

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG NHỘNG RUỒI LÍNH ĐEN (*Hermetia illucens*) LÀM THỨC ĂN CHO CÁ RÔ PHI (*Oreochromis niloticus*) GIỐNG

Đến tòa soạn: 29-12-2025

Lê Thị Mỹ Châu*, Phạm Mỹ Dung, Nguyễn Hoàng Hào, Trần Đình Dũng,
Cao Tiến Trung, Lê Thế Lực, Chu Thị Hiền Hòa

Trường Đại học Vinh

*E-mail: chaultm@vinhuni.edu.vn, lemychau83@gmail.com

SUMMARY

STUDY ON THE USE OF BLACK SOLDIER FLY (*Hermetia illucens*) LARVAE AS FEED FOR NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) FINGERLINGS

This study was conducted to evaluate the effects of supplementing black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae in the diet on growth performance, survival rate, and feed conversion ratio (FCR) of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. The results showed that after 60 days of rearing, fish in treatment NT2 (25% black soldier fly larvae supplementation) achieved the highest final body weight (80.8 ± 11.26 g/fish), which was higher than that of the control treatment NT1 (100% commercial feed; 70.0 ± 4.80 g/fish) and treatment NT4 (100% black soldier fly larvae; 53.7 ± 5.71 g/fish). The specific growth rate (SGR) was also highest in NT2, reaching 7.45 ± 1.48 %/day. The lowest feed conversion ratio was recorded in NT2 and NT3 ($FCR = 2.39 - 2.42$), whereas higher FCR values were observed in NT1 and NT4 ($2.51 - 2.69$). The survival rate of fish throughout the experiment ranged from 65.0 to 74.2%. These results indicated that the appropriate supplementation of black soldier fly larvae could improve the growth performance and feed utilization efficiency of Nile tilapia fingerlings without negatively affecting survival rate.

Keywords: black soldier fly larvae, Nile tilapia fingerlings, growth performance, feed conversion ratio, survival rate.

1. MỞ ĐẦU

Trong bối cảnh dân số thế giới không ngừng gia tăng, nhu cầu về thực phẩm giàu protein, đặc biệt là ngành nuôi trồng thủy sản, và nhu cầu này ngày càng trở nên cấp thiết. Lĩnh vực nuôi trồng thủy sản hiện nay được xem là một trong những ngành sản xuất phát triển nhanh nhất trong nhóm ngành thực phẩm, đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo an ninh lương thực và dinh dưỡng toàn cầu. Theo Tổ chức Nông lương của Liên hợp quốc (FAO), sản lượng nuôi trồng thủy sản hiện đã chiếm trên 50% tổng sản lượng thủy sản phục vụ tiêu dùng của con

người [1]. Trong số các loài thủy sản nuôi, cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) là đối tượng thủy sản nuôi nước ngọt phổ biến ở nhiều nước trên thế giới nhờ tốc độ sinh trưởng nhanh, khả năng thích nghi rộng với điều kiện môi trường và hiệu quả sử dụng thức ăn cao [1].

Tại Việt Nam, cá rô phi không những có giá trị kinh tế lớn mà còn là loài thủy sản nuôi góp phần quan trọng vào sinh kế của người dân và đóng góp vào sự phát triển bền vững cho ngành nuôi trồng thủy sản. Tuy nhiên, một trong những thách thức lớn nhất hiện nay của ngành là chi phí thức ăn chăn nuôi chiếm khoảng 60 - 70% tổng chi phí sản xuất [2]. Bột cá vẫn là

nguồn protein chính trong khẩu phần ăn của nhiều loài cá nuôi, song nguồn nguyên liệu này ngày càng khan hiếm do sự suy giảm của nguồn lợi thủy sản tự nhiên, kéo theo giá thành cao và gây áp lực lớn lên hệ sinh thái biển [1,2]. Do đó, việc tìm kiếm các nguồn protein thay thế bột cá, có tính kinh tế và thân thiện với môi trường, đang trở thành yêu cầu cấp thiết đối với nuôi trồng thủy sản hiện đại.

