



TỶ LỆ TIÊU HOÁ CHẤT DINH DƯỠNG, AXIT AMIN VÀ NĂNG LƯỢNG CỦA BỘT ẤU TRÙNG RUỒI LÍNH ĐEN NGUYÊN MỠ VÀ TÁCH MỠ TRÊN CÁ CHÊM GIỐNG (*Lates calcarifer* BLOCH, 1790) NUÔI TRONG NƯỚC NGỌT

Phạm Thị Phương Lan^{1*}, Châu Ngọc Phi^{1,2}, Nguyễn Duy Quỳnh Trâm¹,
Lê Đức Ngoan¹, Nguyễn Văn Huy¹

¹ Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, 102 Phùng Hưng, Huế, Việt Nam

² Trung tâm Khuyến Nông Tỉnh Thừa Thiên Huế, 14 Phùng Hưng, Huế, Việt Nam

* Tác giả liên hệ: Phạm Thị Phương Lan <ptplan@hueuni.edu.vn>

(Ngày nhận bài: 26-9-2022; Ngày chấp nhận đăng: 1-11-2022)

Tóm tắt. Cá chẽm giống với khối lượng ban đầu là 14,5 g được phân bố ngẫu nhiên trong 12 bể nuôi với ba khẩu phần thức ăn khác nhau: khẩu phần cơ sở với thành phần chính là bột cá (KPCS), khẩu phần chứa 30% bột ấu trùng nguyên mỡ thay thế KPCS (ATNM) và khẩu phần chứa 30% bột ấu trùng tách mỡ (ATTM) thay thế KPCS. Tỷ lệ tiêu hoá chất dinh dưỡng, axit amin và năng lượng của bột ấu trùng nguyên mỡ và tách mỡ được xác định bằng phương pháp sai khác. Kết quả cho thấy tỷ lệ tiêu hoá các thành phần ở ATNM cao hơn ở KPCS và ATTM, nhưng không có sự sai khác giữa KPCS và ATTM. Tỷ lệ tiêu hoá chất dinh dưỡng và axit amin thiết yếu của bột ấu trùng nguyên mỡ cao hơn của bột tách mỡ, ngoại trừ xơ thô và histidine. Có thể sử dụng bột ấu trùng ruồi lính đen nguyên mỡ để cải thiện tỷ lệ tiêu hoá các chất dinh dưỡng và axit amin thiết yếu đối với cá chẽm giống nuôi trong nước ngọt.

Từ khoá: axit amin thiết yếu, bột ấu trùng ruồi lính đen, cá chẽm giống, tỷ lệ tiêu hoá

Apparent digestibilities of proximate, essential amino acids and energy in full-fat and defatted black-soldier-fly larvae meal for seabass (*Lates calcarifer* Bloch, 1790) juveniles in freshwater

Pham Thi Phuong Lan^{1*}, Chau Ngoc Phi^{1,2}, Nguyen Duy Quynh Tram¹,
Le Duc Ngoan¹, Nguyen Van Huy¹

¹ University of Agriculture and Forestry, Hue University, 102 Phung Hung St., Hue, Vietnam

² Agricultural extension center, Thua Thien Hue, 14 Phung Hung St., Hue, Vietnam

* Correspondence to Pham Thi Phuong Lan <ptplan@hueuni.edu.vn>

(Submitted: September 26, 2022; Accepted: November 1, 2022)

Abstract. A seabass juveniles with an initial weight of 14.5 g was randomly distributed in 12 tanks with three dietary formulations: a basic formula (KPCS) as a control containing fishmeal as the primary protein source, a formula with a 30% replacement for KPCS with the full-fat larval meal (ATNM), and a formula with a 30% replacement for KPCS with the defatted larval meal (ATTM). The results show that the apparent digestibility of the nutrients, amino acids, and energy of ATNM was higher than that of KPCS and ATTM, with no differences observed between KPCS and ATTM. The apparent digestibility of full-fat larvae meal was higher than that of defatted larvae meal, except for crude fibres and histidine. It is possible to use the full-fat black-soldier-fly larval meal to improve the apparent digestibility of nutrients, essential amino acids, and energy for seabass juveniles in freshwater.

Keywords: apparent digestibility, black-soldier-fly larvae meal, essential amino acids, seabass juvenile

1 Đặt vấn đề

Cá chẽm hay cá vược châu Á (*Lates calcarifer* Bloch, 1790) phân bố rộng từ vùng nhiệt đới đến cận nhiệt đới thuộc Tây Thái Bình Dương và Ấn độ Dương. Cá chẽm là loài rộng muối, chúng có thể sống trong môi trường nước ngọt, lợ và mặn với độ muối dao động từ 0 đến 56‰ [1]. Chúng là loài cá thương mại quan trọng được nuôi rộng rãi ở nhiều nước châu Á bởi vì thịt thơm ngon, tăng trưởng nhanh, thích nghi tốt trong điều kiện nuôi lồng và nuôi ao [2, 3]. Thức ăn nuôi cá chẽm chủ yếu là cá tạp hoặc thức ăn công nghiệp viên nổi với tỷ lệ phối trộn bột cá cao nên tăng giá thành thức ăn, khai thác không ổn định và tác động xấu lên môi trường nuôi [4]. Cammack và Tomberlin nhận định rằng nghề nuôi cá chẽm nói riêng hay nuôi các loài cá biển nói chung cần tìm kiếm thêm nguồn thức ăn giàu protein để thay thế bột cá [5].

