

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG THAY THẾ BỘT CÁ BẰNG PRO-PEP F TRONG THỨC ĂN CÁ RÔ PHI ĐỎ (*Oreochromis* spp.) GIAI ĐOẠN GIỐNG

EVALUATION OF FISH MEAL REPLACEMENT BY PRO-PEP F IN PRACTICAL DIET OF RED TILAPIA (*Oreochromis* spp.) FINGERLING

Nguyễn Trung Tính và Nguyễn Như Trí*

Khoa Thủy Sản, Trường ĐH Nông Lâm Tp.HCM

Email: nguyennhutri@yahoo.com

ASBTRACT

The study was carried out in a recirculation system of the Experimental Station, Faculty of Fisheries, Nong Lam University to evaluate the feasibility of using Pro-pep F as a fish meal replacer in practical diets of the red tilapia (*Oreochromis* spp.) juvenile. This experiment consisted of 5 treatments: Treatment 1 (Fish meal: 12%; Pro-Pep F: 0%, served as a control treatment); Treatment 2 (Fish meal: 6%; Pro-Pep F: 7.2%); Treatment 3 (Fish meal: 0%; Pro-Pep F: 14.4%); Treatment 4 (Fish meal: 6%; Pro-Pep F: 6%); Treatment 5 (Fish meal: 0%; Pro-Pep F: 12%). Fish with initial weight of 5.0 g were randomly stocked into 80-L fiberglass tanks at 15fish/tank. There were 4 replicates for each treatment. The results showed that final mean weight, FCR and survival rate of the red tilapia in all 5 treatments were not significantly different ($P>0.05$). However these values belonged to Pro-Pep F supplementation treatments were higher than that of the control treatment. The results indicated that Pro-Pep F could completely replace fish meal in practical diets for red tilapia juvenile.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá rô phi đỏ (*Oreochromis* spp.) là một trong những loài cá nuôi chủ lực của Việt Nam, đứng thứ hai về sản lượng chỉ sau cá tra. Phương thức nuôi chủ yếu là nuôi thâm canh trong lồng bè với năng suất cao. Trong mô hình này, chi phí chiếm tỷ lệ cao nhất trong tổng chi phí sản xuất là thức ăn (khoảng 80%). Hầu hết người dân đều sử dụng thức ăn viên nổi trong nuôi thâm canh cá rô phi đỏ. Tuy nhiên, thời gian gần đây giá thức ăn tăng nhanh chóng nên ảnh hưởng lớn đến lợi nhuận của người nuôi. Trong ngành sản xuất thức ăn viên nổi cho cá rô phi đỏ, các nhà máy thức ăn thường bổ sung một tỷ lệ nhất định bột cá vào thức ăn viên, đặc biệt là ở giai đoạn cá giống. Bột cá thường được sử dụng làm nguồn protein chính trong việc sản xuất thức ăn công nghiệp cho các loài động vật thủy sản do hàm lượng đạm, khoáng chất và vitamin cao, hàm lượng cân bằng của các acid amin thiết yếu và acid béo và dễ tiêu hóa. Vì vậy bột cá là nguồn protein đắt nhất trong khẩu phần thức ăn của các loài gia súc, gia cầm và động vật thủy sản (Tacon, 1993). Tuy nhiên nguồn cung cấp hạn chế cùng với việc tăng nhu cầu sử dụng làm thức ăn cho gia súc gia cầm đã làm giảm sự phụ thuộc vào bột cá trong ngành sản xuất thức ăn công nghiệp thủy sản (El-Sayed, 1999). Hơn nữa, tác động môi trường trong việc đánh bắt cá tự nhiên làm bột cá ngày càng được quan tâm. Do đó việc thay thế bột cá bằng nguồn protein có nguồn gốc động và thực vật khác được chú ý nhiều. Để cải thiện lợi nhuận từ nghề nuôi cá rô phi đỏ, cần thiết phải nghiên cứu thay thế bột cá bằng những nguồn protein khác rẻ tiền hơn nhằm giảm chi phí sản xuất mà vẫn giữ được năng suất và chất lượng sản phẩm. Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện trên cá rô phi nhằm thay thế bột cá bằng các loại protein có nguồn gốc từ thực vật và động vật trên cạn và đã mang lại những thành tựu đáng kể (Novoa và ctv, 1997; El-Sayed, 1998; Fasakin và ctv, 1999; Abdelghany, 2003; El-Saidy và Gaber, 2003; Richter và ctv, 2003; El-Saidy và Gaber, 2004; Fasakin và ctv, 2005; Gaber, 2006; Borgeson và ctv, 2006).

