

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*)

Nguyễn Thị Trang, Nguyễn Tiến Hóa

Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I

Email: ntrang@rial.org

Ngày gửi bài: 19.09.2013

Ngày chấp nhận: 5.11.2013

TÓM TẮT

Cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*) là loài cá có giá trị dinh dưỡng và kinh tế trong các vùng nuôi nước lạnh của Việt Nam. Chất lượng thịt cá không chỉ được đánh giá qua các chỉ tiêu dinh dưỡng như protein, lipid, axit amin mà còn được đánh giá thông qua màu sắc cơ thịt của chúng. Do đó, cá hồi vân nuôi trong các trang trại thường được bổ sung thêm các sắc tố để tạo màu hồng đến đỏ cho cơ thịt cá để đáp ứng được với thị hiếu của người tiêu dùng. Nghiên cứu này tiến hành thử nghiệm 3 nghiệm thức thức ăn có bổ sung astaxanthin và canthaxanthin với tỷ lệ khác nhau 80mg kg⁻¹ astaxanthin (CTTA 1), 60mg kg⁻¹ astaxanthin + 20mg kg⁻¹ canthaxanthin (CTTA 2), 40mg kg⁻¹ astaxanthin + 40mg kg⁻¹ canthaxanthin (CTTA 3). Sau 60 ngày nuôi, màu sắc cơ thịt cá hồi vân được đánh giá bằng phương pháp cho điểm sử dụng thước so màu SalmoFan Lineal có thang điểm từ 20 tới 34. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng màu sắc cơ thịt cá hồi vân đạt 29,25 ± 0,99 khi sử dụng thức ăn có bổ sung astaxanthin và canthaxanthin với tỷ lệ 40mg kg⁻¹ astaxanthin + 40mg kg⁻¹ canthaxanthin và cao hơn so với nghiệm thức sử dụng tỷ lệ 60mg kg⁻¹ astaxanthin + 20mg kg⁻¹ canthaxanthin (26,73 ± 0,95) và 80mg kg⁻¹ astaxanthin (25,36 ± 1,16) (P<0,5).

Từ khóa: màu sắc, *Oncorhynchus mykiss*, astaxanthin, canthaxanthin.

Effect of Different Proportion of Astaxanthin and Canthaxanthin on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fillet Pigmentation Levels

ABSTRACT

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) is an economical and nutritional fish cultured in cold water areas in Vietnam. The fish meat quality is assessed not only by nutrition values (such as protein, lipid, amino acids) but also by pigmentation of fish muscle. The wildlife rainbow trout muscle pigmentation varies from pink to red colour. The pigmentation supplementation such as astaxanthin and canthaxanthin with different proportion were usually added in pellet feed to enhance the colour of fish muscle. The objective of this study was to assess the effect of different carotenoid sources on pigmentation of rainbow trout fillet. The fish (initial body weight of 309,20 ± 22,36g) were fed with three diets containing 80mg kg⁻¹ astaxanthin (CTTA 1), 60mg kg⁻¹ astaxanthin + 20mg kg⁻¹ canthaxanthin (CTTA 2) and 40mg kg⁻¹ astaxanthin + 40mg kg⁻¹ canthaxanthin (CTTA 3). There was no significant difference among experiment groups in the average weights and survey rates at the end of the experiment. After 60 days of experiment, the pigmentation levels of trout fillet was analysed using SalmoFan Lineal pigmentation chart. The pigmentation level of fillet in fish fed with diet containing mixture of 40mg kg⁻¹ astaxanthin + 40mg kg⁻¹ canthaxanthin (29.25 ± 0.92) was higher than that of fish fed with diet containing 80mg kg⁻¹ astaxanthin (25.36 ± 1.16) or mixture of 60mg kg⁻¹ astaxanthin + 20mg kg⁻¹ canthaxanthin (26.73 ± 0.95) (P<0,5).