Ấu trùng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) là một trong những nguồn protein tiềm năng. Ấu trùng có hàm lượng protein trung bình 55% (theo vật chất khô) với đầy đủ axit amin thiết yếu; chất béo trung bình là 35% (theo vật chất khô) và có thể giảm xuống còn 9 đến 5% bằng quy trình khử chất béo [6]. Ngoài ra, ấu trùng còn cung cấp nguồn khoáng chất tốt như kali, canxi, sắt, magiê và selen và một số vitamin [7]. Một số nghiên cứu trên cá tầm (*Acipenser baerii*), cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*), cá tráp biển (*Sparus aurata*), cá rô phi đỏ (*Oreochromis* sp.) và cá lóc bông (*Chanamicropeltes*) cho thấy ấu trùng ruồi lính đen có tiềm năng để thay thế bột cá trong thức ăn thủy sản [8–11].

Trong những năm gần đây, nhiều nghiên cứu xác định tỷ lệ tiêu hoá các chất dinh dưỡng của ấu trùng ruồi lính đen đã được thực hiện. Magalhães và cs. công bố rằng, việc thay thế bột cá bằng bột ấu trùng ruồi lính đen đã tách mỡ có thể lên tới 19,5% mà không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hoá thức ăn của cá chẽm châu Âu (*Dicentrarchus labrax*) [12]. Nor và cs. cho rằng, việc thay 30% khẩu phần ăn bằng bột ấu trùng ruồi lính đen không tách chất béo, nhưng áp dụng phương pháp sấy khô khác nhau đã làm ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hoá của cá mú lai [13]. Vì vậy, nghiên cứu này được tiến hành nhằm xác định khả năng tiêu hoá thức ăn bột ấu trùng ruồi lính đen như một nguồn protein chính trong khẩu phần ăn của cá chẽm (*Lates calcarifer*) ở giai đoạn giống, nuôi trong môi trường nước ngọt.

2 Vật liệu và phương pháp

2.1 Nguyên liệu và khẩu phần ăn thí nghiệm

Nguồn ấu trùng ruồi lính đen: Ấu trùng được nuôi trên chất nền bã đậu phụ ở nhiệt độ 30–35 °C và thu hoạch vào ngày nuôi thứ 7. Việc xử lý và sơ chế ấu trùng sau thu hoạch được thực hiện theo Kroeckel và cs. [14] với những điều chỉnh phù hợp. Ấu trùng được rửa bằng nước nhiều lần để loại bỏ hết tạp chất và được chia thành hai phần: một phần chế biến bột nguyên mỡ và một phần khác tách mỡ. Để chế biến bột nguyên mỡ, ấu trùng được sấy khô ở 60 °C trong 48 giờ và được xay thành bột ấu trùng. Để chế biến bột tách mỡ, ấu trùng được đông lạnh ở -24 °C trong 24 giờ, sau đó tiến hành nghiền trong máy xay thực phẩm và nhúng vào nước ấm 60 °C trong 5 phút để loại bỏ mỡ nội tạng; ép cơ học để tách mỡ và phần còn lại được sấy khô ở 60 °C trong 24 giờ để nghiền thành bột.

Chuẩn bị khẩu phần: Tất cả các nguyên liệu (Bảng 1) được trộn cẩn thận theo tỷ lệ trong khẩu phần (Bảng 2). Sau đó, hỗn hợp được đùn qua tấm khuôn có đường kính 3 mm bằng máy đùn (Sheng Kiang, Trung Quốc). Thức ăn được cắt nhỏ thành từng viên dài khoảng 3 mm, sấy khô ở 45 °C trong 24 giờ và bảo quản trong túi nhựa ở nhiệt độ phòng để sử dụng dần trong thời

gian thí nghiệm. Giá trị dinh dưỡng của các khẩu phần được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 1. Thành phần hoá học, axit amin và năng lượng thô của nguyên liệu (tính theo % vật chất khô)

Thành phần	Bột cá	Bột ATNM#	Bột ATTM#	Bột ngô	Bột mì	Bột khô đậu nành
Vật chất khô	90,5	87,9	92,1	88,4	87,6	88,8
Chất hữu cơ	85,7	90,8	95,6	98,3	99,5	90,6
Protein thô	56,4	58,7	65,0	9,75	13,5	52,7
Lipid thô	8,25	18,8	6,65	4,75	1,27	1,19
Xơ thô	6,05	10,8	21,1	3,04	0,97	4,63
Khoáng	14,3	9,20	4,41	1,67	0,47	9,41
Năng lượng thô (kcal/kg)##	4.828	5.673	5.296	4.482	4.396	4.586
<i>Axit amin thiết yếu</i>						
Arginine	2,02	1,63	1,72	–	–	–
Histidine	0,76	1,0	1,25	–	–	–
Isoleucine	1,4	2,54	2,63	–	–	–
Leucine	3,69	4,13	4,75	–	–	–
Lysine	3,55	3,76	3,39	–	–	–
Methionine	1,81	1,93	1,64	–	–	–
Phenylalanine	1,42	1,59	1,16	–	–	–
Threonine	1,97	2,4	2,51	–	–	–
Valine	2,76	4,09	5,42	–	–	–

