

ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC BỔ SUNG NHỘNG RUỒI LÍNH ĐEN TRONG THỨC ĂN LÊN TĂNG TRƯỞNG VÀ ĐỘ TIÊU HÓA PROTEIN CỦA CÁ CHỀM (*Lates calcarifer* Bloch, 1790)

EFFECTS OF ADDITION OF BLACK SOLDIER FLY LARVAE ON GROWTH PERFORMANCE AND PROTEIN DIGESTIBILITY OF ASIAN SEABASS (*Lates calcarifer* Bloch, 1790)

Nguyễn Phúc Cẩm Tú¹, Nguyễn Ngọc Hà² và Đinh Thế Nhân¹

¹ Khoa Thủy sản, Trường ĐH Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh

² Viện Nghiên cứu Công nghệ Sinh học và Môi trường, Trường ĐH Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh

Tác giả liên hệ: Nguyễn Phúc Cẩm Tú (Email: npctu@hcmuaf.edu.vn)

Ngày nhận bài: 15/04/2023; Ngày phản biện thông qua: 05/06/2023; Ngày duyệt đăng: 07/06/2023

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu này là nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng nhộng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) (RLĐ) tươi như chất bổ sung trong thức ăn lên tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn (FCR) của cá chẽm (*Lates calcarifer*). Cá chẽm giống (khối lượng trung bình $20,2 \pm 0,3$ g/con) được thả nuôi trong bể composite $1,5 \text{ m}^3$ với mật độ 30 con/bể và nuôi trong 90 ngày. Thức ăn viên thương mại với hàm lượng protein 44% được dùng trong thí nghiệm. Các nghiệm thức thí nghiệm gồm các khẩu phần thức ăn có bổ sung một lượng nhỏ RLD tươi: NT1: không bổ sung RLD; NT2: bổ sung 0,5% RLD; NT3: bổ sung 1% RLD và NT4: bổ sung 2% RLD. Độ tiêu hóa protein trong thức ăn được đánh giá bằng phương pháp gián tiếp dùng ôxyt crôm như chất đánh dấu tracer. Kết quả sau 90 ngày nuôi cho thấy tỷ lệ sống của cá chẽm đạt cao nhất ở NT2 ($93,3 \pm 3,3\%$) và thấp nhất ở NT3 ($81,1 \pm 11,7\%$). Nghiệm thức NT3 ghi nhận khối lượng cá cuối thí nghiệm và tốc độ tăng trưởng chuyên biệt đạt cao nhất, trong khi FCR thấp nhất. Độ tiêu hóa protein trung bình dao động trong khoảng từ 85,8 đến 88,2%. Sự khác biệt về độ tiêu hóa protein giữa các nghiệm thức không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$).

Từ khóa: bổ sung thức ăn, cá chẽm *Lates calcarifer*, độ tiêu hóa protein, nhộng ruồi lính đen *Hermetia illucens*.

ABSTRACT

The objectives of this study were to evaluate the effects of the use of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae (BSFL) as feed additive on growth performance, survival rate, and feed utilization efficiency of Asian seabass (*Lates calcarifer*). Seabass juveniles (average weight of 20.2 ± 0.3 g/fish) were stocked into 1.5 m^3 composite tanks at a density of 30 individuals per tank and reared over a 90-day period. The commercial feed formulated to contain 44% crude protein was used. Experimental treatments included the addition of low levels of BSFL homogenate to the diets of seabass: without BSFL (T1), 0.5% BSFL (T2), 1% BSFL (T3), and 2% BSFL (T4). Feeds protein digestibility was evaluated using the indirect method with chromic oxide as an inert marker. At the end of 90 days of the fish feeding trial, the survival rate of T2 ($93.3 \pm 3.3\%$) was highest, while T3 ($81.1 \pm 11.7\%$) was lowest. The highest final weight and specific growth rate, and the lowest feed conversion ratio were recorded in treatment T3. The result showed that the average protein digestibility ranged from 85.8 to 88.2%. The differences in protein digestibility between treatments were not statistically significant ($P > 0.05$).

Keywords: feed additive, Asian seabass *Lates calcarifer*, protein digestibility, black soldier fly larvae *Hermetia illucens*.

I. MỞ ĐẦU

Ở Việt Nam, cá chẽm (*Lates calcarifer* Bloch, 1790) là đối tượng nuôi có nhiều tiềm

năng vì có giá trị kinh tế cao, dễ nuôi, ít bị bệnh (tỷ lệ sống đạt 70 - 80%), nhanh lớn, chất lượng thịt thơm ngon (giàu protein và acid béo thuộc

họ omega 3) [7, 20]. Do đó, nghề nuôi cá chêm ngày càng phát triển nhằm đáp ứng nhu cầu thị trường, gia tăng hiệu quả kinh tế cho người nuôi và góp phần đa dạng đối tượng nuôi của ngành thủy sản.

Trong nuôi thủy sản nói chung và nuôi cá chêm nói riêng, ngoài việc kiểm soát chặt chẽ sự biến động của các yếu tố môi trường, việc cung cấp nguồn thức ăn có khả năng hấp thụ dinh dưỡng cao có ảnh hưởng rất lớn đến tốc độ sinh trưởng và hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) của cá, từ đó ảnh hưởng đến giá thành nuôi cá. Cá chêm được nuôi bằng cách sử dụng thức ăn cá tạp (FCR 4 - 8) hoặc thức ăn công nghiệp dạng viên nổi (FCR 1,4 - 1,7) làm cho giá thành nuôi cá cao, giảm lợi nhuận của người nuôi cá [9, 20]. Hơn nữa, khi nghề nuôi cá chêm trở nên phổ biến, sản lượng cá cung cấp cho thị trường nhiều, giá cá chêm trên thị trường và lợi nhuận của người nuôi chắc chắn sẽ giảm. Vấn đề đặt ra là cần tăng hiệu quả sử dụng thức ăn của cá chêm (qua việc giảm FCR), từ đó có thể hạ giá thành sản xuất, tăng hiệu quả kinh tế cho người nuôi.

