

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NHA TRANG

PHẠM THỊ HẠNH

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA VITAMIN E VÀ C BỔ SUNG
VÀO THỨC ĂN ĐẾN ĐÁP ỨNG MIỄN DỊCH TỰ NHIÊN CỦA
CÁ CHIM VÂY VÀNG *Trachinotus blochii* (Lacepède, 1801)
GIAI ĐOẠN GIỐNG

Ngành đào tạo: Nuôi trồng Thủy sản
Mã số: 9620301

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

KHÁNH HÒA - 2025

Công trình được hoàn thành tại Trường Đại học Nha Trang

**Người hướng dẫn khoa học: 1. PGS. TS. Lê Minh Hoàng
 2. TS. Trần Vĩ Hích**

Phản biện 1: GS.TS. Nguyễn Thanh Phương

Phản biện 2: PGS.TS. Nguyễn Phú Hòa

Phản biện 3: PGS.TS. Nguyễn Văn Huy

Luận án được bảo vệ tại Hội đồng đánh giá luận án Tiến sĩ cấp trường tại Trường Đại học Nha Trang vào hồi..... giờ, ngày thángnăm 20.....

Có thể tìm hiểu luận án tại: Thư viện Quốc gia và Thư viện Trường Đại học Nha Trang

MỞ ĐẦU

Trong nuôi trồng thủy sản, cá nuôi phải thường xuyên đối phó với tình trạng căng thẳng do nhiều nguyên nhân khác nhau, trong đó nhiệt độ khắc nghiệt là yếu tố ảnh hưởng mạnh mẽ đến cá. Nếu các tác động này kéo dài và cường độ tác động mạnh có thể làm giảm tốc độ tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá, gây ức chế miễn dịch ở cá, làm cá mắc cảm với các tác nhân gây bệnh (Lê MH, 2021). Để nâng cao chức năng hệ miễn dịch, ngăn chặn và giảm thiểu các tác hại do oxy hóa gây ra, thì việc bổ sung các chất chống oxy hóa cho cơ thể sinh vật là cần thiết. Trong các nhóm chất chống oxy hóa bổ sung cho cá, vitamin E và vitamin C được xem là hai chất chống oxy hóa mạnh nhất. Cơ thể cá không thể tự tổng hợp vitamin C và vitamin E nên nguồn vitamin cung cấp cho nhu cầu của cá phải lấy từ bên ngoài, từ thức ăn tự nhiên hoặc từ nguồn bổ sung vào thức ăn chế biến.

Cá chim vây vàng là một trong những đối tượng nuôi biển chủ lực ở nhiều quốc gia châu Á – Thái Bình Dương, trong đó có Việt Nam. Những năm gần đây, nhiều nghiên cứu về nhu cầu dinh dưỡng cho cá đã được tập trung nghiên cứu nhằm hoàn thiện qui trình sản xuất và nuôi thương phẩm cá chim vây vàng. Tuy nhiên, những nghiên cứu về nhu cầu vitamin C, vitamin E ở loài cá này rất hạn chế, đặc biệt là tác động của vitamin E, vitamin C lên đáp ứng miễn dịch tự nhiên của cá chim vây vàng giai đoạn giống chưa được nghiên cứu. Do vậy, nghiên cứu tác động của vitamin E, vitamin C lên đáp ứng miễn dịch tự nhiên của cá chim vây vàng cũng như tác động của vitamin E, vitamin C dưới điều kiện nhiệt độ cao là rất cần thiết, góp phần thúc đẩy nghề nuôi thâm canh cá chim vây vàng phát triển bền vững.

Mục tiêu tổng quát: Hướng đến việc nâng cao chất lượng thức ăn công nghiệp, hỗ trợ sản xuất giống và phát triển nghề nuôi thương phẩm cá chim vây vàng theo hướng bền vững.

Mục tiêu cụ thể: (i) Xác định mức vitamin E và vitamin C tối ưu nhằm cải thiện tăng trưởng, nâng cao khả năng miễn dịch của cá chim vây vàng trong điều kiện nhiệt độ cao; (ii) Đánh giá tác động của vitamin E và vitamin C đến hiệu quả sử dụng thức ăn, khả năng thích nghi và sức khỏe của cá trong điều kiện nhiệt độ cao; (iii) Cung cấp cơ sở khoa học cho việc tối ưu hóa công thức thức ăn công nghiệp nhằm nâng cao hiệu quả nuôi cá chim vây vàng trong điều kiện nhiệt độ cao.

Các nội dung luận án:

- Ảnh hưởng của mức vitamin E bổ sung đến đáp ứng miễn dịch của cá chim vây vàng.
- Nghiên cứu tác động của vitamin E bổ sung vào thức ăn đến đáp ứng miễn dịch của cá chim vây vàng ở điều kiện nhiệt độ cao.
- Ảnh hưởng của mức vitamin C bổ sung đến đáp ứng miễn dịch của cá chim vây vàng.
- Nghiên cứu tác động của vitamin C bổ sung vào thức ăn đến đáp ứng miễn dịch của cá chim vây vàng ở điều kiện nhiệt độ cao.

Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án:

Kết quả của nghiên cứu này xác định được các mức vitamin C và E cần thiết cho tăng trưởng, thành phần sinh hóa cũng như miễn dịch của cá chim vây vàng. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng cho thấy tác động tích cực của vitamin E và C đối với cá chim vây vàng khi nhiệt độ tăng cao. Đây là cơ sở khoa học để nâng cao chất lượng thức ăn tổng hợp cho cá, góp phần thúc đẩy nghề nuôi cá chim vây vàng phát triển bền vững trong điều kiện biến đổi khí hậu.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

Vitamin đóng vai trò quan trọng trong khẩu phần ăn hàng ngày của cá. Trong số các loại vitamin bổ sung vào thức ăn, vitamin C và vitamin E được xem là vitamin thiết yếu bởi khả năng chống oxy hóa mạnh mẽ và tăng cường sức đề kháng ở vật nuôi.

