

ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC BỔ SUNG CHẾ PHẨM CANTHAXANTHIN CÓ NGUỒN GỐC TỪ VI KHUẨN ƯA MẶN VÀO THỨC ĂN ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ MÀU SẮC THỊT CÁ HỒI VÂN (*Oncorhynchus mykiss*)

Trần Thị Mai Hương¹, Đỗ Văn Thịnh¹, Cao Thị Linh Chi¹, Lê Văn Khôi¹,
Đặng Việt Anh², Trần Quốc Toàn², Trần Thị Thúy Hà^{1*}

¹*Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1 - Đình Bảng, Từ Sơn, Bắc Ninh*

²*Viện Hóa học các hợp chất thiên nhiên - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

*Tác giả liên hệ: thuyha@ria1.org

Ngày nhận bài: 04.05.2020

Ngày chấp nhận đăng: 04.08.2020

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của chế phẩm canthaxanthin có nguồn gốc từ vi khuẩn ưa mặn *Paracoccus carotinifaciens* VTP 20181 (canthaxanthin sinh học) được bổ sung vào thức ăn nuôi thương phẩm cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*) tới màu của cơ thịt cá. Thí nghiệm gồm 5 nghiệm thức trong đó canthaxanthin có nguồn gốc từ sinh vật ưa mặn được bổ sung với hàm lượng 0, 25, 50, 75 mg/kg thức ăn (CT0, CT25, CT50 và CT75) và đối chứng (ĐC) là thức ăn thương mại có chứa 40 mg/kg canthaxanthin có nguồn gốc hóa học. Sau 90 ngày nuôi, tỷ lệ sống, tốc độ tăng trưởng, hệ số thức ăn của cá hồi vân và thành phần dinh dưỡng trong cơ thịt cá giữa các nghiệm thức không có sự sai khác thống kê ($P > 0,05$). Điểm màu cơ thịt cá hồi ở nghiệm thức bổ sung 50, 75 mg/kg canthaxanthin và lô đối chứng không có sự khác biệt, tuy nhiên cao hơn so với nghiệm thức 0 và 25 mg/kg. Nuôi cá hồi vân thương phẩm bằng thức ăn có bổ sung canthaxanthin có nguồn gốc từ vi sinh vật ưa mặn với tỷ lệ 50 và 75 mg/kg thức ăn cho màu sắc cơ thịt tương đồng với thức ăn thương mại.

Từ khóa: Canthaxanthin, *Oncorhynchus mykiss*, màu sắc cơ thịt, *Paracoccus carotinifaciens* VTP 20181.

Effects of Dietary Inclusion of Canthaxanthin from Halophiles on Growth and Muscle Pigmentation of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of dietary supplementation of canthaxanthin extract derived from *Paracoccus carotinifaciens* VTP 20181 (bio-canthaxanthin) into diet for grow-out rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on the growth performance and pigment of rainbow trout muscle. The experiment was performed with five treatments including four levels of canthaxanthin from rich bacterium *P. carotinifaciens* VTP 20181 as a feed for rainbow trout at 0, 25, 50, 75 mg/kg (CT0, CT25, CT50, CT75), respectively and a diet contained chemical canthaxanthin 40 mg/kg as the control diet (ĐC). After the time of 90 days of feeding trial, there was no significant difference in survival rate, growth performance and carcass composition of rainbow trout ($P > 0.05$). The score of pigmentation in diet was added 50.75 mg/kg higher than that of in diet were added 0.25 mg/kg canthaxanthin but no significant with control ($P > 0.05$) was found. Fish fed the diet contained 50 or 75 mg/kg of bio-canthaxanthin showed the same efficacy with the commercial diet.

Keywords: Canthaxanthin, *Oncorhynchus mykiss*, fillet pigmentation. *Paracoccus carotinifaciens* VTP 20181.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*) được nuôi với mục đích sử dụng làm thực phẩm phổ biến trên 45 quốc gia, trong đó có Việt Nam.