Côn trùng được xem là nguồn thức ăn tiềm năng có thể cung cấp hàm lượng cao các chất dinh dưỡng và là một loại thức ăn bền vững cho ngành chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản. Hàm lượng protein và các acid amin thiết yếu (methionine, leucine) trong nhộng của một số loài côn trùng tương đương với nguồn protein bột cá. Các nghiên cứu cho thấy bột côn trùng có thể thay thế 25 - 100% bột đậu nành hoặc bột cá trong khẩu phần thức ăn của các loài vật nuôi [4, 18, 24]. Ngoài ra, côn trùng cũng là một nguồn chứa các nhóm chất có hoạt tính sinh học có giá trị cao có khả năng tăng cường đáp ứng miễn dịch, kháng virus và kháng khuẩn ở người, gia súc, gia cầm và thủy sản nuôi như các peptid (attacin, cecropin, defensin, diptericin,...), axit lauric, polysaccharide,... Bên cạnh đó, chitin và các dẫn xuất của chitin có trong vỏ côn trùng có khả năng kích thích miễn dịch [14, 16, 22]. Ido và cộng sự (2015) [14] đã nghiên cứu bổ sung nhộng ruồi nhà (*Musca domestica*, NRN) tươi vào khẩu phần ăn của cá tráp đỏ (*Pagrus major*) với các nghiệm thức không bổ sung NRN, bổ

sung 0,05%, 0,5%, và 5% NRN. Kết quả cho thấy sau 24 ngày nuôi, tốc độ tăng trưởng về khối lượng (KL) của cá tráp đỏ ở nghiệm thức bổ sung 5% NRN cao hơn có ý nghĩa thống kê so với không bổ sung. Đặc biệt, hệ số FCR ở các nghiệm thức có bổ sung NRN thấp hơn gần hai lần so với lô không bổ sung [14]. Tại Việt Nam, nhộng ruồi lính đen (*Hermetia illucen*) (RLĐ) đã được nghiên cứu và áp dụng trong xử lý chất thải sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp cho kết quả bước đầu khả quan và tạo ra sản lượng nhộng RLĐ khá lớn có thể cung cấp cho người nuôi cá chêm. Tương tự như NRN, nhộng RLĐ có chứa các chất có hoạt tính sinh học như: các peptid kháng khuẩn, chất kích thích tăng trưởng, tăng đáp ứng miễn dịch,...[18]. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng nhộng RLĐ tươi như một chất bổ sung trong thức ăn lên tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá chêm.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và vật liệu nghiên cứu

Nghiên cứu này được tiến hành tại Trại Giống Thủy Sản Tân Thành, Trung Tâm Giống Nông Nghiệp tỉnh Tiền Giang. Cá chêm giống được nhập về từ trại sản xuất giống ở huyện Long Thành, tỉnh Đồng Nai. Cá được nuôi trong bể composite 5 m³ để thích nghi với điều kiện thí nghiệm trong một tuần và được cho ăn thức ăn viên công nghiệp chuyên dùng cho cá chêm (Công ty UP) có hàm lượng protein 44% hai lần/ngày (6 giờ và 18 giờ), với lượng ăn thỏa mãn nhu cầu. Khi cá đạt khối lượng khoảng 20 g/con, tiến hành bố trí thí nghiệm. Nhộng RLĐ tươi có nguồn gốc từ khu thí nghiệm thuộc Phòng Độc chất học Môi trường, Viện Nghiên cứu Công nghệ sinh học và Môi trường, Trường Đại Học Nông Lâm TP. HCM. Nhộng RLĐ tươi 3 tuần tuổi với kích cỡ 1,7 - 2 cm được sử dụng trong thí nghiệm.

2.2. Chuẩn bị thức ăn và bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm gồm bốn nghiệm thức:

Nghiệm thức 1 (NT1): chỉ dùng thức ăn viên công nghiệp của cá chêm, hoàn toàn không bổ sung nhộng RLĐ (đối chứng).

Nghiệm thức 2 (NT2): dùng thức ăn viên

công nghiệp của cá chêm có bổ sung 0,5% nhộng RLD.

Nghiệm thức 3 (NT3): dùng thức ăn viên công nghiệp của cá chêm có bổ sung 1% nhộng RLD.

Nghiệm thức 4 (NT4): dùng thức ăn viên công nghiệp của cá chêm có bổ sung 2% nhộng RLD.

Thức ăn sử dụng trong thí nghiệm là thức ăn viên công nghiệp (Công ty UP) có hàm lượng protein 44% chuyên dùng cho cá chêm. Thức ăn số 2 (kích thước 2-2,5 mm) được sử dụng từ khi bắt đầu thí nghiệm cho đến khi cá đạt khối lượng 60 g. Sau đó chuyển sang sử dụng thức ăn số 3 (kích thước 3-4 mm) đến khi kết thúc thí nghiệm (cá đạt kích cỡ 100 g).