Pro-Pep F là sản phẩm protein được thủy phân từ ruột non lợn. Sản phẩm này chứa các acid amin tự do với hàm lượng khá cao, đáp ứng nhu cầu tăng trưởng của vật nuôi, bao gồm cá, tôm, gia cầm, heo,... Đây còn là một nguồn protein dễ tiêu hóa cho vật nuôi giai đoạn còn nhỏ khi hệ tiêu hóa chưa phát triển hoàn chỉnh. Tác động tích cực của Pro-Pep F đến các loài vật

nuôi đã được minh chứng qua nhiều nghiên cứu khác nhau. Tuy nhiên cho đến nay hiệu quả của việc bổ sung Pro-Pep F vào thức ăn lên thành tích của cá rô phi đỏ giai đoạn giống vẫn chưa được nghiên cứu. Chính vì thế, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng thay thế bột cá của Pro-Pep F trong thức ăn của cá rô phi đỏ giống.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nguồn cá thí nghiệm

Nghiên cứu được thực hiện tại Trại Thực Nghiệm Thủy Sản - khoa Thủy Sản trường Đại Học Nông Lâm TP Hồ Chí Minh. Cá rô phi đỏ (*O. spp.*) được mua từ Trại giống Phú Hữu, Quận 9, TP.HCM để bố trí thí nghiệm. Cá giống được thả nuôi trong bể xi măng có thể tích 4 m³ trong 1 tuần cho quen với điều kiện thí nghiệm. Sau giai đoạn này, lựa chọn những con khỏe mạnh, đồng cỡ, không dị tật để bố trí thí nghiệm.

Mô tả thí nghiệm

Thí nghiệm này được thực hiện nhằm xác định mức thay thế bột cá bằng Pro-Pep F trên cá rô phi đỏ giống. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên, thực hiện trong 12 tuần trong hệ thống tuần hoàn khép kín với 5 nghiệm thức (1, 2, 3, 4 và 5), tương ứng với mức bổ sung bột cá và Pro-Pep F khác nhau. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 4 lần. Công thức thức ăn của 5 nghiệm thức được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1: Công thức thức ăn của 5 nghiệm thức thí nghiệm

Nguyên liệu (g/100g)	Nghiệm thức				
	1	2	3	4	5
Bột cá 60%	12,0	6,0	0,0	6,0	0,0
Bã nành	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0
Pro-Pep F*	0,0	7,2	14,4	6,0	12,0
Cám gạo	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Bột khoai mì	16,90	14,60	12,29	15,86	14,76
Dầu cá biển	1,50	1,65	1,85	1,70	1,95
Premix	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
DCP	1,35	2,00	2,60	2,00	2,60
Choline chloride	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Vitamin C 35% (Stay C)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
DL - Methionine	0,15	0,20	0,24	0,15	0,15

* Sản phẩm Pro-Pep F do công ty International Nutrition, Nebraska, Hoa Kỳ cung cấp. Thành phần dinh dưỡng của sản phẩm này được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2: Thành phần dinh dưỡng của sản phẩm Pro-Pep F