Thịt cá hồi vân có màu hồng đặc trưng và đây cũng là một tiêu chí đánh giá chất lượng thịt được người tiêu dùng quan tâm (Büyükcapar & cs., 2007). Ngoài tự nhiên, sắc tố tạo màu cho cơ thịt được tích lũy từ thức ăn có nguồn gốc là

các nhóm giáp xác. Trong môi trường nuôi nhốt để màu sắc của thịt cá đáp ứng được thị hiếu của người tiêu dùng thì việc bổ sung sắc tố vào thức ăn để tăng màu sắc của thịt cá hồi vẫn là điều cần thiết (Bjerkeng, 2000). Hai sắc tố được sử dụng nhiều trong sản xuất thức ăn cá hồi là astaxanthin và canthaxanthin. Tuy astaxanthin được tích lũy trong thịt cá nhiều hơn canthaxanthin nhưng thức ăn chứa canthaxanthin và astaxanthin lại cho màu cơ thịt cá đẹp hơn so với chỉ bổ sung astaxanthin (Nihat, 2011; Graydon & cs., 2012). Bên cạnh đó, để giảm chi phí sản xuất thức ăn, canthaxanthin được sử dụng để bổ sung thêm vào thức ăn bên cạnh astaxanthin. Nghiên cứu về khả năng tích lũy canthaxanthin trong cơ thịt cá hồi vẫn được nuôi tại New Zealand (Torrissen & cs., 1990) và cá hồi nước mặn được nuôi tại Mỹ (Choubert & Storebakken, 1996) đã chỉ ra rằng hàm lượng canthaxanthin trong cơ thịt cá tỷ lệ thuận với tỷ lệ canthaxanthin bổ sung trong thức ăn từ 0-200 mg/kg. Tuy nhiên, khi bổ sung canthaxanthin vào thức ăn trên 50 mg/kg thì sự tích lũy canthaxanthin trong cơ thịt cá hồi vẫn giảm dần và dừng lại khi đã đạt đến điểm bão hòa. Bổ sung canthaxanthin và astaxanthin lần lượt với tỷ lệ 190 mg/kg và 50-60 mg/kg vào thức ăn sử dụng trong 10 tuần có thể cung cấp đầy đủ sắc tố đỏ cho cá hồi (Torrissen & cs., 1990). Theo tiêu chuẩn của liên minh châu Âu, bổ sung canthaxanthin vào thức ăn cho cá hồi được khuyến cáo nên ở mức 80 mg/kg thức ăn (EC, 1982).

Tại Việt Nam, nghiên cứu về việc bổ sung canthaxanthin và astaxanthin vào thức ăn cho động vật thủy sản nhằm tăng màu sắc da và cơ thịt cá đã được thực hiện. Nghiên cứu của Nguyễn Thị Trang & Nguyễn Tiến Hóa (2013) xác định tỷ lệ astaxanthin và canthaxanthin bổ sung vào thức ăn cá hồi chỉ ra rằng tỷ lệ 40-40 mg/kg là phù hợp khiến thịt cá lên màu đẹp. Cùng với hướng nghiên cứu này, Trịnh Thị Lan Chi (2010) cũng đã tiến hành thử nghiệm bổ sung sắc tố astaxanthin và canthaxanthin vào thức ăn cho cá chép Nhật (*Cyprinus carpio*). Tác giả đã kết luận với mức astaxanthin là 78 mg/kg thức ăn và canthaxanthin là 138 mg/kg thức ăn cho kết quả tốt trong việc cải

thiện màu sắc của loài cá cảnh này. Ngoài ra, nghiên cứu thử nghiệm bổ sung canthaxanthin cho cá chim vây vàng đã chỉ ra rằng bổ sung canthaxanthin với tỷ lệ 120 mg/kg tăng màu vàng trên thân và vây cá chim vây vàng (Nguyễn Quang Huy & Đỗ Văn Thịnh, 2018). Thêm vào đó, kết quả nghiên cứu về bổ sung astaxanthin có nguồn gốc sinh vật vào thức ăn nuôi cá hồi thương phẩm cho thấy 80 mg/kg là phù hợp cho lên màu cá hồi (Nguyễn Quang Huy & cs., 2018).