Nhộng RLD tươi bổ sung vào thức ăn thí nghiệm được chuẩn bị theo phương pháp của Ido và cộng sự [14] cho NRN. Sau khi thu hoạch, nhộng RLD được rửa sạch, luộc trong nước sôi 30 phút và trữ đông -20°C đến khi sử dụng. Mỗi lần sử dụng, nhộng RLD (với các tỉ lệ bổ sung 0,5%, 1% và 2%) được rã đông và cho vào máy xay sinh tố xay nhuyễn với 100 mL nước thành dạng dung dịch lỏng và trộn đều với 1 kg thức ăn viên. Sau đó, thức ăn được để khô trong không khí khoảng 15 phút, bao bọc thức ăn bằng dung dịch chất kết dính (hiệu Binder, Công ty TNHH Công nghệ Sinh học Dược Nanogen) với liều lượng 20 mL/kg thức ăn, trộn đều thật kỹ và để khô trong không khí khoảng 20 phút. Tất cả các mẫu thức ăn (kể cả đối chứng) đều được bao bọc bằng chất kết dính. Thức ăn được bảo quản lạnh trong suốt thời gian thí nghiệm. Hàm lượng (%) của protein, béo, xơ, tro và vật chất khô của nhộng RLD bổ sung trong thức ăn thí nghiệm lần lượt là 39,7 ± 1,2, 26,6 ± 0,7, 8,7 ± 0,5, 13,5 ± 0,8 và 21,0 ± 1,1.

Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên gồm bốn nghiệm thức với mỗi nghiệm thức được lặp lại ba lần. Cá chêm giống (khối lượng trung bình 20,2 ± 0,3 g/con) được thả nuôi trong bể composite 1,5 m³ với mật độ 30 con/bể. Các bể thí nghiệm được bố trí trong nhà có mái che, mỗi bể được bố trí bốn vòi khí và được sục khí liên tục 24/24 giờ. Chế độ chiếu sáng theo tự nhiên. Mỗi ngày siphon và thay 10-20% lượng nước trong bể. Cá được cho ăn thỏa mãn, ngày hai lần (6 giờ và 18 giờ). Để ước tính lượng thức ăn tiêu thụ, thức ăn thừa trong sàng cho ăn sẽ được thu, sấy khô và cân khối lượng.

Thí nghiệm được tiến hành trong 90 ngày. Cá được kiểm tra khối lượng định kỳ 45 ngày/lần. Khi kết thúc thí nghiệm, tiến hành thu, đếm số cá và cân tổng khối lượng cá trong từng bể cá để đánh giá tỉ lệ sống, tăng trọng và hiệu quả sử dụng thức ăn. Tất cả cá ở thí nghiệm này được giữ lại để tiến hành thí nghiệm thu phân đánh giá độ tiêu hóa protein.

Trong thời gian thí nghiệm, các thông số chất lượng nước như nhiệt độ, pH và ôxy hòa tan (DO) được kiểm tra hàng ngày, trong khi độ mặn, độ kiềm, tổng nitơ ammonia (TAN) và nitrit được đo hàng tuần và luôn được duy trì trong ngưỡng thích hợp cho sự tăng trưởng và phát triển của cá chêm: nhiệt độ 25 – 30°C, pH 7,0 – 8,0, DO > 5 mg/L, độ mặn 15 – 20‰, TAN và nitrit và < 0,10 mg/L.

2.3. Thí nghiệm thu phân đánh giá độ tiêu hóa protein

Thức ăn sử dụng trong thí nghiệm là thức ăn viên cho cá chêm (Công ty UP) có hàm lượng protein là 44% và bổ sung nhộng RLD tươi thành các nghiệm thức (NT) thức ăn thí nghiệm như trong Bảng 1.

Bảng 1. Các mẫu thức ăn thí nghiệm đánh giá độ tiêu hóa protein

	NT1 (không bổ sung)	NT2 (0,5% nhộng RLD)	NT3 (1% nhộng RLD)	NT4 (2% nhộng RLD)
Thức ăn UP (%)	97	96,5	96	95
Nhộng RLD tươi (%)	0	0,5	1	2
Cr ₂ O ₃ (%)	1	1	1	1
CMC (%)	2	2	2	2
Tổng cộng (%)	100	100	100	100

Tất cả các thức ăn thí nghiệm được chuẩn bị tại Trại thực nghiệm Thủy Sản, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh với các bước như sau: thức ăn viên được nghiền thành dạng bột mịn và rây qua lưới mịn. Tiếp đến, cho từ từ bột ôxyt crôm (đã nghiền mịn) vào trong thức ăn đã qua rây và trộn đều bằng tay. Tiếp tục cho từ từ chất kết dính (CMC) vào và trộn đều. Đối với các nghiệm thức bổ sung nhộng RLĐ, nhộng RLĐ (đã được luộc trong nước sôi 30 phút, trữ đông -20°C trước khi sử dụng) được xay nhuyễn bằng máy xay sinh tố và trộn đều vào

khối nguyên liệu bằng tay. Cuối cùng cho từ từ nước sôi vào hỗn hợp, trộn đều và nhồi khối nguyên liệu thành dạng bột nhão. Sau đó, hỗn hợp thức ăn được cho vào máy ép sợi có đường kính lỗ khuôn 5-7 mm và được sấy ở nhiệt độ 45°C trong 16–24 giờ. Thức ăn sau khi sấy khô được cắt khúc thành từng đoạn 5-7 mm để vừa kích cỡ miệng của cá thí nghiệm và bảo quản lạnh ở Trại giống thủy sản Tân Thành để cho cá ăn trong suốt thời gian thí nghiệm. Thức ăn sử dụng trong quá trình thí nghiệm được phân tích thành phần dinh dưỡng và hàm lượng ôxyt crôm (Bảng 2).

