ĐÁNH GIÁ VIỆC SỬ DỤNG MỘT SỐ LOẠI ĐẠM ĐỘNG VÀ THỰC VẬT ĐỂ THAY THẾ BỘT CÁ TRONG KHẨU PHẦN THỨC ĂN CÁ RÔ PHI (*Oreochromis* spp.)

EVALUATION OF ALTERNATIVE PROTEIN SOURCES TO REPLACE FISH MEAL IN PRACTICAL DIETS FOR JUVENILE TILAPIA (*Oreochromis* spp.)

Nguyễn Như Trí (*), D. Allen Davis (**) và I. Patrick Saoud (***)
(*) Khoa Thủy Sản, Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM.
(**) Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University, Alabama, USA.
(***) Department of Biology, American University of Beiru, Beirut, Lebanon

ABSTRACT

Two feeding experiments were conducted to evaluate if methionine is limiting in practical grow-out diets for tilapia, *Oreochromis* spp. Four diets containing 32% protein and 5% lipid were designed to compare the use of diets high in dehulled solvent-extracted soybean meal (DSESM) and expeller-pressed soybean meal (EPSM) as compared to a diet containing 6% fish meal (FM). Tilapia (4.78 ± 0.07 g, mean ± SD) were randomly stocked into twelve 600-L flow-through tanks at 20 fish per tank. After six weeks, there were no notable trends or statistically significant differences (P>0.05) in final mean weight, survival rate and feed conversion ratio (FCR) among the treatments. Since results of this study indicated that DSESM could totally replace fish meal in practical diets for juvenile tilapia, a second batch of diets were formulated using other protein sources. Typical levels of cottonseed meal (CSM), DSESM and meat and bone meal (MBM) were used to evaluate whether methionine could be limiting. Two basal diet formulations were tested either without or with methionine supplement (0.06g/100g diet). The first diet contained 15% CSM, 27% DSESM and 10% MBM and the second diet contained 15% CSM and 37% DSESM. These diets contained 28% protein and 5% lipid. Tilapia (3.90 ± 0.05 g) were randomly stocked into twelve 60-L glass aquaria of a recirculation system at 18 fish per aquarium for five weeks and then moved to the 600-L flow-through tanks for five more weeks. After ten weeks, there was no statistically significant differences (P>0.05) in final mean weight, survival rate and FCR among the four treatments. Results of the present study indicated that DSESM and EPSM could totally replace FMs inclusion rate in commercial diets for juvenile tilapia. Furthermore, methionine did not appear to be limiting in practical diets using typical levels of CSM, DSESM and MBM as primary protein sources.

GIỚI THIỆU

Cá rô phi còn được gọi là "gà sống dưới nước" do tăng trưởng nhanh, thịt ngon, khả năng kháng bệnh cao, dễ sinh sản và thích nghi với các môi trường sống khác nhau, thức ăn là các loại thủy thực vật và mùn bã hữu cơ. Vì vậy chúng là đối tượng nuôi rất phổ biến ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới trên thế giới (El-Sayed, 2006).

Do tầm quan trọng của chúng đối với nghề nuôi thủy sản, việc tổ hợp khẩu phần thức ăn cần đảm bảo tính bền vững về mặt kinh tế và môi trường. Protein là một trong những nguyên liệu đắt nhất trong khẩu phần thức ăn của động vật thủy sản. Nguồn protein có nguồn gốc động vật như bột cá có giá cao, nguồn cung cấp và chất lượng không ổn định. 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. Nhiều công trình nghiên cứu về vấn đề này đã được công bố như công trình của 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). Việc thay thế bột cá bằng các nguồn protein khác sẽ làm tăng lợi nhuận nghề nuôi cá rô phi thương phẩm. Vì vậy lĩnh vực này cần được nghiên cứu nhiều hơn nhằm giới thiệu thêm các nguồn protein có thể thay thế bột cá trong việc sản xuất thức ăn cho cá rô phi.