Động vật thủy sản không có khả năng hay khả năng tổng hợp vitamin rất ít, nguồn vitamin cung cấp cho cơ thể phần lớn phải được lấy từ bên ngoài thông qua các loại thức ăn tự nhiên. Tuy nhiên, trong nuôi thủy sản thâm canh, nguồn vitamin từ thức ăn tự nhiên rất hạn chế nên việc bổ sung vitamin vào thức ăn công nghiệp rất cần thiết.

Nhu cầu về vitamin ở động vật thủy sản khác nhau phụ thuộc vào loài, giai đoạn phát triển, sự tương tác giữa các thành phần thức ăn và điều kiện thí nghiệm. Mức vitamin C đã được xác định ở một số loài cá và được khuyến nghị nằm trong khoảng 10 -10.000 mg AA/kg thức ăn (NRC, 2011). Vitamin C đã được chứng minh có vai trò thúc đẩy tăng trưởng, tăng tỷ lệ sống và giảm tỷ lệ dị hình ở cá. Khi được bổ sung với hàm lượng cao, vitamin C có tác dụng điều chỉnh đáp ứng miễn dịch (Lall, 2000). Cá đù vàng *P. crocea* giai đoạn giống cần 28,2 mg AA/kg cho tỷ lệ sống tốt nhất, nhưng cần bổ sung 489 mg/kg TA để nâng cao hoạt tính lysozyme, hoạt động hệ miễn dịch, hoạt tính thực bào và bùng nổ hô hấp của cá (Ai, 2006). Hoạt tính lysozyme và khả năng kháng bệnh của cá giò cũng tăng cao khi bổ sung vitamin C với hàm lượng 400 mg/kg TA, gấp hơn 20 lần so với mức yêu cầu cho tăng trưởng và cải thiện tỷ lệ sống (Zhou, 2012).

Một số tác giả cho rằng, nhu cầu vitamin E ở cá biển cao hơn cá nước ngọt do lượng lipid và n-3 HUFA trong thức ăn của cá biển cao hơn (Sayed, 2021). Theo Waagbø (2006) và Lewis (2018), vitamin E được bổ sung ở mức cao, vượt xa nhu cầu thông thường sẽ cải thiện hệ miễn dịch của sinh vật, giảm nguy cơ nhiễm trùng, đặc biệt ở những sinh vật giai đoạn lớn. Nghiên cứu trên cá *A. regius* cho thấy, cá cần 800 mg/kg TA để ngăn chặn bệnh u hạt, trong khi ở mức bổ sung 40 -100 mg/kg TA đã cho tăng trưởng tối ưu ở cá (Ruiz, 2019). Hoạt tính bùng nổ hô hấp của cá hồng mỹ tăng cao khi được bổ sung vitamin E với mức 60 – 80 mg/kg TA so với các mức từ 10 – 40 mg/kg TA (Peng, 2009). Kết quả tương tự cũng được ghi nhận ở cá vẹt *Oplegnathus fasciatus*, cá cần 38 mg/kg TA để tăng trưởng tối ưu trong khi cần tới hơn 500 mg/kg TA mới tăng cường được đáp ứng miễn dịch (Galaz, 2010).

Thành phần hóa học thịt cá được xem là thông tin đáng tin cậy phản ánh về chất lượng thịt cá, giá trị dinh dưỡng, trạng thái sinh lý và môi trường sống của cá. Nhiều yếu tố được xác định có ảnh hưởng đến sinh hóa cơ thể cá, trong đó thành phần dinh dưỡng trong thức ăn được xem là một trong những tác nhân ảnh hưởng đáng kể đến thành phần sinh hóa của cá. Một số nghiên cứu cho thấy vitamin E tác động đáng kể lên thành phần sinh hóa cơ thể cá bao gồm độ ẩm, lipid, tro và hàm lượng protein tổng số. Theo Chen và cộng sự (2004) cho rằng cá không được bổ sung vitamin E có hàm lượng protein, lipid thô và chất khô thấp (Chen, 2004). Vitamin E cũng ảnh hưởng rõ rệt lên hàm lượng protein của cá rô hu *L. rohita* (Sau, 2004), cá rô phi lai *Oreochromis niloticus* x *O. aureus* (Huang, 2004). Tuy nhiên, nghiên cứu trên cá tầm beluga *H. huso* cho thấy, vitamin E không ảnh hưởng đến hàm lượng protein, chất béo, tro và độ ẩm của cá (Amlashi, 2011).

Tương tự vitamin E, vitamin C cũng được ghi nhận có ảnh hưởng đến thành phần sinh hóa cơ thể cá. Nghiên cứu trên cá *Heteropneustes fossilis* cho thấy, bổ sung 1.200 mg vitamin C/kg thức ăn có tác dụng làm tăng tỷ lệ protein và giảm tỷ lệ nước của cơ thể (Alam, 2009) hay bổ sung 59,1 mg/kg TA cho cá chim *T. ovatus* làm tăng hàm lượng protein và lipid (Zhang, 2019). Việc bổ sung vitamin C đơn thuần không ảnh hưởng đến hàm lượng protein, độ ẩm, lượng tro của cá chêm châu Á *Lates calcarifer* nhưng vitamin C có tác dụng tích cực đến các thông số trên khi được bổ sung cùng với chiết xuất từ củ gừng (Abdelwahab, 2020). Tuy nhiên, vitamin C không ảnh hưởng đến thành phần sinh hóa cá giò *R. canadum* giai đoạn giống khi được bổ sung cùng vitamin E (Phạm Anh, 2012). Nhiệt độ được minh chứng là có ảnh hưởng lên thành phần sinh hóa cơ thể cá, nhất là hàm lượng các acid béo cần thiết trong cơ thể (Khalili, 2018). Jobling (2003) báo cáo rằng nhiệt độ nước dẫn đến sự tích lũy một lượng thấp các axit béo bão hòa và lượng cao các axit béo không bão hòa (Jobling, 2003). Nghiên cứu trên cá chêm mõm nhọn *P. waigiensis* cho thấy, mức protein và lipid của cá được nuôi ở nhiệt độ 28°C cao hơn 32°C (Hoàng, 2021). Cá hồi được nuôi ở nhiệt độ 10°C thể hiện lượng axit béo n-6 trong phi lê cao hơn so với khi nuôi ở 20°C (Norambuena, 2016). Kết quả tương tự cũng được công bố đối với cá hồi vân được nuôi ở nhiệt độ 15°C so với 19°C (Mellery, 2016).