Keywords: pigmentation, *Oncorhynchus mykiss*, astaxanthin, canthaxanthin.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chất lượng thịt cá hồi vân được người tiêu dùng quan tâm nhiều là màu sắc cơ thịt cá. Nếu

nuôi cá hồi vân sử dụng thức ăn công nghiệp mà không bổ sung thêm các sắc tố thì màu hồng đặc trưng của cá sẽ nhạt đi mặc dù cá hoàn toàn khỏe mạnh. Vì vậy, tại các trang trại nuôi,

người nuôi thường sử dụng các loại thức ăn có bổ sung thêm các sắc tố khác nhau để tạo màu sắc hấp dẫn cho thịt cá hồi. Hai sắc tố được bổ sung nhiều nhất vào thức ăn cho cá hồi vân là astaxanthin và canthaxanthin với nhiều nồng độ và tỷ lệ khác nhau. Theo Koteng (1992), astaxanthin được thêm vào với nồng độ 80 mg/kg thức ăn cho cá có trọng lượng từ 150-200g đến khi thu hoạch. Một thí nghiệm khác bổ sung astaxanthin từ 50-400 mg/kg thức ăn trong một khoảng thời gian 8 tuần cho thấy chế độ cho ăn với hàm lượng astaxanthin tăng lên đến 200 mg/kg thức ăn thì sự tích lũy cũng tăng lên tối đa là 29,1 mg/kg trọng lượng cơ thể. Tuy nhiên khi hàm lượng astaxanthin tăng lên trên 200 mg/kg thức ăn thì không dẫn đến sự gia tăng nồng độ astaxanthin trong cơ thịt, điều đó cho thấy nồng độ astaxanthin đã đạt điểm bão hòa trong cơ thịt cá (Yamada et al., 1990). Thử nghiệm của Negre-Sadargues et al. (1993) bổ sung sắc tố vào thức ăn nuôi cá hồi với 3 nghiệm thức khác nhau gồm: astaxanthin 100 mg/kg thức ăn, canthaxanthin 100 mg/kg thức ăn và một hỗn hợp 100mg của astaxanthin và canthaxanthin. Kết quả cho thấy rằng chế độ ăn bổ sung astaxanthin cho phép tích tụ astaxanthin trong thịt cao hơn 128% so với canthaxanthin và cao hơn 135% so với hỗn hợp astaxanthin-canthaxanthin. Tuy nhiên, nghiên cứu của Nihat et al. (2011) đã chỉ ra rằng khi cho cá ăn thức ăn có bổ sung astaxanthin và canthaxanthin với các công thức khác nhau trong cùng một khoảng thời gian thì sự tích tụ astaxanthin trong thịt cá nhiều hơn canthaxanthin nhưng về màu sắc thịt thì thức ăn có chứa astaxanthin không đậm bằng canthaxanthin. Điều này cho thấy sự tích tụ nhiều không đồng nghĩa với màu sắc thịt sẽ đậm hơn.

Hàm lượng astaxanthin bổ sung vào thức ăn còn phụ thuộc vào màu đỏ mong muốn của cơ thịt cá. Nghiên cứu Torrissen et al. (1990) đã chỉ ra rằng cá hồi cần 50-60mg astaxanthin trong 1kg thức ăn hoặc có thể cao hơn và 190mg canthaxanthin/kg thức ăn để cung cấp đầy đủ sắc tố đỏ dùng trong 10 tuần. Nghiên cứu trên cá hồi vân trong nước ngọt và nước mặn đã chỉ

ra rằng tích tụ canthaxanthin trong thịt của cá hồi chưa trưởng thành tăng khi nồng độ canthaxanthin trong thức ăn tăng từ 0 đến 200 mg/kg thức ăn. Tuy nhiên với hàm lượng canthaxanthin cao hơn 50 mg/kg thức ăn thì tỷ lệ tích tụ là giảm đi, nguyên nhân là do nồng độ canthaxanthin trong cơ thịt cá hồi vân đang dần đạt điểm bão hòa (Choubert et al., 1989; Torrissen et al., 1990).

Tại Việt Nam, chưa có nghiên cứu nào về việc bổ sung các sắc tố khác nhau đến màu sắc cơ thịt cá hồi vân. Bên cạnh đó, các nhà máy sản xuất thức ăn cho cá hồi cũng đang gặp nhiều khó khăn trong việc sản xuất thức ăn như: chi phí cho việc bổ sung chất tạo màu là rất cao, cá sử dụng thức ăn trong nước có màu sắc không được như yêu cầu của người tiêu dùng. Nghiên cứu này nhằm đánh giá tỷ lệ bổ sung astaxanthin và canthaxanthin thích hợp để tạo màu sắc cho cơ thịt cá hồi vân. Kết quả nghiên cứu này là nguồn tài liệu 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 vân, đáp ứng được nhu cầu của thị trường.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Cá thí nghiệm: Cá giống cỡ 150g/con được mua từ Trung tâm Nghiên cứu Cá nước lạnh Sapa - Lào Cai. Trước khi tiến hành thí nghiệm 02 tháng, cá được nuôi chung bằng thức ăn của Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 1 không bổ sung chất tạo màu. Sau 02 tháng nuôi, tiến hành lựa chọn cá có kích cỡ trung bình là 310 g/con để bố trí thí nghiệm. Thí nghiệm sử dụng 900 con cá hồi.