Chú thích: # ATNM là bột ấu trùng nguyên mỡ; ATTM là bột ấu trùng đã tách mỡ; ## Năng lượng thô (GE) được tính gián tiếp theo công thức của Ewan [15]; $GE \text{ (kcal/kg)} = 4143 + (56 \times \text{Lipid thô} + 15 \times \text{Protein thô} - 44 \times \text{Khoáng})$.

Bảng 2. Tỷ lệ phối trộn nguyên liệu trong các khẩu phần thí nghiệm (g/kg)

Nguyên liệu	Khẩu phần#		
	KPCS	ATNM	ATTM
Bột ngô	103	72	72
Bột mì Meizan	140	98	98
Bột khô đậu nành	250	175	175
Bột cá	427	299	299
Dầu đậu nành Simply	10	7	7
Dầu gan cá Moller' Tran	10	7	7
Bột ấu trùng nguyên mỡ (ATNT)	–	300	–
Bột ấu trùng tách mỡ (ATTM)	–	–	300
Khoáng và vitamin (KC – POL) ##	30	21	21
Chất kết dính (CMC)###	20	14	14
Chất chỉ thị (TiO ₂)	10	7	7
Tổng	1.000	1.000	1.000

Chú thích: # KPCS là Khẩu phần thức ăn cơ sở; ATNM là khẩu phần có 30% bột ấu trùng không tách mỡ; ATTM là khẩu phần có 30% bột ấu trùng đã tách mỡ; ## KC – POL để cung cấp vitamin và khoáng vào thức ăn. Thành phần của 1 kg KC – POL gồm: Vitamin A (6.000.000 IU), D3 (1.000.000 IU), E (2.000 IU), K3 (1.000 mg), B1 (2.000 mg), B2 (3.000 mg), B6 (500 mg), B12 (1.000 mcg), Niacin Amide (6.000 mg), Na (2.520 mg), Ca-Pantothenate (5.000 mg), DL-Methionine (16.000 mg), Co (220 mg), Mn (140 mg), Fe (2.140 mg), K (3.740 mg), Zn (130 mg), L-Lysine (5.000 mg), Folic Acid (400 mg); ### CMC là Carboxymethyl cellulose.

Bảng 3. Thành phần hoá học, axit amin và giá trị năng lượng của khẩu phần thí nghiệm

Thành phần	Khẩu phần#		
	KPCS	ATNM	ATTM
Vật chất khô (%)	93,7	93,6	93,5
<i>Tính theo vật chất khô (%)</i>			
Chất hữu cơ	90,8	90,9	93,3
Protein	40,0	43,6	47,9
Lipid	6,47	10,4	5,78
Xơ	3,77	5,36	10,7
Khoáng	9,16	9,07	6,74
Năng lượng (kcal/kg)##	4.703	4.979	4.889

Thành phần	Khẩu phần#		
	KPCS	ATNM	ATTM
<i>Axit amin thiết yếu (%) ###</i>			
Arginine	1,74	2,08	1,86
Histidine	0,75	1,01	1,00
Isoleucine	1,18	1,46	1,65
Leucine	2,23	2,53	2,81
Lysine	3,09	3,14	3,23
Methionine	1,70	1,82	1,70
Phenylalanine	1,22	1,89	1,40
Threonine	1,81	1,98	1,80
Valine	1,56	1,88	2,64

Chú thích: # Xem chú thích ở Bảng 2; ## Xem chú thích ở Bảng 1; ### Kết quả phân tích

2.2 Thiết kế thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với ba nghiệm thức tương ứng ba khẩu phần thức ăn và bốn lần lặp lại. Ba nghiệm thức bao gồm: KPCS: khẩu phần thức ăn cơ sở; ATNM: 30% KPCS được thay bằng bột ấu trùng nguyên mỡ; và ATTM: 30% KPCS được thay bằng bột ấu trùng tách mỡ. Toàn bộ cá chēm giống có khối lượng trung bình (14,5 g) được bố trí ngẫu nhiên vào 12 bể nuôi với dung tích mỗi bể 160 lít và mật độ nuôi 125 con/m³. Cá được nuôi thích nghi 7 ngày và 15 ngày thu phân. Thí nghiệm được thực hiện tại phòng thí nghiệm Khoa Thủy sản, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế. Thiết kế thí nghiệm đã được sự chấp thuận của Hội đồng Tư vấn về Đạo đức Động vật trong Nghiên cứu của Đại học Huế (mã số HU VN0017 tháng 4 năm 2022).