Trong những năm gần đây, nhộng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) được xem là một trong những nguồn protein thay thế đầy triển vọng. Nhiều nghiên cứu cho thấy nhộng ruồi lính đen có hàm lượng protein cao (35-45%), giàu lipid và các acid béo thiết yếu, đồng thời có thành phần amino acid khá cân đối, phù hợp với nhu cầu dinh dưỡng của nhiều loài thủy sản [3,4]. Đặc biệt, loài côn trùng này có khả năng chuyển hóa hiệu quả các phụ phẩm nông nghiệp và chất thải hữu cơ thành sinh khối giàu dinh dưỡng, góp phần tái chế chất thải và giảm ô nhiễm môi trường [4,5]. Tại Việt Nam, tiềm năng đa chiều của ấu trùng ruồi lính đen trong quản lý chất thải hữu cơ và làm nguồn thức ăn cho vật nuôi cũng đã được tổng hợp và đánh giá trong các nghiên cứu tổng quan gần đây [9].

Nhiều công trình nghiên cứu đã chứng minh khả năng sử dụng bột hoặc nhộng ruồi lính đen để thay thế một phần hoặc toàn bộ bột cá trong khẩu phần ăn của các loài thủy sản mà không làm ảnh hưởng tiêu cực đến sinh trưởng, tỷ lệ sống hay hiệu quả sử dụng thức ăn [6]. Các nghiên cứu trên cá hồi Đại Tây Dương và cá tráp đỏ cho thấy việc thay thế bột cá bằng bột ấu trùng ruồi lính đen ở tỷ lệ thích hợp không những duy trì hiệu suất tăng trưởng mà còn góp phần nâng cao tính bền vững của khẩu phần thức ăn [7,8]. Ở Việt Nam, việc sử dụng nhộng ruồi lính đen trong thức ăn cho cá nước ngọt cũng đã được

nghiên cứu và cho thấy khả năng ứng dụng thực tiễn, điển hình là trên cá lóc bông (*Channa micropeltes*) [10].

Bên cạnh đó, nghiên cứu tại các quốc gia đang phát triển cho thấy việc sản xuất bột ruồi lính đen ở quy mô nhỏ hoàn toàn khả thi và phù hợp với điều kiện kinh tế – kỹ thuật địa phương, góp phần giảm chi phí thức ăn trong nuôi cá [11]. Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu hiện nay tập trung vào giai đoạn cá thương phẩm hoặc các đối tượng khác, trong khi giai đoạn cá giống – giai đoạn có vai trò quyết định đến sức khỏe, khả năng sinh trưởng và hiệu quả nuôi ở các giai đoạn sau - vẫn chưa được quan tâm đầy đủ. Đặc biệt, các nghiên cứu về việc sử dụng bột nhộng ruồi lính đen trong khẩu phần ăn của cá rô phi giống dưới điều kiện khí hậu nhiệt đới và hệ thống nuôi đặc thù của Việt Nam còn hạn chế.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đánh giá hiệu quả sử dụng ấu trùng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) làm thức ăn thay thế một phần và toàn bộ thức ăn công nghiệp trong giai đoạn ương cá rô phi giống (*Oreochromis niloticus*), nhằm xác định ảnh hưởng của các mức thay thế đến tăng trưởng, tỷ lệ sống và hệ số chuyển đổi thức ăn của cá. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học cho việc đề xuất khả năng và mức độ sử dụng ấu trùng ruồi lính đen trong khẩu phần ăn cho cá rô phi giống, góp phần giảm chi phí thức ăn và nâng cao hiệu quả kinh tế trong nuôi trồng thủy sản.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Cá rô phi giống

Cá rô phi giống (*Oreochromis niloticus*) được cung cấp bởi Trung tâm giống thủy sản Nghệ An có kích cỡ ban đầu là $3,5 \pm 0,012$ cm (trong lượng $2,5 \pm 0,002$ g) với mật độ ương 100 con/m³. Cá giống trước khi thí nghiệm được ương chung trong bể composite thể tích 1.000 m³ có sục khí

nhẹ, nhiệt độ nước duy trì ổn định 20-22°C, nồng độ oxy hòa tan > 5 mg/L, độ pH 7,5 - 8,0 (trong nhà sản xuất giống)

2.2. Giai thí nghiệm

Ao đặt giai được cải tạo và cho nước bơm đã được xử lý đảm bảo môi trường trong nước ổn định trước khi thả cá. Giai thí nghiệm có thể tích 3 m³, kích thước 2,0 x 1,0 x 1,5 m, số lượng 12 giai. Giai được làm bằng lưới cước (kích thước mắt lưới 2 mm), được cắm trong ao nuôi thủy sản có diện tích 1000 m², mép giai cách mặt nước ao 30-50 cm, tại Trại NTTS nước ngọt, Viện Nông nghiệp và Tài nguyên, Trường Đại học Vinh. Mỗi ao giai cách nhau 50 cm.