Bảng 2. Thành phần dinh dưỡng và Cr₂O₃ (%) (trung bình ± độ lệch chuẩn) trong các mẫu thức ăn thí nghiệm (n = 3) (tính theo vật chất khô)

Nghiệm thức	Độ ẩm	Tro	Xơ thô	Béo	Protein	Cr ₂ O ₃
Thức ăn [#] (không trộn Cr ₂ O ₃)	6,60 ± 0,09	14,1 ± 0,1	1,56 ± 0,14	7,68 ± 0,02	44,4 ± 0,7	0,0
NT1 (không bổ sung nhộng)	8,37 ± 0,07	14,7 ± 0,0	1,95 ± 0,17	8,24 ± 0,12	43,7 ± 1,5	1,03 ± 0,00
NT2 (0,5% nhộng RLĐ)	7,99 ± 0,10	14,7 ± 0,0	1,91 ± 0,12	8,40 ± 0,04	43,5 ± 0,9	0,99 ± 0,00
NT3 (1% nhộng RLĐ)	7,59 ± 0,04	14,8 ± 0,1	1,67 ± 0,10	8,51 ± 0,03	43,7 ± 0,4	1,00 ± 0,00
NT4 (2% nhộng RLĐ)	8,28 ± 0,13	14,5 ± 0,5	1,84 ± 0,21	8,45 ± 0,01	44,6 ± 1,2	0,97 ± 0,00

[#] thức ăn cá chêm của Công ty UP.

Thí nghiệm thu phân được thực hiện theo qui trình đã được công bố [11, 19]. Cá sau khi kết thúc thí nghiệm thức ăn được giữ lại và tập cho ăn thức ăn thí nghiệm có bổ sung Cr₂O₃ làm chất đánh dấu trong 1 tuần. Để tiến hành thu phân, cá chêm được cho ăn các thức ăn thí nghiệm một lần/ngày ở mức gần thỏa mãn vào lúc 18 – 19 giờ. Phân cá được thu vào sáng hôm sau (8 – 9 giờ) từ mỗi cá trong bể dùng phương pháp vuốt phân. Cá được gây mê bằng AQUISTM (Bayer) với nồng độ 0,02 ml/L. Ngay khi cá mất thăng bằng, lấy cá ra khỏi nước và dùng tay ấn nhẹ đoạn ruột cuối để thu phân. Bể cá đã thu phân hôm nay sẽ không được lấy ở ngày tiếp theo. Mỗi ngày sẽ thu phân trong bốn bể (tương ứng một bể/nghiệm thức). Mỗi bể được tiến hành thu phân 3 – 4 lần trong vòng hai tuần để đủ lượng mẫu dùng cho phân tích. Mẫu phân thu từ các ngày khác nhau trong cùng một bể được trộn lại và trữ đông ở -20°C. Sau khi thu xong, phân được giữ lạnh ở nhiệt độ -20°C, sau đó sấy khô ở 60°C trong 48 giờ, rồi đem phân tích hàm lượng protein và Cr₂O₃.

2.4. Phương pháp phân tích

Mẫu thức ăn và phân cá được lưu giữ trong tủ đông đến khi tiến hành phân tích độ ẩm, tro, béo và protein theo các phương pháp chuẩn của AOAC[3]. Độ ẩm được xác định bằng cách sấy mẫu ở 105°C trong 24 giờ. Hàm lượng tro, béo và protein được xác định tương ứng bằng cách nung ở 550°C/6 giờ, chiết bằng Soxhlet với dung môi ether và phương pháp Kjeldahl. Ôxyt crôm (Cr₂O₃) trong thức ăn và phân cá được xác định theo phương pháp của Divakaran và ctv[8].

2.5. Các chỉ tiêu theo dõi

2.5.1. Tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn

Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về khối lượng (WG, g/con):

$$WG(g/con) = \frac{W_t - W_0}{t}$$

trong đó: W₀: trọng lượng trung bình cá ban đầu (g/con),

W_t: trọng lượng trung bình cá cuối (g/con),

t: thời gian thí nghiệm (90 ngày).

Tốc độ tăng trưởng chuyên biệt về khối

lượng (SGR, %/ngày):

$$SGR(\%/ngày) = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100$$

Tỉ lệ sống (SR, %):

$$SR(\%) = \frac{FF}{IF} \times 100$$

trong đó: IF: số lượng cá ban đầu (con),

FF: số lượng cá cuối thí nghiệm (con).

Hệ số chuyển đổi thức ăn (feed conversion ratio, FCR):

$$FCR = \frac{F_s}{M_f - M_i + M_d} \times 100$$

trong đó: F_s : tổng khối lượng thức ăn cung cấp (g) tính theo vật chất khô,

M_i : tổng khối lượng cá ban đầu (g),

M_f : tổng khối lượng cá cuối thí nghiệm (g),

M_d : tổng khối lượng cá chết (g).

2.5.2. Độ tiêu hóa protein (Apparent digestibility coefficient (ADC)):

Sử dụng phương pháp đo gián tiếp độ tiêu hóa protein thông qua việc sử dụng chất đánh dấu Cr_2O_3 trộn vào thức ăn. Chất đánh dấu (marker) không thể tiêu hóa và hấp thụ qua màng ruột, nên tỷ lệ nồng độ chất đánh dấu trong phân và thức ăn chính là độ tiêu hóa thức ăn.

$$ADC(\%) = 100 \times \left[1 - \left(\frac{F}{D} \times \frac{D_{Cr}}{F_{Cr}} \right) \right]$$

trong đó: F: hàm lượng protein có trong phân (%),

D: hàm lượng chất protein có trong thức ăn (%),

D_{Cr} : hàm lượng Cr_2O_3 có trong thức ăn (%),

F_{Cr} : hàm lượng Cr_2O_3 có trong phân.