Thức ăn thí nghiệm:

- Thành phần nguyên liệu: Thành phần nguyên liệu phối trộn trong các công thức thức ăn là bột cá: 40%, dầu cá: 15%, bột mỳ: 10%, khô đỗ tương: 16%, men bia: 5%, bột huyết: 7%, bột sắn: 5%, còn lại là các vitamin, khoáng, chất chống mốc, chống oxy hóa, chất tạo màu.

- Phương pháp sản xuất thức ăn và bổ sung chất tạo màu: Thức ăn được sản xuất trên dây

Bảng 1. Thức ăn thí nghiệm

Thành phần dinh dưỡng	CTTA 1	CTTA 2	CTTA 3
Độ ẩm (%)	9,5	10,1	9,7
Protein thô (%)	42,3	42,6	42,4
Lipid thô (%)	20,2	19,8	20,1
Astaxanthin (mg/kg thức ăn)	80	60	40
Canthaxanthin (mg/kg thức ăn)	0	20	40

chuyên sản xuất thức ăn cho thủy sản của Nhà máy Chế biến thức ăn thủy sản Kinh Bắc. Bổ sung chất tạo màu vào trong buồng trộn nguyên liệu trước giai đoạn ép viên. Thức ăn sau khi được sản xuất được đóng vào trong bao PE có lót bên trong một lớp bao nylon. Thức ăn sản xuất có dạng viên hình trụ, đường kính 4mm, viên chìm.

- Thành phần dinh dưỡng: Thành phần dinh dưỡng của 3 công thức thức ăn và tỷ lệ bổ sung astaxanthin và canthaxanthin được trình bày trong bảng 1.

Astaxanthin được sử dụng từ chế phẩm thương mại Carophyll Pink (chứa 10% astaxanthin) và canthaxanthin được sử dụng từ chế phẩm thương mại Lucantin Pin (10% canthaxanthin) của hãng DSM. Trên thị trường hiện nay giá của chế phẩm Carophyll Pink 10% là khoảng 4.500.000 đồng cao hơn gấp đôi so với giá bán của Lucantin Pin (khoảng 2.200.000 đồng). Chính vì vậy, việc giảm dần astaxanthin thay bằng canthaxanthin với một tỷ lệ hợp lý sẽ giúp giảm được chi phí sản xuất thức ăn cho cá hồi.

Hiện nay, sản phẩm thức ăn cho cá hồi của các công ty nước ngoài như Raisio và Coppen đều công bố tỷ lệ astaxanthin cao nhất bổ sung vào thức ăn cho cá hồi là 80mg/kg thức ăn. Đồng thời, theo nghiên cứu của Koteng (1992), astaxanthin được thêm vào với nồng độ 80mg/kg thức ăn cho cá có khối lượng từ 150-200g đến khi thu hoạch. Chính vì vậy, nghiên cứu này đã chọn cận trên của tỷ lệ astaxanthin/canthaxanthin là 80/0 mg.

Theo nghiên cứu của Choubert et al. (1989); Torrissen et al. (1990), hàm lượng canthaxanthin tích tụ trong cơ thịt cá hồi vân sẽ tăng nhanh khi tăng nồng độ canthaxanthin bổ sung vào trong viên thức ăn lên đến 50mg/kg

thức ăn. Tuy nhiên, nếu tăng nồng độ canthaxanthin cao hơn 50 mg/kg thức ăn, nồng độ canthaxanthin trong cơ thịt cá hồi vân cũng không tăng nữa. Nguyên nhân là do nồng độ canthaxanthin trong cơ thịt cá hồi vân đã đạt điểm tích lũy bão hòa. Do đó, nghiên cứu này đã chọn liều lượng astaxanthin/canthaxanthin cận dưới là 40/40 mg. Liều lượng astaxanthin/canthaxanthin ở giữa được nghiên cứu là 40/40 mg/kg thức ăn.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được bố trí tại các bể xi măng ngăn lưới, mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần, mỗi ô thí nghiệm thả 100 con. Thể tích mỗi ô thí nghiệm là 15m³. Cá nuôi tại Sapa, Lào Cai từ tháng 05/2013-đến tháng 07/2013.

