

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC MỨC ASTAXANTHIN BỔ SUNG TRONG KHẨU PHẦN ĂN ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ MÀU SẮC CÁ VÀNG

(*Carassius auratus* Linnaeus, 1758)

Trần Thị Thu Sương, Phạm Thị Phương Lan, Hoàng Nghĩa Mạnh*

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

*Tác giả liên hệ: hoangnghiamanh@huaf.edu.vn

Nhận bài: 01/12/2025 Hoàn thành phản biện: 16/01/2026 Chấp nhận bài: 27/01/2026

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm xác định mức bổ sung astaxanthin phù hợp vào khẩu phần ăn của cá vàng (*Carassius auratus*) để tối ưu hóa tăng trưởng và cải thiện màu sắc của cá. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 4 nghiệm thức (NT) gồm: NT1 (đối chứng, không bổ sung astaxanthin), NT2 (30 mg astaxanthin/kg thức ăn), NT3 (40 mg/kg) và NT4 (50 mg/kg), mỗi nghiệm thức được lặp lại ba lần. Sau 60 ngày nuôi, kết quả cho thấy việc bổ sung astaxanthin ở các mức khảo sát không ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng về khối lượng, chiều dài và tỷ lệ sống của cá ($p > 0,05$). Tuy nhiên, astaxanthin giúp cải thiện rõ rệt màu sắc của cá vàng ($p < 0,05$). Ở thời điểm kết thúc thí nghiệm, nhóm cá ở NT3 và NT4 đạt điểm màu cao nhất, lần lượt là 7,85 và 7,73, trong khi nhóm cá ở NT1 có điểm màu thấp nhất (6,91). Kết quả của nghiên cứu khuyến cáo bổ sung astaxanthin ở hàm lượng 40 mg/kg nhằm giúp cá lên màu sắc đẹp, đáp ứng yêu cầu về thị hiếu của người chơi cá vàng.

Từ khóa: Astaxanthin, Cá vàng, Khẩu phần, Màu sắc, Sinh trưởng

EFFECTS OF DIFFERENT LEVELS OF ASTAXANTHIN SUPPLEMENTATION IN DIETS ON GROWTH PERFORMANCE AND COLOR INTENSITY OF GOLDFISH (*Carassius auratus* Linnaeus, 1758)

Tran Thi Thu Suong, Pham Thi Phuong Lan and Hoang Nghia Manh*

University of Agriculture and Forestry, Hue University

*Corresponding author: hoangnghiamanh@huaf.edu.vn

Received: 01/12/2025

Revised: 16/01/2026

Accepted: 27/01/2026

ABSTRACT

This study aimed to determine the optimal dietary astaxanthin supplementation level for improving growth performance and coloration in goldfish (*Carassius auratus*). The experiment was conducted using a completely randomized design with four dietary treatments: NT1 (control, without astaxanthin supplementation), NT2 (30 mg astaxanthin/kg feed), NT3 (40 mg/kg), and NT4 (50 mg/kg), each with three replicates. After 60 days of the feeding trial, the results indicated that dietary astaxanthin supplementation did not significantly affect growth performance (weight gain and length increment) and survival rate of goldfish ($p > 0.05$). In contrast, fish coloration was significantly affected by dietary astaxanthin levels ($p < 0.05$). At the end of the experiment, the highest color intensity of goldfish was observed in NT3 (7.85) and NT4 (7.73), while the lowest value was recorded in NT1 (6.91). These findings suggest that dietary astaxanthin supplementation at 40 mg/kg feed is the optimal level for enhancing pigmentation in goldfish, thereby meeting the aesthetic preferences of ornamental fish enthusiasts.

Keywords: Astaxanthin, Color intensity, Diet, Goldfish, Growth

1. MỞ ĐẦU

Cá vàng (*Carassius auratus*) là một trong những loài cá cảnh phổ biến, và được nuôi rộng rãi trên thế giới nhờ hình dáng đặc trưng và màu sắc rực rỡ, có giá trị thẩm mỹ và thương mại cao, thu hút nhiều thị trường cá cảnh trên thế giới (Xu và cs., 2006; Yeşilayer và cs., 2011; Putra và cs., 2019; Ahlam và cs., 2019). Ở cá cảnh, bên cạnh hình dáng cơ thể, kích thước, cấu trúc vây và đuôi thì màu sắc được xem là yếu tố then chốt quyết định đến giá trị thẩm mỹ và khả năng tiêu thụ trên thị trường (Yeşilayer và cs., 2011). Tuy nhiên, màu sắc của nhiều loài cá cảnh nuôi thường nhạt dần và kém rực rỡ so với cá ngoài tự nhiên (Trần Quang Vinh và cs., 2020), làm giảm đáng kể giá trị thương phẩm cũng như sức hấp dẫn đối với người nuôi và thị trường. Vì vậy, việc bổ sung các sắc tố vào khẩu phần ăn được xem là giải pháp thiết yếu nhằm duy trì, cải thiện màu sắc, giúp cá có được vẻ đẹp tương tự như ngoài tự nhiên.