2.3. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với 4 nghiệm thức tương ứng tỷ lệ thay thế nhộng ruồi lính đen khác nhau và được lặp lại 3 lần. Trong đó: Nghiệm thức 1 (NT1): 100% thức ăn công nghiệp, Nghiệm thức 2 (NT2): 75% thức ăn công nghiệp + 25% thức ăn là nhộng ruồi lính đen, Nghiệm thức 3 (NT3): 50% thức ăn công nghiệp + 50% thức ăn là nhộng ruồi lính đen, Nghiệm thức 4 (NT4): 100% thức ăn là nhộng ruồi lính đen

Thức ăn thí nghiệm: Thức ăn công nghiệp D-910 chứa 40% protein, được cung cấp bởi Trung tâm giống thủy sản Nghệ An.

Nhộng ruồi lính đen: được sấy khô, xay nhỏ phụ thuộc vào kích thước cá.

Chăm sóc và quản lý:

Trong thời gian thí nghiệm cho cá ăn theo nhu cầu (khoảng 10 - 12%/khối lượng thân/ngày (kiểm tra định kỳ 10 ngày cân, đo cá thí nghiệm của mỗi giai thí nghiệm để xác định tăng trưởng của cá), mỗi ngày cho cá ăn 2 lần vào 7 và 16 giờ. Thức ăn thừa được vớt ra và cân sau khi cá ăn no (thường sau 30 phút sau khi cho ăn quan

sát không thấy hoạt động bắt mồi của cá thí nghiệm) ở mỗi lần cho ăn.

Trong quá trình ương thường xuyên vệ sinh giai ương, ao ương không sục khí được định kỳ 1 tháng thay 20 - 30% lượng nước trong ao tránh gây sốc và đảm bảo các yếu tố môi trường thích hợp cho cá phát triển.

2.4. Phương pháp thu thập số liệu

Đánh giá tốc độ tăng trưởng của cá: Được xác định định kỳ 10 ngày/lần, trên 30 cá thể được thu ngẫu nhiên, dựa theo chiều dài tiêu chuẩn (SL) bằng thước kẹp chia vạch có độ chính xác đến 0,1 mm và khối lượng (W) toàn thân cá bằng cân điện tử TANITA có độ chính xác đến 0,01 g.

- Công thức tính tăng trưởng theo khối lượng bình quân theo ngày của cá giống thí nghiệm:

$$DWG \text{ (g/ngày hoặc cm/ngày)} = (W_t - W_0) / \Delta_t$$

trong đó, W_0 là khối lượng của cá giống tại thời điểm bắt đầu thí nghiệm; W_t là khối lượng của cá giống tại thời điểm kết thúc thí nghiệm; Δ_t là số ngày thí nghiệm.

Công thức tính tốc độ tăng trưởng đặc biệt của cá:

$$SGR \text{ (%/ngày)} = 100 \times [\ln(W_t) - \ln(W_0)] / \Delta_t$$

trong đó, W_0 là khối lượng cá giống tại thời điểm bắt đầu thí nghiệm; W_t là khối lượng của cá giống tại thời điểm kết thúc thí nghiệm; Δ_t là số ngày thí nghiệm.

Công thức đánh giá tỷ lệ sống của cá thí nghiệm được xác định theo công thức:

$$SR \text{ (%)} = 100 \times (\text{số cá thu hoạch} + \text{số cá chết do thu mẫu}) / \text{số cá thả ban đầu}$$

Hệ số thức ăn (Feed Conversion Ratio, FCR):

$$FCR = \text{Khối lượng thức ăn sử dụng} / \text{Khối lượng cá gia tăng}$$

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được thu thập trong quá trình thí nghiệm và được xử lý theo phương pháp thống kê mô tả trên phần mềm SPSS 20.0, kết hợp sử dụng phép kiểm định Duncan, Tukey để xác định mức độ sai khác của các công thức thí nghiệm [15].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Diễn biến các yếu tố môi trường trong quá trình thí nghiệm

Kết quả theo dõi các diễn biến nhiệt độ, pH trong quá trình thí nghiệm cho thấy, chất lượng nước ở các ao có giai bố trí thí nghiệm có các chỉ số về nhiệt độ, oxy hòa tan, pH hoàn toàn thích hợp cho cá giống sinh trưởng và phát triển (bảng 1).