Sự phát triển thức ăn công nghiệp cho cá rô phi không sử dụng bột cá không những làm giảm giá thành thức ăn mà còn có khả năng tạo ra sản phẩm cá rô phi "sạch" nhằm cung cấp cho thị trường vốn đang tăng trưởng này. Nguồn đạm thực vật như bánh dầu đậu nành chứa một số chất kháng dinh dưỡng và hàm lượng một số chất dinh dưỡng thường thấp hơn bột cá như hàm lượng một số acid amin thiết yếu, đặc biệt là methionine. Trong việc tổ hợp khẩu phần thức ăn cho cá rô phi không sử dụng bột cá, người ta thường cho rằng hàm lượng các acid amin thuộc nhóm sulfur (gồm methionine và cystine) thường bị thiếu hụt so với nhu cầu dinh dưỡng. Cho đến nay, nhu cầu acid amin thuộc nhóm sulfur đã được xác định trong một vài công trình nghiên cứu. Tuy nhiên có sự khác biệt lớn giữa các công trình về nhu cầu này. Santiago và Lovell (1988) xác định rằng nhu cầu acid amin thuộc nhóm sulfur ở cá bột của loài *O. niloticus* là 3,22% protein trong khi Kasper và ctv (2000) công bố giá trị này chỉ là 1,56% protein trên cùng loài. Sự khác biệt lớn về nhu cầu acid amin thuộc nhóm sulfur ở loài *O. niloticus* cho phép chúng ta nghĩ rằng chúng không bị thiếu hụt khi loại bỏ hoàn toàn bột cá ra khỏi khẩu phần thức ăn cho cá rô phi và tạo cơ hội cho việc sản xuất ra những loại thức ăn có giá thấp bằng cách không sử dụng bột cá.

Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá khả năng thay thế bột cá của bánh dầu đậu nành và bột đậu nành, đồng thời xác định xem khẩu phần thức ăn sử dụng một số nguồn protein như bánh dầu hạt bông vải, bánh dầu đậu nành và bột xương thịt có bị thiếu hụt các acid amin nhóm sulfur so với nhu cầu dinh dưỡng của cá rô phi không.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Nguồn cá và phương pháp chế biến thức ăn dùng cho thí nghiệm

Nghiên cứu được thực hiện tại E. W. Shell Fisheries Center thuộc trường đại học Auburn, bang Alabama, Mỹ. Cá rô phi đỏ (*O.* spp.) dòng Santa-Fe và *O. niloticus* dòng Ivory Coast được sử dụng cho hai thí nghiệm 1 và 2. Cá bột được vớt từ ao đất, sau đó thả vào các bể kiếng có thể tích 45 lít của hệ thống tuần hoàn khép kín và được cho ăn thức ăn chứa methyltestosterone (công ty Rangen, Mỹ) trong 4 tuần để chuyển đổi giới tính. Sau thời gian này cá rô phi giống được tiếp tục cho ăn bằng thức ăn dành cho cá giống (công ty Aquamax, Mỹ) cho đến khi bố trí thí nghiệm. Các nguyên liệu dùng để chế biến thức ăn thí nghiệm được xay nhuyễn, cân và trộn trong máy trộn Hobart (công ty Hobart, Mỹ) trong 20 phút, sau đó nước nóng được thêm vào để tạo thành khối bột nhão phù hợp cho việc ép sợi. Thức ăn nhão được ép sợi có đường kính 3 mm, được sấy ở nhiệt độ 35°C đến khi đạt độ ẩm 10%, xay thành viên có kích thước phù hợp với kích thước cá thí nghiệm và được bảo quản ở nhiệt độ - 20°C cho đến khi cho cá ăn.