Cá giống là giai đoạn nhạy cảm, do vậy khi được chuyển đổi từ môi trường ổn định trong trại sản xuất ra môi trường ao, lồng nuôi ngoài tự nhiên dễ biến động nên chúng thường xuyên bị các yếu tố lý hóa môi trường nước gây căng thẳng và làm suy giảm miễn dịch. Do vậy, việc bổ sung vitamin C cũng như vitamin E cho cá rất cần thiết.

Ở nước ta, việc bổ sung vitamin C cũng như vitamin E vào khẩu phần ăn của tôm và cá được thực hiện từ rất sớm, thường xuyên và định kỳ. Điều này cải thiện đáng kể sức khỏe vật nuôi. Tuy nhiên, việc bổ sung này chỉ mới dựa trên khuyến cáo của nhà sản xuất và liều lượng được áp dụng chung cho một nhóm sinh vật, chưa có những nghiên cứu về mức bổ sung cũng như ảnh hưởng của vitamin C, vitamin E lên tổ chức cơ thể cho từng đối tượng cụ thể. Đến nay, nghiên cứu về ảnh hưởng của vitamin E và C lên sinh trưởng, đáp ứng miễn dịch ở cá chim vây vàng *T. blochii* tại Việt Nam vẫn còn rất hạn chế.

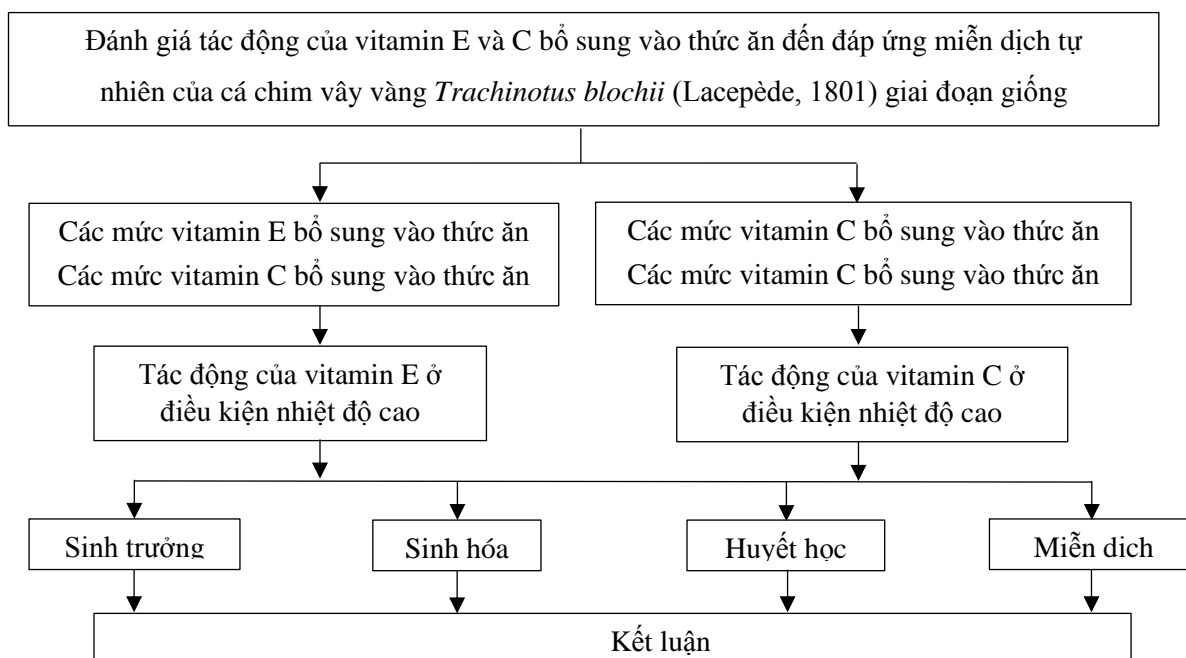
Cá là nhóm động vật biến nhiệt, chúng không thể kiểm soát nhiệt độ cơ thể, nhiệt độ cơ thể luôn cân bằng với nhiệt độ môi trường nước. Do vậy, nhiệt độ là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá. Đến nay, đã có nhiều nghiên cứu về ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự phát triển của cá. Tuy nhiên, thông tin về tác động của yếu tố này lên cá chim vây vàng vẫn còn rất hạn chế. Hầu hết các nghiên cứu trước đây đều đánh giá tác động của nhiệt độ đến một số chỉ tiêu về sinh trưởng, tỷ lệ sống, biểu hiện gen và dị hình của cá giai đoạn ấu trùng (Yang, 2016; Ma, 2016; Han, 2021); nghiên cứu mô học ruột, hoạt tính enzym chống oxy hóa, trao đổi chất, sinh hóa máu của cá chim giai đoạn giống (Li, 2023; Prabu, 2023). Tại Việt Nam, nghiên cứu tác động của nhiệt độ đến cá chim vây vàng, đặc biệt là ảnh hưởng tương tác của vitamin và nhiệt độ lên sinh trưởng, sinh hóa và đáp ứng miễn dịch của cá chim vây vàng giai đoạn giống chưa được nghiên cứu.

CHƯƠNG 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Đối tượng, thời gian và địa điểm nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: Cá chim vây vàng *Trachinotus blochii* (Lacepède, 1801) giai đoạn giống.
- Thời gian nghiên cứu: từ năm 2020 đến năm 2023
- Địa điểm nghiên cứu: Trường Đại học Nha Trang

2.2 Nội dung nghiên cứu:



Hình 2.1 Sơ đồ khối nội dung nghiên cứu

2.3 Phương pháp nghiên cứu

2.3.1 Thức ăn thí nghiệm

Công thức thức ăn nền (47,26% protein, 10,7% lipid) được ép viên, sấy khô ở 30°C trong vòng 24 tiếng và bảo quản ở 4°C cho đến khi sử dụng.

2.3.2 Nguồn cá thí nghiệm

Cá chim vây vàng thí nghiệm đảm bảo kích cỡ đồng đều (khoảng 5 cm), khỏe mạnh, bơi lội linh hoạt, màu sắc cơ thể tươi sáng, không dị hình.