Trong suốt thời gian thí nghiệm, nhiệt độ nước dao động trong ngày không quá 2°C; nhiệt độ trung bình vào buổi sáng và buổi chiều nằm trong khoảng phù hợp cho sự

sinh trưởng và phát triển của cá. Theo Boyd (1990) [12], khoảng nhiệt độ thích hợp cho sự tăng trưởng của cá dao động từ 25 - 32°C, do đó các giá trị nhiệt độ ghi nhận trong thí nghiệm đều nằm trong giới hạn cho phép (giới hạn sinh thái về nhiệt độ của cá rô phi là 15 ÷ 40°C).

Hàm lượng oxy hòa tan trong nước dao động từ 3,9 - 7,4 mg/L vào buổi sáng và từ 3,9 - 8,4 mg/L vào buổi chiều. Giá trị pH trong suốt thời gian thí nghiệm tương đối ổn định, dao động trong khoảng 6,2 - 8,1 và biên độ dao động trong ngày nhỏ hơn 0,8 đơn vị. Theo Nguyễn Phú Hòa (2014) [13], khoảng pH thích hợp cho sự phát triển của cá thường nằm trong khoảng 6,5 - 9,0; các giá trị pH ghi nhận được trong thí nghiệm đều phù hợp cho cá sinh trưởng.

Bảng 1. Biến động nhiệt độ, pH trong quá trình nuôi

Chỉ tiêu	Nhiệt độ (°C)		pH		DO(mg/L)	
	TB ± SD				TB ± SD	
	Min - Max		Min - Max		Min - Max	
Thời gian	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều
0-10 (26/3-05/4)	19,50 ± 1,55	22,00 ± 2,00			4,24 ± 1,17	5,30 ± 1,20
	18,00 - 21,50	20,00 - 24,0	6,2 - 6,9	7,3 - 7,9	3,86 - 5,75	3,88 - 6,80
11-20 (06/4-15/4)	20,18 ± 1,25	23,20 ± 1,26			4,68 ± 1,57	5,70 ± 1,60
	19,00 - 21,00	21,00 - 25,50	6,4 - 7,1	7,4 - 8,1	3,92 - 6,68	3,90 - 7,70
21-30 (16/4-25/4)	21,10 ± 1,77	26,20 ± 1,80			4,97 ± 1,85	6,10 ± 1,92
	20,00 - 22,50	24,50 - 29,00	6,3 - 7,0	7,2 - 8,0	3,96 - 7,16	4,00 - 8,24
31-40 (26/4-05/5)	22,18 ± 1,48	27,18 ± 1,48			5,04 ± 1,96	6,04 ± 1,90
	20,00 - 23,50	25,00 - 29,50	6,4 - 7,3	7,4 - 8,1	3,98 - 6,21	3,90 - 8,20
41-50 (06/5-15/5)	24,10 ± 1,90	29,11 ± 1,90			5,05 ± 1,88	6,10 ± 1,90
	21,00 - 25,50	27,00 - 31,50	6,2 - 7,5	7,0 - 8,0	4,00 - 6,25	4,02 - 8,30
51-60 (16/5-25/5)	25,78 ± 2,06	29,80 ± 2,06			5,10 ± 2,03	6,08 ± 1,98
	22,00 - 27,50	28,00 - 33,50	6,4 - 7,9	7,2 - 8,0	4,03 - 7,47	4,05 - 8,40

Bên cạnh đó, theo Boyd (1990) [12] và Timmons và cộng sự (2002) [14], môi trường nước có hàm lượng oxy hòa tan từ 5 mg/L đến mức bão hòa được xem là thuận lợi cho sự phát triển của cá. Nhìn chung, các yếu tố môi trường như nhiệt độ,

pH và oxy hòa tan giữa các nghiệm thức cũng như giữa buổi sáng và buổi chiều không có chênh lệch lớn, và đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của cá trong suốt thời gian thí nghiệm.

3.2. Ảnh hưởng của việc bổ sung nhộng ruồi lính đen lên hiệu quả tăng trưởng

Kết quả trình bày ở Bảng 2 cho thấy, sau 60 ngày ương nuôi, các chỉ tiêu tăng trưởng của cá rô phi giống có sự khác biệt giữa các nghiệm thức ($p < 0,05$). Khối lượng ban đầu của cá ở các nghiệm thức là tương đương nhau ($2,5 \text{ g/con}$), cho thấy điều kiện bố trí thí nghiệm đồng đều. Đến cuối thí nghiệm, cá ở nghiệm thức NT2 đạt khối lượng trung bình cao nhất ($80,8 \pm 11,26 \text{ g/con}$), khác biệt có ý nghĩa so với NT4 và có xu hướng cao hơn so với NT1

và NT3. Ngược lại, nghiệm thức NT4 cho khối lượng cuối cùng thấp nhất ($53,7 \pm 5,71 \text{ g/con}$).