Hiện nay, phần lớn canthaxanthin sử dụng trên thị trường được sản xuất bằng phương pháp hóa tổng hợp, những sản phẩm canthaxanthin có nguồn gốc sinh tổng hợp còn hạn chế. Vì vậy trong nghiên cứu này canthaxanthin được chiết xuất từ vi khuẩn ưa mặn được bổ sung vào thức ăn cho cá hồi vẫn để tạo màu sắc cho cơ thịt cá sẽ được đánh giá. Kết quả của nghiên cứu này, sẽ là nguồn tham khảo cho các nhà sản xuất thức ăn trong việc bổ sung chất tạo màu nhằm tạo màu sắc tối ưu cho cơ thịt cá hồi vẫn, đáp ứng được nhu cầu của thị trường bên cạnh chất tạo màu có nguồn gốc hóa tổng hợp.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Cá thí nghiệm: Cá hồi vẫn thí nghiệm có khối lượng trung bình $310,6 \pm 12,86$ g/con, cá có nguồn gốc từ Trung tâm Nghiên cứu cá nước lạnh Sapa - Lào Cai, Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1. Một tháng trước khi tiến hành thí nghiệm cá được nuôi bằng thức ăn không bổ sung sắc tố để màu sắc cơ thịt về trạng thái ban đầu.

Thức ăn thí nghiệm: Thức ăn sử dụng trong thí nghiệm được sản xuất trên dây chuyền ép đùn của nhà máy Thức ăn thủy sản Kinh Bắc với cùng hàm lượng dinh dưỡng: đạm tổng số 40%, béo tổng số 18%, xơ thô 5%, năng lượng 3.800 kcal/kg. Các nghiệm thức chỉ khác nhau ở hàm lượng canthaxanthin bổ sung vào thức ăn với các mức: 0, 25, 50, 75 mg/kg và một loại thức ăn thương mại được bổ sung canthaxanthin hóa tổng hợp dùng làm đối chứng.

Ảnh hưởng của việc bổ sung chế phẩm canthaxanthin có nguồn gốc từ vi khuẩn ưa mặn vào thức ăn đến sinh trưởng và màu sắc thịt cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*)

Canthaxanthin: Chế phẩm giàu canthaxanthin được chiết xuất từ vi sinh vật ưa mặn (*Paracoccus carotinifaciens*), do Viện Công nghiệp thực phẩm cung cấp. Hàm lượng canthaxanthin được bổ sung vào thức ăn lần lượt là 0, 25, 50 và 75mg tinh chất/kg và được quy đổi thành lượng chế phẩm giàu canthaxanthin thu được sau quá trình sinh tổng hợp tương ứng.

Phương pháp bổ sung canthaxanthin vào thức ăn: Thức ăn sau khi được ép viên trên dây chuyền sản xuất thức ăn thủy sản của Nhà máy Chế biến thức ăn thủy sản Kinh Bắc. Chế phẩm giàu canthaxanthin có nguồn gốc từ vi khuẩn được hòa tan vào trong dầu và được phun, tẩm vào viên thức ăn bằng hệ thống ép dầu chân không của nhà máy. Phương pháp bổ sung này cho tỷ lệ thu hồi canthaxanthin lên đến 93,2% so với lượng bổ sung ban đầu (Chuyên đề: Nghiên cứu phương pháp bổ sung chế phẩm vào thức ăn cho cá hồi thương phẩm trong điều kiện sản xuất quy mô công nghiệp - DDT10.17/CNSHCB). Thức ăn sau khi sản xuất được đóng vào trong bao PE có lót bên trong một lớp nilon. Thức ăn có dạng viên hình trụ, đường kính 4mm, dạng viên chìm.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên trong 15 bể xi măng có thể tích nước 1,5 m³/bể, mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần, mật độ cá thả 30 con/bể. Thí nghiệm được triển khai tại Trung tâm cá nước lạnh Sapa, trong thời gian 90 ngày.

Chăm sóc và quản lý: Cá thí nghiệm được cho ăn vào lúc 6h, 10h, 14h và 18h và được cho ăn thỏa mãn tới no. Các bể thí nghiệm được cấp

nước chảy liên tục, thức ăn thừa và cặn bẩn được xi phông loại bỏ hàng ngày. Một số yếu tố môi trường như nhiệt độ nước, oxy hòa tan được theo dõi hàng ngày vào lúc 6h và 14h.

