter are not significantly different.

General Linear Models Procedure

Duncan Grouping	Mean	N	TRT
A	16.903	20	8
A			
A	16.824	17	1
A			
A	16.599	20	3
A			
B A	15.687	20	4
B A			
B A	15.293	18	7
B A			
B A	13.916	19	6
B A			
B A	13.818	20	5
B			
B	13.103	18	2

สัปดาห์ที่ 9

Class Level Information

Class	Levels	Values
TRT	8	1 2 3 4 5 6 7 8
REP	2	1 2

Number of observations in by group = 146

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	679.7389642	84.9673705	2.61	0.0108
Error	137	4454.9688803	32.5180210		
Corrected Total	145	5134.7078445			

R-Square	C.V.	Root MSE	Weight Mean
0.132381	33.11413	5.702457	17.2206164

Dependent Variable: Weight

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	7	678.8063521	96.9723360	2.98	0.0061
REP	1	0.9326121	0.9326121	0.03	0.8658

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	7	679.6265288	97.0895041	2.99	0.0060
REP	1	0.9326121	0.9326121	0.03	0.8658

Duncan's Multiple Range Test for variable: Weight

Alpha= 0.05 df= 137 MSE= 32.51802

Harmonic Mean of cell sizes= 18.14678

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8
Critical Range	3.761	3.955	4.079	4.173	4.252	4.317	4.369

Means with the same letter are not significantly different.

General Linear Models Procedure

Duncan Grouping		Mean	N	TRT
	A	20.138	17	1
	A			
	A	20.012	20	8
	A			
B	A	18.061	18	7
B	A			
B	A	17.975	20	3
B	A			
B	A	17.095	20	4
B				
B		14.915	17	6
B				
B		14.806	17	5
B				
B		14.111	17	2

ประวัติผู้เขียน

จ่าอากาศเอก เฉลิมชล เกษจุโลม เกิดวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2515 ที่อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต ชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ปีการศึกษา 2537 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2538 ปัจจุบันรับราชการตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ข่าวอากาศ กองข่าวอากาศ กรมควบคุมการปฏิบัติทางอากาศ กองบัญชาการยุทธทางอากาศ กองทัพอากาศ