Tăng trưởng bình quân ngày (DWG) và tốc độ tăng trưởng đặc biệt (SGR) của cá cũng có xu hướng tương tự (Bảng 3). NT2 đạt DWG ($3,84 \pm 1,13 \text{ g/ngày}$) và SGR ($7,45 \pm 1,48 \text{ \%/ngày}$) cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Điều này cho thấy việc bổ sung ấu trùng ruồi lính đen ở mức thay thế thích hợp có thể cải thiện hiệu quả tăng trưởng của cá rô phi giống.

Bảng 2. Tăng trưởng (theo khối lượng, g) của cá rô phi giống

Nghiệm thức	$W_0 \text{ (g)}$	$W_n \text{ (g)}$	DWG (g/ngày)	SGR (%/ngày)
NT1	$2,5 \pm 0,00^a$	$70,00 \pm 4,80^{ab}$	$3,03 \pm 0,71^a$	$5,68 \pm 1,31^b$
NT2	$2,5 \pm 0,00^a$	$80,8 \pm 11,26^b$	$3,84 \pm 1,13^b$	$7,45 \pm 1,48^c$
NT3	$2,5 \pm 0,00^a$	$69,7 \pm 7,57^{ab}$	$3,48 \pm 0,41^a$	$6,92 \pm 1,24^{bc}$
NT4	$2,5 \pm 0,00^a$	$53,7 \pm 5,71^a$	$2,81 \pm 0,74^a$	$5,41 \pm 2,29^a$

Ghi chú: Trong cùng cột số liệu có chữ mũ khác nhau thì khác nhau với mức ý nghĩa ($p < 0,05$);

Kết quả của nghiên cứu này phù hợp với nhiều nghiên cứu trước đây khi sử dụng bột hoặc nhộng ruồi lính đen thay thế một phần bột cá trong khẩu phần ăn của cá nuôi. Henry và cộng sự (2015) [6] cho rằng bột nhộng ruồi lính đen có thể thay thế một phần bột cá mà không gây ảnh hưởng tiêu cực đến tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá. Tương tự, Katya và cộng sự (2017) [8] và Belghit và cộng sự (2018) [7] ghi nhận rằng việc thay thế bột cá bằng bột nhộng ruồi lính đen ở tỷ lệ phù hợp giúp duy trì hoặc cải thiện tốc độ tăng trưởng của cá so với khẩu phần đối chứng.

Trong điều kiện ở Việt Nam, Nguyễn Phú Hòa và Nguyễn Văn Dũng (2016) khi nghiên cứu sử dụng nhộng ruồi lính đen trong thức ăn cho cá lóc bông cũng cho thấy việc thay thế một phần thức ăn truyền thống giúp cá có mức độ tăng trưởng tốt hơn so với nghiệm thức sử

dụng hoàn toàn một loại thức ăn. Điều này cho thấy xu hướng chung là khẩu phần phối hợp giữa thức ăn công nghiệp và ấu trùng ruồi lính đen thường mang lại hiệu quả tăng trưởng tối ưu hơn so với việc sử dụng đơn lẻ. Việc giảm tăng trưởng ở nghiệm thức NT4 có thể liên quan đến sự mất cân đối dinh dưỡng, đặc biệt là hàm lượng amino acid thiết yếu, tỷ lệ lipid - protein hoặc hàm lượng chitin trong nhộng ruồi lính đen, ảnh hưởng đến khả năng tiêu hóa và hấp thu dưỡng chất của cá rô phi giống. Nhận định này cũng được đề cập trong các nghiên cứu tổng quan về sử dụng côn trùng làm thức ăn cho cá nuôi [3, 4]. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc thay thế một phần thức ăn công nghiệp bằng nhộng ruồi lính đen, đặc biệt ở mức 25%, là phù hợp và mang lại hiệu quả tăng trưởng cao cho cá rô phi giống trong giai đoạn ương nuôi.