2.3 Nuôi dưỡng

Cá chēm thí nghiệm được thu mua từ công ty TNHH MTV Thương mại thủy sản Quốc Thắng, xã Phú Thuận, huyện Phú Vang, tỉnh Thừa Thiên Huế, nuôi thích nghi trong các bể composite 0,5 m³ trong vòng một tuần bằng khẩu phần cơ sở và tiến hành hạ độ mặn cho phù hợp với thiết kế thí nghiệm (độ mặn của nước ban đầu là 10‰ được hạ độ mặn xuống 3‰ mỗi ngày cho đến khi độ mặn bằng 0‰). Trong quá trình thí nghiệm, tất cả các yếu tố môi trường nước được điều chỉnh cho thích hợp với sự sinh trưởng và phát triển của cá chēm [16]. Các yếu tố môi trường nước nuôi trung bình dao động là nhiệt độ (25,4–26,3 °C), oxy hoà tan

(4,08–4,28 mg/L), pH (7,29–7,80) và NH_3 (0,06–0,13 mg/L). Cá được cho ăn hai lần trong ngày (8 giờ và 17 giờ) và cho ăn 3–5% khối lượng thân (cho ăn theo nhu cầu ăn no đến khi ngừng ăn).

2.4 Thu phân và phân tích hoá học

Sau khi cá ăn được một giờ, tiến hành siphon để loại bỏ hết phân và thức ăn thừa ra khỏi bể nuôi. Phân được thu ba giờ một lần bằng cách siphon nhẹ nhàng bằng ống nhựa và hứng phân trên tấm lưới mịn có mắt lưới nhỏ. Phân cá trong cùng một bể được để chung trong mỗi hộp nhỏ (12 hộp), có đánh ký hiệu và bảo quản trong tủ lạnh đông sâu ở -20°C đến khi phân tích. Quá trình thu phân cá được tiến hành hàng ngày và trong thời gian 15 ngày. Tại thời điểm kết thúc thí nghiệm, phân cá thu được của mỗi bể được trộn đều, xử lý sơ bộ, sấy khô ở 60°C và tiến hành phân tích thành phần hoá học.

Mẫu nguyên liệu, thức ăn thí nghiệm và phân cá được phân tích các chỉ tiêu: Vật chất khô, khoáng tổng số, lipid thô, protein thô và xơ thô theo tiêu chuẩn AOAC [17]; axit amin được phân tích theo tiêu chuẩn AOAC 994.12 [18]; phân tích titanum dioxide (TiO_2) bằng phương pháp so màu theo TCVN 6665 [19]. Tất cả mẫu được phân tích tại phòng Phân tích thức ăn và SPCN thuộc Viện Chăn nuôi quốc gia, Hà Nội.

2.5 Xác định tỷ lệ tiêu hoá biểu kiến (AD)

– Tỷ lệ tiêu hoá biểu kiến (AD) của vật chất khô, các chất hữu cơ, protein, lipid, xơ, năng lượng và axit amin thiết yếu của các khẩu phần thức ăn được tính theo công thức của Cho và cs. [20].

$$AD (\%) = 100 - [100 \times (\%Ti_{ta} / \%Ti_{ph}) \times (\%D_{ph} / \%D_{ta})] \quad (1)$$

trong đó $\%Ti_{ta}$ là tỷ lệ TiO_2 trong thức ăn; $\%Ti_{ph}$ là tỷ lệ TiO_2 trong phân; $\%D_{ph}$ là dinh dưỡng trong phân; $\%D_{ta}$ là dinh dưỡng trong thức ăn.

– Tỷ lệ tiêu hoá vật chất khô, các chất hữu cơ, protein, lipid, xơ, năng lượng và axit amin thiết yếu các chất dinh dưỡng của các loại bột ấu trùng được tính theo phương pháp sai khác (Bureau và Hua) [21]:

$$AD_{\text{nguyên liệu kiểm tra}} = AD_{\text{khẩu phần kiểm tra}} + [(AD_{\text{khẩu phần kiểm tra}} - AD_{\text{khẩu phần cơ sở}}) \times (0,7 \times D_{\text{cơ sở}} / 0,3 \times D_{\text{nguyên liệu}})] \quad (2)$$

trong đó $AD_{\text{nguyên liệu kiểm tra}}$ là tỷ lệ tiêu hoá (%) của chất dinh dưỡng có trong nguyên liệu (bột ấu trùng); $AD_{\text{khẩu phần cơ sở}}$ là tỷ lệ tiêu hoá (%) của chất dinh dưỡng có trong khẩu phần cơ sở; $D_{\text{cơ sở}}$ là tỷ lệ (%) chất dinh dưỡng có trong khẩu phần cơ sở; $D_{\text{nguyên liệu}}$ là tỷ lệ (%) chất dinh dưỡng có trong nguyên liệu (bột ấu trùng).

