

XÁC ĐỊNH TỶ LỆ TIÊU HÓA CÁC CHẤT DINH DƯỠNG CỦA MỘT SỐ NGUYÊN LIỆU THỨC ĂN GIÀU PROTEIN TRÊN CÁ ĐÌA *Siganus guttatus* (Bloch, 1787)

Nguyễn Duy Quỳnh Trâm^{1*}, Lê Đức Ngoan²

¹Khoa Thủy sản, Trường Đại học Nông Lâm Huế

²Khoa Chăn nuôi Thú y, Trường Đại học Nông Lâm Huế

Email*: quynhtram2007@gmail.com

Ngày gửi bài: 04.09.2013

Ngày chấp nhận: 11.11.2013

TÓM TẮT

Thí nghiệm được thực hiện nhằm xác định tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng, năng lượng và axit amin thiết yếu của cá đìa với 4 nguyên liệu thức ăn giàu protein: bột đậu nành nguyên dầu, bột đầu tôm, khô dầu đậu nành và khô dầu lạc. Thí nghiệm được thiết kế theo sơ đồ ô vuông la tinh với 5 lần lặp lại. Kết quả cho thấy, tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng, năng lượng, và các axit amin thiết yếu của cá đìa với các nguyên liệu thức ăn trên có sự khác biệt trong các nguyên liệu thức ăn thí nghiệm ($P < 0,05$). Trong đó, tỷ lệ tiêu hóa protein, lipid và xơ thô của cá đìa với của bột đậu nành cao hơn các nguyên liệu khác ($P < 0,05$). Tỷ lệ tiêu hóa axit amin thiết yếu của cá đìa với bột đậu nành nguyên dầu so với khô dầu lạc không sai khác thống kê ($P > 0,05$) nhưng cao hơn bột đầu tôm và khô dầu đậu nành ($P < 0,05$). Kết quả thí nghiệm cho thấy, có thể sử dụng các nguồn nguyên liệu giàu protein sẵn tại địa phương để làm thức ăn cho cá đìa.

Từ khóa: Axit amin thiết yếu, cá đìa, thức ăn giàu protein, tỷ lệ tiêu hóa.

Determination of Apparent Digestibility of Some Protein Feed Ingredients for Rabbit Fish (*Siganus guttatus* Bloch, 1787)

ABSTRACT

This study was undertaken to determine apparent digestibility of four protein feed ingredients (full fat soybean meal, shrimp by-product meal, soya cake meal and peanut cake meal) for rabbit fish. Five groups of rabbit fish were set up in glass tanks according to Latin square design (5 treatments x 5 replications). They were fed with test diets and reference diet which contained 0.5% chromic oxide as an inert marker. Results showed that, apparent digestibility of rabbit fish in terms of nutrients, energy and essential amino acids was significantly different among treatments ($P < 0.05$). The apparent digestibility of crude protein, crude lipid and crude fiber in full fat soybean meal was significantly higher than that of other tested ingredients ($P < 0.05$). There was no significant difference in apparent digestibility of essential amino acids between full fat soybean meal and peanut cake meal ($P > 0.05$) but significantly higher than that on shrimp by-product meal ($P < 0.05$). Results from this study indicated that it is possible to use those high protein ingredients as substitute for fish meal in rabbit fish farming.

Keywords: Apparent digestibility, essential amino acids, local protein sources, rabbit fish.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá đìa (*Siganus guttatus*) thuộc bộ cá vược (Perciformes), là loài cá nước lợ phân bố tự nhiên trong đầm phá Tam Giang, Thừa Thiên Huế. Cá đìa là động vật ăn thực vật theo từng đàn nhỏ trên nhiều loại tảo đáy (Tsuda and Bryan, 1973; Von Westernhagen, 1973; Bwathondi, 1982).

Trong tự nhiên, chúng ăn một số loài tảo, như Gracilaria, Hypnea, Laurencia được chứng minh là ưa thích nhất (Von Westernhagen, 1973). Bên cạnh đó, chúng cũng ăn Entomorpha, Ulva, Sargassum, Turbinaria và Enhalus (Duray, 1998). Một số loài (*S. canaliculatus*, *S. rivulatus*, *S. spinus*, *S. guttatus*) khi được nuôi, chấp nhận rất nhiều loại thức ăn (Horstmann, 1975; Tahil,

Xác định tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng của một số nguyên liệu thức ăn giàu protein trên cá dìa *Siganus guttatus* (Bloch, 1787)

1978; Carumbana and Luchavez, 1979) (El-Dakar et al., 2011). Cá dìa được xác định là một trong số 23 loài cá có giá trị kinh tế của vùng đầm phá Tam Giang (Võ Văn Phú, 2001). Gần đây, nghề nuôi cá dìa thương phẩm đã phát triển nhanh tại khu vực ven đầm phá Tam Giang. Do nguồn protein để nuôi cá chủ yếu là bột cá và cá tạp càng ngày càng khan hiếm và giá tăng cao nên để tiếp tục phát triển cá dìa, cần thiết phải tìm thêm nguồn thức ăn giàu protein thay thế cho nguồn thức ăn này.