2.6. Phương pháp xử lý số liệu

Các phân tích thống kê thực hiện theo hướng dẫn của Bhujel [5]. Tỷ lệ sống (%) được chuyển hóa bằng arcsin trước khi tiến hành phân tích thống kê, nhưng số liệu chưa chuyển hóa được thể hiện trong bảng. Phân tích phương sai một yếu tố (One way ANOVA) được sử dụng để so sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức về các số liệu tăng trưởng, SR, FCR và độ tiêu hóa protein. Kiểm định Duncan được dùng để so sánh sự khác biệt giữa các mức của yếu tố thí nghiệm. Mức xác suất $P < 0,05$ được chấp nhận như tiêu chuẩn đánh giá sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Tất cả các phân tích thống kê được thực hiện bằng phần mềm IBM SPSS Statistics for Windows, Version 19.0 (Armonk, NY: IBM Corp).

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của việc bổ sung nhộng ruồi lính đen lên hiệu quả tăng trưởng, sử dụng thức ăn và tỷ lệ sống

Hiệu quả tăng trưởng, sử dụng thức ăn và SR của cá trong thời gian thí nghiệm được trình bày ở Bảng 4. Kết quả phân tích thống kê cho thấy việc tăng tỷ lệ bổ sung nhộng RLĐ tươi vào khẩu phần thức ăn của cá chêm có ảnh hưởng đến KL cuối, tốc độ tăng trưởng tuyệt đối (WG) và chuyên biệt (SGR) và hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) của cá chêm ($P < 0,05$), nhưng không ảnh hưởng đến SR của cá thí nghiệm ($P > 0,05$). Nhìn chung, tăng tỷ lệ bổ sung giúp cải thiện tốc độ tăng trưởng và giảm hệ số FCR ở cá chêm thí nghiệm. Tốc độ tăng trưởng (KL cuối, WG và SGR) và FCR đạt tốt nhất ở NT3 (bổ sung 1% nhộng RLĐ) và đạt thấp nhất ở NT1 (đối chứng, không bổ sung) (Bảng 3).

Bảng 3. Hiệu quả tăng trưởng, sử dụng thức ăn và tỷ lệ sống của cá cá chêm thí nghiệm

Chỉ tiêu theo dõi	Nghiệm thức			
	NT1	NT2	NT3	NT4
KL đầu (g/con)	20,4 ± 0,4 ^a	20,1 ± 0,2 ^a	20,2 ± 0,2 ^a	19,9 ± 0,2 ^a
KL cá ở ngày thứ 45 (g/con)	56,5 ± 2,0 ^a	62,0 ± 2,3 ^a	61,4 ± 7,8 ^a	57,5 ± 5,9 ^a
KL cá ở ngày thứ 90 (g/con)	80,5 ± 5,2 ^a	81,7 ± 3,1 ^a	114,5 ± 9,1 ^b	105,9 ± 11,6 ^b
WG (g/con)	60,0 ± 5,1 ^a	61,6 ± 3,3 ^a	94,3 ± 9,0 ^b	86,0 ± 11,4 ^b
SGR (%/ngày)	1,52 ± 0,07 ^a	1,56 ± 0,05 ^a	1,92 ± 0,09 ^b	1,85 ± 0,12 ^b
FCR	1,68 ± 0,03 ^b	1,62 ± 0,03 ^{ab}	1,59 ± 0,03 ^a	1,65 ± 0,02 ^{ab}
SR (%)	83,3 ± 5,8 ^a	93,3 ± 3,3 ^a	81,1 ± 11,7 ^a	91,1 ± 1,9 ^a

trung bình ± độ lệch chuẩn (n=3). Các giá trị trung bình của các nghiệm thức trên cùng một hàng nếu cùng ký tự chỉ sự sai khác không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$).

Kết quả này cũng tương tự như báo cáo của Ido và cộng sự [14] khi nghiên cứu bổ sung NRN tươi vào khẩu phần ăn của cá tráp đỏ với các tỷ lệ lần lượt là 0%, 0,05%, 0,5% và 5%. Các tác giả này nhận thấy khi tăng tỷ lệ bổ sung NRN đã làm tăng tốc độ tăng trưởng và giảm hệ số FCR của cá tráp đỏ nuôi, nhưng không ảnh hưởng đến SR của cá. Đặc biệt, FCR ở các nghiệm thức có bổ sung 0,5% và 5% NRN tươi (dao động trong khoảng 2,36 – 2,63) thấp hơn gần hai lần so với lô nghiệm thức không bổ sung (4,78) [14]. Theo các tác giả này khi bổ sung nhộng ruồi vào thức ăn cá thí nghiệm đã làm tăng mùi vị của thức ăn, kích thích cá bắt mồi nhiều hơn nên cá tăng trọng tốt hơn [14]. Ngoài ra, thức ăn có chứa nhộng ruồi sẽ làm tăng độ tiêu hóa các chất dinh dưỡng có trong thức ăn, nhất là protein có nguồn gốc từ thực vật (bã nành, bột gluten ngô). Hơn nữa, khẩu phần ăn chứa nhộng ruồi sẽ kích thích tuyến tụy của cá tiết ra các enzyme như protease, lipase làm tăng khả năng hấp thu dinh dưỡng [14].

Kết quả của nghiên cứu này được so sánh với các nghiên cứu khác. Tỷ lệ sống của cá chēm trong thử nghiệm này đạt cao hơn (81,1 – 93,3%) và hệ số FCR đạt thấp hơn (1,59 – 1,68) so với của Hajirezaee và cộng sự [12] với SR (66%) và FCR (2,5). So với kết quả của

Đình Thế Nhân [1] và Nhan và cộng sự [20], SR và FCR của cá chēm trong nghiên cứu này tương tự, nhưng tốc độ tăng trưởng thấp hơn. Cá thả ban đầu có KL tương đương nhau (20,8 – 22,1 g/con), nhưng tốc độ tăng trưởng của cá chēm trong nghiên cứu này thấp hơn của các tác giả trên có lẽ là do mật độ nuôi cao hơn (30 con/bể 1,5 m³ tương đương 20 con/m³) so với 1-5 con/m³ của Đình Thế Nhân [1] và 6-10 con/m³ của Nhan và cộng sự [20]. Theo các tác giả này, KL cá cuối thí nghiệm sẽ giảm khi mật độ nuôi tăng [1, 20]. Ngoài ra, các nghiên cứu trước đây cũng ghi nhận việc giảm tăng trưởng của cá chēm khi tăng hàm lượng nhộng RLD bổ sung trong khẩu phần ăn [15, 25]. Theo các tác giả này nguyên nhân là do hàm lượng chitin cao và sự thiếu hụt các axit amin thiết yếu như cystein và lysin có trong nhộng RLD.