Bảng 3. Tăng trưởng bình quân ngày (DWG) của cá rô phi giống theo giai đoạn (g/con/ngày)

Giai đoạn nuôi (từ ngày đến ngày)	NT1	NT2	NT3	NT4
0-10	3,40 ± 0,35 ^a	3,6 ± 0,20 ^a	3,4 ± 0,20 ^a	3,1 ± 0,23 ^a
11-20	7,80 ± 2,11 ^{ab}	9,6 ± 2,11 ^b	9,0 ± 1,56 ^b	6,7 ± 1,01 ^a
21-30	13,00 ± 4,10 ^a	12,1 ± 1,70 ^a	15,2 ± 5,07 ^a	13,6 ± 2,25 ^a
31-40	25,47 ± 5,16 ^b	28,2 ± 9,18 ^b	22,0 ± 1,91 ^{ab}	17,5 ± 1,33 ^a
41-50	39,67 ± 2,66 ^b	42,4 ± 1,00 ^b	34,9 ± 6,53 ^{ab}	25,6 ± 5,19 ^a
51-60	70,00 ± 4,80 ^{ab}	80,8 ± 11,26 ^b	69,7 ± 7,57 ^{ab}	53,7 ± 5,71 ^a

Ghi chú: Trong cùng hàng số liệu có chữ mũ khác nhau thì khác nhau với mức ý nghĩa ($p < 0,05$)

Tăng trưởng bình quân ngày về khối lượng của cá rô phi giống tăng dần theo thời gian nuôi ở tất cả các nghiệm thức. Trong các giai đoạn đầu (0-30 ngày), sự khác biệt về tăng trưởng giữa các nghiệm thức chưa rõ rệt và không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Từ giai đoạn 31-40 ngày trở đi, cá ở nghiệm thức NT2 có xu

hướng đạt tốc độ tăng trưởng cao hơn so với các nghiệm thức còn lại, trong khi NT4 cho giá trị thấp nhất. Đến các giai đoạn cuối (41-60 ngày), sự khác biệt về tăng trưởng giữa các nghiệm thức thể hiện rõ hơn, với NT2 đạt kết quả cao nhất và NT4 thấp nhất ($p < 0,05$). Xu hướng này phù hợp với kết quả nhận định ở trên.

Bảng 4. Tốc độ tăng trưởng đặc trưng về khối lượng của cá rô phi giống theo giai đoạn

Giai đoạn nuôi (từ ngày ... đến... ngày)	NT1	NT2	NT3	NT4
0-10	3,07 ± 1,05 ^a	3,65 ± 0,55 ^a	3,07 ± 0,59 ^a	2,26 ± 0,39 ^a
11-20	8,30 ± 3,67 ^b	9,88 ± 3,86 ^b	9,73 ± 1,17 ^b	7,55 ± 1,70 ^a
21-30	5,11 ± 5,09 ^b	7,13 ± 1,96 ^c	5,24 ± 3,25 ^b	2,22 ± 3,14 ^a
31-40	6,72 ± 5,10 ^b	8,49 ± 2,64 ^c	3,70 ± 4,64 ^a	2,50 ± 2,11 ^a
41-50	4,31 ± 2,61 ^b	4,60 ± 3,57 ^c	4,08 ± 2,74 ^b	3,82 ± 1,79 ^a
51-60	5,68 ± 1,31 ^b	7,45 ± 1,48 ^c	6,92 ± 1,24 ^{bc}	5,41 ± 2,29 ^a

Ghi chú: Số liệu có chữ mũ trong cùng hàng khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ($p < 0,05$)

Kết quả cho thấy, tốc độ tăng trưởng đặc trưng (SGR) của cá rô phi giống có xu hướng biến động theo từng giai đoạn nuôi (Bảng 4). Trong giai đoạn đầu (0-20 ngày), SGR giữa các nghiệm thức không có sự khác biệt rõ rệt ($p > 0,05$). Từ giai đoạn 21-30 ngày trở đi, sự khác biệt bắt

đầu thể hiện, trong đó nghiệm thức NT2 thường đạt SGR cao hơn so với các nghiệm thức còn lại, trong khi NT4 cho giá trị thấp nhất. Xu hướng này tiếp tục duy trì ở các giai đoạn sau (31-60 ngày), với NT2 đạt SGR cao nhất và NT4 thấp nhất ($p < 0,05$). Kết quả này phù hợp với xu

hướng tăng trưởng về khối lượng đã được ghi nhận ở trên.

3.3. Ảnh hưởng của việc bổ sung nhộng ruồi lính đen lên tỷ lệ sống

Kết quả đánh giá ảnh hưởng của việc bổ sung nhộng ruồi lính đen lên tỷ lệ sống của cá rô phi giống được thể hiện trong Bảng 5.