Hiện nay, người nuôi cá dìa đã sử dụng một số nguồn nguyên liệu thức ăn thay thế cho bột cá và cá tạp như: khô đỗ tương, bột đậu nành nguyên dầu, khô lạc, bột đầu tôm... giá rẻ và sẵn có (Nguyễn Duy Quỳnh Trâm, 2012). Tuy nhiên, thông tin về giá trị dinh dưỡng, đặc biệt là tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng của cá dìa với các nguyên liệu thức ăn nói trên rất ít công bố. Theo De Silva and Anderson (1995); Cho and Bureau (2001), thông tin về tỷ lệ tiêu hóa và giá nguyên

liệu sẽ giúp người nuôi lựa chọn được những nguyên liệu tốt với giá thành thấp, nâng cao khả năng tiêu hoá của vật nuôi và giảm nitơ thải ra môi trường. Do đó, nghiên cứu đã tiến hành xác định tỷ lệ tiêu hóa của một số thức ăn giàu protein và để tìm trên cá dìa.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu nghiên cứu

2.1.1. Thức ăn

Các loại nguyên liệu thí nghiệm bao gồm khô dầu lạc và khô đỗ tương được, phơi khô và xay nhỏ; Bột cá cơm khô được xay nhỏ; Bột đầu tôm được chế biến từ vỏ đầu tôm tươi sau khi đã phơi khô và xay nhỏ; Bột đậu nành được chế biến từ đậu nành rang chín nguyên béo. Thành phần hóa học, năng lượng thô và hàm lượng axit amin thiết yếu của các nguyên liệu thức ăn thí nghiệm được trình bày ở bảng 1 và 2.

Bảng 1. Thành phần hóa học và năng lượng thô của các nguyên liệu

Nguyên liệu	VCK	Protein thô	Lipid thô	Xơ thô	Chất hữu cơ	Năng lượng thô (kcal/kg)
		Tính theo % vật chất khô (VCK)				
Bột cá	84,6	65,9	8,8	1,2	88,5	4969
Bột đậu nành nguyên dầu	91,8	41,1	17,6	9,9	85,6	5483
Bột đầu tôm	91,1	51,7	2,2	21,2	64,8	3664
Khô dầu đậu nành	90,9	50,0	3,0	4,4	83,8	4676
Khô dầu lạc	87,0	55,6	9,8	6,7	77,2	4997

Bảng 2. Thành phần axit amin thiết yếu (% vật chất khô) của nguyên liệu thí nghiệm

Axit amin thiết yếu	Bột đậu nành nguyên dầu	Bột đầu tôm	Khô dầu đậu nành	Khô dầu lạc
Arginine	4,10	3,95	5,06	7,18
Histidine	1,69	0,12	2,37	2,36
Isoleucine	1,54	1,43	2,02	1,97
Leucine	2,85	2,40	2,62	3,62
Lysine	0,99	0,68	0,96	0,89
Methionine	1,02	0,92	0,92	0,90
Phenylalanine	3,36	4,08	4,90	4,79
Threonine	2,28	2,51	3,03	2,63
Valine	1,65	2,03	2,10	2,44

2.1.2. Cá thí nghiệm

Cá địa thí nghiệm có khối lượng ban đầu $8,6g \pm 0,7$ được mua từ cơ sở ương cá địa giống tại xã Phú Thuận, huyện Phú Vang, tỉnh Thừa Thiên Huế. Cá được vận chuyển về phòng thí nghiệm, ương và nuôi thích nghi trong bể composite 5 tuần trước khi đưa vào thí nghiệm tiêu hóa. Trong thời gian nuôi thích nghi, cá đã được cho ăn thức ăn viên công nghiệp Proconco (28% protein thô) 2 lần/ngày với khẩu phần ăn bằng 5% khối lượng thân. Định kỳ mỗi ngày xi phông bể một lần.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm đã được bố trí theo phương pháp ô vuông latin (5 x 5) với 5 công thức thức ăn và 5 giai đoạn thí nghiệm, mỗi giai đoạn kéo dài 14 ngày. Trong đó: 7 ngày nuôi thích nghi và 7 ngày thu phân. Năm công thức thức ăn bao gồm thức ăn cơ sở (KPCS) và 4 công thức thức ăn thí nghiệm (bột đậu nành nguyên dầu, bột đậu tằm, khô đậu nành và khô đậu lạt), ký hiệu lần lượt: ĐNND, BĐT, KĐĐN và KDL.

Cá đã được nuôi trong hệ thống tuần hoàn với 5 bể kính, dung tích mỗi bể 130 lít, chứa 90 lít nước, nước cấp vào các bể thí nghiệm từ bể lọc sinh học với tốc độ 6 lít phút⁻¹. Mật độ nuôi là 30 con/bể. Các bể được che bởi tấm polyethylene (đầy 5mm) để ngăn cá nhảy khỏi bể. Quang chu kỳ được duy trì ổn định với 12h sáng và 12h tối trong suốt thời gian thí nghiệm.

Thức ăn cơ sở (Bảng 3) được phối trộn từ cám gạo, bột cá, bột sắn, dầu ăn, premix

vitamin và khoáng, theo nhu cầu dinh dưỡng của cá địa (protein thô 30% và năng lượng thô 4631 kcal/kg) (Boonyaratpalin, 1997). Các thức ăn thí nghiệm được phối trộn từ 70% KPCS và 30% nguyên liệu thí nghiệm. Oxit chrome (Cr₂O₃) được sử dụng làm chất đánh dấu được bổ sung vào thức ăn cơ sở với tỷ lệ 0,5% (Austreng, 1978). Tất cả khẩu phần đều chế biến thành viên chìm có đường kính 3mm bằng máy đùn Sheng Kiang (Trung Quốc). Tất cả thức ăn viên được sấy khô ở 45°C trong 24h và bảo quản trong bao plastic, giữ ở 4°C đến khi sử dụng.