Chăm sóc và quản lý: Cá được cho ăn ngày 4 lần vào lúc 6h, 10h, 14h và 18h. Cá được cho ăn thỏa mãn với lượng thức ăn từ 1,5-1,7% khối lượng cơ thể/ngày. Các bể thí nghiệm được cấp nước chảy liên tục, thức ăn thừa và cặn bả được xi phông loại bỏ hàng ngày.

Các yếu tố môi trường như oxy hòa tan, nhiệt độ nước, pH được theo dõi hàng ngày vào lúc 6h và 14h.

Phương pháp đánh giá màu sắc cơ thịt cá hồi vân:

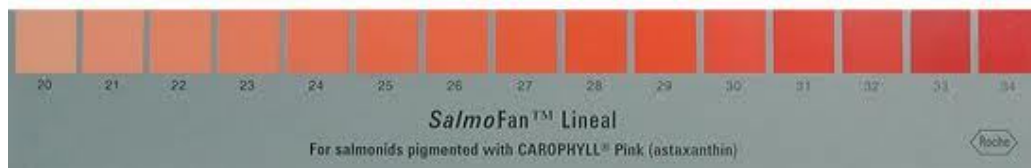
- Số lượng mẫu thu: 10 mẫu /1 lô thí nghiệm.

- Vị trí lấy mẫu so màu: cơ thịt cá vị trí giữa thân.

- Thời gian thu mẫu định kỳ: 30 ngày.

- Phương pháp so màu: sử dụng thước so màu SalmoFan Lineal để cho điểm theo thang điểm từ 20 đến 34 và được sự đánh giá thống nhất của 3 người quan sát khác nhau.

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*)



Đánh giá tăng trọng và tỷ lệ sống: Tỷ lệ sống SR (Survival Rate) = (Số cá thu hoạch/Số cá thả)*100. Khối lượng cá tăng lên WG (Weight Gain) = Khối lượng cá thu-Khối lượng cá thả.

Đánh giá chi phí sản xuất thức ăn: Giá thành sản xuất thức ăn tính bằng công thức: A = A1 + A2 trong đó A1 là chi phí sản xuất thức ăn khi chưa bổ sung chất tạo màu và A2 là chi phí cho chất tạo màu.

Số liệu được xử lý trên phần mềm Excel và Minitab 16.

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 15,8-22,1°C. Thời gian tiến hành thí nghiệm là mùa hè (tháng 5 đến tháng 7) nên nhiệt độ nước trong bể thí nghiệm cao và ổn định. Tuy nhiên, nhiệt độ này nằm trong khoảng nhiệt độ nuôi cho phép của cá hồi vân. Giá trị pH trong suốt quá trình thí nghiệm dao động trong khoảng 6,3-7,9. Giá trị pH này phù hợp với giới hạn sinh trưởng của cá hồi vân (Klontz, 1991; Cho et al., 2000). Oxy hòa tan trong quá trình thí nghiệm dao động từ 5,8-7,6 mg/l, trung bình là 6,76 mg/l và sự chênh lệch lớn nhất trong ngày là 0,4 mg/l. Hàm lượng oxy hòa tan và pH trong thí nghiệm này nằm trong

khoảng giới hạn thích hợp nhất cho sự phát triển của cá hồi vân (Stevenson, 1987; Segdwick, 1988).

3.2. Khối lượng cá, tỷ lệ sống

Bảng 2 cho thấy, khối lượng cá ban đầu dao động từ 309,20g đến 311,80g, sau 60 ngày nuôi, cá đạt khối lượng từ 469,53g đến 477,00g. Khối lượng cá cho ăn các thức ăn thí nghiệm khác nhau không có sự khác nhau có ý nghĩa thống kê (P>0,05). Tỷ lệ sống của cá ở các công thức thí nghiệm dao động từ 96,67% đến 97,83% và không có sự sai khác giữa các công thức thức ăn (P>0,05). Như vậy, khối lượng cá và tỷ lệ sống tại các nghiệm thức khác nhau là như nhau. Do đó, có thể coi tỷ lệ chất tạo màu astaxanthin/canthaxanthin khác nhau là không ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá hồi nuôi thương phẩm.

3.3. Màu sắc cơ thịt cá hồi vân

Sử dụng thước so màu SalmoFan Lineal của hãng DSM có số điểm dao động từ 20 tới 34, đây là số điểm màu sắc được người tiêu dùng ưa thích khi sử dụng thịt cá hồi. Sử dụng thước so màu SalmoFan Lineal để đánh giá chất lượng thịt cá hồi là phương pháp phổ biến trong nền công nghiệp sản xuất cá hồi (Martin et al., 2012).