Hiện nay, nhiều giải pháp đã được áp dụng nhằm cải thiện màu sắc của cá cảnh, trong đó bổ sung carotenoids vào khẩu phần ăn được xem là giải pháp phổ biến và dễ áp dụng. Màu sắc của cá được quyết định chủ yếu bởi lượng carotenoid tích lũy trong mô. Tuy nhiên, hầu hết các loài thủy sản nói chung và cá cảnh nói riêng không có khả năng tự tổng hợp carotenoids mà hoàn toàn phụ thuộc vào nguồn bổ sung từ thức ăn (Lê Minh Hoàng và cs., 2015; Maoka, 2019). Hiện nay, cả carotenoids tự nhiên và tổng hợp đều được sử dụng rộng rãi để tăng cường màu sắc ở cá cảnh và các loài thủy sản khác (Hancz và cs., 2003). Trong số các carotenoids phổ biến như β -carotene, α -carotene và astaxanthin (Ahlam và cs., 2019). Astaxanthin là hợp chất được ứng dụng nhiều nhất trong nuôi cá cảnh nhờ hiệu quả rõ rệt trong việc tăng cường màu sắc (Higuera-Ciapara và cs., 2006). Tương tự,

Lili và cs. (2020) ghi nhận việc bổ sung 30 mg/kg astaxanthin vào thức ăn công nghiệp giúp cá tai tượng (*Astronotus ocellatus*) đạt màu sắc đẹp hơn. Ở cá khoang cổ Nemo (*Amphiprion ocellaris*), việc bổ sung astaxanthin vào khẩu phần ăn được báo cáo làm tăng đáng kể độ rực rỡ của màu da (Hồ Sơn Lâm và cs., 2016). Ngoài tác động đến màu sắc, astaxanthin còn được chứng minh có khả năng thúc đẩy tăng trưởng (Christiansen và Torrissen, 1996), cải thiện khả năng sinh sản và chất lượng trứng (Tizkar và cs., 2013), cũng như nâng cao tỷ lệ sống của cá (Paripatananont và cs., 1999; Hamrang Omshi và cs., 2019).

Hơn nữa, việc bổ sung astaxanthin vào khẩu phần ăn thủy sản đã được chứng minh có vai trò quan trọng trong việc cải thiện màu sắc ngoại hình cũng như giá trị thương phẩm của nhiều loài cá, tôm (Putra và cs., 2019; Lili và cs., 2020; Rajabi và cs., 2012). Tuy nhiên, việc bổ sung astaxanthin ở mức quá cao không những không mang lại hiệu quả cải thiện màu sắc mà còn dẫn đến sự đào thải ra môi trường, gây lãng phí và tiềm ẩn tác động tiêu cực (Hồ Sơn Lâm và cs., 2015). Do đó, việc xác định mức bổ sung tối ưu có ý nghĩa đặc biệt quan trọng để vừa đảm bảo hiệu quả sinh học, vừa nâng cao tính bền vững trong nuôi trồng thủy sản. Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của các mức bổ sung astaxanthin vào khẩu phần ăn đến tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống và sự thay đổi màu sắc của cá vàng (*Carassius auratus*).

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

- Cá thí nghiệm: cá vàng có khối lượng trung bình $8,10 \pm 0,05$ g được mua từ tiệm cá cảnh Huệ Lợi tại 12/195 Nguyễn Trãi, Phường Phú Xuân, Thành phố Huế. Cá giống có kích thước đồng đều, màu sắc đẹp, không dị hình, dị tật, không có dấu hiệu

bị bệnh. Khi được vận chuyển về tới phòng thí nghiệm, cá được tắm qua nước muối (nồng độ 2-3%) để loại bỏ các loại ký sinh trùng bám trên da, tiếp đến, cá được nuôi thích nghi với điều kiện phòng thí nghiệm trong vòng 1 tuần trước khi tiến hành nghiên cứu. Các thông số môi trường nước được duy trì ở mức thích hợp: nhiệt độ 25–28 °C, hàm lượng oxy hòa tan (DO) \geq 5 mg/L, $\text{NH}_3 < 0,1$ mg/L và pH 7,0 – 8,0 trong suốt thời gian thuần hóa.

- Bể thí nghiệm: Cá được nuôi trong bể kính, kích thước 75 x 60 x 60 cm (tương đương 270 L), số lượng 12 bể. Bể được bố trí trong nhà, có hệ thống đèn chiếu sáng (cường độ chiếu sáng 500 lux) theo chu kỳ sáng/tối là 12/12 giờ. Mỗi bể được bố trí 2 dây sục khí nhằm đảm bảo hàm lượng oxy hòa tan trong bể luôn duy trì trên 5 mg/L.

- Thức ăn thí nghiệm: sử dụng thức ăn công nghiệp dành cho cá chép với kích cỡ nhỏ vừa với cỡ miệng cá vàng. Thức ăn thí nghiệm có chứa 40% protein thô; 0,5% Ca; 0,6% P tổng số; 5% béo tổng số; lysine tổng số 1,8%; xơ thô 5%; methionine và cysteine tổng số 1,2% và độ ẩm 11%. Astaxanthin bổ sung vào thức ăn là Carophyll Pink 10% CWS (Thụy Sĩ). Cách phối trộn astaxanthin vào thức ăn được áp dụng theo phương pháp của Lai Phước Sơn và Châu Thị Thảo Nhi (2019) cụ thể: astaxanthin được cân theo các hàm lượng tương ứng với các nghiệm thức thí nghiệm, sau đó được hòa tan trong nước ấm (nhiệt độ 55 – 60°C), tiếp đến, dung dịch chất lỏng được phun đều lên thức ăn và để khô ở điều kiện nhiệt độ phòng trong 2-3 giờ. Sau khi thức ăn đã phối trộn astaxanthin khô ráo được cho vào hộp nhựa đậy kín (có gắn nhãn), bảo quản nơi khô ráo và cho cá ăn dần trong suốt tiến trình thí nghiệm.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành với bốn nghiệm thức, bố trí theo kiểu ngẫu nhiên

hoàn toàn, gồm NT1 (đối chứng): không bổ sung astaxanthin vào thức ăn; NT2: bổ sung 30 mg astaxanthin/kg thức ăn; NT3: bổ sung 40 mg astaxanthin/kg thức ăn; và NT4: bổ sung 50 mg astaxanthin/kg thức ăn. Cá được thả nuôi ở mật độ 20 con/bể (dung tích 270 L), mực nước trong bể từ 35-40 cm. Mỗi nghiệm thức được lặp lại ba lần. Thí nghiệm được theo dõi trong 8 tuần.