2.6 Xử lý số liệu

Số liệu thí nghiệm được trình bày dưới dạng giá trị trung bình (M) và sai số chuẩn của giá trị trung bình (SEM). Các số liệu được xử lý thống kê theo phân tích phương sai (ANOVA) bằng chương trình ứng dụng GLM (General Linear Model) của phần mềm Minitab 16.2 [22]. Sự sai khác giữa các giá trị trung bình được xác định theo chuẩn Tukey với độ tin cậy 95%. Mô hình phân tích thống kê:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij} \quad (3)$$

trong đó Y_{ij} là giá trị quan sát; μ là giá trị quần thể; α_i là ảnh hưởng của nghiệm thức; e_{ij} là sai số ngẫu nhiên.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Tỷ lệ tiêu hoá các chất dinh dưỡng và axit amin thiết yếu của khẩu phần

Kết quả nghiên cứu trình bày ở Bảng 4 cho thấy, tỷ lệ tiêu hoá (TLTH) các chất dinh dưỡng, axit amin và năng lượng chịu ảnh hưởng của các khẩu phần thức ăn khác nhau ($p < 0,05$), ngoại trừ axit amin histidine. Tỷ lệ tiêu hoá vật chất khô dao động từ 65,2 đến 69,1%, trong đó, ATNM có tỷ lệ tiêu hoá cao hơn KPCS và ATTM ($p < 0,05$) và không có sự sai khác thống kê giữa KPCS và ATTM ($p > 0,05$).

Tỷ lệ tiêu hoá chất hữu cơ, protein, xơ và năng lượng của ATNM cao hơn KPCS và ATTM, và thấp nhất là ATTM ($p < 0,05$). TLTH protein dao động từ 89,2 đến 91,5%. Tương tự protein, TLTH lipid dao động từ 89,5 đến 92,5%; trong đó, TLTH lipid ở KPCS và ATNM không sai khác thống kê ($p > 0,05$) và đều cao hơn ATTM với sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Nhìn chung, TLTH axit amin thiết yếu của KPCS và ATNM đều cao hơn ATTM ($p < 0,05$), ngoại trừ axit amin histidine. Trong khi, TLTH một số axit amin thiết yếu quan trọng như lysine, methionine và threonine có sự sai khác thống kê giữa ba nghiệm thức. TLTH lysine cao nhất ở ATNM (93,9%) và thấp nhất ở ATTM (90,3%) với sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$); TLTH methionine ở KPCS và ATNM không sai khác và đều cao hơn so với ATTM ($p < 0,05$); trong khi đó, TLTH axit amin threonine cao nhất ở KPCS và thấp nhất ở ATTM ($p < 0,05$).

Bảng 4. Tỷ lệ tiêu hoá biểu kiến (%) các chất dinh dưỡng và axit amin thiết yếu của các khẩu phần

Thành phần (%)	Khẩu phần#			SEM	p
	KPCS	ATNM	ATTM		
Vật chất khô	66,5 ^b	69,1 ^a	65,2 ^b	0,317	<0,001
Chất hữu cơ	67,2 ^b	69,7 ^a	64,7 ^c	0,27	<0,001
Protein	90,1 ^b	91,5 ^a	89,2 ^c	0,1	<0,001
Lipid	92,5 ^a	92,4 ^a	89,5 ^b	0,079	<0,001
Xơ	42,3 ^a	40,2 ^b	37,9 ^c	0,514	<0,001
Năng lượng	72,3 ^b	75,3 ^a	70,1 ^c	0,218	<0,001
<i>Axit amin thiết yếu</i>					
Arginine	93,6 ^a	94,1 ^a	92,4 ^b	0,164	0,001
Histidine	92,9	93	93,1	0,425	0,979
Isoleucine	87,1 ^a	86,9 ^a	83,9 ^b	0,263	<0,001
Leucine	87,5 ^a	87,8 ^a	84,4 ^b	0,162	<0,001
Lysine	93,4 ^b	93,9 ^a	90,3 ^c	0,131	<0,001
Methionine	93 ^a	93,3 ^a	91,3 ^b	0,27	0,004
Phenylalanine	90,4 ^a	90,1 ^a	88,3 ^b	0,091	<0,001
Threonine	93,2 ^a	91,3 ^b	88,5 ^c	0,154	<0,001
Valine	89,3 ^a	89,7 ^a	83,5 ^b	0,276	<0,001

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng hàng sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$); SEM là sai số chuẩn của giá trị trung bình; p là xác suất. # Xem ghi chú ở các Bảng 2.

Số liệu về giá trị protein (CP) của nguyên liệu thức ăn và khẩu phần ở nghiên cứu này cho thấy bột ấu trùng được cho ăn bã đậu phụ và các khẩu phần thay thế 30% bột ấu trùng đều cao hơn bột cá (Bảng 1 và 3). Hàm lượng CP của bột ấu trùng tách mỡ cao hơn so với nguyên mỡ (65% so với 58,7%) và xơ thô cũng cao hơn đáng kể (21,1% so với 10,8%), trong khi, GE thấp hơn (5.296 kcal/kg so với 5.673 kcal/kg). Điều đó cho thấy phương pháp chế biến ấu trùng ruồi lính đen khác nhau ảnh hưởng đến hàm lượng dinh dưỡng và năng lượng của chúng. Hàm lượng CP của các khẩu phần ở thí nghiệm này dao động từ 40% (KPCS) đến 47,9% (ATTM). Peres và Oliva-Teles cho rằng, đối với các loài cá ăn thịt, hàm lượng protein trong thức ăn là thành phần quan trọng nhất và mức tối ưu trong khẩu phần thay đổi theo loài; cá chẻm có nhu cầu protein từ 40 đến 50% và tối ưu cho sinh trưởng phát triển là 40–45% [23].