2.3.3 Bố trí thí nghiệm

2.3.3.1 *Thí nghiệm 1: Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng vitamin E bổ sung vào thức ăn đến đáp ứng miễn dịch tự nhiên của cá chim vây vàng*

Thức ăn: Vitamin E được sử dụng cho thí nghiệm là DL alpha tocopherol acetate (Trung Quốc). Thức ăn nền được bổ sung các mức vitamin E (100, 200, 400, 800 và 1.600 mg/kg TA).

Nguồn cá: Cá được bố trí ngẫu nhiên vào các bể composite 200 L với mật độ 30 con/bể. Thời gian thí nghiệm 10 tuần, định kỳ 2 tuần kiểm tra sinh trưởng 1 lần.

Thiết kế thí nghiệm: Thí nghiệm được thiết kế 6 nghiệm thức, gồm 5 nghiệm thức bổ sung vitamin E (100, 200, 400, 800 và 1.600 mg/kg TA) và 1 nghiệm thức không bổ sung vitamin E (đối chứng). Mỗi nghiệm thức được thực hiện lặp lại 3 lần, cùng thời điểm.

Chế độ chăm sóc, quản lý: Thời điểm cho cá ăn 2 lần/ngày, lúc 8h và 17h. Cá được cho ăn với khẩu phần 5% khối lượng thân. Các yếu tố môi trường được đo 2 ngày/lần. Nước được sục khí liên tục và thay 50% nước mỗi ngày.

2.3.3.2 Thí nghiệm 2: Nghiên cứu tác động của vitamin E bổ sung vào thức ăn đến đáp ứng miễn dịch tự nhiên của cá chim vây vàng ở điều kiện nhiệt độ cao

Thiết kế thí nghiệm: Thí nghiệm 2 được bố trí ngẫu nhiên 6 nghiệm thức, bao gồm 2 nghiệm thức vitamin E (0, 400 mg/kg TA) kết hợp 3 nghiệm thức nhiệt độ (28°C, 31°C và 34°C). Mỗi nghiệm thức lặp lại 5 lần cùng thời điểm.

Nhiệt độ trong các bể thí nghiệm được điều chỉnh bằng cây nâng nhiệt HZ-Q5 800W (Trung Quốc). Chuẩn bị thức ăn, nguồn cá và chăm sóc, quản lý hệ thống thí nghiệm được thực hiện như thí nghiệm 1 (mục 2.3 và 2.3.3.1)

2.3.3.3 Thí nghiệm 3: Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng vitamin C bổ sung vào thức ăn đến đáp ứng miễn dịch của cá chim vây vàng

Thiết kế thí nghiệm: Thí nghiệm được thiết kế gồm 6 nghiệm thức, gồm 5 nghiệm thức bổ sung vitamin C (50, 100, 200, 400 và 800 mg/kg TA) và 1 nghiệm thức không bổ sung vitamin C (đối chứng). Mỗi nghiệm thức được thực hiện lặp lại 3 lần, cùng thời điểm.

Dạng vitamin C được sử dụng cho thí nghiệm là L-ascorbate-2-phosphate 35%, CSPC (Trung Quốc). Phương pháp sản xuất thức ăn, chuẩn bị cá và chăm sóc, quản lý được thực hiện như thí nghiệm 1, mô tả trong mục 2.3 và 2.3.3.1.

2.3.3.4 Thí nghiệm 4: Nghiên cứu tác động của vitamin C bổ sung vào thức ăn đến đáp ứng miễn dịch của cá chim vây vàng ở điều kiện nhiệt độ cao

Thiết kế thí nghiệm: Thí nghiệm 4 được bố trí ngẫu nhiên 6 nghiệm thức, bao gồm 2 nghiệm thức vitamin C (0, 100 mg/kg TA) kết hợp 3 nghiệm thức nhiệt độ (28°C, 31°C và 34°C). Mỗi nghiệm thức lặp lại 5 lần cùng thời điểm. Nguồn cá, phương pháp chăm sóc, quản lý hệ thống thí nghiệm tương tự như mô tả ở thí nghiệm 2.

2.4 Phương pháp thu, phân tích mẫu và xử lý số liệu

2.4.1 Phương pháp thu và phân tích mẫu

Phương pháp xác định các thông số môi trường

Các thông số môi trường như nhiệt độ, pH, hàm lượng oxy hòa tan được xác định bằng máy đo môi trường đa nhân tố WQC-22A (ToaDkk, Nhật Bản). Độ mặn được đo bằng máy đo độ mặn AR8012 (SmartSensor, Trung Quốc).

Phương pháp phân tích hàm lượng vitamin trong thức ăn

* Hàm lượng vitamin trong thức ăn được phân tích bằng phương pháp sắc ký lỏng cao áp, tương ứng với 6 nghiệm thức thí nghiệm vitamin E là 2,31 mg/kg TA; 117,25 mg/kg TA; 219,03 mg/kg TA; 392,1 mg/kg TA; 788,54 mg/kg TA; 1.537,32 mg/kg TA và 6 nghiệm thức thí nghiệm vitamin C là 7,3 mg/kg TA; 50,5 mg/kg TA; 99,6 mg/kg TA; 186,5 mg/kg TA; 394,8 mg/kg TA; 786,3 mg/kg TA.

Phương pháp xác định sinh trưởng, tỷ lệ sống, hiệu quả sử dụng thức ăn và chỉ số cơ thể

* Kết thúc thí nghiệm, toàn bộ cá ở các nghiệm thức đều được cân, đo để xác định các chỉ tiêu về tăng trưởng.

- Chiều dài toàn thân được đo bằng giấy đo kỹ thuật. Khối lượng được cân bằng cân điện tử BPA (Ohaus, USA). Tỷ lệ sống (%) của cá được xác định là số cá còn lại tại thời điểm kết thúc thí nghiệm.

- Mức độ sử dụng thức ăn, hiệu quả sử dụng protein (FI, PE) và hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) được xác định thông qua lượng thức ăn được theo dõi hàng ngày trong suốt quá trình thí nghiệm.