Thành phần	Tỷ lệ	Thành phần	Tỷ lệ
Protein thô	51,2%	Alanine	2,0%
Chất béo thô	5,9%	Arginine	3,0%
Xơ	3,5%	Aspartic acid	4,1%
Tro	11,7%	Cystine	0,7%
Vật chất khô	95,8%	Glutamic acid	6,8%
Calcium	0,4%	Glycine	1,5%
Phosphorus	0,6%	Histidine	1,5%
Potassium	2,1%	Isoleucine	1,9%
Sodium	2,5%	Leucine	3,5%
Chloride	0,3%	Lysine	3,2%
Magnesium	0,3%	Methionine	0,8%
Sulfur	1,6%	Phenylalanine	2,0%
Zinc	50 ppm	Proline	2,3%
Iron	120 ppm	Serine	1,9%
		Threonine	1,7%
		Tryptophan	0,6%
		Tyrosine	2,0%
		Valine	2,1%

Cá thí nghiệm với trọng lượng trung bình 5,0 g được bố trí vào các bể composite thể tích 80 lít với số lượng 15 con/bể. Cá ở các nghiệm thức được cho ăn với tỷ lệ như nhau (5-10% trọng lượng thân, tùy thuộc vào kích cỡ) và được chia đều thành 2 lần (7h30 và 16h30). Lượng thức ăn tiêu thụ trong mỗi bể được ghi chép hàng ngày để tính toán hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) khi kết thúc thí nghiệm. Cá được cân và đếm mỗi tuần 1 lần nhằm điều chỉnh tỷ lệ cho ăn cũng như theo dõi tốc độ tăng trưởng và tỷ lệ sống. Trong thời gian tiến hành thí nghiệm, hàm lượng oxy hòa tan, nhiệt độ nước và pH được đo mỗi ngày 1 lần bằng máy YSI 550 (công ty YSI, Hoa Kỳ) và máy đo pH cầm tay. Hàm lượng nitơ tổng (TAN) và nitrit được đo mỗi tuần 2 lần bằng phương pháp quang phổ (Solorzano, 1969). Khi kết thúc thí nghiệm, cá trong mỗi bể được cân tổng trọng lượng và đếm để tính trọng lượng trung bình, hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) và tỷ lệ sống.

Phân tích thống kê

Việc phân tích thống kê được thực hiện bằng phần mềm Minitab 13.0 và trắc nghiệm Tukey nhằm tìm sự khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$) về mặt thống kê đối với chỉ tiêu trọng lượng trung bình, FCR và tỷ lệ sống giữa các nghiệm thức lúc kết thúc thí nghiệm.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Chất lượng nước

Giá trị của các thông số chất lượng nước trong suốt quá trình thí nghiệm được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3: Các thông số chất lượng nước trong quá trình tiến hành thí nghiệm

Thông số	Giá trị (Trung bình $\pm$ SD)
DO (mg/L)	6,3 $\pm$ 0,5
Nhiệt độ ($^{\circ}$ C)	28,9 $\pm$ 0,7
pH	7,3 $\pm$ 0,3
NH ₃ (mg/L)	0,006 $\pm$ 0,006
Nitrite (mg/L)	0,099 $\pm$ 0,075

Số liệu ở Bảng 3 cho thấy trong suốt quá trình tiến hành thí nghiệm, các thông số chất lượng nước đều được duy trì ở phạm vi tối ưu cho sự tăng trưởng và phát triển của cá rô phi (El Gamal, 1988; Wangead và ctv., 1988; Watanabe và ctv., 1993; El-Shafai và ctv., 2004). Do đó các thông số chất lượng nước không ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm.