Sau khi phối trộn tiến hành thu mẫu để phân tích thành phần hóa học và năng lượng thô và axit amin của các thức ăn, kết quả được trình bày ở các bảng 4 và 5.

Bảng 3. Thành phần nguyên liệu của thức ăn cơ sở

Nguyên liệu	Tỷ lệ (%)	Nguyên liệu	Tỷ lệ (%)
Bột cá cơm	39,0	Dầu cá	2,0
Bột sắn	33,5	Dầu thực vật	2,0
Cám gạo	21,0	Oxit Chrome	0,5
Premix vitamin và khoáng	2,0	Tổng	100

* Ghi chú: Premix Vemevit số 9.100 để cung cấp vitamin và khoáng vào thức ăn. Thành phần của 1kg Vemevit số 9.100 gồm: Vitamin: A (334 000 IU); D₃ (150 000 IU); E (1,6 g); K₃ (400 mg); B₁ (480 mg); B₂ (320 mg); B₆ (400 mg); C (6 g); H (20 mg); Calcium Pan (1,6g); Folic acid (120 mg); Ferrous (Fe²⁺) (20 g); Copper (Cu²⁺) (10 g); Zinc (Zn²⁺) (11 g); Manganese (Mn²⁺) (2 g); Colbalt (Co²⁺) (120 mg); Selenium (Se⁴⁺) (100 mg); Cholin Chloride (4,8 g).

Bảng 4. Thành phần hóa học (%) và năng lượng (kcal/kg) của thức ăn thí nghiệm

Thức ăn*	Protein	Lipid	Xơ	Chất hữu cơ	Năng lượng (kcal/kg)
KPCS	30,9	8,6	2,1	83,1	4631
ĐNND	36,9	11,8	3,3	83,3	5008
BĐT	38,9	5,4	7,9	77,5	4472
KĐĐN	39,2	5,5	3,3	83,7	4680
KDL	40,6	9,0	3,4	83,0	4751

Ghi chú: KPCS: Thức ăn cơ sở; ĐNND: Thức ăn bột đậu nành nguyên dầu; BĐT: Thức ăn bột đậu tằm; KĐĐN: Thức ăn khô đậu nành; KDL: Thức ăn khô đậu lạt

Xác định tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng của một số nguyên liệu thức ăn giàu protein trên cá diá *Siganus guttatus* (Bloch, 1787)

Bảng 5. Thành phần axit amin thiết yếu (% vật chất khô) của thức ăn thí nghiệm

Axit amin thiết yếu	KPCS	ĐNND	BĐT	KĐĐN	KDL
Arginine	2,42	2,88	1,17	3,56	3,88
Histidine	1,23	1,44	0,50	1,64	1,79
Isoleucine	1,11	1,28	0,66	1,42	1,38
Leucine	2,02	2,46	1,08	2,60	2,52
Lysine	1,30	1,03	0,89	1,12	0,90
Methionine	0,93	1,07	1,26	1,01	1,05
Phenylalanine	1,52	2,23	0,80	2,59	2,65
Threonine	1,55	1,75	0,76	1,42	1,88
Valine	1,42	1,53	0,88	1,69	1,74

2.3. Chăm sóc và quản lý

Hàng ngày cho cá ăn 3 lần, lượng thức ăn bằng 5% khối lượng thân. Thường xuyên theo dõi lượng thức ăn ăn vào của cá, đảm bảo cá ăn hết lượng cho ăn của mỗi lần trong ngày. Tiến hành xi phông thức ăn thừa (nếu có) sau mỗi lần cho ăn. Thay nước sau mỗi giai đoạn thí nghiệm.

Quản lý các yếu tố môi trường

Nhiệt độ nước được đo hàng ngày bằng nhiệt kế. Những ngày nhiệt độ không khí xuống thấp, nhiệt độ nước được điều chỉnh bởi bộ điều nhiệt (Risheng 300W-RS308-C, Trung Quốc), và được duy trì trong phạm vi 25-29°C. Các yếu tố pH, ôxy hòa tan và ammonia tổng số được kiểm tra 2 lần/tuần, sử dụng kit thử nhanh (Advance Pharma Co Ltd., Thái Lan). Kết quả trình bày ở bảng 6.