- Thu ngẫu nhiên 3 con cá ở mỗi bể thí nghiệm (9 con/nghiệm thức), giải phẫu thu gan và nội tạng để cân, phân tích các chỉ số nội tạng (VSI), chỉ số gan (HSI).

Phương pháp xác định các chỉ tiêu sinh hóa

* Thành phần sinh hóa của thức ăn và cá chim vây vàng: Protein, Lipid, Tro và Độ ẩm được phân tích theo phương pháp AOAC (2000).

Phương pháp xác định các chỉ tiêu huyết học và miễn dịch

* Cá được gây mê bằng monophenyl ether glycol với nồng độ 150 - 200 ppm trước khi thu mẫu máu. Mẫu máu được thu tại tĩnh mạch đuôi của cá. Một phần máu sau khi thu được phân tích công thức và thành phần sinh hóa máu, phần còn lại được chuyển vào ống eppendorf để qua đêm ở 4°C trước khi đem ly tâm để thu huyết thanh. Huyết thanh cá được bảo quản ở -80°C để phân tích hàm lượng lysozyme.

- Phân tích tế bào bạch cầu, hồng cầu, hematocrit và hemoglobin được xác định bằng máy phân tích máu Sysmex XT-1800i (Sysmex Corporation, Hyogo, Japan). Hàm lượng triglyceride và protein huyết tương được đo bằng máy phân tích hóa học tổng hợp DxC600.

- Hàm lượng lysozyme trong huyết thanh cá chim vây vàng được xác định theo mô tả của Sugar (1952) có điều chỉnh.

* Phân lập bạch cầu để xác định chỉ số thực bào và bùng nổ hô hấp của bạch cầu được thực hiện theo mô tả của Samai và cộng sự (2017) có điều chỉnh. Đánh giá 2 chỉ tiêu này được áp dụng cho thí nghiệm 2 và 4.

- Hoạt tính thực bào và Chỉ số thực bào của tế bào bạch cầu mô tiền thận cá chim vây vàng được xác định dựa theo phương pháp của Siwicki và cộng sự (1994).

- Hoạt tính bùng nổ hô hấp của tế bào tiền thận cá chim vây vàng được xác định theo phương pháp của Cheng và cộng sự (2007).

Phương pháp mô học và phân tích dị hình xương: Đánh giá cấu trúc mô học được thực hiện ở thí nghiệm 1 và dị hình xương được thực hiện với thí nghiệm 3.

- Cắt mẫu theo phương pháp mô học được mô tả bởi Coolidge và Howard (1979). Phân tích cấu trúc mô gan và cơ của cá dưới kính hiển vi, ghi nhận những biến đổi mô học theo tài liệu của Ferguson (2006).

- Xác định hình thái xương được thực hiện theo phương pháp của Schnell (2016). Hình thái xương được quan sát và chụp ảnh bằng máy ảnh Canon (Trung Quốc).

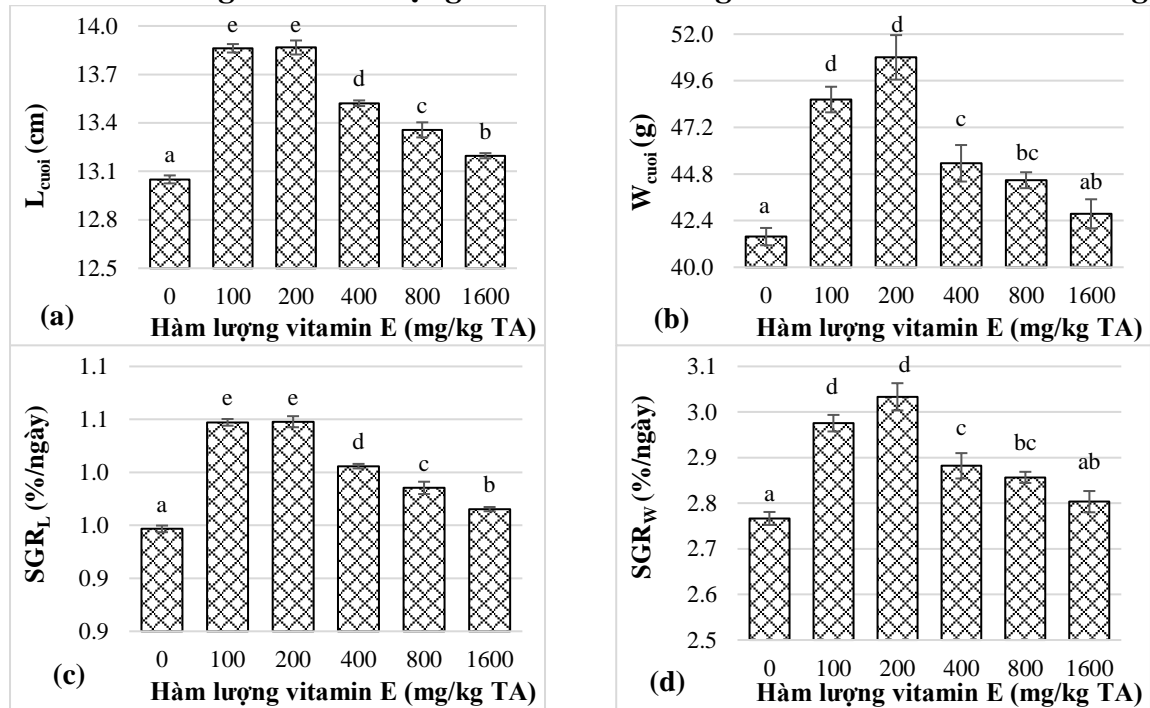
2.4.2 Phương pháp phân tích và xử lý số liệu

Số liệu được biểu diễn dưới dạng giá trị trung bình \pm Sai số chuẩn. Sử dụng phương pháp phân tích phương sai một yếu tố (Thí nghiệm 1 và 3) và phân tích phương sai hai yếu tố (Thí nghiệm 2 và 4) với phần mềm SPSS 22.0. Sự khác biệt giữa các giá trị trung bình được xác định bằng phép kiểm định Duncan với mức ý nghĩa $P < 0,05$.