Magalhães và cs. cho rằng, tỷ lệ tiêu hoá các chất dinh dưỡng và năng lượng có xu hướng giảm khi tăng tỷ lệ bột ấu trùng trong khẩu phần nuôi cá chêm [12]. André và cs. cũng cho kết quả tương tự khi thay thế bột cá bằng bột ấu trùng tách mỡ với tỷ lệ 20% ở cá hồi (*Oncorhynchus mykiss*) [24]. Nghiên cứu này có kết quả TLTH protein gần giống ở cá mú lai (91,5% so với 90,9–92,6%), nhưng TLTH lipid thì thấp hơn (92,4% so với 97,1–99,2%) khi thay thế 30% khẩu phần bằng bột ấu trùng nguyên mỡ với các phương pháp xử lý nhiệt ấu trùng khác nhau [13]. Tuy nhiên, TLTH protein cao hơn ở cá tầm là 86,5% và cá *Psetta maxima* là 81,1% với tỷ lệ thay thế ấu trùng từ 14,8 đến 20% trong khẩu phần ăn [25, 14]. Tỷ lệ tiêu hoá năng lượng cho kết quả gần giống với cá *Psetta maxima* (75%) nhưng thấp hơn ở cá tầm (81,7%) [25, 14]. Magalhães và cs. và Styliani và cs. cũng tìm thấy sự khác biệt về TLTH các chất dinh dưỡng và năng lượng khi bổ sung sản phẩm ngô công nghiệp hay các loại ngũ cốc vào khẩu phần cá [26, 27]. Ở cá rô phi, bổ sung 20% bột côn trùng (*Tenebrio molitor*) trong khẩu phần ăn cho TLTH vật chất khô là 95,8%, protein là 85,4%, lipid là 90,6% và năng lượng là 82,1% [28].

Kết quả nghiên cứu về TLTH axit amin thiết yếu ở thí nghiệm này tương tự nhiều công bố trên cá chêm châu Âu (*Dicentrarchus labrax*) [12] và trên cá hồi (*Oncorhynchus mykiss*) [24]. Các công bố cho thấy, TLTH, CP và axit amin trong khẩu phần thay thế 19–30% bột cá bằng bột ấu trùng nguyên và tách mỡ đều được cải thiện.

3.2 Tỷ lệ tiêu hoá các chất dinh dưỡng và axit amin thiết yếu của bột ấu trùng nguyên và tách mỡ

Kết quả trình bày tại Bảng 5 cho thấy TLTH các chất dinh dưỡng và axit amin của bột ấu trùng nguyên mỡ đều cao hơn bột ấu trùng tách mỡ ($p < 0,05$), ngoại trừ TLTH xo thô và axit amin histidine không sai khác ($p > 0,05$). Kết quả của nghiên cứu này cho thấy, TLTH protein dao động từ 87,9 đến 93,6% và lipid từ 82,9 đến 92,4% là khá cao, trong khi TLTH xo lại cho kết quả thấp dao động từ 36,1 đến 38,5%. Hầu hết tỷ lệ tiêu hoá axit amin thiết yếu của bột ấu trùng nguyên mỡ và tách mỡ đều trên 80%.

Theo NRC, tỷ lệ tiêu hoá protein của cá đối với các nguyên liệu giàu protein thường dao động từ 75 đến 95% [29]. Nghiên cứu này có TLTH protein cao hơn kết quả ở cá mú lai (81,07 đến 88,3%), nhưng TLTH lipid (98,2–99,3%) và vật chất khô (61,4–80,5%) thấp hơn ở nghiên cứu của Nor và cs. [13]. Magalhaes và cs. nghiên cứu trên cá chêm châu Âu khi sử dụng sản phẩm bột ngô thương mại làm thức ăn và nhận thấy TLTH axit amin thiết yếu thấp hơn ở bột ấu trùng nguyên mỡ ngoại trừ leucine và cao hơn ấu trùng tách mỡ ngoại trừ arginine, histidine, phenylalanine, threonine [26]. Từ kết quả của Bảng 1 và Bảng 5, giá trị các chất dinh dưỡng và axit amin thiết yếu của hai loại bột ấu trùng ruồi lính đen được tính toán và trình bày ở Bảng 6.