Bảng 6. Một số yếu tố môi trường nước trong thời gian thí nghiệm

Yếu tố môi trường		M ± SD (min - max) *
Nhiệt độ (°C)	Sáng	26,9 ± 0,8 (25,0 - 28,5)
	Chiều	27,4 ± 0,8 (25,0 - 29,5)
pH	Sáng	7,1 ± 0,1 (7,0 - 7,5)
	Chiều	7,1 ± 0,1 (7,0 - 7,5)
DO (mg/l)	Sáng	4,4 ± 0,4 (3,5 - 5,5)
	Chiều	4,4 ± 0,4 (3,5 - 6,0)
NH3 (mg/l)		0,016 ± 0,003 (0 - 0,03)

*Min: giá trị nhỏ nhất; Max: giá trị lớn nhất; M: giá trị trung bình; SD: độ lệch chuẩn

2.4. Thu phân

Hệ thống thu phân đã được thiết kế dựa trên nguyên tắc của Guelph, trong đó phân được thu từ bình phía ngoài thông với bể (Cho et al., 1982). Xung quanh bình thu phân được làm lạnh bởi nước đá để hạn chế sự phân hủy của phân. Phân cá diá có dạng sợi dài khoảng 1-2cm, lơ lửng trong nước, tốc độ nước chảy qua bình được điều chỉnh sao việc thu phân trong bình đạt tối đa. Hàng ngày phân được thu 3 lần (6:30; 11:00 và 17:00h). Tất cả mẫu phân được bảo quản ở -20°C. Cuối kỳ thí nghiệm, phân của từng bể được trộn với nhau để lấy mẫu đại diện phân tích.

2.5. Phân tích hóa học

Mẫu nguyên liệu thức ăn, 5 thức ăn thí nghiệm và phân đã được phân tích hóa học theo AOAC (1990); oxit chrome được xác định theo Fenton and Fenton (1979); Năng lượng thô bằng nhiệt lượng kế (Calorimeter Parr 6300, USA); và axit amin được phân tích bằng phương pháp sắc ký lỏng áp suất cao - HPLC (Amino Quant, 1990).

Các chỉ tiêu năng lượng, vật chất khô, protein thô, lipid thô, xơ thô, khoáng tổng số của mẫu nguyên liệu, thức ăn và phân được phân tích tại Trung tâm Phân tích của khoa Chăn nuôi - Thú y, trường Đại học Nông Lâm Huế. Hàm lượng và thành phần axit amin được phân tích tại Viện Chăn nuôi quốc gia.

2.6. Tính toán tỷ lệ tiêu hóa biểu kiến

- Tỷ lệ tiêu hóa biểu kiến (AD) của các chất hữu cơ, protein thô, lipid, xơ thô, năng lượng và axit amin thiết yếu của thức ăn được tính theo công thức của Cho et al. (1982):

$$AD (\%) = 100 - [100 \times (\%Cr_{ta} / \%Cr_{ph}) \times (\%DD_{ph} / \%DD_{ta})]$$

Trong đó: %Cr_{ta} là tỷ lệ Cr trong thức ăn; %Cr_{ph} là tỷ lệ Cr trong phân; %DD_{ph} là tỷ lệ chất dinh dưỡng trong phân; %DD_{ta} là tỷ lệ chất dinh dưỡng trong thức ăn.

- Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ, protein thô, lipid, xơ thô, năng lượng và axit amin thiết yếu của các nguyên liệu thí nghiệm được tính theo phương pháp sai khác:

$$AD \text{ nguyên liệu} = (ADT - 0,7 \times ADR) / 0,3$$

Trong đó: ADR là TLTH chất dinh dưỡng của thức ăn cơ sở; ADT là TLTH chất dinh dưỡng của nguyên liệu thức ăn thí nghiệm; 0,7 và 0,3 là tỷ lệ phối hợp giữa KPCS và nguyên liệu thí nghiệm.

2.7. Xử lý số liệu

Ảnh hưởng của các thức ăn đến tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng được xử lý thống kê theo phân tích phương sai (ANOVA) bởi trình ứng dụng GLM (General Linear Model) của phần mềm Minitab ver 16.2.0 (Minitab, 2010), và sự sai khác giữa các giá trị trung bình được xác định theo phương pháp Turkey với độ tin cậy 95%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng của thức ăn

Số liệu ở bảng 7 cho thấy, tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng và năng lượng có sai khác trong việc thống kê giữa các thức ăn ($P < 0,05$). Tỷ lệ tiêu hóa protein từ 84,5 đến 92,6%, trong đó, ĐNND và KPCS có tỷ lệ tiêu hóa cao hơn BĐT và KDL, và cao hơn KDĐN ($P < 0,05$).

Các nghiên cứu trước đây cho thấy, TLTH protein của bột đậu nành ở cá *L. rohita* là 84,06% (Hosain et al., 1997), ở cá mú lưng gù 77,7% (Laining et al., 2003) và ở cá *Clarias isheriensis* là 90% (Fagbenro, 1996). Tỷ lệ tiêu hóa protein

của bột đầu tôm ở cá rô đồng 76,0% (Trần Thị Thu Sương, 2011), cá mú lưng gù 80,1% (Laining et al., 2003), cá trê lai (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*) 93,4%, cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) 91,8% (Nguyễn Duy Quỳnh Trâm, 2011). Theo Jafri and Anwar (1995), TLTH protein đối với khô dầu lạc trên cá *L. rohita* là 94,7% và cá *C. mrigata* là 93,2%; trên cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) là 93,9%, trê lai là 92,6% (Nguyễn Duy Quỳnh Trâm, 2011).

Tương tự protein, TLTH lipid của các thức ăn có sai khác thống kê ($P < 0,05$), giá trị trong thí nghiệm dao động 77,5-82,1%; Trong đó, TLTH lipid của KPCS và ĐNND cao hơn các thức ăn khác ($P < 0,05$).

Ngoại trừ TLTH xơ thấp ở KDĐN, TLTH xơ thô không có sự sai khác, ở các thức ăn còn lại ($P > 0,05$), dao động trong khoảng 40,2-43,4%.

Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ của các thức ăn dao động 85,6-90,3%. Giá trị này của KDL thấp và không có sự sai khác thống kê giữa các thức ăn còn lại ($P > 0,05$). Ở cá rô phi, TLTH chất hữu cơ của khô dầu lạc là 90,3%, khô dầu đậu nành là 88,9% và lá sắn là 82,5% (Nguyễn Duy Quỳnh Trâm, 2011) đều cao hơn so với kết quả ở nghiên cứu này. Riêng TLTH chất hữu cơ của BĐT (86,7%) ở cá rô phi (Nguyễn Duy Quỳnh Trâm, 2011) thấp hơn ở cá diêu trong thí nghiệm này (87,28%).

Trong khi tỷ lệ tiêu hóa năng lượng của KPCS và ĐNND như nhau ($P > 0,05$) và cao hơn KDL ($P < 0,05$), TLTH năng lượng của BĐT và ĐNND trên cá diêu trong nghiên cứu này (87,1% và 90,7%) cao hơn đáng kể so với cá mú lưng gù *Cromileptes altivelis* (76,6% và 70,9%) (Laining et al., 2003).

3.2. Tỷ lệ tiêu hóa axit amin thiết yếu của thức ăn

Kết quả ở bảng 8 cho thấy, giá trị trung bình về TLTH của các axit amin thiết yếu (AAD_{AAA}) của các thức ăn dao động từ 81,9 đến 90,3%. Trong đó, TLTH của các axit amin thiết yếu của KPCS cao nhất và có sai khác thống kê ($P < 0,05$) so với 4 thức ăn còn lại. Trong khi, TLTH của BĐT và KDĐN thấp nhất so với các thức ăn còn lại ($P < 0,05$).

Xác định tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng của một số nguyên liệu thức ăn giàu protein trên cá diạ *Siganus guttatus* (Bloch, 1787)

Bảng 7. Tỷ lệ tiêu hóa biểu kiến (%) các chất dinh dưỡng của các thức ăn

Thức ăn	Protein	Lipid	Xơ	Chất hữu cơ	Năng lượng
KPCS	92,6 ^a	82,1 ^a	43,4 ^a	90,3 ^a	93,5 ^a
ĐNND	90,8 ^a	81,2 ^{ab}	40,2 ^a	88,4 ^{ab}	90,7 ^{ab}
BĐT	87,3 ^b	80,5 ^b	41,0 ^a	87,3 ^{ab}	87,1 ^{bc}
KĐĐN	84,5 ^c	77,5 ^c	35,4 ^b	86,9 ^{ab}	86,4 ^{bc}
KDL	87,5 ^b	77,9 ^c	41,9 ^a	85,6 ^b	83,7 ^c
SEM	0,60	0,35	0,79	0,78	1,35
P	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Ghi chú: ^{a, b, c}: các ký tự khác nhau trong cùng cột sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$); SEM: sai số chuẩn của giá trị trung bình; P: xác suất

Bảng 8. Tỷ lệ tiêu hóa (%) axit amin thiết yếu của cá diạ với các thức ăn thí nghiệm

Axit amin	KPCS	ĐNND	BĐT	KĐĐN	KDL	SEM**	P**
Arginine	92,6 ^a	89,9 ^b	75,7 ^d	83,4 ^c	89,2 ^b	0,55	0,001
Histidine	92,3 ^a	86,6 ^b	77,3 ^d	81,0 ^c	86,5 ^b	0,67	0,001
Isoleucine	87,3 ^a	84,1 ^b	86,4 ^{ab}	81,0 ^c	86,7 ^a	0,57	0,001
Leucine	91,0 ^a	88,6 ^b	86,3 ^c	86,0 ^c	87,4 ^{bc}	0,43	0,001
Lysine	88,7 ^a	81,6 ^b	88,2 ^a	84,6 ^b	83,7 ^b	0,71	0,001
Methionine	90,3 ^a	87,6 ^{ab}	85,9 ^b	75,5 ^c	85,4 ^b	0,88	0,001
Phenylalanine	88,3 ^a	87,7 ^a	83,5 ^b	85,3 ^b	88,1 ^a	0,48	0,001
Threonine	91,1 ^a	85,3 ^{bc}	83,5 ^c	78,7 ^d	87,7 ^b	0,58	0,001
Valine	91,3 ^a	90,0 ^a	81,3 ^b	81,5 ^b	83,2 ^b	0,70	0,001
AAD _{EAA} ***	90,3 ^a	86,8 ^b	83,1 ^c	81,9 ^d	86,4 ^b	0,26	0,001

Ghi chú: ^{a, b, c, d}: các ký tự khác nhau trong cùng hàng sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

**SEM: sai số chuẩn của giá trị trung bình; P: xác suất; AAD_{EAA}: Giá trị trung bình tỷ lệ tiêu hóa axit amin thiết yếu

3.3. Tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng của các nguyên liệu

Từ kết quả ở bảng 7, giá trị TLTH các chất dinh dưỡng của các nguyên liệu thức ăn: bột đậu nành nguyên dầu, bột đậu tằm, khô đậu nành và khô đậu lạc đã được tính toán (Bảng 9). TLTH của cá diạ với các chất dinh dưỡng của nguyên liệu thức ăn thí nghiệm có sự sai khác ($P < 0,05$). Giá trị TLTH protein thô dao động lớn từ 65,6% đến 86,7%; Bột đậu nành có TLTH protein lớn nhất (86,7%); trong khi khô đậu nành thấp nhất (65,6%).