Thí nghiệm 1

Thí nghiệm này được thiết lập để so sánh khẩu phần thức ăn chỉ sử dụng nguồn protein duy nhất là bánh dầu đậu nành hoặc bột đậu nành với khẩu phần thức ăn có sử dụng bột cá. Bốn khẩu phần thức ăn (32% protein và 5% chất béo) được chế biến. Trong số này 3 khẩu phần thức ăn không chứa bột cá và khẩu phần thứ 4 chứa 6% bột cá, là tỷ lệ được các nhà máy sản xuất thức ăn công nghiệp cho cá rô phi thường sử dụng (Bảng 1). Hai khẩu phần thức ăn đầu tiên chỉ sử dụng nguồn protein duy nhất là bánh dầu đậu nành cùng với việc có hoặc không bổ sung 0,05% methionine. Khẩu phần thức ăn thứ 3 sử dụng bột đậu nành làm nguồn protein và bổ sung 0,05% methionine. Hàm lượng methionine trong 3 khẩu phần thức ăn 1, 3 và 4 là 1,81% protein. Ở khẩu phần 2, hàm lượng methionine là 1,66% protein. Cá rô phi giống trọng lượng 4,78 ± 0,07 g được bố trí ngẫu nhiên vào 12 bể nhựa có thể tích 600 lít với mật độ 20 con/bể. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Hàm lượng oxy hòa tan được đo mỗi ngày 1 lần bằng máy YSI 55 (công ty YSI, Mỹ). pH, hàm lượng ammonia tổng số và nitrite được đo mỗi tuần 2 lần. pH được đo bằng pH kế (công ty Fisher Scientific, Mỹ). Hàm lượng ammonia tổng số và nitrite được đo bằng phương pháp của Solorzano (1969) và Parsons và ctv (1985). Cá thí nghiệm được cho ăn mỗi ngày 2 lần vào lúc 8-9 giờ sáng và 4-5 giờ chiều. Lượng cho ăn hàng ngày bằng 5-6% trọng lượng cơ thể. Cá được cân mỗi tuần 1 lần để điều chỉnh lượng thức ăn. Thí nghiệm này được thực hiện trong 6 tuần. Khi kết thúc thí nghiệm, cá được đếm và cân.

Thí nghiệm 2

Kết quả thí nghiệm 1 cho thấy methionine không bị thiếu hụt trong các khẩu phần thức ăn. Vì vậy thí nghiệm 2 được thiết lập bằng cách sử dụng một số nguồn protein động và thực vật như bánh dầu hạt bông vải, bánh dầu đậu nành và bột xương thịt nhằm xác định methionine có bị thiếu hụt không. Bốn khẩu phần thức ăn (28% protein và 5% chất béo) được tổ hợp (Bảng 2).

Khẩu phần thứ nhất chứa 15% bánh dầu hạt bông vải, 27% bánh dầu đậu nành và 10% bột xương thịt. Khẩu phần thứ hai giống khẩu phần thứ nhất về tỷ lệ các nguồn protein nhưng được bổ sung thêm 0,06% methionine. Hai khẩu phần cuối cùng chứa 15% bánh dầu hạt bông vải, 37% bánh dầu

đậu nành và được hoặc không bổ sung methionine (0,06%). Cá rô phi giống trọng lượng 3,90 ± 0,05 g được bố trí ngẫu nhiên vào 12 bể kính thể tích 60 lít của hệ thống tuần hoàn khép kín với mật độ 18 con/bể trong 5 tuần đầu. Trong hệ thống này nhiệt độ nước được duy trì khoảng 28°C bằng máy sưởi công suất 3.600 W (công ty Aquatic Eco-Systems, Mỹ). Hàm lượng oxy hòa tan được duy trì ở mức gần bão hòa bằng hệ thống sục khí trong từng bể kính và bể lọc sinh học. Ánh sáng được điều chỉnh theo chế độ 14 giờ sáng: 10 giờ tối. Sau 5 tuần, cá trong các bể kính được bố trí trong 12 bể nhựa thể tích 600 lít và thí nghiệm được tiếp tục thêm 5 tuần nữa. Phương pháp quản lý môi trường nước, cho ăn và cân đo được tiến hành giống như thí nghiệm 1. Sau 10 tuần, cá được đếm và cân để xác định tỷ lệ sống và tốc độ tăng trưởng.

Phương pháp xử lý thống kê

Việc phân tích thống kê được thực hiện bằng chương trình SAS (phiên bản 9.1, SAS Institute, Mỹ) nhằm tìm sự khác biệt có ý nghĩa (P<0,05) về mặt thống kê đối với chỉ tiêu FCR, tỷ lệ sống và trọng lượng trung bình giữa các nghiệm thức lúc kết thúc thí nghiệm.