3.2. Độ tiêu hóa protein khi bổ sung nhộng ruồi lính đen

Kết quả độ tiêu hóa protein của các mẫu thức ăn thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 4. Độ tiêu hóa protein trung bình dao động trong khoảng giá trị từ 85,8 đến 88,2%. Độ tiêu hóa protein thấp nhất ở nghiệm thức NT1 (85,8 ± 2,4%) và cao nhất ở nghiệm thức NT2 (88,2 ± 1,8%). Tuy nhiên, sự khác biệt về độ tiêu hóa protein giữa các nghiệm thức không có ý nghĩa thống kê (P > 0,05).

Bảng 4. Độ tiêu hóa protein (%) của các nghiệm thức thức ăn

NT1 (không bổ sung nhộng)	NT2 (0,5% nhộng)	NT3 (1% nhộng)	NT4 (2% nhộng)
85,8 ± 2,4 ^a	88,2 ± 1,8 ^a	86,1 ± 2,6 ^a	87,7 ± 2,3 ^a
(82,3 – 87,4) [‡]	(86,1 – 89,7)	(83,1 – 89,3)	(84,6 – 89,9)

[†]trung bình ± độ lệch chuẩn (n=3); [‡]khoảng biến thiên. Các giá trị trung bình của các nghiệm thức trên cùng một hàng nếu cùng ký tự chỉ sự sai khác không có ý nghĩa thống kê (P>0,05).

Độ tiêu hóa là một trong những chỉ tiêu chính trong việc đánh giá sự thích hợp của một loại thức ăn cho một đối tượng nuôi. Tuy nhiên, việc đánh giá độ tiêu hóa thức ăn cho vật nuôi thủy sản rất biến động và độ tiêu hóa thức ăn cũng thay đổi theo phương pháp sử dụng. Thu phân có liên đới đến quá trình tính toán độ tiêu hóa và quá trình thu phân có ảnh hưởng rất lớn đến việc xác định độ tiêu hóa của các khẩu phần. Blyth và cộng sự [6] đã đánh giá ảnh hưởng của hai phương pháp thu phân (vuốt

phân – *stripping* và tự lắng - *settlement*) cũng như thời gian thích nghi (số ngày cho ăn trước khi thu phân) lên độ tiêu hóa vật chất khô, protein và năng lượng ở cá chēm *L. calcarifer*. Kết quả cho thấy phương pháp thu bằng cách vuốt phân cho kết quả độ tiêu hóa ổn định hơn và giá trị độ tiêu hóa tính toán thường biến động trong 3 ngày đầu tiên. Vì vậy, các tác giả này đề nghị đối với cá chēm thời gian thích nghi đối với thức ăn tối thiểu là bốn ngày trước khi thu phân và phương pháp thu phân bằng

cách vuốt cho kết quả có độ tin cậy hơn.

Độ tiêu hóa protein của các thức ăn cho cá chẽm thường rất cao, đặc biệt là các khẩu phần protein có nguồn gốc thực vật. Glencross [10] báo cáo độ tiêu hóa protein của bột thịt và bột gia cầm cho cá chẽm dao động trong khoảng 54 – 79%; trong khi đó báo cáo độ tiêu hóa protein của các khẩu phần có nguồn gốc thực vật có giá trị từ 85% (bột đậu nành) đến 102% (gluten lúa mì). Độ tiêu hóa protein của các nghiệm thức thức ăn thu được trong nghiên cứu này cũng tương tự như kết quả của Glencross và cộng sự [11] và Ngo và cộng sự [19]. Trong nghiên cứu đánh giá bột ngũ cốc và các nguồn tinh bột khác trong thức ăn cá chẽm, Glencross và cộng sự [11] ghi nhận độ tiêu hóa protein của các loại thức ăn rất cao và dao động trong khoảng 89 – 92%, thấp nhất là 89% (tiểu hắc mạch) và cao nhất là 92% (bắp). Tương tự, Ngo và cộng sự [19] báo cáo giá trị độ tiêu hóa protein của các loại thức ăn từ bột dầu cải (đã được chiết với dung môi) cho cá chẽm có giá trị từ 82,0 đến 83,8%. Từ các kết quả này cho thấy phương pháp thu phân và tính toán độ tiêu hóa protein trong các mẫu thức ăn thí nghiệm dùng trong nghiên cứu này là hoàn toàn phù hợp.