Khô đậu nành là một nguồn protein thực vật tốt về hàm lượng protein và thành phần axit amin thiết yếu nhưng lại hạn chế về axit amin có chứa lưu huỳnh (NRC, 1993). Ở cá rô phi, TLTH protein thô với khô đậu nành

là 85% (Ogunji, 2004); 93,1% (Lorico-Querijero and Chiu, 1989); 96,2% (Sklan et al., 2004) và 92,0% (Guimaraes et al., 2008).

Khô đậu lạc là nguồn protein sẵn có. Kết quả nghiên cứu TLTH protein ở cá diạ trong nghiên cứu này (75,8%) thấp hơn các kết quả đã công bố trên cá *Labeo rohita* (83,8%) và cá *Cirrhinus mrigala* (88,2%) (Jafri and Anwar, 1995), cá hô bạc (88,6%) (Mohanta et al., 2006).

Bột đậu tằm cũng là nguồn protein rẻ tiền. Giá trị TLTH protein của bột đậu tằm ở thí nghiệm này là 75,1% - nằm trong giới hạn của các nghiên cứu trên cá rô đồng là 75,4% (Trần Thị Thu Sương, 2011), ở các loài cá mú lưng gù 78% (Laising et al., 2006), cá rô phi 71% (Koprucu and Ozdemir, 2005).

Bảng 9. Tỷ lệ tiêu hóa (%) các chất dinh dưỡng của nguyên liệu thức ăn thí nghiệm

Nguyên liệu	Protein	Lipid	Xơ	Chất hữu cơ	Năng lượng
Bột đậu nành nguyên dầu	86,7 ^{a*}	79,1 ^a	32,9 ^b	83,9 ^a	84,2 ^a
Bột đậu tằm	75,1 ^b	76,5 ^{ab}	35,4 ^{ab}	80,2 ^{ab}	72,1 ^b
Khô dầu đậu nành	65,6 ^c	66,8 ^b	16,9 ^c	79,1 ^{ab}	69,8 ^{bc}
Khô dầu lạc	75,8 ^b	68,0 ^b	38,3 ^a	74,7 ^b	60,9 ^c
SEM**	2,09	2,24	2,69	3,24	3,60
P**	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Ghi chú: * a, b, c: các ký tự khác nhau trong cùng cột sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

**SEM: sai số chuẩn của giá trị trung bình; P: xác suất

Kết quả này có thể chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố, như các chất ức chế trong thức ăn hoặc sự có mặt của protein mà cá dìa không thể tiêu hóa; chất lượng protein của các loại nguyên liệu có thể bị ảnh hưởng bởi quá trình chế biến nguyên liệu thô và bảo quản. Kỹ thuật chế biến như làm khô ở nhiệt độ cao sẽ làm giảm tỷ lệ tiêu hóa protein, đồng thời sản sinh ra các nhân tố kháng dinh dưỡng ở một vài loại nguyên liệu (Halver and Hardy, 2002).

Ngoài tiêu hóa protein thô, kết quả nghiên cứu này cho thấy TLTH lipid thô của các nguyên liệu dao động từ 66,8 đến 79,1%. Trong đó, TLTH lipid của bột đậu nành cao hơn khô lạc và khô dầu đậu nành ($P < 0,05$). Tuy nhiên, các kết quả trước đây cho thấy TLTH xơ thô ở các nguyên liệu này đều cao hơn. Trên cá rô đồng, TLTH xơ thô của bột

đậu nành 41,7%, bột đậu tằm 38,2% và khô dầu lạc 40,1% (Nguyễn Thị Thu Sương, 2011); TLTH xơ của bột đậu nành ở cá rô phi 95,2% (Koprucu and Ozdemir, 2005).

Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ và năng lượng của các nguyên liệu thí nghiệm có xu hướng như nhau về sự sai khác. Các giá trị này của bột mì và rong mền cao hơn bột ngô và cao hơn lá sắn ($P < 0,05$).

3.4. Tỷ lệ tiêu hóa các axit amin thiết yếu của các nguyên liệu

Từ kết quả ở bảng 10 chúng tôi nhận thấy rằng giá trị AAD_{EAA} của các nguyên liệu thí nghiệm dao động từ 62,2 đến 78,9%. Tỷ lệ tiêu hóa trung bình các axit amin thiết yếu của bột đậu nành và khô dầu lạc không có sai khác