Thu mẫu: Bắt đầu thí nghiệm và định kỳ 30 ngày nuôi cá được cân khối lượng kiểm tra tốc độ tăng trưởng. Đồng thời mỗi bể sẽ tiến hành thu ngẫu nhiên 3 cá thể, phi lê lấy phần cơ thịt để xác định sự tích lũy màu của cơ thịt cá theo thời gian. Cơ thịt này sẽ được bảo quản trong tủ đông -20°C để phân tích thành phần dinh dưỡng và hàm lượng canthaxanthin tích lũy.

Các chỉ tiêu đánh giá:

- Tỷ lệ sống (%) = Số cá thu hoạch × 100/Số cá thả.

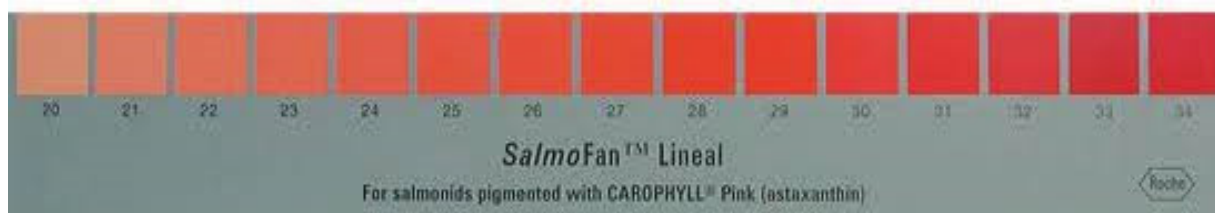
- Tốc độ tăng trưởng tương đối theo khối lượng SGR (%/ngày) = $100 \times (\ln W_c - \ln W_d) / T$

Trong đó, W_c là khối lượng cá khi kết thúc thí nghiệm, W_d là khối lượng cá ban đầu, T là thời gian thí nghiệm.

- Hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) = Tổng khối lượng thức ăn sử dụng (kg)/Khối lượng cá tăng thêm (kg).

Phương pháp phân tích thành phần dinh dưỡng: Chỉ tiêu dinh dưỡng trong cơ thịt cá như protein tổng số, lipid tổng số, độ ẩm, khoáng tổng số được phân tích theo TCVN 4328-1:2007, TCVN 4331:2001, TCVN 4327:2007, TCVN 4326:2001.

Phương pháp đánh giá màu sắc cơ thịt cá hồi vân: Phương pháp so màu cơ thịt: Màu sắc cơ thịt cá được xác định bằng thước so màu SalmoFan Lineal của hãng DSM để cho điểm theo thang điểm từ 20 đến 34. Kết quả dựa trên sự đánh giá thống nhất của 3 người quan sát khác nhau.



Hình 1. Thước so màu SalmoFan Lineal

Xác định nồng độ cantaxanthin tích lũy trong cơ thịt cá: Mẫu cơ thịt cá được thu tại cùng một vị trí trên cơ lưng sau khi nghiền nhỏ bằng máy đồng nhất mẫu IKA basic ULTRA-TURRAX® sẽ được tách chiết bằng dung môi hữu cơ, làm sạch và phân tích bằng máy sắc khí lỏng cao áp HPLC theo phương pháp của Tzanova & Atanasov (2016) tại phòng phân tích của Viện Hóa học và các Hợp chất thiên nhiên với chất chuẩn canthaxanthin của hãng Sigma Aldrich. Hệ thống sắc khí lỏng sử dụng cột phân tích C-18 Hypersil Gold (5 μ m, 150 \times 4,6mm), tốc độ dòng 1 ml/phút. Thời gian lưu là 6 phút.