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

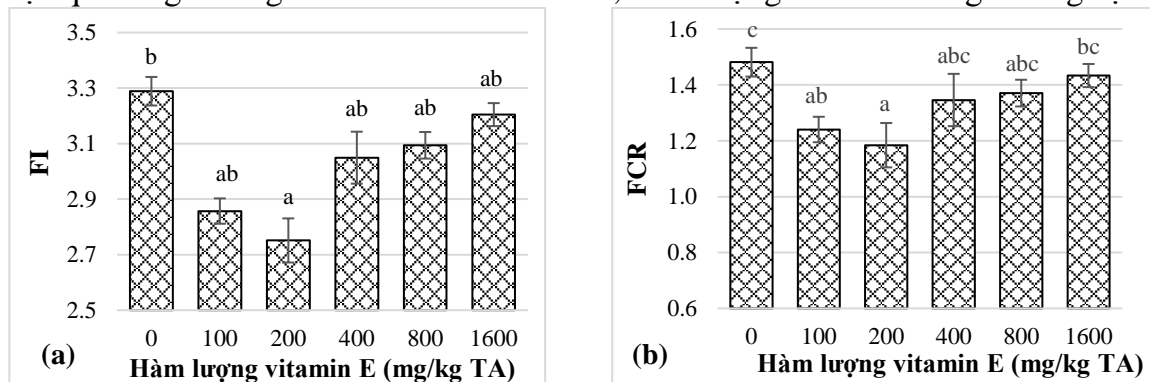
3.1 Ảnh hưởng của vitamin E bổ sung vào thức ăn đến đáp ứng miễn dịch tự nhiên

3.1.1 Ảnh hưởng của hàm lượng vitamin E bổ sung vào thức ăn đến sinh trưởng



Hình 3.1 Chiều dài (a, c) và khối lượng (b, d) của cá ở các mức bổ sung vitamin E

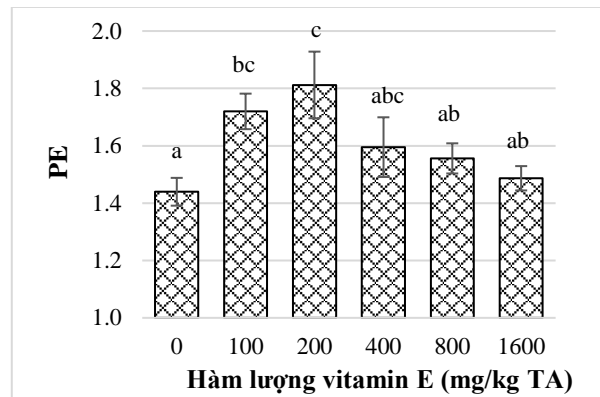
Kết quả nghiên cứu ở Hình 3.1 cho thấy, việc bổ sung vitamin E trong khẩu phần ăn của cá chim vây vàng giúp cải thiện chiều dài (L_{cuoi}), khối lượng (W_{cuoi}), và các chỉ số tăng trưởng cụ thể (SGR_l , SGR_w). Các giá trị này tăng lên đáng kể khi mức bổ sung vitamin E tăng từ 0 đến 200 mg/kg TA và đạt cao nhất ở mức 200 mg/kg TA, với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các mức khác ($P < 0,05$). Tuy nhiên, khi bổ sung vượt quá 200 mg/kg TA, các chỉ số này giảm dần, đặc biệt rõ rệt ở mức 1600 mg/kg TA, cho thấy liều lượng vitamin E cao có thể gây ảnh hưởng bất lợi đến sự tăng trưởng. Như vậy, mức bổ sung vitamin E 200 mg/kg TA được xác định là tối ưu để đạt hiệu quả tăng trưởng tốt nhất về cả chiều dài, khối lượng và chỉ số tăng trưởng cụ thể.



Hình 3.2 Lượng thức ăn cá sử dụng (a) và hệ số chuyển đổi thức ăn (b) của cá ở các mức bổ sung vitamin E

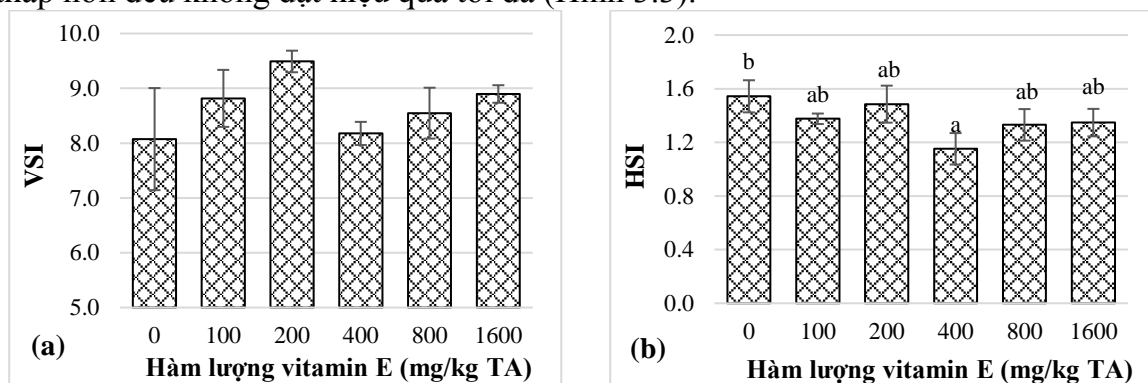
Kết quả nghiên cứu ở Hình 3.2 cho thấy, bổ sung vitamin E ở mức 100 mg/kg TA giúp giảm lượng thức ăn tiêu thụ (FI) và cải thiện hiệu quả chuyển đổi thức ăn (FCR) tốt nhất ở cá chim vây vàng. Lượng thức ăn tiêu thụ giảm thấp nhất ở mức 100

mg/kg TA và tăng nhẹ ở các mức bổ sung từ 400 đến 1600 mg/kg TA, nhưng không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$). Hệ số chuyển đổi thức ăn đạt giá trị thấp nhất tại mức 100 mg/kg TA, với sự khác biệt có ý nghĩa so với các mức khác ($P < 0,05$). Điều này cho thấy mức bổ sung 100 mg/kg TA là tối ưu để cải thiện hiệu quả sử dụng thức ăn.