Màu sắc cơ thịt cá hồi vân có sự khác nhau giữa các thức ăn thí nghiệm với thức ăn đối

Bảng 2. Khối lượng và tỷ lệ sống của cá hồi vân thí nghiệm

Chỉ tiêu	Công thức		
	CTTA 1	CTTA 2	CTTA 3
Khối lượng ban đầu (g/con)	311,03 ± 15,46 ^a	311,80 ± 20,65 ^a	309,20 ± 22,36 ^a
Khối lượng sau 60 ngày nuôi (g/con)	469,53 ± 29,72 ^a	477,00 ± 21,00 ^a	470,10 ± 31,51 ^a
Tỷ lệ sống (%)	97,83 ± 1,61 ^a	97,5 ± 0,87 ^a	96,67 ± 1,53 ^a

Ghi chú: Các số mũ trong cùng một hàng giống nhau là không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở (P>0,05)

chúng sau 30 và 60 ngày nuôi. Ban đầu khi chưa sử dụng thức ăn thí nghiệm, màu sắc tương đối đồng nhất với số dao động từ 20,28 đến 20,73. Sau 30 ngày nuôi, điểm màu sắc của cơ thịt cá hồi vẫn dao động từ 23,72 (CTTA 1) đến 26,95 (CTTA 3) và có sự khác nhau về điểm màu sắc của các công thức thức ăn ($P < 0,05$). Trong đó, thức ăn CTTA 3 có điểm màu sắc cao nhất (26,95) và thức ăn CTTA 1 cho điểm số màu thấp nhất (23,72). Sau 60 ngày nuôi, màu sắc cơ thịt cá có sự khác nhau trong 3 nghiệm thức, cao nhất trong nghiệm thức sử dụng thức ăn CTTA 3 (29,25) và thấp nhất trong nghiệm thức CTTA 1 (25,36) và có sự sai khác ở mức ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Sự thay đổi màu sắc từ thời điểm 0 ngày nuôi lên 30 ngày nuôi (tăng 3 đến 6,7 điểm) là cao hơn so với sự thay đổi màu sắc tại thời điểm 30 ngày nuôi lên 60 ngày nuôi (tăng 1,1 đến 2,3 điểm). Tại thời điểm ban đầu, cá chưa sử dụng thức ăn có chứa sắc tố nên sau khi sử dụng thức ăn có bổ sung astaxanthin và canthaxanthin, màu sắc cơ thịt cá có sự biến đổi rõ rệt, tuy nhiên sau khi đã sử dụng thức ăn có chứa sắc tố, màu sắc tăng lên chậm hơn. Điều này là phù hợp với nghiên cứu của Choubert et al. (1989), Torrissen et al. (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.

Như vậy khi sử dụng thức ăn thí nghiệm thì màu sắc cơ thịt cá đã có sự khác nhau giữa

các lần thu mẫu và có sự khác nhau về màu sắc giữa các nghiệm thức thức ăn. Nghiệm thức sử dụng thức ăn có tỷ lệ astaxanthin/canthaxanthin là 40/40 mg có số điểm cao hơn so với tỷ lệ 80/0 và 60/20 là tương đồng với nghiên cứu của Nihat et al. (2011), nghiên cứu này đã chứng minh rằng khả năng biểu hiện màu sắc trên cơ thịt cá hồi vân khi sử dụng thức ăn chứa canthaxanthin tốt hơn so với sử dụng astaxanthin mặc dù astaxanthin tích tụ cao hơn trong cơ thịt cá so với canthaxanthin.

3.4. Chi phí sản xuất thức ăn

Theo Torrissen và cs. (1989), trong sản xuất thức ăn cá hồi, màu sắc chiếm khoảng 10 -15% tổng chi phí để sản xuất 1 kg thức ăn. Tại thời điểm triển khai thí nghiệm, giá thành 1kg Carophyll pink (chứa 10% astaxanthin) là 4.500.000 đồng và 1 kg Lucantin Pin (chứa 10% canthaxanthin) là 2.200.000 đồng. Do đó việc bổ sung một tỷ lệ phù hợp canthaxanthin giúp hạ giá thành sản phẩm thức ăn đi rất nhiều. Khi chưa bổ sung sắc tố, các công thức thức ăn đều có cùng một giá thành là A1, đây là chi phí nguyên liệu dùng để sản xuất thức ăn. Sau khi bổ sung sắc tố với tỷ lệ khác nhau thì giá thành của các công thức ăn là khác nhau. Trong đó, giá thành của thức ăn CTTA1 được tăng thêm nhiều nhất so với hai công thức còn lại là 3.600 đồng, sau đó đến thức ăn CTTA2 tăng thêm 3.140 đồng và thấp nhất là giá của thức ăn CTTA3 chỉ tăng