Bảng 5. Tỷ lệ tiêu hoá (%) các chất dinh dưỡng và axit amin thiết yếu của các loại bột ấu trùng

Thành phần (%)	Ấu trùng nguyên mỡ	Ấu trùng tách mỡ	SEM	p-value
Vật chất khô	75,6 ^a	62,4 ^b	0,142	0,007
Chất hữu cơ	75,4 ^a	59,2 ^b	1,237	0,003
Protein	93,6 ^a	87,9 ^b	0,309	0,001
Lipid	92,4 ^a	82,9 ^b	0,293	<0,001
Xơ	38,5	36,1	1,214	0,252
Năng lượng	81,3 ^a	65,6 ^b	0,911	0,001
<i>Axit amin thiết yếu</i>				
Arginine	95,4 ^a	89,8 ^b	0,672	0,009
Histidine	93,2	93,2	1,097	0,974
Isoleucine	86,6 ^a	80,5 ^b	0,617	0,006
Leucine	88,3 ^a	81,1 ^b	0,336	0,001
Lysine	98 ^a	83,8 ^b	0,131	<0,001
Methionine	93,8 ^a	87,0 ^b	1,134	0,025
Phenylalanine	89,7 ^a	83,2 ^b	0,269	<0,001
Threonine	88 ^a	80,8 ^b	0,48	0,002
Valine	90 ^a	79,7 ^b	0,464	0,001

Ghi chú: Các ký tự khác nhau trong cùng hàng sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$); SEM là sai số chuẩn của giá trị trung bình; p là xác suất.

Bảng 6. Các chất dinh dưỡng và axit amin tiêu hoá của các loại bột ấu trùng (g/kg)

Chất dinh dưỡng	Bột ấu trùng nguyên mỡ	Bột ấu trùng tách mỡ
Năng lượng tiêu hoá (kcal/kg)	4.612	3.474
Vật chất khô	664,5	574,7
Chất hữu cơ	684,6	566
Protein	549,4	571,4
Lipid	173,7	55,1
Xơ	41,6	76,2
<i>Axit amin thiết yếu</i>		

Chất dinh dưỡng	Bột ấu trùng nguyên mỡ	Bột ấu trùng tách mỡ
Agrinine	15,6	15,4
Histidine	9,3	11,7
Isoleucine	22	21,2
Leucine	36,5	38,5
Lysine	36,8	28,4
Methionine	18,1	14,3
Phenylalanine	14,3	9,7
Threonine	21,1	20,3
Valine	36,8	43,2

4 Kết luận

Nghiên cứu này cho thấy rằng, tỷ lệ tiêu hoá các chất dinh dưỡng, axit amin thiết yếu và năng lượng của khẩu phần có 30% bột ấu trùng nguyên mỡ cao hơn khẩu phần có bột cá và khẩu phần có 30% bột ấu trùng tách mỡ. Tỷ lệ tiêu hoá và giá trị tiêu hoá các chất dinh dưỡng, axit amin thiết yếu và năng lượng của bột ấu trùng nguyên mỡ cao hơn bột ấu trùng tách mỡ. Kết quả nghiên cứu này là cơ sở khoa học cho việc xây dựng công thức thức ăn dựa vào các nguyên liệu bột ấu trùng ruồi lính đen.

Thông tin tài trợ

Nghiên cứu được hỗ trợ tài chính từ Chương trình Nhóm Nghiên cứu Mạnh của Đại học Huế, mã số 06/HĐ-ĐHH, và Đề tài Nghiên cứu Khoa học của Đại học Huế, mã số DHH2021-02-149.

Tài liệu tham khảo

1. FAO (2017), *The state of World Fisheries and Aquaculture, Opportunities and Challenges*, Graziano da Silva J (Ed.), FAO, Rome, p. 3.
2. Katya, K., Borsra, M. Z. S., Ganesan, D., Kuppusamy, G., Herriman, M., Salter, A., Ali, S. A. (2018), Efficacy of insect larval meal to replace fish meal in juvenile barramundi, *Lates calcarifer* reared in freshwater, *International Aquatic Research*, 9, 303–312.
3. Singh, R. K. (2000), Growth, survival and production of *Lates calcarifer* in a seasonal rain fed coastal pond of the Konkan region, *Aquaculture*, 8, 55–60.