2.3. Chăm sóc và quản lý

Cá được cho ăn hai lần/ngày vào lúc 7g00 và 16g30, với lượng thức ăn từ 3 - 5% khối lượng thân của cá. Trong suốt thời gian bố trí thí nghiệm, cần đảm bảo các yếu tố môi trường nước trong khoảng thích hợp như: nhiệt độ 25,0–31,0°C, DO 4,5–5,7 mg/L, NH_3 0,02–0,08 mg/L và pH 7,0 – 8,0. Hàng ngày, trước khi cho cá ăn buổi sáng, tiến hành xi phông loại bỏ các chất thải, thức ăn dư thừa ra khỏi bể nuôi và cấp bù lượng nước mất đi do xi phông và bay hơi. Định kỳ thay nước cho bể nuôi thí nghiệm với lượng 30–40%/tuần. Đồng thời, thường xuyên kiểm tra tình trạng sức khỏe của cá để đưa ra các biện pháp xử lý kịp thời khi xuất hiện những biểu hiện bất thường.

2.4. Các chỉ tiêu theo dõi

- Các thông số môi trường nước được theo dõi như: nhiệt độ đo 2 lần/ngày (7 giờ và 14 giờ) bằng nhiệt kế thủy ngân; hàm lượng oxy hòa tan (DO) 1 lần/ngày bằng máy đo DO cầm tay (Hanna Model HI-9146, Romania); pH đo 2 lần/ngày (8 giờ và 14 giờ) bằng máy đo pH (Hanna Model HI-98190, Romania); và hàm lượng NH_3 được kiểm tra 3 ngày/lần bằng test hiệu SERA.

- Chỉ tiêu tăng trưởng, tỷ lệ sống và màu sắc cá.

Trước khi đưa cá vào thí nghiệm, cá được cân, đo và ghi nhận màu sắc nhằm xác định các chỉ tiêu ban đầu về khối lượng, chiều dài và đặc điểm màu sắc. Định kỳ cứ mỗi 15 ngày tiến hành thu mẫu ngẫu nhiên

10 cá thể/bể và gây mê bằng dung dịch Aqui-S ở nồng độ 0,25 mL/L để xác định tăng trưởng và màu sắc. Khối lượng cá được đo bằng cân điện tử (Ohaus model EC6, Mỹ) với độ chính xác 0,01 g, trong khi chiều

$$\text{Tỷ lệ sống: SR (\%)} = N_2/N_1 * 100$$

Tốc độ tăng trưởng về khối lượng:
 $DWG \text{ (g/ngày)} = (W_2 - W_1)/t$

Tốc độ tăng trưởng đặc biệt về khối lượng: $SGR \text{ (\%/ngày)} = 100 * (\ln W_2 - \ln W_1)/t$

Tốc độ tăng trưởng về chiều dài:
 $DWG \text{ (cm/ngày)} = (L_2 - L_1)/t$

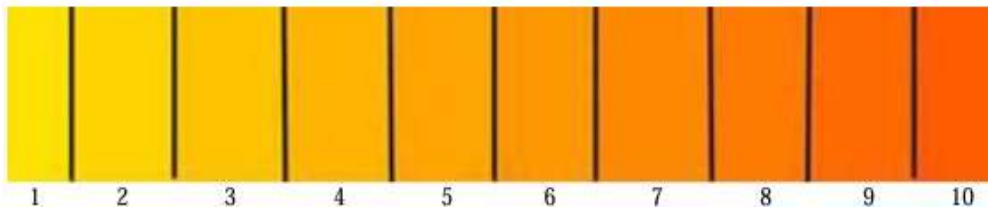
Tốc độ tăng trưởng đặc biệt về chiều dài: $SGRL \text{ (\%/ngày)} = 100 * (\ln L_2 - \ln L_1)/t$

Trong đó: W_1 là khối lượng cá ban đầu (g); W_2 là khối lượng cá kết thúc thí nghiệm (g); L_1 là chiều dài cá ban đầu (cm);

dài toàn thân được xác định bằng thước đo có độ chia 0,1 cm. Tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá được xác định theo các công thức sau:

L_2 là chiều dài cá kết thúc thí nghiệm (cm); t là số ngày thí nghiệm; N_1 là số cá lúc thả nuôi và N_2 là số cá lúc kết thúc thí nghiệm.

Màu sắc cá được đánh giá theo phương pháp của Seyedi và cs. (2013) sử dụng thang đo Clownfish Exercise có thang điểm từ 1 đến 10 (Hình 1). Việc đánh giá màu sắc được tiến hành với 30 con/nghiệm thức (10 con/bể) ngay sau quá trình đo chiều dài và khối lượng. Kết quả màu sắc cá dựa trên điểm số trung bình ở mỗi nghiệm thức.