Bảng 10. Tỷ lệ tiêu hóa (%) các axit amin thiết yếu của nguyên liệu thí nghiệm

Axit amin	Bột đậu nành nguyên dầu	Bột đậu tằm	Khô dầu đậu nành	Khô dầu lạc	SEM	P
Histidine	73,2 ^a	42,1 ^c	54,4 ^b	72,7 ^a	1,12	0,001
Threonine	71,6 ^{ab}	65,9 ^b	49,6 ^c	79,7 ^a	0,95	0,001
Arginine	83,7 ^a	36,3 ^c	62,1 ^b	81,4 ^a	1,64	0,001
Valine	87,1 ^a	58,1 ^{bc}	58,9 ^{bc}	64,3 ^b	2,09	0,001
Methionine	81,3 ^a	75,7 ^{ab}	41,0 ^c	73,8 ^b	2,08	0,001
Phenylalanine	86,4 ^a	72,5 ^c	78,3 ^{bc}	87,8 ^a	1,16	0,001
Isoleucine	76,5 ^b	84,2 ^a	66,3 ^c	85,4 ^a	1,35	0,001
Leucine	83,1 ^a	75,3 ^c	74,3 ^c	78,9 ^{bc}	1,44	0,001
Lysine	65,0 ^c	81,0 ^a	75,2 ^{ab}	72,1 ^{bc}	2,35	0,001
AAD** _{EAA}	78,7 ^a	65,7 ^b	62,2 ^b	77,4 ^a	0,92	0,001

Ghi chú: * a, b, c, d, e, f: các ký tự khác nhau trong cùng hàng sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

** Giá trị trung bình tỷ lệ tiêu hóa của các axit amin của một loại nguyên liệu

Bảng 11. Hàm lượng các chất dinh dưỡng tiêu hóa của thức ăn nguyên liệu (g/kg)

Chất dinh dưỡng	Bột đậu nành nguyên đầu	Bột đậu tằm	Khô đậu đậu nành	Khô đậu lạc
Năng lượng (kcal/kg)	4616,7	2641,7	3263,8	3043,2
Protein	356,3	388,3	328,0	421,4
Histidine	12,37	0,51	12,89	17,16
Threonine	16,32	16,54	15,03	20,96
Arginine	34,32	14,34	31,42	58,45
Valine	14,37	11,79	12,37	15,69
Methionine	8,29	6,96	3,77	6,64
Phenylalanine	29,03	29,58	38,37	42,06
Isoleucine	11,78	12,04	13,39	16,82
Leucine	23,68	18,07	19,47	28,56
Lysine	6,44	5,51	7,22	6,42

thống kê ($P>0,05$) và cao hơn bột đậu tằm và khô đậu đậu nành ($P<0,05$). Trong đó, TLTH từng loại axit amin riêng lẻ của bột đậu nành cao (dao động 65,0-87,1%); Ngược lại, khô đậu đậu nành và bột đậu tằm khá thấp (dao động 41,0-84,2%).

Tỷ lệ tiêu hóa trung bình các axit amin thiết yếu của bột đậu tằm; khô đậu đậu nành; khô đậu lạc trên cá diá ở thí nghiệm này đều thấp hơn khi thí nghiệm trên cá rô phi và cá trê lai trong nghiên cứu trước đây (Nguyễn Duy Quỳnh Trâm, 2011).

Các nghiên cứu trước đây cho thấy sự sai khác về TLTH axit amin thiết yếu của nguyên liệu và đối tượng sử dụng. Guimaraes et al (2008) cho biết, threonine trong khô đậu đậu nành có TLTH thấp nhất ở cá rô phi, trong khi Borghesi et al (2009) báo cáo rằng cystine trong khô đậu đậu nành có TLTH thấp nhất trên cá *Salminus brasiliensis*.

Tỷ lệ tiêu hóa trung bình các axit amin thiết yếu của bột đậu nành ở cá diá thí nghiệm này (78,7%) cao hơn cá hồi Đại Tây Dương (56,8%) (Anderson et al., 1992), thấp hơn cá rô phi (87,1%) (Koprucu and Ozdemir, 2005). Điều này có thể do các phương pháp chế biến thức ăn được sử dụng và sự khác biệt về thành phần hóa học. Chế biến thức ăn là một trong những yếu tố có thể ảnh hưởng đến khả năng tiêu hóa (Cheftel 1986, trích dẫn bởi Nguyễn Duy Quỳnh Trâm, 2011).

Những sai khác trên có thể do nhiều nguyên nhân khác nhau như chất lượng nguyên

liệu, kích cỡ và đặc tính của loài cá thí nghiệm, điều kiện thí nghiệm, phương pháp thu phân... (Wilson and Poe, 1985; Anderson et al., 1993; Watanabe et al., 1996; Yamamoto et al., 1997). Do vậy, để so sánh được khả năng tiêu hóa của cùng loại nguyên liệu trong các nghiên cứu khác nhau thường rất khó khăn.

Từ các kết quả ở bảng 2 và 10, số liệu về các axit amin thiết yếu tiêu hóa của chúng được tổng hợp ở bảng 11.

4. KẾT LUẬN

Tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng và năng lượng của các thức ăn thí nghiệm trên cá diá có sự khác biệt ($P<0,05$). Tỷ lệ tiêu hóa năng lượng của bột đậu nành nguyên đầu (84,2%) cao hơn bột đậu tằm (72,1%), cả hai nguyên liệu này đều cao hơn khô đậu đậu nành (69,8%) và khô đậu lạc (60,9%). Tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ của khô đậu lạc (74,7%) thấp hơn các nguyên liệu còn lại. Tỷ lệ tiêu hóa protein của bột đậu nành nguyên đầu (86,7%) cao hơn bột đậu tằm (75,1%) và khô đậu lạc (75,8%), cao hơn khô đậu đậu nành (65,6%); Trong khi, tỷ lệ tiêu hóa protein của khô đậu lạc, bột đậu tằm không sai khác.