2.3. Xử lý số liệu

Các số liệu thí nghiệm sẽ được tính giá trị trung bình và sai số chuẩn. Số liệu tại các nghiệm thức được xử lý bằng phương pháp phân tích phương sai 1 nhân tố (ANOVA) trên phần mềm Minitab 16. Sử dụng phép so sánh Duncan để so sánh sự khác nhau giữa các giá trị trung bình của nghiệm thức. Sự khác nhau được xem là có ý nghĩa khi $P < 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Một số yếu tố môi trường trong quá trình nuôi

Trong quá trình thí nghiệm, nhiệt độ nước dao động từ 6,0-17,5°C. Vì thời gian tiến hành thí nghiệm từ tháng 9 đến tháng 12 nên nhiệt độ nước thấp hơn so với mùa hè và mức nhiệt độ này nằm trong khoảng nhiệt phù hợp cho sự phát triển của cá hồi (Stephen & Ringler, 2005). Oxy hòa tan trong quá trình thí nghiệm dao động từ 7,1-10,9 mg/l, trung bình đạt 8,2 mg/l.

Hàm lượng oxy hòa tan trong thí nghiệm này nằm trong khoảng giới hạn thích hợp nhất cho sự phát triển của cá hồi vân (Segdwick, 1985; Stevenson, 1987).

3.2. Tốc độ tăng trưởng hệ số thức ăn và tỷ lệ sống của cá thí nghiệm

Cá đưa vào thí nghiệm có khối lượng trung bình 310,6 \pm 12,86 g/con và không có sự sai khác giữa nghiệm thức. Sau 90 ngày nuôi, cá đạt trung bình 908 \pm 35,74 g/con. Tuy nhiên không thấy sự sai khác có ý nghĩa thống kê về khối lượng cá kết thúc giữa các nghiệm thức sử dụng các loại thức ăn chứa hàm lượng canthaxanthin khác nhau.

Tốc độ tăng trưởng của cá thí nghiệm cao nhất ở công thức CT50 (1,22 %/ngày) và thấp nhất là công thức CT0 và CT25 (1,16 %/ngày) tuy nhiên không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức. Hệ số thức ăn của các nghiệm thức dao động từ 1,46-1,52. Không thấy sự sai khác có ý nghĩa thống kê về hệ số thức ăn giữa các nghiệm thức. Tỷ lệ sống của cá ở các công thức thí nghiệm là 100% (Bảng 1). Do đó, có thể coi tỷ lệ chất tạo màu canthaxanthin khác nhau không ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá hồi vân trong thí nghiệm này. Kết quả này tương tự như các kết quả nghiên cứu trước đó về việc bổ sung carotenoid như canthaxanthin hay astaxanthin trong thức ăn không ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn cũng như tỷ lệ sống của cá hồi nước ngọt (Rehulka, 2000; Nguyễn Thị Trang & Nguyễn Tiến Hóa, 2013) hay cá vẹt lại (Li & cs., 2017) giai đoạn nuôi thương phẩm.

Bảng 1. Khối lượng (g) và tỷ lệ sống (%) của cá hồi ở các công thức thí nghiệm (TB \pm SD)

Chỉ tiêu	CT0	CT25	CT50	CT75	Đối chứng
Khối lượng ban đầu (g)	310 \pm 13,4	312 \pm 12,3	309 \pm 13,1	310 \pm 14,7	311 \pm 10,8
Khối lượng 90 ngày nuôi (g)	880 \pm 32,3	890 \pm 32,8	930 \pm 31,6	920 \pm 38,3	920 \pm 35,7
Tốc độ tăng trưởng (%/ngày)	1,16 \pm 0,03	1,16 \pm 0,1	1,22 \pm 0,09	1,21 \pm 0,07	1,21 \pm 0,04
FCR	1,51 \pm 0,43	1,46 \pm 0,41	1,52 \pm 0,62	1,48 \pm 0,41	1,50 \pm 0,41
Tỷ lệ sống (%)	100	100	100	100	100

Ảnh hưởng của việc bổ sung chế phẩm canthaxanthin có nguồn gốc từ vi khuẩn ưa mặn vào thức ăn đến sinh trưởng và màu sắc thịt cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*)

Bảng 2. Kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng cơ thịt cá thí nghiệm (TB ± SD)