Bảng 1. Thành phần của các khẩu phần thức ăn dành cho cá rô phi ở thí nghiệm 1

Nguyên liệu (g/100g)	Khẩu phần thức ăn			
	Khẩu phần 1	Khẩu phần 2	Khẩu phần 3	Khẩu phần 4
Bột cá	0,00	0,00	0,00	6,00
Bánh dầu đậu nành	63,80	63,80	0,00	56,00
Bột đậu nành	0,00	0,00	68,10	0,00
Dầu đậu nành hữu cơ	4,10	4,10	0,00	3,56
Tinh bột lúa mì	6,30	6,35	6,25	9,24
Bột lúa mì	20,00	20,00	20,00	20,00
Premix khoáng	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamin premix	2,00	2,00	2,00	2,00
Stay C	0,10	0,10	0,10	0,10
Calcium phosphate, dibasic	3,15	3,15	3,00	2,60
L-Methionine	0,05	0,00	0,05	0,00
Methionine (% khẩu phần)	0,58	0,53	0,58	0,58
Cystine (% khẩu phần)	0,48	0,48	0,43	0,46

Bảng 2. Thành phần của các khẩu phần thức ăn dành cho cá rô phi ở thí nghiệm 2

Nguyên liệu (g/100g)	Khẩu phần thức ăn			
	Khẩu phần 1	Khẩu phần 2	Khẩu phần 3	Khẩu phần 4
Bánh dầu hạt bông vải	15,00	15,00	15,00	15,00
Bánh dầu đậu nành	27,00	27,00	37,00	37,00
Bột xương thịt	10,00	10,00	0,00	0,00
Dầu cá Menhaden	3,25	3,25	4,20	4,20
Tinh bột lúa mì	33,15	33,09	30,40	30,34
Bột lúa mì	9,00	9,00	9,00	9,00
Premix khoáng	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamin premix	1,00	1,00	1,00	1,00
Stay C	0,10	0,10	0,10	0,10
Calcium phosphate, dibasic	1,00	1,00	2,80	2,80
L-Methionine	0,00	0,06	0,00	0,06
Methionine (% khẩu phần)	0,46	0,52	0,49	0,55
Cystine (% khẩu phần)	0,49	0,49	0,51	0,51

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm 1

Khẩu phần	Trọng lượng ban đầu (g)	Trọng lượng thu hoạch (g)	Tỷ lệ sống (%)	FCR
1 (Bánh dầu đậu nành + Met)	4,77 ± 0.10	25,64 ± 8,43[a]	100,0 ± 0,0[a]	1, 1,23 ± 0,23[a]
2 (Bánh dầu đậu nành)	4,83 ± 0,06	23,89 ± 0,36[a]	100,0 ± 0,0[a]	1,33 ± 0,01[a]
3 (Bột đậu nành + Met)	4,76 ± 0,04	25,75 ± 2,78[a]	100,0 ± 0,0[a]	1,22 ± 0,11[a]
4 (Bột cá)	4,77 ± 0,03	26,59 ± 2,29[a]	96,7 ± 4,7[a]	1,28 ± 0,16[a]
PSE		1,30	1,67	0,07
Giá trị P		0,54	0,44	0,65

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm 2

Khẩu phần	Trọng lượng ban đầu (g)	Trọng lượng thu hoạch (g)	Tỷ lệ sống (%)	FCR
1 (Bột xương thịt)	3,88 ± 0,06	49,46 ± 3,18[a]	98,1 ± 2,6[a]	1, 1,35 ± 0,03[a]
2 (Bột xương thịt + Met)	3,89 ± 0,06	51,68 ± 2,84[a]	100,0 ± 0,0[a]	1,27 ± 0,06[a]
3 (Không chứa bột xương thịt)	3,92 ± 0,01	54,99 ± 2,38[a]	98,1 ± 2,6[a]	1,28 ± 0,06[a]
4 (Không bột xương thịt + Met)	3,89 ± 0,03	55,50 ± 4,97[a]	98,1 ± 2,6[a]	1,26 ± 0,09[a]
PSE		2,46	1,73	0,05
Giá trị P		0,33	0,80	0,65