Tỷ lệ tiêu hóa trung bình của các axit amin thiết yếu của bột đậu nành (78,7%) và khô đậu lạc (77,4%) như nhau, cao hơn bột đậu tằm (65,7%), khô đậu đậu nành (62,2%).

Từ các nhận xét trên cho thấy, có thể sử dụng các nguồn thức ăn sẵn có làm nguồn nguyên liệu protein rẻ tiền để phối hợp thức ăn cho cá diá.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ phát triển khoa học và công nghệ quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 106.13-2011.10. Các tác giả chân thành cảm ơn các học viên cao học và sinh viên đại học đã tham gia theo dõi thí nghiệm; Phòng thí nghiệm Trung tâm - Khoa Chăn nuôi - Thú y, trường Đại học Nông Lâm Huế và phòng thí nghiệm Phân tích - Viện Chăn nuôi quốc gia về việc phân tích mẫu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Anderson J. S., Lall S. P., Anderson D. M. and Chandrasomab J. (1992). Apparent and true availability of amino acids from common feed ingredients for Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in sea water. *Aquaculture* 108, pp. 111-124, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. 15th edn. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Austreng, E. (1978). Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. *Aquaculture*, 13: 265-272.
- Boonyaratpalin, M. (1997). Nutrient requirements of marine food fish cultured in Southeast Asia. *Aquaculture*. 151, 283-313.
- Borghesi R., Dairiki J. K., Cyrino J. E. P. (2009). Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for dourado *Salminus brasiliensis*", *Aquaculture Nutrition*, 15: 453-458.
- Cho, C.Y., Slinger S.J., and Bayley H. S. (1982). Bioenergetics of salmonid fishes: Energy intake, expenditure and productivity. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 73: 25-41.
- De Silva and Anderson (1995). Fish nutrition aquaculture, London UK, Chapman and Hall Aquaculture, series 1.
- Duray M. N. (1998), Biology and culture of Siganids, Tigbauan, Iloilo, Philippines: Aquaculture Dept., Southeast Asian Fisheries Development Center.
- El-Dakar A. Y., Shymaa M. Shalaby, Patrick Saoud (2011). Dietary protein requirement of juvenile marbled spinefoot rabbitfish *Siganus rivulatus*, *Aquaculture Research* 42: 1050-1055
- Fagbenro O. A. (1996). Apparent digestibility of crude protein and gross energy in some plant and animal based feedstuffs by *Clarias isheriensis* (Siluriformes), *J. Appl. Ichthyol.* 12: 67-68, Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin. ISSN 0175-8659.
- Fenton, T.W. and Fenton M. (1979). An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and faeces for growing pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 59: 631-634.
- Halver J. E. and Hardy R. W. (2002). *Fish nutrition*, 3rd Ed. Academic Press, USA.
- Hossain M. A., Nahar N., Kamal M. (1997). Nutrient digestibility coefficients of some plant and animal proteins for rohu (*Labeo rohita*)". *Aquaculture* 151: 37-45.
- Jafri A. K., Anwar M. F. (1995). Protein digestibility of some low-cost feedstuffs in fingerling Indian Major carps. *Asian fisheries science* 8, 1995, 47-53.
- Koprucu K., Ozdemir Y. (2005). Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 250: 308-316.
- Laining A., Rachmansyah T.A., Williams K. (2003). Apparent digestibility of selected feed ingredients for humpback grouper, *Cromileptes altivelis*. *Aquaculture* 218: 529-538.
- Mohanta K. N., Mohanty S. N., Jena J. K. and Sahu N. P. (2006). Apparent protein, lipid and energy digestibility coefficients of some commonly used feed ingredients in formulated pelleted diets for silver barb, *Puntius gonionotus*. *Aquaculture Nutrition* 12: 211-218.
- Nguyễn Duy Quỳnh Trâm (2011). Nghiên cứu tỷ lệ tiêu hóa một số loại thức ăn trên cá trê lai (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) và cá rô phi đơn tính (*Oreochromis niloticus*). Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn, kỳ 1 tháng 5, tr. 80-87.
- NRC (National Research Council) (1993). Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington, DC.
- Võ Văn Phú (2001). Về biến động độ mặn và thành phần loài sinh vật ở đầm phá Tam Giang-Cầu Hai sau trận lũ lụt từ năm 1999. Kỷ yếu Hội nghị KHCN và MT vùng nam Trung Bộ và Tây Nguyên, lần thứ 6. Đà Nẵng, tháng 12, 2001, tr. 316-323.
- Trần Thị Thu Sương (2011). Xác định tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng của một số loại thức ăn giàu protein trong thức ăn nuôi cá rô đồng (*Anabas testudineus* Bloch, 1972). Luận văn cao học, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Nông lâm Huế.
- Tibbetts S. M., J. E. Milley, S.P. Lall (2006). Apparent protein and energy digestibility of common and alternative feed ingredients by Atlantic cod, *Gadus morhua* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture* 261: 1314-1327.
- Nguyễn Duy Quỳnh Trâm (2012). Đánh giá tình trạng sử dụng thức ăn và năng suất cá nuôi nước ngọt ở nông hộ tại tỉnh Thừa Thiên Huế, Tạp chí NN&PTNT, chuyên đề phát triển nông nghiệp bền vững khu vực Miền Trung - Tây Nguyên, tr. 122-126.