Hình 1. Thang Clownfish Exercise đo màu sắc của cá có thang điểm từ 1 đến 10 (Seyedi và cs., 2013)

Tại thời điểm kết thúc thí nghiệm, màu sắc của cá được đánh giá bằng phương pháp cảm quan thông qua khảo sát ý kiến của những người am hiểu về cá cảnh. Tổng cộng 15 phiếu khảo sát được sử dụng để đánh giá mức độ thẩm mỹ và độ đậm màu của cá vàng ở các nghiệm thức thí nghiệm. Đánh giá mức độ thẩm mỹ của cá theo mức độ giảm dần: Mức 4: cá có màu sắc đẹp thứ 1; Mức 3: cá có màu sắc đẹp thứ 2; Mức 2: cá có màu sắc đẹp thứ 3; và Mức 1: cá có màu sắc đẹp thứ 4.

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Các giá trị trung bình của các chỉ tiêu thí nghiệm được tính toán bằng phần mềm Microsoft Excel 2010. Sự khác biệt về tăng trưởng, tỷ lệ sống và màu sắc cá giữa các

nghiệm thức được phân tích bằng phương pháp phân tích phương sai một nhân tố (one-way ANOVA) trên phần mềm IBM SPSS Statistics 20 với độ tin cậy 95%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Biến động các yếu tố môi trường nước trong quá trình thí nghiệm

Bổ sung astaxanthin vào khẩu phần ăn cho cá vàng không ảnh hưởng đến các yếu tố môi trường nước. Sự biến động của các yếu tố môi trường nước trong suốt thời gian thí nghiệm như nhiệt độ dao động từ 25,5 - 30,80°C; pH 7,0 - 8,0; hàm lượng oxy hòa tan 4,92 - 5,70 mg/L và NH_3 từ 0,02 - 0,07 mg/L (Bảng 1). Các kết quả này nằm trong giới hạn thích hợp cho sự sinh trưởng, phát triển của cá vàng. Theo Đoàn Khắc Độ

(2007), nhiệt độ lý tưởng nhất khi nuôi cá vàng dao động trong khoảng 18-28°C; giá trị pH thích hợp dao động từ 6 đến 8. Putra và cs. (2019) cho rằng cá vàng sinh trưởng và phát triển tốt ở nhiệt độ từ 25 đến 32°C, pH từ 6 đến 9 và hàm lượng DO xấp xỉ 5 mg/L.

Nhìn chung, các yếu tố môi trường nước trong các bể thí nghiệm duy trì ở mức ổn định, phù hợp và không có sự sai khác giữa các nghiệm thức, đảm bảo điều kiện thuận lợi cho sự sinh trưởng của cá vàng.

Bảng 1. Sự biến động của các chỉ tiêu môi trường nước trong quá trình thí nghiệm

Chỉ tiêu	Nghiệm thức (NT)				Giá trị p
	NT1	NT2	NT3	NT4	
Nhiệt độ (°C)	28,79 ± 0,32	28,64 ± 0,25	28,68 ± 0,30	28,82 ± 0,28	0,86
pH	7,0 – 8,0	7,0 – 8,0	7,0 – 8,0	7,0 – 8,0	–
DO (mg/L)	5,21 ± 0,09	5,10 ± 0,12	5,25 ± 0,10	5,30 ± 0,12	0,26
NH ₃ (mg/L)	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,02	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,02	0,35

Các kết quả trình bày ở bảng là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. NT1-0 mg astaxanthin/kg thức ăn (đối chứng); NT2-30 mg astaxanthin/kg thức ăn; NT3-40 mg astaxanthin/kg thức ăn; NT4-50 mg astaxanthin/kg thức ăn.

3.2. Ảnh hưởng của các mức bổ sung astaxanthin đến sinh trưởng và tỷ lệ sống cá vàng

Khối lượng và chiều dài cá tăng dần trong suốt 60 ngày nuôi thí nghiệm (Bảng

2). Khối lượng và chiều dài của cá lúc kết thúc thí nghiệm cao nhất được tìm thấy ở NT3 (12,38 ± 0,17 g/con và 9,95 ± 0,10 cm/con) và thấp nhất ở NT1 (11,92 ± 0,18 g/con và 9,76 ± 0,11 cm/con) và sai khác không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

Bảng 2. Kết quả sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá vàng ở các nghiệm thức

Chỉ tiêu	Nghiệm thức (NT)				Giá trị p
	NT1	NT2	NT3	NT4	
Khối lượng ban đầu (g/con)	8,18 ± 0,09	8,05 ± 0,03	8,15 ± 0,05	8,2 ± 0,09	0,36
Khối lượng lúc thu (g/con)	11,92 ± 0,18	12,26 ± 0,15	12,38 ± 0,17	11,99 ± 0,14	0,10
Chiều dài ban đầu (cm/con)	6,13 ± 0,04	6,23 ± 0,02	6,19 ± 0,07	6,16 ± 0,04	0,14
Chiều dài lúc thu (cm/con)	9,76 ± 0,11	9,79 ± 0,11	9,95 ± 0,10	9,80 ± 0,16	0,12
Tốc độ tăng trưởng khối lượng (g/ngày)	0,063 ± 0,005	0,065 ± 0,002	0,069 ± 0,003	0,063 ± 0,002	0,76
Tốc độ tăng trưởng chiều dài (cm/ngày)	0,062 ± 0,001	0,059 ± 0,002	0,062 ± 0,001	0,061 ± 0,002	0,83
Tốc độ tăng trưởng đặc trưng về khối lượng (%/ngày)	0,65 ± 0,042	0,66 ± 0,017	0,67 ± 0,034	0,66 ± 0,017	0,95
Tốc độ tăng trưởng đặc trưng về chiều dài (%/ngày)	0,76 ± 0,009	0,75 ± 0,024	0,78 ± 0,003	0,77 ± 0,024	0,76
Tỷ lệ sống (%)	83,3 ± 3,33	81,7 ± 1,67	83,3 ± 1,67	86,7 ± 1,67	0,27