Bảng 5. Tỷ lệ sống của cá rô phi trong quá trình thí nghiệm

Ngày nuôi	Tỷ lệ sống (%)			
	NT1	NT2	NT3	NT4
1	100	100	100	100
10	97,50 ± 2,50 ^a	98,33 ± 2,88 ^a	99,16 ± 1,44 ^a	95,83 ± 3,81 ^a
20	90,00 ± 2,50 ^a	92,50 ± 2,50 ^a	90,83 ± 1,44 ^a	90,00 ± 2,50 ^a
30	83,33 ± 1,44 ^a	87,50 ± 2,50 ^a	86,66 ± 1,44 ^a	85,00 ± 5,00 ^a
40	74,16 ± 2,88 ^a	80,00 ± 2,50 ^b	83,33 ± 3,81 ^b	80,83 ± 6,29 ^b
50	66,66 ± 3,81 ^a	74,16 ± 3,81 ^{ab}	77,50 ± 6,61 ^b	77,50 ± 7,50 ^b
60	71,50 ± 5,00 ^b	74,16 ± 6,61 ^b	70,00 ± 8,77 ^b	65,00 ± 6,61 ^a

Ghi chú: Số liệu có chữ mũ trong cùng hàng khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ($p < 0,05$)

Kết quả cho thấy, tỷ lệ sống của cá rô phi giảm dần theo thời gian nuôi ở tất cả các nghiệm thức. Trong các giai đoạn đầu (0 - 40 ngày), tỷ lệ sống giữa các nghiệm thức không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$), cho thấy việc bổ sung ấu trùng ruồi lính đen không ảnh hưởng bất lợi đến khả năng sống sót của cá. Đến cuối thí nghiệm (60 ngày), tỷ lệ sống của cá dao động từ 65,00-74,16%, trong đó NT2 và NT1 có xu hướng cao hơn so với NT4. Nhìn chung, việc thay thế một phần thức ăn công nghiệp bằng ấu trùng ruồi lính đen không làm giảm tỷ lệ sống của cá rô phi giống trong quá trình ương nuôi.

3.4. Ảnh hưởng của việc sử dụng nhộng ruồi lính đen thay thế lên hệ số chuyển đổi thức ăn

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của việc bổ sung nhộng ruồi lính đen lên hệ số chuyển đổi thức ăn của cá rô phi giống được thể hiện trong bảng 6.

Kết quả cho thấy, hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) của cá rô phi giống có sự khác biệt giữa các nghiệm thức. Nghiệm thức NT3 và NT2 cho giá trị FCR thấp hơn so

với NT1 và NT4, trong đó NT3 đạt FCR thấp nhất (2,39), tiếp đến là NT2 (2,42). Điều này cho thấy việc thay thế một phần thức ăn công nghiệp bằng nhộng ruồi lính đen giúp cải thiện hiệu quả sử dụng thức ăn của cá. Ngược lại, nghiệm thức NT4 (100% nhộng ruồi lính đen) có FCR cao hơn NT2 và NT3, cho thấy việc sử dụng hoàn toàn nhộng ruồi lính đen làm thức ăn có thể chưa tối ưu cho hiệu quả chuyển hóa thức ăn của cá rô phi giống. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với xu hướng tăng trưởng và tỷ lệ sống đã được ghi nhận ở trên.

Bảng 6. Hệ số chuyển đổi FCR

Nghiệm thức	Khối lượng cá tăng trưởng (g)	Khối lượng thức ăn (g)		Hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR)
		Thức ăn công nghiệp	Nhộng ruồi lính đen	
NT1	4950,00	13313,88	0	2,69
NT2	6487,20	11750,46	3916,82	2,42
NT3	5930,00	7091,84	7091,84	2,39
NT4	4533,00	0	11358,54	2,51

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc bổ sung nhộng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) trong khẩu phần ăn có ảnh hưởng rõ rệt đến tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) giống. Trong các nghiệm thức thí nghiệm, cá ở nghiệm thức NT2 (thay thế 25% thức ăn công nghiệp bằng nhộng ruồi lính đen) đạt khối lượng cuối cùng, tốc độ tăng trưởng bình quân ngày và tốc độ tăng trưởng đặc trưng cao nhất, đồng thời có hệ số chuyển đổi thức ăn thấp, cho thấy hiệu quả sử dụng thức ăn được cải thiện so với nghiệm thức đối chứng.