KẾT QUẢ

Thí nghiệm 1

Giá trị trung bình của một số chỉ tiêu chất lượng nước trong thí nghiệm 1 như sau: Oxy hòa tan, 6,74 ± 0,43 mg/L; nhiệt độ nước, 27,0 ± 0,9°C; hàm lượng ammonia tổng số, 0,157 ± 0,074 mg/L; nitrite, 0,033 ± 0,013 mg/L; pH, 7,9 ± 0,1. Những giá trị này đều nằm trong khoảng thích hợp cho việc tăng trưởng của cá rô phi (El Gamal 1988; Wangead và ctv. 1988; Watanabe và ctv. 1993; El-Shafai và ctv. 2004). Trọng lượng trung bình của cá trong các nghiệm thức thay đổi từ 23,89 đến 26,59 g. Tỷ lệ sống biến thiên từ 96,7 đến 100,0%. FCR thay đổi từ 1,22 đến 1,33. Tuy nhiên không có sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê giữa các nghiệm thức về 3 chỉ tiêu nêu trên (Bảng 3).

Cá cho ăn thức ăn không chứa bột cá có tốc độ tăng trưởng tương đương với cá cho ăn thức ăn có chứa bột cá. Không có sự khác biệt về trọng lượng trung bình, tỷ lệ sống và FCR giữa 2 nghiệm thức sử dụng bánh dầu đậu nành và bột đậu nành. Việc bổ sung methionine vào khẩu phần thức ăn thứ nhất không có tác dụng thúc đẩy tăng trưởng khi so sánh với khẩu phần thức ăn thứ hai. Thí nghiệm này được kết thúc sau 6 tuần vì không thấy được xu hướng khác biệt về trọng lượng trung bình, tỷ lệ sống và FCR giữa các nghiệm thức trong quá trình tiến hành thí nghiệm.

Thí nghiệm 2

Giá trị trung bình của một số chỉ tiêu chất lượng nước trong 5 tuần đầu của thí nghiệm 2 như sau: Oxy hòa tan 6,83 ± 0,47 mg/L; nhiệt độ nước, 28,5 ± 1,2°C; hàm lượng ammonia tổng số, 0,125 ± 0,050 mg/L; nitrite, 0,094 ± 0,049 mg/L; pH, 8,2 ± 0,2. Trong 5 tuần cuối của thí nghiệm, giá trị trung bình của những chỉ tiêu này là: Oxy hòa tan, 6,65 ± 0,50 mg/L; nhiệt độ nước, 27,2 ± 1,1°C; hàm lượng ammonia tổng số, 0,256 ± 0,176 mg/L; nitrite, 0,042 ± 0,043 mg/L; pH, 7,8 ± 0,2. Những giá trị này đều nằm trong khoảng thích hợp cho việc tăng trưởng của cá rô phi (El Gamal 1988; Wangead và ctv. 1988; Watanabe và ctv. 1993; El-Shafai và ctv. 2004).

Trọng lượng trung bình của cá rô phi khi kết thúc thí nghiệm 2 biến thiên từ 49,46 đến 55,50 g. Tỷ lệ sống thay đổi từ 98,1 đến 100,0%. FCR biến thiên từ 1,26 đến 1,35. Không có sự khác biệt về trọng lượng trung bình, tỷ lệ sống và FCR giữa các nghiệm thức. Việc bổ sung methionine vào thức ăn không có tác dụng thúc đẩy tăng trưởng cũng như làm tăng tỷ lệ sống và giảm FCR của cá thí nghiệm (Bảng 4).

Thảo luận

Bánh dầu đậu nành là nguồn protein thực vật tốt nhất về hàm lượng protein và các acid amin thiết yếu. Tuy nhiên, hàm lượng các acid amin nhóm sulfur trong bánh dầu đậu nành thường bị