Mặc dù, bột nhộng/nhộng của RLĐ nói riêng và các loại côn trùng khác nói chung đã được dùng thay thế bột cá (một phần/toàn bộ) và/hoặc bổ sung vào thức ăn dùng trong nuôi trồng thủy sản cách đây gần 30 năm, nhưng các nghiên cứu về ảnh hưởng của bột nhộng/nhộng lên độ tiêu hóa protein của các loài thủy sản rất ít. Độ tiêu hóa protein của các nghiệm thức thức ăn thu được trong nghiên cứu này cũng tương tự như kết quả của Lopez [23]. Trong một nghiên cứu về khả năng thay thế bột cá bằng bột nhộng RLĐ lên tăng trưởng và độ tiêu hóa của cá vược châu Âu (*Dicentrarchus labrax*), Lopez [23] nhận thấy độ tiêu hóa protein của bốn khẩu phần thức ăn (ĐC – không có bột nhộng và ba khẩu phần thay thế bột cá bằng 6,5; 13 và 19,5% bột nhộng RLĐ) dao động trong khoảng 91–93%. Trong nghiên cứu thực hiện trên cá bon giống *Psetta maxima*, Kroeckel và cộng sự [17] ghi nhận độ tiêu hóa protein của thức ăn thay thế bằng bột

nhộng RLĐ là 63,1%. Trong khi đó, khi nghiên cứu thay thế bột cá bằng bột nhộng RLĐ trên cá da trơn *Pelteobagrus fulvidraco*, Hu và cộng sự [13] nhận thấy độ tiêu hóa protein dao động trong khoảng 88,3–90,2% và độ tiêu hóa protein giảm khi tăng tỷ lệ thay thế bột cá bằng nhộng RLĐ.

Theo Makkar và cộng sự [18], thành phần hóa học của bột côn trùng rất biến động và phụ thuộc nhiều vào kỹ thuật sản xuất và thành phần dinh dưỡng của côn trùng, vì vậy nó sẽ có ảnh hưởng đến độ tiêu hóa thức ăn của cá. Giá trị dinh dưỡng và thành phần dinh dưỡng bột côn trùng bị ảnh hưởng nhiều bởi loại côn trùng được dùng. Nhìn chung, khi thay thế/bổ sung càng nhiều bột côn trùng trong thức ăn thủy sản sẽ làm giảm độ tiêu hóa của thức ăn [2]. Độ tiêu hóa protein thấp có liên quan đến hàm lượng chất béo cao trong nhộng RLĐ. Traksele và cộng sự [26] báo cáo rằng khi hàm lượng béo tăng thì độ tiêu hóa protein của nhộng RLĐ sẽ giảm. Theo các tác giả này nguyên nhân là do các sản phẩm tạo ra trong quá trình sự oxy hóa chất béo sẽ đồng kết protein hạn chế sự xâm nhập của các enzyme protease vào trong các phức hợp protein trong nhộng RLĐ.

Ngoài đánh giá độ tiêu hóa protein của bột côn trùng, nhiều nghiên cứu cũng đánh giá độ tiêu hóa vật chất khô, béo và năng lượng của loại bột này. Lopez [23] báo cáo độ tiêu hóa chất béo và năng lượng của các loại thức ăn thay thế bột cá bằng bột nhộng RLĐ trên cá vược châu Âu (*D. labrax*) lần lượt là 89 – 92% và 88 – 90%. Trái lại, trong nghiên cứu bột NRN trong thức ăn của cá chép *Cyprinus carpio*, Ogunji và cộng sự [21] đã báo cáo giá trị độ tiêu hóa rất cao: béo 96,8%, protein 84,9% và năng lượng 74,9%. Tuy nhiên, trong cùng nghiên cứu đó, họ cũng đã xác định độ tiêu hóa trên cá rô phi và ghi nhận độ tiêu hóa thấp hơn trên cá chép với các giá trị là béo 86,1%, protein 57,7% và năng lượng 58,1%. Điều này có thể được giải thích là do sự hiện diện của chitin. Kroeckel và cộng sự [17] báo cáo rằng khi tỷ lệ thay thế bằng bột nhộng RLĐ tăng thì chất béo được sử dụng ít và chỉ tiêu tích lũy chất béo (*lipid retention*) thấp và nguyên nhân là do sự hiện

diện của chitin và nó có ảnh hưởng tiêu cực lên sự tiêu hóa chất béo. Lớp vỏ của nhộng RLĐ có chứa một lượng chitin xấp xỉ 87 g/kg khối lượng khô và nó có ảnh hưởng đến độ tiêu hóa và sử dụng các chất dinh dưỡng khác. Enzyme chitinase đã được phát hiện trong máu, huyết tương và ruột của cá, nhưng người ta vẫn chưa chứng minh được khả năng phân hủy chitin ở sáu loài cá biển và cá hồi vân. Nhưng có báo cáo cho thấy cá bớp *Rachycentron canadum* có khả năng tiêu hóa chitin từ bột tôm/cua do hoạt độ enzyme thủy phân chitin cao trong dạ dày của cá [17].