Thành tích của cá thí nghiệm

Sau 12 tuần thí nghiệm, số liệu về các chỉ tiêu trọng lượng trung bình (TLTB) cuối, hệ số chuyển đổi thức ăn và tỷ lệ sống của cá rô phi ở các nghiệm thức được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4: Trọng lượng trung bình cuối, hệ số chuyển đổi thức ăn và tỷ lệ sống của cá rô phi ở các nghiệm thức

Chỉ tiêu	Nghiệm thức				
	1	2	3	4	5
TLTB đầu (g)	5,0 $\pm$ 0,1	5,0 $\pm$ 0,0	5,0 $\pm$ 0,1	5,0 $\pm$ 0,1	5,0 $\pm$ 0,1
TLTB cuối (g)	60,8 $\pm$ 4,5 ^a	73,5 $\pm$ 16,1 ^a	68,5 $\pm$ 2,0 ^a	72,0 $\pm$ 12,3 ^a	67,3 $\pm$ 5,0 ^a
FCR	2,00 $\pm$ 0,06 ^a	1,82 $\pm$ 0,20 ^a	1,84 $\pm$ 0,10 ^a	1,84 $\pm$ 0,16 ^a	1,86 $\pm$ 0,07 ^a
Tỷ lệ sống (%)	76,7 $\pm$ 6,7 ^a	85,0 $\pm$ 6,4 ^a	78,3 $\pm$ 6,4 ^a	78,3 $\pm$ 3,3 ^a	80,0 $\pm$ 9,4 ^a

Ghi chú: Các ký tự giống nhau cùng hàng không có sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê ($P > 0,05$)

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy trọng lượng trung bình cuối, FCR và tỷ lệ sống của cá rô phi ở các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ($P > 0,05$). Các thông số quan trọng nhất trong sản xuất cá rô phi nói chung và cá rô phi đỏ nói riêng là tốc độ tăng trưởng và FCR. Trong thí nghiệm này, mặc dù trọng lượng trung bình cuối sai khác không có ý nghĩa giữa các nghiệm thức, tuy nhiên giá trị của chỉ tiêu này ở các nghiệm thức bổ sung Pro-Pep F cao hơn so với nghiệm thức sử dụng bột cá. Đặc biệt, nghiệm thức 3 và 5 là hai nghiệm thức sử dụng Pro-Pep F thay thế hoàn toàn bột cá vẫn cho tốc độ tăng trưởng cao hơn

thực nghiệm thứ 1 (đối chứng) dù rằng sự sai khác về trọng lượng trung bình cuối của 3 thực nghiệm này không có ý nghĩa về mặt thống kê ($P > 0,05$). Điều này có nghĩa rằng khi bổ sung Pro-Pep F để thay thế một phần hoặc toàn bộ lượng bột cá trong thức ăn của cá rô phi đỏ sẽ mang lại tốc độ tăng trưởng cao hơn so với việc chỉ sử dụng bột cá. Tương tự như vậy, giá trị FCR ở các thực nghiệm bổ sung Pro-pep F cũng thấp hơn so với thực nghiệm đối chứng dù rằng sự khác biệt này không có ý nghĩa về mặt thống kê ($P > 0,05$). Sở dĩ việc bổ sung Pro-Pep F vào thức ăn cho cá rô phi đỏ mang lại kết quả tương đương hoặc tốt hơn so với bột cá là vì sản phẩm này được thủy phân bằng enzyme nên trong sản phẩm tồn tại nhiều acid amin tự do hoặc các chuỗi peptide ngắn. Do đó chúng dễ được hấp thu và tiêu hóa bởi động vật thủy sản, đặc biệt là giai đoạn còn nhỏ. Chính vì vậy, việc sử dụng sản phẩm này trong sản xuất thức ăn của tôm cá giai đoạn giống là điều cần thiết nhằm gia tăng hiệu quả kinh tế của nghề nuôi và giảm mức độ ô nhiễm môi trường.