4. Olsen, R. L., and Hasan, M. R. (2012), A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production, *Trends in Food Science & Technology*, 27, 120–128.
5. Cammack, J. A., Tomberlin, J. K., (2017), The Impact of Diet Protein and Carbohydrate on Select Life-History Traits of the Black Soldier Fly *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae), *Insects*, 8, 56.
6. Bußler, S., Rumpold, B. A., Jander, E., Rawel, H. M., Schlüter, O. K. (2016), Recovery and technofunctionality of flours and proteins from two edible insect species: Meal worm (*Tenebrio molitor*) and black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae, *Heliyon*, 2, e00218.
7. Henry, M., Gasco, L., Piccolo, G., Fountoulaki, E. (2015), Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future, *Animal Feed Science and Technology*, 203, 1–22.
8. Huỳnh Thị Diễm Khanh, Trịnh Thị Lan (2019), Sử dụng bột dế, bột ấu trùng ruồi lính đen thay thế một phần bột cá trong thức ăn viên của cá rô phi đỏ (*Oreochromis* sp.), *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, (3), 69–74.
9. Karapanagiotidis, I. T., Daskalopoulou, E., Vogiatzis, I., Rumbos, C., Mente, E., Athanassiou, C. G. (2014), Substitution of fishmeal by fly *hermetia illucens* prepupae meal in the diet of gilthead seabream (*Sparus aurata*), *HydroMedit*, November 13–15, Volos, Greece.
10. Nguyễn Phú Hoà, Nguyễn Văn Dũng (2016), Sử dụng nhộng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) trong thức ăn cho cá lóc bông (*Chanamicropeltes*), *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 14(4), 590–597.
11. St-Hilaire, S., Sheppard, C., Tomberlin, J. K., Irving, S., Newton, L., McGuire, M. A., Mosley, E. E., Hardy, R. W., and Sealey, W. (2007), Fly prepupae as a feedstuff for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, *World Aquaculture Society*, 38, 59–67.
12. Magalhães, R., Sánchez-López, A., Leal, R. S., Martínez-Llorens, S., Oliva-Teles, A., Peres, H. (2017), Black soldier fly (*Hermetia illucens*) pre-pupae meal as a fish meal replacement in diets for European seabass (*Dicentrarchus labrax*), *Aquaculture*, 476, 79–85.
13. Nor F. N. Mohamad-Zulkifli, Annita S. K. Yong, Gunzo Kawamura, Leong-Seng Lim, Shigeharu Senoo, Emilie Devic, Saleem Mustafa, Rossita Shapawi (2019), Apparent digestibility coefficient of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae in formulated diets for hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* ♀ x *Epinephelus lanceolatus* ♂), *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, Volume 12(2), 152–122.
14. Kroeckel, S., Harjes, A. G. E., Roth, I., Katz, H., Wuertz, S., Susenbeth, A., Schulz, C. (2012), When a turbot catches a fly: Evaluation of a pre-pupae meal of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) as fish meal substitute-Growth performance and chitin degradation in

- juvenile turbot (*Psetta maxima*), *Aquaculture*, 364, 345–352.
15. Ewan, R. C. (1989), *Predicting the energy utilization of diets and feed ingredients by pigs*, 271–274, in *Energy Metabolism*, EAAP Bulletin No, 43, Y, van der Honig and W. H. Close, eds. Wageningen, The Netherlands Purdoc.
 16. Rimmer, M. A. and Russell, D. J. (1998), *Aspects of the Biology and Culture of Lates calcarifer*, Queensland Department of Primary Industries, Northern Fisheries Centre, PO Box 5396, Cairns 4870.
 17. AOAC (1990), *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA: AOAC International.
 18. AOAC (1997), *Official Method 994.12 Amino Acids in Feeds*.
 19. TCVN 6665 (2011), *Chất lượng nước – xác định nguyên tố chọn lọc bằng phổ phát xạ quang plasma cặp cảm ứng (ICP-OES)*.
 20. 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.
 21. Bureau, D. P., Hua, K. (2006), Letter to the editor of *Aquaculture*, *Aquaculture*, 252, 103–105.
 22. Minitab (2010), *Minitab Inc. US.*, Licensing 16.2.0.0.
 23. Peres, H., and Oliva-Teles, A. (2006), Effect of the dietary essential to non-essential amino acid ratio on growth, feed utilization and nitrogen metabolism of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*), *Aquaculture*, 256, 395–402.
 24. André Dumasa, Thiago Raggia, Justin Barkhousea, Elizabeth Lewisb, Erika Weltzienc (2018), The oil fraction and partially defatted meal of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) affect differently growth performance, feed efficiency, nutrient deposition, blood glucose and lipid digestibility of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, 492, 24–34.
 25. Christian Caimia, Manuela Rennab, Carola Lussianaa, Alessio Bonaldoc, Marta Garigliob, Marco Meneguza, Sihem Dabboub, Achille Schiavoneb, Francesco Gaid, Antonia Concetta Eliae, Marino Prearof, Laura Gasco (2020), First insights on Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal dietary administration in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt) juveniles, *Aquaculture*, 515, 734539.
 26. Magalhães, R. P., Moreira, D., Pedro, P. F., Tiago, A. (2015), Corn distiller's dried grains with solubles: Apparent digestibility and digestive enzymes activities in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) and meagre (*Argyrosomus regius*), *Aquaculture*, 443, 90–97.
 27. Styliani, A., Ioannis, N., Maria, A., Eleni, F., Dimitra, N., Patrick, C., et al. (2009), Apparent

- nutrient digestibility and gastrointestinal evacuation time in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing different levels of legumes, *Aquaculture*, 289, 106–112.
28. Fontes, T. V., Rodrigues Batista de Oliveira, K., Gomes Almeida, I. L., Orlando, T. M., Borges Rodrigues, P., Vicente da Costa, D., et al. (2019), Digestibility of Insect Meals for Nile Tilapia Fingerlings, *Animals*, (9), 1–8.
 29. NRC (National Research Council) (1993), *Nutrient Requirement of fish, Committee on animal nutrition, board of agriculture, National Research council*, National Academic Press, Washington, D.C., 114 pp.