giới hạn. Ngoài ra nó còn chứa một số chất kháng dinh dưỡng như chất kìm hãm trypsin, hemagglutinin và chất kháng vitamin. Các nhà nghiên cứu đã sử dụng bánh dầu đậu nành để thay thế bột cá và đạt được những kết quả khác nhau. Davis và Stickney (1978) công bố rằng việc sử dụng bánh dầu đậu nành trong khẩu phần thức ăn chứa 15% protein làm giảm tốc độ tăng trưởng của *O. aureus*. Tuy nhiên ở khẩu phần 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, Shiau và ctv. (1989) cho rằng ở khẩu phần thức ăn chứa 32% 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 emzyme 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. Wu và ctv (2000) cho rằng tăng trưởng của cá rô phi lai ở khẩu phần thức ăn không chứa bột cá thấp hơn khẩu phần có bột cá vì mùi vị không hấp dẫn cá bắt mồi. Họ còn xác định rằng việc bổ sung methionine vào khẩu phần thức ăn không chứa bột cá không cải thiện tốc độ tăng trưởng ở cá thí nghiệm.

Việc thu được kết quả khác nhau từ những nghiên cứu trên có thể do chất lượng và quy trình chế biến bánh dầu đậu nành, loài và dòng cá dùng trong thí nghiệm, các yếu tố môi trường trong quá trình thí nghiệm (El-Sayed, 1999). Wassef và ctv. (1988) cho rằng việc ly trích chất béo của đậu nành có thể làm giảm hoạt tính của chất ức chế enzyme protease. Việc gia nhiệt cũng giúp làm vỡ màng tế bào đậu nành, làm cho các chất dinh dưỡng trong tế bào được hấp thu nhiều hơn (Tacon và Jackson, 1985). Vì vậy, khi tiến hành các thí nghiệm về thay thế bột cá bằng các nguồn protein khác các nhà nghiên cứu nên công bố loài, dòng và kích cỡ cá rô phi được sử dụng, nguồn bánh dầu đậu nành cũng như điều kiện môi trường trong quá trình làm thí nghiệm.

Kết quả của thí nghiệm 1 xác nhận rằng bánh dầu đậu nành và bột đậu nành có thể thay thế hoàn toàn hàm lượng bột cá được sử dụng để sản xuất thức ăn công nghiệp cho cá rô phi. Việc bổ sung methionine vào khẩu phần thức ăn không chứa bột cá không có tác dụng trên tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống và FCR của cá rô phi. Điều này có thể do hàm lượng acid amin nhóm sulfur của những khẩu phần thức ăn không chứa bột cá đã thỏa mãn hoặc vượt quá nhu cầu dinh dưỡng của cá thí nghiệm. Hàm lượng acid amin nhóm sulfur (gồm methionine và cystine) và methionine của khẩu phần thức ăn thứ 2 (dùng bánh dầu đậu nành làm nguồn protein và không bổ sung methionine) là 3,16 và 1,66% protein. Jauncey và Ross (1982) xác định rằng cystine có thể thay thế 50% nhu cầu methionine trong thức ăn ở loài *O. mossambicus*. Vì cá rô phi đỏ sử dụng trong thí nghiệm 1 cùng giống với *O. mossambicus*, chúng ta có thể ước đoán rằng cystine có thể thay thế khoảng 50% nhu cầu methionine trong thức ăn. Trong thí nghiệm này, hàm lượng cystine trong các nghiệm thức tương đương với hàm lượng methionine, do đó tỷ lệ về mặt phân tử của chúng tương đương 1:1. Hàm lượng acid amin nhóm sulfur trong tất cả các khẩu phần thức ăn của thí nghiệm 1 đều cao hơn nhu cầu của cá rô phi được xác định bởi Santiago và Lovell (1988) và Kasper và ctv. (2000). Vì vậy việc bổ sung methionine vào thức ăn không có tác dụng đến tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống và FCR của cá thí nghiệm.