Việc thay thế hoàn toàn thức ăn công nghiệp bằng nhộng ruồi lính đen (NT4) làm giảm tăng trưởng và hiệu quả chuyển hóa thức ăn của cá, cho thấy nhộng ruồi lính đen chỉ nên được sử dụng ở mức thay thế phù hợp trong khẩu phần ăn của cá rô phi giống. Tỷ lệ sống của cá trong suốt thời gian thí nghiệm dao động từ 65,0-74,2% và không có sự khác biệt đáng kể giữa các nghiệm thức, chứng tỏ việc bổ sung ấu trùng ruồi lính đen không ảnh hưởng tiêu cực đến khả năng sống sót của cá.

Từ kết quả nghiên cứu có thể kết luận rằng nhộng ruồi lính đen là nguồn protein thay thế tiềm năng trong khẩu phần ăn của cá rô phi giống, đặc biệt ở mức thay thế 25%, góp phần nâng cao hiệu quả tăng trưởng, giảm hệ số chuyển đổi thức ăn và hướng tới phát triển nuôi trồng thủy sản theo hướng bền vững.

Lời cảm ơn: Kết quả nghiên cứu thuộc nhiệm vụ khoa học và công nghệ: Xây dựng mô hình nông nghiệp tuần hoàn ứng dụng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) xử lý chất thải hữu cơ trong chăn nuôi làm phân bón cho trồng trọt và bổ sung protein cho thức ăn chăn nuôi. Mã số nhiệm vụ khoa học và công nghệ: B2024-TDV-11.

Cam kết: Tôi xin cam đoan đây là công trình của nhóm nghiên cứu và chưa gửi đăng nội dung này ở bất kỳ tạp chí nào.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] FAO (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. FAO, Rome.
- [2] Tacon, A.G.J., Metian, M. (2015). Feed matters: satisfying the feed demand of aquaculture. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, **23**(1), 1-10.
- [3] Barragán-Fonseca, K.B., Dicke, M., van Loon, J.J.A. (2017). Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed - a review. *Journal of Insects as Food and Feed*, **3**(2), 105-120.
- [4] Makkar, H.P.S., Tran, G., Heuzé, V., Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, **197**, 1-33.
- [5] Diener, S., Zurbrugg, C., Tockner, K. (2009). Conversion of organic material by black soldier fly larvae. *Waste Management & Research*, **27**(6), 603-610.
- [6] Henry, M., Gasco, L., Piccolo, G., Fountoulaki, E. (2015). Review on the use of insects in the diet of farmed fish. *Animal Feed Science and Technology*, **203**, 1-22.
- [7] Belghit, I., Liland, N.S., Gjesdal, P., et al. (2018). Black soldier fly larvae meal can replace fish meal in diets of Atlantic salmon. *Aquaculture*, **503**, 609-619.
- [8] Katya, K., Sugita, T., Goto, R., et al. (2017). Evaluation of *Hermetia illucens* larvae meal as fish meal replacement in red seabream. *Aquaculture Reports*, **7**, 1-9.
- [9] Nguyễn Phú Hòa, Nguyễn Văn Dũng (2016). Sử dụng nhộng ruồi lính đen (*Hermetia illucens*) trong thức ăn cho cá lóc bông (*Channa micropeltes*). *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, **14**(4), 590-597.

- [10] Gougbedji, A., Agbohessou, P., Lalèyè, P.A., Francis, F., Caparros Megido, R. (2021). Technical basis for the small-scale production of black soldier fly (*Hermetia illucens* (L. 1758)) meal as fish feed in Benin. *Journal of Agriculture and Food Research*, **4**, 100153
- [11] Boyd, C.E. (1990). Water quality in ponds for aquaculture. Agriculture Experiment Station, Auburn University, Alabama.
- [12] Nguyễn Phú Hòa (2014). Chất lượng môi trường nước trong nuôi trồng thủy sản. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Thành phố Hồ Chí Minh.
- [13] Timmons, E.B., Ebeling, J.M., Wheaton, F.W., Summerfelt, S.T. and Cayuga, B.J. (2002). Recirculating Aquaculture Systems. No. SH137. R37. Cayuga Aqua Adventures, Ithaca.
- [14] Lưu Thị Thùy Linh, Nguyễn Thị Nhiên (2022). Tổng quan về ấu trùng ruồi lính đen: Triển vọng đa chiều trong quản lý chất thải hữu cơ, nguồn thức ăn cho ngành chăn nuôi và phân bón cho cây trồng. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, **20(5)**, 695-707.
- [15] Nguyễn Đình Hiền, Đỗ Đức Lực (2016), Giáo trình Thiết kế thí nghiệm, Nhà xuất bản Nông nghiệp.