Các kết quả trình bày ở bảng là giá trị trung bình ± sai số chuẩn. NT1 - 0 mg astaxanthin/kg thức ăn (đối chứng); NT2 - 30 mg astaxanthin/kg thức ăn; NT3 - 40 mg astaxanthin/kg thức ăn; NT4 - 50 mg astaxanthin/kg thức ăn.

Tương tự, tốc độ tăng trưởng hàng ngày và tăng trưởng đặc trưng về khối lượng đạt giá trị cao nhất được tìm thấy ở NT3 lần lượt 0,069 g/ngày và 0,67%/ngày; trong khi NT1 và NT4 ghi nhận mức thấp nhất với 0,063 g/ngày và 0,65%. Tốc độ tăng trưởng chiều dài của cá đạt mức cao nhất ở NT1 và NT3 (0,062 cm/ngày), trong khi NT2 ghi nhận giá trị thấp nhất (0,059 cm/ngày). Tuy nhiên, việc bổ sung astaxanthin ở các mức khảo sát vào thức ăn không tạo ra sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) về tốc độ tăng trưởng của cá. Việc bổ sung astaxanthin vào khẩu phần ăn không cải thiện sinh trưởng của cá vàng bởi vì astaxanthin là chất đóng vai trò liên quan đến bổ sung, kích thích sắc tố và chống oxy hóa, hơn là một chất dinh dưỡng thiết yếu cho tăng trưởng của cá (Seyedi và cs., 2013; Hồ Sơn Lâm và cs., 2015). Tuy nhiên, astaxanthin còn có tác dụng kích thích hoạt động của các enzyme miễn dịch (như lysozyme, superoxide dismutase, ...) giúp cải thiện phản ứng miễn dịch không đặc hiệu, nhờ đó cá có khả năng kháng lại mầm bệnh tốt hơn (Paripatananont và cs., 1999).

Tỷ lệ sống của cá vàng trong nghiên cứu này dao động từ 81,7% (NT2) đến 86,7% (NT4) và không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức thí nghiệm ($p > 0,05$).

Kết quả của nghiên cứu này phù hợp với báo cáo của Putra và cs. (2020) trên đối tượng cá đuôi kiếm xanh (*Xyphophorus helleri*) khi bổ sung các mức astaxanthin khác nhau vào thức ăn công nghiệp khẳng định bổ sung astaxanthin không ảnh hưởng tới tăng trưởng về chiều dài, khối lượng và tỷ lệ sống của cá. Tương tự, một số nghiên cứu khác cho thấy astaxanthin bổ sung vào thức ăn không ảnh hưởng đến tăng trưởng và tỉ lệ sống của cá chép Koi (Lai Phước Sơn và Châu Thị Thảo Nhi, 2019), cá khoang cỏ Nemo (Hồ Sơn Lâm và cs., 2015), cá đĩa

(*Symphysodon* sp.) (Đặng Quang Hiếu và cs., 2010), cá hề (*Amphiprion ocellaris*) (Seyedi và cs., 2013).

3.3. Ảnh hưởng của hàm lượng astaxanthin lên màu sắc của cá vàng

Kết quả nghiên cứu cho thấy màu sắc của cá vàng thay đổi rõ rệt sau 60 ngày thí nghiệm (Bảng 3). Trong suốt quá trình nuôi, màu sắc của cá tăng lên theo thời gian. Nhóm cá ở các nghiệm thức có bổ sung astaxanthin lên màu tốt hơn so với nhóm cá ở nghiệm thức đối chứng. Đặc biệt, sau 15 ngày, tổng điểm màu sắc của cá ở NT3 vượt trội và khác biệt so với các nghiệm thức khác ($p < 0,05$). Từ ngày 30 trở đi, sự khác biệt giữa các nghiệm thức càng trở nên rõ ràng hơn. Kết thúc thí nghiệm, màu sắc của cá được cải thiện đáng kể; nhóm cá đạt điểm số cao nhất được tìm thấy ở NT3 (7,85), tiếp theo là NT4 (7,73), NT2 (7,18). Trong khi đó, màu sắc của nhóm cá ở nghiệm thức đối chứng (NT1) được đánh giá thấp nhất (chỉ đạt 6,91). Phân tích thống kê cho thấy điểm số đánh giá về màu sắc của cá ở NT3 và NT4 khác biệt có ý nghĩa so với NT1 và NT2 ($p < 0,05$). Mặc dù không được cho ăn có bổ sung astaxanthin, nhưng cá ở NT1 vẫn có sự thay đổi màu sắc. Tuy nhiên, sự thay đổi này được đánh giá là không nhiều. Điều này có thể do bột cá trong thức ăn công nghiệp chứa một lượng sắc tố tự nhiên (Solihah và cs., 2015).