Bảng 3. Bảng điểm so màu cơ thịt cá hồi vân thí nghiệm

Thời điểm so màu	Công thức		
	CTTA 1	CTTA 2	CTTA 3
Tại thời điểm thả cá	20,73 ± 0,17 ^a	20,64 ± 0,70 ^a	20,28 ± 0,67 ^a
Sau 30 ngày nuôi	23,72 ± 0,82 ^c	25,62 ± 0,97 ^b	26,95 ± 0,74 ^a
Sau 60 ngày nuôi	25,36 ± 1,16 ^c	26,73 ± 0,95 ^b	29,25 ± 0,92 ^a

Ghi chú: Số liệu có các số mũ trong cùng một hàng khác nhau là có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$)

Bảng 4. Bảng giá của các công thức thức ăn

Công thức	CTTA1	CTTA 2	CTTA3
Giá thức ăn chưa bổ sung sắc tố (VNĐ/kg thức ăn)	A1	A1	A1
Giá thức ăn bổ sung thêm sắc tố (VNĐ/kg thức ăn)	A1 + 3600	A1 + 3140	A1 + 2680

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*)

thêm 2.680 đồng. Giá thành 1 kg thức ăn CTTA 3 thấp hơn so với thức ăn CTTA 2 là 460 đồng và ít hơn thức ăn CTTA 1 là 920 đồng. Việc giảm giá thành thức ăn 460- 960 đồng với hiệu quả cao hơn về màu sắc sẽ giúp giảm chi phí thức ăn cho người nuôi và mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn.

4. KẾT LUẬN

Sử dụng các loại thức ăn với tỷ lệ khác nhau về sắc tố astaxanthin và canthaxanthin không cho thấy sự khác biệt nào về khối lượng cá tăng lên và tỷ lệ sống. Thức ăn bổ sung chất tạo màu với tỷ lệ astaxanthin/canthaxanthin là 40/40 mg cho hiệu quả cao hơn về màu sắc và giá thành thức ăn so với tỷ lệ 60/20 và 80/0.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Cho C.Y and Cowey C.D. (2000). "Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*". In: R. P. Wilson Handbook of nutrient requirements of finfish. CRC Press, Boca Raton. pp.131-143
- Choubert G., Blanc J.M. and Poisson H. (1998). Effects of dietary keto-carotenoids (canthaxanthin and astaxanthin) on the reproductive performance of female rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture*. 4: 249-254.
- Koteng D.F. (1992). Markedsundersøkelse Norsk Laks. FNL, Bergen, Norway
- Klontz G. W. (1991). A Manual for rainbow trout proteinoduction on the family-Owned farm. Nelson & Sons, Inc.
- 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-2012-08
- Negre-Sadargues G., Castillo R., Petit H., Sonces S., Martenez R.G., Milicua J.C.G., Choubert G. and Trilles J.B. (1993). Utilization of synthetic carotenoids by the prawn *Penaeus japonicus* reared under laboratory condition. *Aquaculture* 110: 151-159.
- Nihat Y. and Muammer E. (2011). Effects of Oleoresin Paprika (*Capsicum annum*) and Synthetic Carotenoids (Canthaxantin and Astaxanthin) on Pigmentation Levels and Growth in Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss* W. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(14): 1875-1882.
- Segdwick S.D (1988). Trout farming handbook 4th edition. Fishing News Books Ltd., Farnham. 160p.
- Torrissen O.J., Hardy R.W. and K.D. Shearer (1989). Shearer Pigmentation of Salmonids Carotenoid Deposition and Metabolism. *Aquatic Science*, I, 209-225
- Torrissen O.J., Hardy R.W., K.D. Shearer, T.M. Scott and F.E. Stone (1990). Effects of dietary canthaxanthin level and lipid level on apparent digestibility coefficients for canthaxanthin in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 88: 351-362.
- Yamada A., Takeuchi H., Miki H., Touge T. and Deguchi K. (1990). Transverse myelitis associated with ECHO-25 virus infection. *Rinsho Shinkeigaku* 30: 784-6.