Trên thế giới, việc sử dụng các nguồn đạm động vật trên cạn, đặc biệt là các phụ phẩm từ nền công nghiệp giết mổ nhằm thay thế bột cá trong thức ăn của cá rô phi đã được nghiên cứu nhiều. Bột xương thịt, sản phẩm phụ trong quá trình chế biến thịt có nguồn gốc từ gia súc, gia cầm, là nguồn đạm động vật khá tốt và đã được sử dụng để thay thế bột cá trong một số nghiên cứu trên cá rô phi. Wu và ctv. (1999) kết luận rằng việc sử dụng bột xương thịt với tỷ lệ 6% để thay thế bột cá không ảnh hưởng đến tăng trưởng của loài *O. niloticus*. El-Sayed (1998) cũng đạt được tốc độ tăng trưởng tương đương khi *O. niloticus* được cho ăn thức ăn chứa 40% bột xương thịt dùng để thay thế 30% bột cá. Tacon và ctv. (1983) xác định rằng bột xương thịt cùng với việc bổ sung methionine có thể thay thế 50% hàm lượng protein của bột cá trong khẩu phần thức ăn 45% protein dùng cho cá bột loài *O. niloticus*.

Ngoài bột xương thịt, việc sử dụng nguồn đạm thực vật như bánh dầu đậu nành để thay thế bột cá trong thức ăn của cá rô phi cũng được nghiên cứu nhằm giảm sự phụ thuộc vào bột cá trong ngành sản xuất thức ăn thủy sản. Davis và Stickney (1978) công bố rằng đối với thức ăn có hàm lượng protein là 36%, bánh dầu đậu nành có thể thay thế hoàn toàn bột cá vì hàm lượng các acid amin thiết yếu cao hơn nhu cầu dinh dưỡng của *O. aureus*. Ngược lại, Shiao và ctv. (1989) cho rằng ở khẩu phần thức ăn chứa 35% protein, việc thay thế bột cá bằng 30% bánh dầu đậu nành làm giảm tốc độ tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá rô phi lai (*O. niloticus* x *O. aureus*) vì sự mất cân bằng về hàm lượng các acid amin thiết yếu và sự hiện diện của chất ức chế enzyme trypsin. Tuy nhiên, ở khẩu phần thức ăn chứa 24% protein thì bánh dầu đậu nành có thể thay thế đến 67% bột cá. Viola và ctv. (1988) không tìm thấy sự khác biệt về tăng trưởng của cá rô phi lai khi sử dụng bánh dầu đậu nành thay thế bột cá nếu thức ăn được bổ sung thêm 3% dicalcium phosphate.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Qua kết quả thí nghiệm này chúng tôi nhận thấy sản phẩm Pro-Pep F hoàn toàn có thể thay thế bột cá trong thức ăn của cá rô phi đỏ giai đoạn giống. Việc bổ sung Pro-Pep F vào thức ăn cho cá rô phi đỏ giúp cá tăng trưởng nhanh, giảm chi phí thức ăn, gia tăng hiệu quả kinh tế và giảm mức độ ô nhiễm môi trường. Vì vậy sản phẩm này nên được sử dụng trong việc sản xuất thức ăn giai đoạn giống cho cá rô phi nói chung và cá rô phi đỏ nói riêng nhằm giảm sự phụ thuộc vào bột cá, giúp ngành nuôi trồng thủy sản phát triển bền vững hơn trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abdelghany A.E., 2003. Partial and complete replacement of fish meal with gambusia meal in diets for red tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*). *Aquacult. Nutr.*, 9: 145-154.
- Borgeson T.L., Racz, V.J., Wilkie D.C., White, L.J. and Drew M.D., 2006. Effect of replacement fish meal and oil with simple or complex mixtures of vegetable ingredients in diets fed to Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquacult. Nutr.*, 12: 141-149.
- Davis A.T. and Stickney R.R., 1978. Growth responses of *Tilapia aurea* to dietary protein quality and quantity. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 107: 479-483.