Việc bổ sung astaxanthin vào khẩu phần ăn giúp cải thiện màu sắc của cá bởi vì astaxanthin cung cấp sắc tố xanthophyll carotenoid (có màu đỏ cam), một loại sắc tố tạo màu và chứa chất chống oxy hóa mà cá không thể tự tổng hợp (Seyedi và cs., 2013; Hồ Sơn Lâm và cs., 2015). Khi bổ sung vào khẩu phần, astaxanthin được hấp thu và tích lũy trong các tế bào sắc tố (erythrophere, xanthophore), làm tăng cường độ và độ bền màu. Đồng thời, đặc

tính chống oxy hóa của astaxanthin giúp bảo vệ sắc tố khỏi phân hủy, góp phần duy trì màu sắc ổn định hơn (Seyedi và cs., 2013). Barus và cs. (2012) cho rằng về mặt sinh lý, cá cần có thời gian để biến đổi carotene thành sắc tố. Theo Putra và cs. (2019) nghiên cứu trên cá vàng (*C. auratus*) cho biết việc bổ sung carotenoid vào thức ăn đã kích thích sự gia tăng màu sắc ở cá sau 2 tuần cho ăn. Nghiên cứu khác của Putra và cs. (2020) cho biết khi bổ sung astaxanthin vào khẩu phần ăn, màu sắc của cá *Xyphophorus helleri* bắt đầu cải thiện vào ngày thứ 14 và trở nên sáng hơn.

Trong nghiên cứu này, mặc dù NT4 được bổ sung hàm lượng astaxanthin cao hơn so với NT3, nhưng màu sắc cá ở NT4 lại nhạt hơn so với NT3. Kết quả này phù hợp với nhận định của Choubert và Storebakken (1989) trên cá hồi cầu vồng rằng khi hàm lượng astaxanthin trong cơ thể vượt quá mức tối ưu, cá sẽ đào thải phần dư thừa ra môi trường và chỉ ở hàm lượng bổ sung thích hợp mới tạo ra màu sắc tốt

nhất. Tương tự, Torrissen và cs. (1990) cũng cho rằng màu sắc cơ thịt cá chỉ tăng đến một ngưỡng bão hòa nhất định, sau đó sẽ không cải thiện thêm dù tiếp tục tăng hàm lượng carotenoid hay kéo dài thời gian nuôi. Theo nghiên cứu của Paripatananont và cs. (1999), liều 36–37 mg astaxanthin/kg thức ăn được xem là hiệu quả nhất trong việc kích thích màu sắc cho cá vàng (*C. auratus*). Xu và cs. (2006) cho rằng cá vàng trong giai đoạn 15–45 ngày khi cho ăn thức ăn bổ sung 40 mg astaxanthin nắm men/kg cho màu sắc đẹp nhất. Theo Sitorus và cs. (2015) khi bổ sung astaxanthin vào thức ăn, dẫn đến sự cải thiện đáng kể màu sắc của cá vàng. Việc tăng hàm lượng astaxanthin trong khẩu phần ăn đã cải thiện cường độ và chất lượng màu sắc của cá. Theo Hồ Sơn Lâm và cs. (2015), cá khoang cổ Nemo có màu sắc nổi bật nhất khi khẩu phần được bổ sung 150 mg/kg astaxanthin. Tương tự, Lê Minh Hoàng và cs. (2015) báo cáo rằng cá tứ vân 45 ngày tuổi đạt màu sắc tốt nhất với khẩu phần chứa 20% astaxanthin.

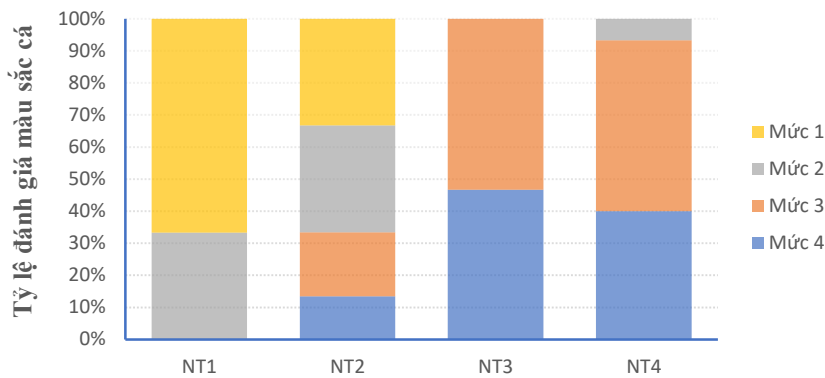
Bảng 3. Thang điểm màu sắc của cá vàng ở các nghiệm thức

Thời điểm đánh giá	Nghiệm thức (NT)				Giá trị p
	NT1	NT2	NT3	NT4	
Ban đầu	4,51 ± 0,14	4,58 ± 0,04	4,58 ± 0,08	4,6 ± 0,07	0,62
Sau 15 ngày	5,2 ± 0,13 ^a	5,33 ± 0,07 ^a	5,58 ± 0,04 ^b	5,29 ± 0,03 ^a	0,01
Sau 30 ngày	6,20 ± 0,07 ^a	6,40 ± 0,07 ^b	6,60 ± 0,18 ^c	6,49 ± 0,03 ^{bc}	0,01
Sau 45 ngày	6,40 ± 0,07 ^a	6,71 ± 0,10 ^b	7,25 ± 0,04 ^c	7,07 ± 0,07 ^c	0,02
Sau 60 ngày	6,91 ± 0,10 ^a	7,18 ± 0,04 ^b	7,85 ± 0,04 ^c	7,73 ± 0,07 ^c	0,01