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đinh Thế Nhân (2020), “Ảnh hưởng của mật độ nuôi đến sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả kinh tế của cá chẽm (*Lates calcarifer*) nuôi trong ao đất”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển*, 19(5), pp. 62-70.
2. Alegbeleye W.O., Obasa S.O., Olude O.O., Otubu K. và Jimoh W. (2012), “Preliminary evaluation of the nutritive value of the variegated grasshopper (*Zonocerus variegatus* L.) for African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell. 1822) fingerlings”, *Aquaculture Research*, 43(3), pp. 412-420.
3. AOAC (1995), *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists*, 16th, Gaithersburg, Maryland, USA.
4. Barroso F.G., de Haro C., Sánchez-Muros M.-J., Venegas E., Martínez-Sánchez A. và Pérez-Bañón C. (2014), “The potential of various insect species for use as food for fish”, *Aquaculture*, 422–423(0), pp. 193-201.
5. Bhujel R.C. (2008), *Statistics for aquaculture*, Wiley-Blackwell.
6. Blyth D., Tabrett S., Bourne N. và Glencross B. (2015), “Comparison of faecal collection methods and diet acclimation times for the measurement of digestibility coefficients in barramundi (*Lates calcarifer*)”, *Aquaculture Nutrition*, 21(2), pp. 248-255.
7. Cheong L. (1989), “Status of knowledge on farming of seabass (*Lates calcarifer*) in South East Asia”, *Advances in Tropical Aquaculture*, Tahiti, French Polynesia.
8. Divakaran S., Obaldo L.G. và Forster I.P. (2002), “Note on the methods for determination of chromic oxide in shrimp feeds”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(3), pp. 464-467.
9. FAO (2014), “Cultured aquatic species information programme *Lates calcarifer* (Block , 1790)”, http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Lates_calcarifer/en, truy cập ngày 13/03/2023.
10. Glencross B. (2004), The nutritional management of barramundi, *Fisheries Research Contract Report No. 8* Department of Fisheries, Western Australia. pp. 40.
11. Glencross B., Blyth D., Tabrett S., Bourne N., Irvin S., Anderson M., Fox-Smith T. và Smullen R. (2012), “An assessment of cereal grains and other starch sources in diets for barramundi (*Lates calcarifer*) – implications for nutritional and functional qualities of extruded feeds”, *Aquaculture Nutrition*, 18(4), pp. 388-399.
12. Hajirezaee S., Ajdari D., Matinfar A., Hosseini Aghuzbeni S.H. và Rafiee G.R. (2015), “A preliminary study on marine culture of Asian sea bass, *Lates calcarifer* in the coastal earthen ponds of Gwadar region, Iran: an assessment of growth parameters, feed intake efficiency and survival rate”, *Journal of Applied*

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc tăng tỷ lệ bổ sung nhộng RLĐ tươi vào khẩu phần thức ăn của cá chẽm giúp cải thiện tốc độ tăng trưởng và giảm hệ số FCR của cá, nhưng không ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của cá. Sự khác biệt về độ tiêu hóa protein giữa các nghiệm thức không có ý nghĩa thống kê. Các nghiên cứu tiếp theo cần được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của việc thay thế/bổ sung nhộng tươi/bột nhộng của RLĐ lên tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn, đáp ứng miễn dịch,... của cá chẽm và các đối tượng thủy sản nuôi khác.

- Animal Research*, 43(3), pp. 309-313.
13. Hu J., Wang G., Huang Y., Sun Y., He F., Zhao H. và Li N. (2017), “Effects of substitution of fish meal with black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal, in yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*) diets”, *Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh*, 69, pp. 9.
 14. Ido A., Iwai T., Ito K., Ohta T., Mizushige T., Kishida T., Miura C. và Miura T. (2015), “Dietary effects of housefly (*Musca domestica*) (Diptera: Muscidae) pupae on the growth performance and the resistance against bacterial pathogen in red sea bream (*Pagrus major*) (Perciformes: Sparidae)”, *Applied Entomology and Zoology*, 50(2), pp. 213-221.
 15. Katya K., Borsra M.Z.S., Ganesan D., Kuppusamy G., Herriman M., Salter A. và Ali S.A. (2017), “Efficacy of insect larval meal to replace fish meal in juvenile barramundi, *Lates calcarifer* reared in freshwater”, *International Aquatic Research*.
 16. Koutsos E., Modica B. và Freel T. (2022), “Immunomodulatory potential of black soldier fly larvae: applications beyond nutrition in animal feeding programs”, *Translational Animal Science*, 6(3).
 17. Kroeckel S., Harjes A.G.E., Roth I., Katz H., Wuertz S., Susenbeth A. và 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(0), pp. 345-352.
 18. Makkar H.P.S., Tran G., Heuzé V. và Ankers P. (2014), “State-of-the-art on use of insects as animal feed”, *Animal Feed Science and Technology*, 197, pp. 1-33.
 19. Ngo D.T., Pirozzi I. và Glencross B. (2015), “Digestibility of canola meals in barramundi (Asian seabass; *Lates calcarifer*)”, *Aquaculture*, 435, pp. 442-449.
 20. Nhan D.T., Tu N.P.C. và Tu N.V. (2022), “Comparison of growth performance, survival rate and economic efficiency of Asian seabass (*Lates calcarifer*) intensively cultured in earthen ponds with high densities”, *Aquaculture*, 554, pp. 738151.
 21. Ogunji J., Pagel T., Schulz C. và Kloas W. (2009), “Apparent digestibility coefficient of housefly maggot meal (maggot meal) for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) and carp (*Cyprinus carpio*)”, *Asian Fisheries Science*, 22, pp. 1095-1105.
 22. Park S.-I., Kim J.-W. và Yoe S.M. (2015), “Purification and characterization of a novel antibacterial peptide from black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae”, *Developmental & Comparative Immunology*, 52(1), pp. 98-106.
 23. Sánchez-López A. (2015), *Potential of pre-pupae meal of the black soldier fly (Hermetia illucens) as fish meal substitute: effect on growth performance and digestibility in European sea bass (Dicentrarchus labrax)*. Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research, Master, Faculty of Sciences, the University of Porto. 33.
 24. Sánchez-Muros M.-J., Barroso F.G. và Manzano-Agugliaro F. (2014), “Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review”, *Journal of Cleaner Production*, 65(0), pp. 16-27.
 25. Sorphéa S. (2019), *Evaluation on brewery yeast and insect meal (black soldier fly and cricket meal) to replace trash fish in the diets for Asian seabass (Lates calcarifer) in Cambodia*. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Luận án Tiến sĩ, Uppsala, Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences. 84.
 26. Traksele L., Speiciene V., Smicius R., Alencikiene G., Salaseviciene A., Garmiene G., Zigmantaite V., Grigaleviciute R. và Kucinskas A. (2021), “Investigation of in vitro and in vivo digestibility of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae protein”, *Journal of Functional Foods*, 79, pp. 104402.