Hình 3.3 Hiệu quả sử dụng protein của cá ở các mức bổ sung vitamin E

Hiệu quả sử dụng protein (PE) của cá tăng dần khi bổ sung vitamin E từ 0 đến 200 mg/kg TA, đạt cao nhất tại mức 200 mg/kg TA với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Tuy nhiên, khi bổ sung vượt mức 200 mg/kg TA, hiệu quả sử dụng protein giảm dần, đặc biệt thấp ở mức 1600 mg/kg TA. Mức 200 mg/kg TA được xác định là tối ưu để cải thiện hiệu quả sử dụng protein, trong khi các mức cao hơn hoặc thấp hơn đều không đạt hiệu quả tối đa (Hình 3.3).



Hình 3.4 Chỉ số nội tạng (a) và chỉ số gan (b) ở các mức bổ sung vitamin E

Chỉ số nội tạng (VSI) của cá tăng nhẹ và đạt cao nhất ở mức bổ sung vitamin E 200 mg/kg TA, nhưng không có sự khác biệt thống kê đáng kể giữa các mức ($P > 0,05$). Chỉ số gan (HSI) thấp nhất ở mức 100 mg/kg TA, với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với mức 0 mg/kg TA ($P < 0,05$), trong khi các mức 200 mg/kg TA trở lên không mang lại hiệu quả bổ sung rõ rệt. Bổ sung vitamin E 200 mg/kg TA được xem là tối ưu để cải thiện tăng trưởng và duy trì cân bằng chỉ số nội tạng và gan của cá. (Hình 3.4).

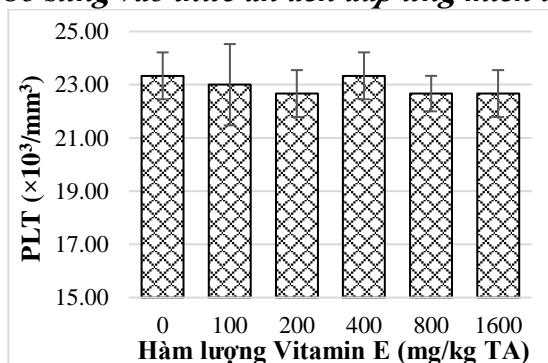
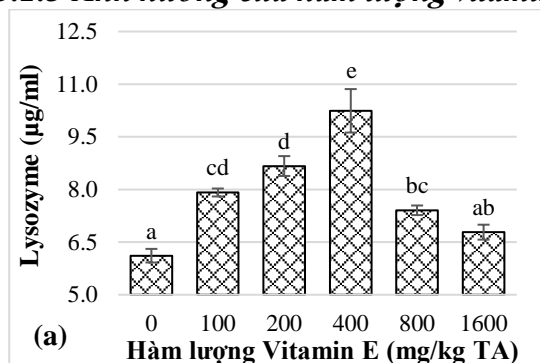
3.1.2 Ảnh hưởng của hàm lượng vitamin E bổ sung vào thức ăn đến sinh hóa cơ thể

Bảng 3.1 cho thấy bổ sung vitamin E 200 mg/kg TA tối ưu để cải thiện thành phần sinh hóa cơ thể cá, với hàm lượng protein ($19,66 \pm 0,80\%$) và lipid ($10,85 \pm 0,39\%$) đạt cao nhất, đồng thời duy trì cân bằng độ ẩm và hàm lượng tro. Mức bổ sung quá cao (1600 mg/kg TA) làm giảm protein, lipid và hàm lượng tro, không mang lại lợi ích bổ sung và có thể gây tác động tiêu cực.

Bảng 3.1 Thành phần sinh hóa cơ thể cá khi sử dụng thức ăn với hàm lượng vitamin E khác nhau

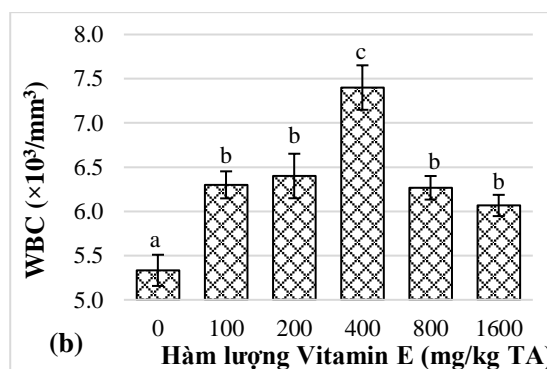
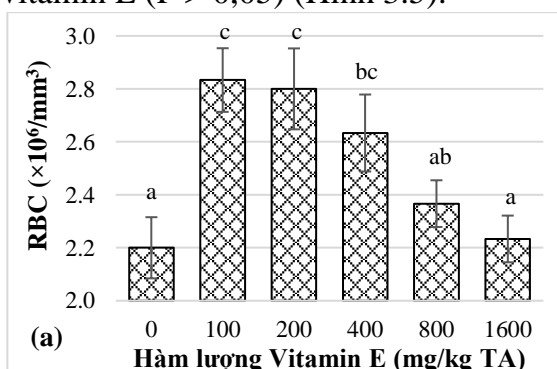
Mức vitamin E bổ sung (mg/kg TA)	Ăm (%)	Tro (%)	Protein (%)	Lipid (%)
0	70,18±0,58 ^c	3,74±0,15 ^a	18,52±0,02 ^a	7,2±0,2 ^a
100	66,54±0,52 ^a	5,40±0,14 ^{cd}	19,54±0,04 ^{cd}	10,42±0,17 ^c
200	66,73±0,4 ^a	5,66±0,1 ^d	19,66±0,08 ^d	10,81±0,38 ^c
400	68,1±0,06 ^b	5,07±0,15 ^c	19,31±0,07 ^{bc}	9,34±0,52 ^b
800	68,31±0,25 ^b	4,43±0,11 ^b	19,26±0,05 ^b	9,27±0,19 ^b
1600	69,62±0,27 ^c	4,17±0,09 ^b	18,51±0,14 ^a	7,47±0,34 ^a

3.1.3 Ảnh hưởng của hàm lượng vitamin E bổ sung vào thức ăn đến đáp ứng miễn dịch