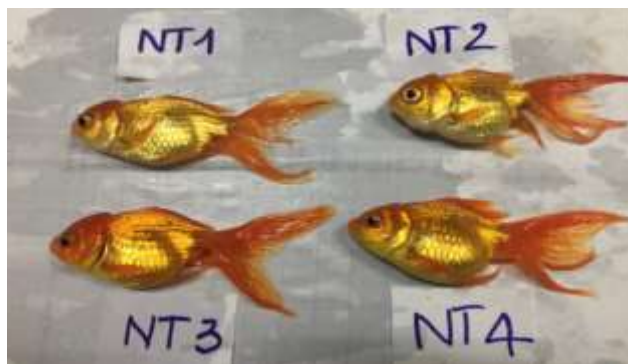
Giá trị được trình bày là trung bình ± sai số chuẩn. Các chữ cái trên cùng một hàng khác nhau là sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). NT1-0 mg astaxanthin/kg thức ăn (đối chứng); NT2-30 mg astaxanthin/kg thức ăn; NT3-40 mg astaxanthin/kg thức ăn; NT4-50 mg astaxanthin/kg thức ăn.

Kết quả đánh giá về tính thẩm mỹ của cá vàng ở 5 nghiệm thức bằng cách khảo sát người chơi cũng cho thấy nhóm cá ở NT3 được đánh giá có tính thẩm mỹ cao nhất (mức 4), chiếm 46,7%; tiếp theo, NT4

chiếm 40% ở mức 4 và 50% ở mức 3 (Hình 2 và 3). Như vậy, astaxanthin ở mức 40 mg/kg trong thức ăn đạt hiệu quả tối ưu trong việc tạo màu cho cá vàng, vừa đảm bảo hiệu quả vừa tiết kiệm nguyên liệu so với việc dùng liều cao hơn.



Hình 2. Tỷ lệ đánh giá mức độ thẩm mỹ về màu sắc cá NT1-0 mg astaxanthin/kg thức ăn (đối chứng); NT2-30 mg astaxanthin/kg thức ăn; NT3-40 mg astaxanthin/kg thức ăn; NT4-50 mg astaxanthin/kg thức ăn



Hình 3. Màu sắc cá vàng khi kết thúc thí nghiệm NT1-0 mg astaxanthin/kg thức ăn (đối chứng); NT2-30 mg astaxanthin/kg thức ăn; NT3-40 mg astaxanthin/kg thức ăn; NT4-50 mg astaxanthin/kg thức ăn

4. KẾT LUẬN

Việc bổ sung astaxanthin ở các mức 0, 30, 40 và 50 mg/kg thức ăn không ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá vàng. Tuy nhiên, khi bổ sung astaxanthin với hàm lượng phù hợp vào khẩu phần ăn, màu sắc của cá vàng được cải thiện rõ rệt. Kết quả của nghiên cứu khuyến cáo bổ sung astaxanthin ở hàm lượng 40 mg/kg thức ăn nhằm giúp cá lên màu sắc đẹp, đáp ứng yêu cầu về thị hiếu của người chơi cá vàng.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ kinh phí bởi Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế qua đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở “Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng sắc tố astaxanthin bổ sung vào thức ăn đến sinh trưởng và màu sắc cá vàng (*Carassius auratus*)”. Mã số: DHL2022-TS-05.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

- Đoàn Khắc Độ. (2007). *Kỹ thuật nuôi cá vàng*. Nhà xuất bản Đà Nẵng; Trung tâm biên soạn dịch thuật sách Sài Gòn.
- Đặng Quang Hiếu, Hà Lê Thị Lộc và Bùi Minh Tâm. (2010). Ảnh hưởng của hàm lượng Spirulina và Astaxanthin trong thức ăn đến