Nghiệm thức	Hàm lượng protein thô (%)	Hàm lượng béo thô (%)	Tro thô (%)	Độ ẩm (%)
CT0	20,19 ± 1,15	6,79 ± 1,10	1,83 ± 0,12	73,79 ± 1,73
CT25	18,89 ± 1,12	7,43 ± 1,09	1,75 ± 0,37	73,25 ± 0,81
CT50	19,22 ± 1,32	7,42 ± 1,04	1,57 ± 0,22	72,21 ± 0,64
CT75	20,07 ± 2,37	8,67 ± 2,33	1,72 ± 0,17	71,57 ± 1,12
Đối chứng	19,86 ± 1,86	7,51 ± 1,56	1,68 ± 0,34	73,13 ± 0,79

3.3. Thành phần dinh dưỡng cơ thịt cá hồi vân

Hàm lượng chất dinh dưỡng trong cơ thịt cá sau ba tháng thí nghiệm không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các lô thí nghiệm (Bảng 2).

Một số nghiên cứu của Ikeuchi & cs. (2007); Aoi & cs. (2008); Woo & cs. (2010); Hu & cs. (2012) cho rằng carotenoids có ảnh hưởng tới việc tiêu hóa và hấp thụ lipid của chuột. Đối với động vật thủy sản trong nghiên cứu của Kalinowski & cs. (2013) trên cá Tráp đỏ cũng ghi nhận rằng canthaxanthin ảnh hưởng tới sự tiêu hóa lipid của cá. Đây có thể là nguyên nhân hàm lượng béo trong cơ thịt cá sử dụng thức ăn bổ sung 75mg cathaxanthin/kg thức ăn có xu hướng cao hơn so với ở các lô thí nghiệm khác.

3.4. Màu sắc cơ thịt cá hồi vân

Khi bắt đầu thí nghiệm, màu sắc cơ thịt cá hồi đồng nhất giữa các lô thí nghiệm với số điểm màu dao động từ 20,4 đến 20,6. Sau 30 ngày nuôi, màu sắc của cơ thịt cá đã bắt đầu có sự khác biệt về điểm màu giữa các nghiệm thức khác nhau ($P < 0,05$). Điểm màu cao nhất được thể hiện ở CT50 (26,6) và CT75 (26,2) điểm màu thấp nhất ở là 23,4 được ghi nhận ở thức ăn CT0 không bổ sung canthaxanthin. Sau 60 ngày nuôi, sự khác biệt về màu sắc cơ thịt cá càng rõ

rệt hơn. Tuy nhiên càng về cuối giai đoạn thí nghiệm, điểm màu của cơ thịt cá tăng chậm lại (Bảng 3).

Kết quả này tương tự như kết quả nghiên cứu trước đây khi bổ sung astaxanthin và canthaxanthin theo tỷ lệ 40:40 mg/kg thức ăn (Nguyễn Thị Trang & Nguyễn Tiến Hóa, 2013). Điều này là phù hợp với nghiên cứu của Choubert & cs. (1989), Torrissen & cs. (1990) là màu sắc của cơ thịt cá sẽ dần đạt tới điểm bão hòa, dù có tăng nồng độ hoặc nuôi lâu hơn, màu sắc cũng không tăng lên nữa.

3.5. Hàm lượng canthaxanthin trong cơ thịt cá thí nghiệm

Sau 90 ngày nuôi, hàm lượng canthaxanthin tích lũy trong cơ thịt cá ở các nghiệm thức khác nhau được thể hiện ở bảng 4.

Sau 90 ngày nuôi, hàm lượng canthaxanthin tích lũy trong cơ thịt cá có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa nghiệm thức ($P < 0,05$). Hàm lượng canthaxanthin trong cơ thịt cao nhất (7,3 mg/kg) ở công thức thức ăn được bổ sung 75 mg/kg thức ăn tiếp đến là lô sử dụng thức ăn có bổ sung 50 mg/kg canthaxanthin và thấp nhất ở nghiệm thức không bổ sung canthaxanthin (1,0 mg/kg). Tuy nhiên, giữa CT50 và ĐC không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê.