Kết quả của thí nghiệm 1 cho thấy nhu cầu acid amin nhóm sulfur của cá rô phi có thể được thỏa mãn bằng việc sử dụng bánh dầu hoặc bột đậu nành thay thế bột cá mà không cần bổ sung methionine. Việc không sử dụng bột cá trong thức ăn cũng không ảnh hưởng đến sự bắt mồi của cá. Vì vậy cá rô phi có thể sử dụng khẩu phần thức ăn chế biến từ bánh dầu hoặc bột đậu nành mà không ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống và FCR khi so sánh với thức ăn chứa bột cá. Hơn nữa, việc sử dụng bột đậu nành có nguồn gốc hữu cơ (organic soybean meal) làm thức ăn cho cá rô phi (nghiệm thức 3) cũng không tạo ra sự khác biệt về các chỉ tiêu theo dõi so với các nghiệm thức khác. Vì vậy chúng ta hoàn toàn có thể nuôi cá rô phi "sạch" bằng bột đậu nành. Hiện nay, nhu cầu tiêu thụ sản phẩm thủy sản "sạch" trên thế giới ngày càng tăng (Tacon và Brister, 2002). Sản phẩm thủy sản "sạch" thường có giá cao hơn sản phẩm thông thường. Nếu bột đậu nành nguồn gốc hữu cơ có giá hợp lý thì việc nuôi cá rô phi "sạch" chắc chắn sẽ mang lại nhiều lợi nhuận hơn cho người nuôi.

Bánh dầu hạt bông vải là nguồn protein quan trọng cho gia súc và gia cầm. Tuy nhiên việc sử dụng nó làm thức ăn thủy sản thường bị hạn chế do sự hiện diện của độc tố gossypol và hàm lượng lysine thấp (Lim và Webster, 2006). Viola và Zohar (1984) kết luận rằng bánh dầu hạt bông vải với hàm lượng gossypol thấp có thể đưa vào khẩu phần thức ăn của cá rô phi lai (*O. niloticus* x *O. aureus*) nuôi trong ao đất với tỷ lệ tương đương bánh dầu đậu nành. Việc thay thế 1/3 bánh dầu đậu nành bằng 19% bánh dầu hạt bông vải cùng với việc bổ

sung methionine không ảnh hưởng đến tăng trưởng của *O. niloticus*. Tuy nhiên, tăng tỷ lệ bánh dầu hạt bông vải lên 38% hoặc cao hơn đã có ảnh hưởng xấu đến tốc độ tăng trưởng và các chỉ tiêu huyết học (Lim và ctv. 2002). Bánh dầu hạt bông vải thường được sử dụng với tỷ lệ thấp trong thức ăn thủy sản vì mức độ an toàn của nó khác nhau tùy theo loài. Mặc dù một số loài động vật thủy sản có khả năng chịu đựng hàm lượng bánh dầu hạt bông vải cao, việc sử dụng nó trong thức ăn thủy sản thường được giới hạn trong khoảng 10-15% vì độc tính của chất gossypol (Li và Robinson, 2006). Trong thí nghiệm 2, bánh dầu hạt bông vải được sử dụng với tỷ lệ 15% nhằm hạn chế ảnh hưởng của gossypol lên cá thí nghiệm.

Bột xương thịt, sản phẩm phụ trong quá trình chế biến thực phẩm 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 khẩu phần 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*. Trong thí nghiệm 2, bột xương thịt được sử dụng với tỷ lệ 10%. Bánh dầu hạt bông vải và bột xương thịt được sử dụng để thay thế một phần bánh dầu đậu nành nhằm xác định xem methionine có bị thiếu hụt trên cá rô phi không.

Kết quả thí nghiệm 2 trên cá rô phi cho thấy methionine không bị thiếu hụt trong các khẩu phần thức ăn sử dụng bánh dầu hạt bông vải, bánh dầu đậu nành và bột xương thịt làm nguồn protein. Khẩu phần thức ăn của cá rô phi cũng có thể được tổ hợp hoàn toàn bằng nguồn protein có nguồn gốc thực vật mà không gây ảnh hưởng xấu đến tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống và FCR. Trong thí nghiệm này, hàm lượng acid amin nhóm sulfur của tất cả các khẩu phần thức ăn đều bằng hoặc cao hơn 3,39% protein. Do hàm lương của chúng cao hơn nhu cầu của loài *O. niloticus* được xác định bởi Santiago và Lovell (1988) và Kasper và ctv (2000), việc bổ sung methionine không có tác dụng lên tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống và FCR. Kết quả thí nghiệm 2 còn cho thấy khẩu phần thức ăn cá rô phi có thể được tổ hợp bằng việc sử dụng 15% bánh dầu hạt bông vải và 10% bột xương thịt, là những nguồn protein có giá rẻ, nhằm làm giảm giá thành thức ăn của cá rô phi.

KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu này chúng tôi nhận thấy rằng bánh dầu và bột đậu nành có thể thay thế hoàn toàn lượng bột cá được sử dụng trong việc sản xuất thức ăn công nghiệp cho cá rô phi và methionine không bị thiếu hụt trong các khẩu phần thức ăn dùng bánh dầu hạt bông vải, bánh dầu đậu nành và bột xương thịt làm nguồn cung cấp protein.

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, 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 Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) diets. *Aquacult. Res.,* 34: 1119-1127.

El-Saidy D.M.S.D and Gaber M.M.A., 2004. Use of cottonseed 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 fish meal 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.

El-Sayed A.-F.M., 2006. *Tilapia Culture*. CAB International, Wallingford, UK, 277 pp.

El-Shafai S.A., El-Gohary F.A., Nasr F.A., van der Steen N.P. and Gijzen H.J., 2004. Chronic ammonia toxicity to duckweed-fed tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 232: 117-127.

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 Nile tilapia (*Oreochromis niloticus,* L*)* fingerlings. *J. World Aquacult. Soc.,* 37: 74-81.

Kasper C.S., White M.R. and Brown P.B., 2000. Choline is required by tilapia when methionine is not in excess. *J. Nutr*, 238: 238-242.

Li M.H. and Robinson E.H., 2006. Use of cottonseed meal in aquatic animal diets: a review. *N. Am. J. Aquacult*., 68: 14-22.

Lim C., Yildirim M. and Klesius P.H., 2002. Effect of substitution of cottonseed meal on soybean meal on growth, hematology and immune response of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Glob. Aquacult. Advo*., 5: 28-32.

Lim C.E. and Webster C.D., 2006. *Nutrient requirements*. In: Lim C.E. and Webster C.D. (Eds), Tilapia: Biology, Culture and Nutrition. Food Products Press, New York, USA, pp. 469-501.

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.

Parsons T.R., Maita Y., and Lalli C.M., 1985. A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. Pergamon Press, New York, 173 pp.

Pillay T.V.R., 1990. *Aquaculture Principles and Practices*. Fishing News Books, Blackwell Science, Oxford, UK, 575 pp.

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.

Santiago C.B. and Lovell R.T., 1988. Amino acid requirements for growth of Nile tilapia. *J. Nutr*., 118: 1540-1546.

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

Solorzano L. 1969. *Determination of ammonia in natural waters by the Phenolhypochlorite method*. Limnol. and Oceano., 14: 799-801.

Steel R.G.D. and Torrie J.H., 1980. *Principles and Procedures of Statistics: a Biometrical Approach*. McGraw-Hill, New York, 633 pp.

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: Fishelton, 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.

Tacon A.G.J. and Jackson A.J., 1985. *Utilization of conventional and unconventional protein sources in practical fish feeds*. In: Cowey, C.B., Mackie, A.M. and Bell, J.G. (Eds), Nutrition and Feeding in Fish. Academic Press, London, pp. 119-145.

Tacon A.G.J. and Brister D.J., 2002. *Organic aquaculture - Current status and future prospects*. In: Scialabba, N.E.-H. and Hattam, C., 2002. Organic Agriculture, Environment and Food Security. Environment and Natural Resources Series No.4, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, pp. 163-176.

Viola S. and Zohar G., 1984. Nutritional study with market size tilapia hybrid *Oreochromis* in intensive culture. Protein levels and sources. *Israeli J. Aquacult*, 36: 3-15.

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.

Wangead 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.

Wassef E.A., Plammer G. and Poxton M., 1988. Protease digestion of the meals of ungerminated and germinated soybeans. *J. Food. Sci. Agric.*, 44: 201-214.

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 G.S., Chung Y.M., Lin W.Y., Chen S.Y. and Huang C.H., 2004. Effect of substituting de-hulled or fermented soybean meal for fish meal in diets on growth of hybrid tilapia, (*Oreochromis niloticus* x *O.aureus*). *J. Fish. Soc. Taiwan,* 30(4): 291-297.

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.