- tăng trưởng và màu sắc cá (*Symphysodon* sp.) giai đoạn 20-50 ngày tuổi. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (14b), 311-320.
- Lê Minh Hoàng, Trang Sĩ Trung và Nguyễn Thị Như Xuân. (2015). Ảnh hưởng của hàm lượng carotenoprotein bổ sung vào thức ăn lên sinh trưởng và màu sắc của cá Tứ vân (*Capoeta tetrazona*). *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, 2, 38-42.
- Hồ Sơn Lâm, Nguyễn Tường Vy và Phan Thị Ngọc. (2015). Ảnh hưởng của hàm lượng Astaxanthin bổ sung trong thức ăn lên tăng trưởng, tỷ lệ sống và màu sắc cá Khoang cô Nemo (*Amphiprion ocellaris*) thương mại. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, 16(3), 321-327. DOI: <https://doi.org/10.15625/1859-3097/16/3/7322>
- Lai Phước Sơn và Châu Thị Thảo Nhi. (2019). Ảnh hưởng của hàm lượng Astaxanthin bổ sung trong thức ăn lên tăng trưởng và màu sắc của cá chép Koi (*Cyprinus carpio*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Trà Vinh*, 33(3), 58-67.
- Trần Quang Vinh, Nguyễn Thị Kim Liên và Ngô Đại Nghiệp. (2020). Nghiên cứu ảnh hưởng của việc bổ sung Astaxanthin và β -Glucan được chiết xuất từ sinh khối nấm men *Rhodospiridium* sp. vào thức ăn cho cá đĩa đồ (*Symphysodon* sp.). *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, 3, 98-105. DOI: <https://doi.org/10.53818/jfst.03.2020.317>
- 2. Tài liệu tiếng nước ngoài**
- Ahlam, R.N., Lili, W., Hamdani, H., Rosidah & Bangkit, I. (2019). Effect of adding Pumpkin flour and Carrot Flour on changes in color intensity of Goldfish (*Carassius auratus* L.) Strain Oranda. *World News of Natural Sciences*, 26(2), 52-60. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19165436>
- Barus, R.S., Usman, S., & Nurmatias, N. (2014). The effect of *Spirulina platensis* flour concentration on feed on the increase in the color of goldfish (*Carassius auratus*). *Journal Aquacoastmarine*, 5(4), 82-92.
- Choubert, G., & Storebakken, T. (1989). Dose response to astaxanthin and canthaxanthin pigmentation of rainbow trout fed various dietary carotenoid concentrations. *Aquaculture*, 81(1), 69-77. DOI: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(89\)90231-7](https://doi.org/10.1016/0044-8486(89)90231-7).
- Christiansen, R., & Torrissen, O. J. (1996). Growth and survival of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. fed different dietary levels of astaxanthin. *Aquaculture Nutrition*, 2(1), 55-62. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.1996.tb00008.x>
- Hamrang Omshi, A., Bahri, A., Khara, H. & Mohammadzadeh, F. (2019). The effect of lucantin red, yellow and astaxanthin on growth, hematological immunological parameters and coloration in the Tiger Oscar (*Astronotus ocellatus* Agassiz, 1831). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18(4), 798-811. DOI: <https://doi.org/10.22092/ijfs.2019.118801>
- Hancz, C., Magyary, I., Molnar, T., Sato, S., Horn, P. & Taniguchi, N. (2003). Evaluation of color intensity enhanced by paprika as feed additive in goldfish and koi carp using computer-assisted image analysis. *Fisheries Science*, 69(6), 1158-1161. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0919-9268.2003.00740.x>
- Higuera-Ciapara, I., Felix-Valenzuela, L., & Goycoolea, F. M. (2006). Astaxanthin: a review of its chemistry and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(2), 185-196. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408690590957188>
- Lili, W., Naufaldy, F., Gumilar, I., & Rosidah. (2020). Effectiveness of the Astaxanthin addition in commercial feed to Oscar (*Astronotus ocellatus*) color intensity. *Global Scientific Journals*, 8(1), 720-728.
- Maoka, T. (2019). Carotenoids as natural functional pigments. *Journal of Natural Medicines*, 74(5), 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11418-019-01364-x>
- Paripatananont, T., Tangtrongpaioj, J., Sailasuta, A. & Chansue, N. (1999). Effect of astaxanthin on the pigmentation of Goldfish *Carassius auratus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 30(4), 454 - 460. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1999.tb00993.x>
- Putra, D.F., Qadri, A., Sayyid A. El-Rahimi & Othman, N. (2020). Effects of astaxanthin on the skin color of Green Swordtail, *Xyphophorus helleri*. *E3S Web of Conferences*, 151(2), 1-4. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015101065>
- Putra, D.F., Armaya, L., Rahimi, S.A.E. & Othman, N. (2019). Effects of red yam flour (*Ipomoea batatas*) on the growth, survival rate and skin color of goldfish (*Carrasius*

- auratus*). *Biotropia*, 26(2),136-142. DOI: <https://doi.org/10.11598/btb.2019.26.2.103>
- Rajabi, B., Salarzadeh, A. R., Yahyavi, M., Masandani, S., & Niromand, M. (2012). Effect of astaxanthin pigment on growth performance, survival and pigmentation in postlarval stage of white leg shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Iranian Fisheries Science Research Journal*, 21(1), 89-100.
- Sitorus, A.M.G., Usman, S. & Nurmatias, N. (2015). The effect of astaxanthin concentration on feed on the increase in the color of goldfish (*Carassius auratus*). *Journal of Aquacoastmarine*, 3(3), 10-12.
- Solihah, R., Buwono, I.D., & Herawati, T. (2015). The effect of the addition of pumpkin flour and shrimp head flour to the improvement in the color quality of goldfish (*Carassius auratus*). *Jurnal Perikanan Kelautan*, 6(2), 107-115.
- Seyedi, S.M., Sharifpour, I., Ramin, M., & Jamili, S. (2013). Effect of dietary astaxanthin on survival, growth, pigmentation of clownfish, *Amphiprion ocellaris*. *Indian Journal of Fundamental Applied Life Sciences*, 3(3), 391-395.
- Tizkar, B., Soudagar, M., Bahmani, M., Hosseini, S. A., & Chamani, M. (2013). The effects of dietary supplementation of Astaxanthin and β -carotene on the reproductive performance and egg quality of female Goldfish (*Carassius auratus*). *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 11(2), 217-231.
- Torrissen, O.J., Hardy, R.W., Shearer, K.D, Scott, T.M, & Stone, F.E. (1990). Effects of dietary canthaxanthin level and lipid level on apparent digestibility coefficients for canthaxanthin in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 88(3-4), 351-362. DOI: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(90\)90160-O](https://doi.org/10.1016/0044-8486(90)90160-O).
- Xu, X., Jin, Z., Wang, H., Chen, X., Yu, S. & Wang, C. (2006). Effect of Astaxanthin from *Xanthophyllomyces dendrorhous* on the pigmentation of Goldfish, *Carassius auratus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 37(3), 282-288. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2006.00038.x>.
- Yeşilayer, N., Orhan, A., Karsli, Z., Öz, M., Karaçuha, A., & Yağci, F. (2011). The effects of different carotenoid sources on skin pigmentation of goldfish (*Carassius auratus*). *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, 63, 523-532. DOI: <https://doi.org/10.46989/001c.20594>.