Bảng 3. Bảng điểm so màu cơ thịt cá hồi vân thí nghiệm (TB ± SD)

Thời điểm so màu	CT0	CT25	CT50	CT75	Đối chứng
Thời điểm thả lúc đầu	20,5 ^a ± 0,8	20,4 ^a ± 0,5	20,4 ^a ± 0,5	20,6 ^a ± 0,7	20,5 ^a ± 0,5
Sau 30 ngày nuôi	23,4 ^a ± 1,4	24,7 ^a ± 2,1	26,6 ^b ± 1,8	26,2 ^b ± 2,3	26,9 ^b ± 1,7
Sau 60 ngày nuôi	24,2 ^a ± 2,3	25,9 ^a ± 2,1	28,7 ^b ± 3,0	28,1 ^b ± 2,7	28,7 ^b ± 3,4
Sau 90 ngày nuôi	24,6 ^a ± 1,8	26,2 ^{ab} ± 1,7	28,5 ^b ± 2,2	28,9 ^b ± 2,2	28,7 ^b ± 2,8

Ghi chú: Số liệu có các chữ cái trong cùng một hàng khác nhau thể hiện sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 4. Hàm lượng canthaxanthin tích lũy trong cơ thịt cá thí nghiệm (TB ± SD)

Công thức	CT0	CT25	CT50	CT75	Đối chứng*
Hàm lượng canthaxanthin trong cơ cá (mg/kg)	1,0 ^d ± 0,3	3,1 ^c ± 0,2	5,7 ^b ± 0,2	7,3 ^a ± 0,2	5,3 ^b ± 0,4

Ghi chú: Số liệu có các chữ cái khác nhau thể hiện sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Nghiên cứu về khả năng tích lũy canthaxanthin trong cơ thịt cá hồi vân của Torrissen & cs. (1990) và Choubert & Storebakken (1996) đã chỉ ra hàm lượng canthaxanthin trong cơ thịt cá tỷ lệ thuận với tỷ lệ canthaxanthin bổ sung trong thức ăn từ 0-200 mg/kg. Tuy nhiên, khi bổ sung canthaxanthin vào thức ăn trên 50 mg/kg thì sự tích lũy canthaxanthin trong cơ thịt cá hồi vân giảm dần và dừng lại khi đã đạt đến điểm bão hòa.

4. KẾT LUẬN

Tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống và thành phần dinh dưỡng trong cơ thịt của cá hồi vân sau 90 ngày nuôi không có sự khác biệt khi sử dụng thức ăn bổ sung canthaxanthin chiết xuất từ vi sinh vật ưa mặn ở các liều lượng 0, 25, 50, 75 mg/kg và lô đối chứng. Màu sắc và hàm lượng canthaxanthin tích lũy trong cơ thịt cá sử dụng thức ăn có chứa 50 và 75mg canthaxanthin/kg thức ăn cho kết quả tương đương với cá sử dụng thức ăn thương mại. Sử dụng chế phẩm canthaxanthin có nguồn gốc từ vi khuẩn ưa mặn đáp ứng được yêu cầu về màu sắc cho cơ thịt cá hồi thương phẩm.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được thực hiện dưới sự hỗ trợ kinh phí từ đề tài “Nghiên cứu công nghệ sản xuất chế phẩm giàu canthaxanthin từ vi khuẩn ưa mặn bổ sung thức ăn để nâng cao chất lượng và màu sắc thịt cá hồi thương phẩm”, mã số 10.17/CNSHCB-thuộc Đề án phát triển và ứng dụng công nghệ sinh học trong lĩnh vực công nghiệp chế biến đến năm 2020 - Bộ Công thương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bjerkeng B. (2000). Carotenoid pigmentation of salmonid fishes-recent progress. Adv. Nutr. Aquac. pp. 71-89.

Büyükcapar H.M., Yanar M. & Yanar Y. (2007). Pigmentation of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) with Carotenoids from Marigold Flower (*Tagetes erecta*) and Red Pepper (*Capsicum annum*). Turkish J. Vet. Anim. Sci. 31: 7-12.