- El Gamal A.-R., 1988. *Reproductive performance, sex ratios, gonadal development, cold tolerance, viability and growth of red and normally pigmented hybrids of Tilapia aurea and T. nilotica*. Ph.D dissertation, Auburn University, Auburn, Alabama, USA, 111 pp.
- El-Saidy D.M.S.D. and Gaber M.M.A., 2003. Replacement of fish meal with a mixture of different plant protein sources in juvenile Niletilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) diets. *Aquacult. Res.*, 34: 1119-1127.
- El-Saidy D.M.S.D and Gaber M.M.A., 2004. Use of cotton seed meal supplemented with iron for detoxification of gossypol as a total replacement of fish meal in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*(L.) diets. *Aquacult. Res.*, 35: 859-865.
- El-Sayed A.-F.M., 1998. Total replacement of fishmeal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feeds. *Aquacult. Res.*, 29: 275-280.
- El-Sayed A.-F.M., 1999. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. *Aquaculture*, 179: 149-168.
- Fasakin E.A., Balogun A.M. and Fasuru B.E., 1999. Use of duckweed, *Spirodela polyrrhiza* L. Schleiden, as a protein feedstuff in practical diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquacult. Res.*, 30: 313-318.
- Fasakin E.A., Serwata R.D. and Davies S.J., 2005. Comparative utilization of rendered animal derived products with or without composite mixture of soybean meal in hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*) diets. *Aquaculture*, 249: 329-338.
- Gaber M.M., 2006. The effects of plant protein-based diets supplemented with yucca on growth, digestibility, and chemical composition of Niletilapia (*Oreochromis niloticus*, L) fingerlings. *J. World Aquacult. Soc.*, 37: 74-81.
- Novoa M.A.O., Pacheco F.P., Castillo L.O., Flores V.P., Navarro, L. and Samano, J.C., 1997. Cowpea (*Vigna unguiculata*) protein concentrate as replacement for fish meal in diets for tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. *Aquaculture*, 158: 107-116.
- Richter N., Siddhuraju P. and Becker K., 2003. Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture*, 217: 599-611.
- Shiau S.-Y., Kwok, C.C., Huang J.Y., Chen, C.M. and Lee S.L., 1989. Replacement of fish meal with soybean meal in male tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) fingerling diets at a suboptimal protein level. *J. World Aquacult. Soc.*, 20: 230-235.
- Solorzano L. 1969. *Determination of ammonia in natural waters by the Phenylhypochlorite method*. *Limnol. and Oceano.*, 14: 799-801.
- Tacon A.G.J., Jauncey K., Falaye A., Pentah M., MacGowen I. and Stafford E., 1983. The use of meat and bone meal and hydrolyzed feather meal and soybean meal in practical fry and fingerling diets for *Oreochromis niloticus*. In: Fishelson, J. and Yaron, Z. (Eds), *Proceedings of the 1st International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Tel Aviv University, Israeli, pp. 356-365.
- Tacon A.G.J., 1993. *Feed Ingredients for Warmwater Fish: Fish Meal and other Processed Feedstuffs*. FAO Fish. Circ. No. 856, FAO, Rome, Italy, 64 pp.
- Viola S., Arieli, Y. and Zohar G., 1988. Animal protein-free feeds for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) in intensive culture. *Aquaculture*, 75: 115-125.
- Wang C., Greater A. and Tansakul R., 1988. *Effects of acid water on survival and growth rate of Nile tilapia (Oreochromis niloticus)*. In: Pullin, R.S.V., Bhukaswan, T., Tonguthai, K. and Maclean, J.L. (Eds), *Proceedings of the Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. ICLARM Conference Proceedings No. 15, Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and ICLARM, Manila, Philippines, pp. 433-438.
- Watanabe W.O., Ernst D.H., Chasar M.P., Wicklund R.I. and Olla B.L., 1993. The effects of temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile, sex-reversed male Florida red tilapia cultured in a recirculating system. *Aquaculture*, 112: 309-320.
- Wu Y.V., Tudor K.Y., Brown P. and Rosati R.R., 1999. Substitution of plant protein and meat and bone meal for fish meal in diets for Nile tilapia. *N. Am. J. Aquacult.*, 61, 58-63.