Choubert G. & Storebakken T.S. (1996). Digestibility of astaxanthin and canthaxanthin in rainbow trout as affected by dietary concentration, feeding rate and water salinity. HAL Id: hal-00889577. Ann. Zootech. INRA/EDP Sci. 45: 445-453.

E.C. (1982). Report of scientific Committee for animal nutrition on the use of canthaxanthin in feedingstuffs for salmon and trout. European Commission.

Graydon C.M., Robinson S.M.C., Scheibling R.E. & Cooper J.A. (2012). Canthaxanthin as a potential tracer of salmon feed in mussels (*Mytilus* spp.) and sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis*) Canthaxanthin as a potential tracer of salmon feed in mussels (*Mytilus* spp.) and sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis*). Aquaculture. 366-367: 90-97.

Kalinowski C.T., Socorro J. & Robaina L.E. (2013). Effect of dietary canthaxanthin on the growth and lipid composition of red porgy (*Pagrus pagrus*) Effect of dietary canthaxanthin on the growth and lipid composition of red porgy (*Pagrus pagrus*). Aquac. Res. pp. 1-8.

Li M., Rahman M.M., Wu B. & Lin Y. (2017). Effect of dietary canthaxanthin on growth and body colour of blood parrot cichlid *Amphilophus citrinellus* x *Paraneotroplus synspilus*. Aquac. Int. 25: 705-713.

Martin G.L., Skovlund B., Michael E.N, Bjarne K.E., Line H.C. & Stina F. (2012). Classification of Astaxanthin Colouration of Salmonid Fish using Spectral Imaging and Tricolour Measurement. IMM-Technical Report.

Nguyễn Quang Huy & Đỗ Văn Thịnh (2018). Ảnh hưởng của canthaxanthin trong thức ăn lên tăng trưởng và màu sắc da cá chim vây vàng (*Trachinotus falcatus*). Tạp chí Khoa học và Phát triển. 16: 646-651

Nguyễn Quang Huy, Nguyễn Văn Khang, Nguyễn Thanh Hải, Nguyễn Thị Diệu Phương & Nguyễn Hải Sơn (2018). Nghiên cứu bổ sung chế phẩm astaxanthin có nguồn gốc từ vi khuẩn *Paracoccus carotinifaciens* vào thức ăn nuôi thương phẩm cá hồi vân *Oncorhynchus mykiss*. Tạp chí Khoa học Công nghệ Thủy sản. 1: 34-40.

Ảnh hưởng của việc bổ sung chế phẩm canthaxanthin có nguồn gốc từ vi khuẩn ưa mặn vào thức ăn đến sinh trưởng và màu sắc thịt cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*)

- Nguyễn Thị Trang & Nguyễn Tiến Hóa (2013). Ảnh hưởng của thức ăn có bổ sung astaxanthin và canthaxanthin với tỷ lệ khác nhau lên màu sắc thịt cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Sci. Dev.* 11: 981-986.
- Nihat Y. (2011). Effects of Oleoresin Paprika (*Capsicum annum*) and Synthetic Carotenoids (Canthaxanthin and Astaxanthin) on Pigmentation Levels and Growth in Rainbow. *J. Anim. Vet. Adv.* 10: 1875-1882.
- Rehulka J. (2000). Influence of astaxanthin on growth rate, condition, and some blood indices of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture.* 190: 27-47.
- Sedgwick S.D. (1985). *Trout Farming Handbook*. Fourth Edition. Fishing News Books, Farnham. 160p
- Stevenson J.P. (1987). *Trout Farming Manual*. 2 edition. 259pp. Farnham, Surrey: Fishing News Books Ltd.
- Stephen M.C.J. & Ringler N.H. (2005). Temperature-dependent Effects of Rainbow Trout on Growth of Atlantic Salmon Parr. *J. Gt. Lakes Res.* 31: 386-396.
- 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: 351-362.
- Trịnh Thị Lan Chi (2010). Báo cáo nghiệm thu đề tài nghiên cứu khoa học. Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga.
- Tzanova, Argirova & Atanasov (2016). HPLC Quantification of Astaxanthin and Canthaxanthin in Salmonidae Eggs: Astaxanthin and Canthaxanthin quantification. *Biomedical chromatography.* 31(4).