Hình 3.5 Hàm lượng Lysozyme (a) và số tiểu cầu (b) ở các mức bổ sung vitamin E

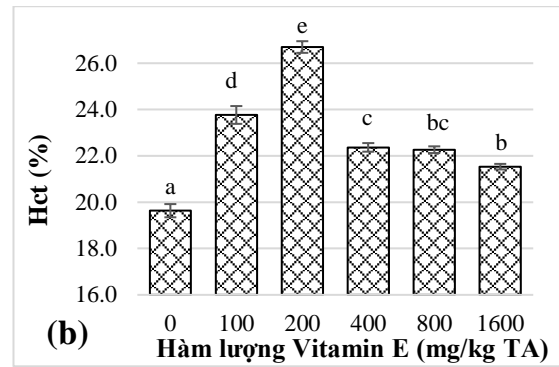
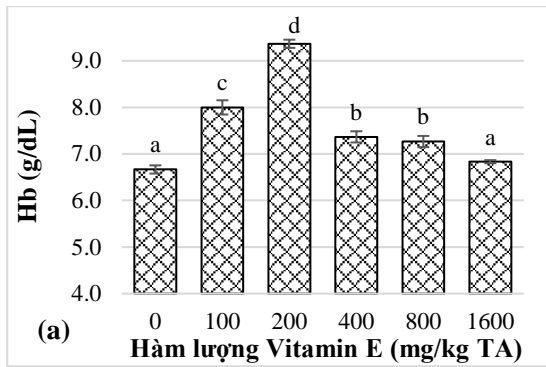
Bổ sung vitamin E 400 mg/kg TA giúp tăng cường khả năng miễn dịch của cá, với hàm lượng lysozyme trong huyết thanh đạt cao nhất, vượt trội so với các mức khác ($P < 0,05$). Số lượng tiểu cầu (PLT) không thay đổi đáng kể giữa các mức bổ sung vitamin E ($P > 0,05$) (Hình 3.5).



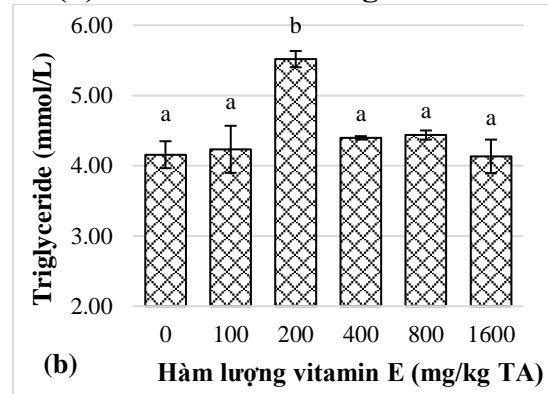
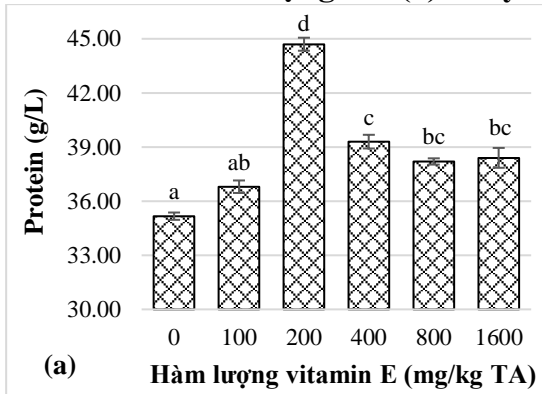
Hình 3.6 Số lượng hồng cầu (a) và số lượng bạch cầu (b) ở các mức bổ sung VE

Bổ sung vitamin E 200 mg/kg TA tối ưu để tăng số lượng hồng cầu (RBC), trong khi mức 400 mg/kg TA tối ưu cho số lượng bạch cầu (WBC), với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Bổ sung vượt ngưỡng này (800–1600 mg/kg TA) không mang lại lợi ích và làm giảm các chỉ số trên (Hình 3.6).

Bổ sung vitamin E 200 mg/kg TA là tối ưu để tăng hàm lượng hemoglobin (Hb) và tỷ lệ hematocrit (Hct), với giá trị cao nhất lần lượt là 9,0 g/dL và 26,0%, có sự khác biệt ý nghĩa so với các mức khác ($P < 0,05$). Bổ sung vượt mức này (800–1600 mg/kg TA) làm giảm các chỉ số trên (Hình 3.7).



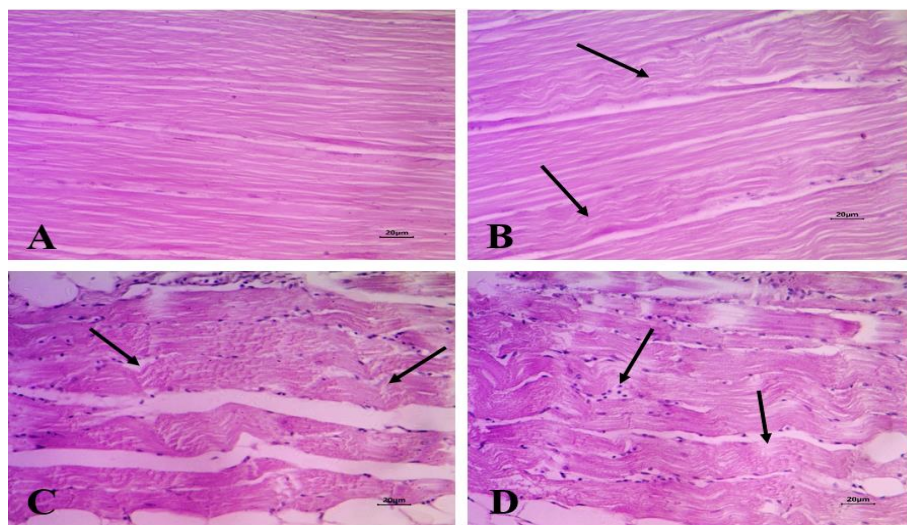
Hình 3.7 Hàm lượng Hb (a) và tỷ lệ Hct (b) ở các mức bổ sung vitamin E



Hình 3.8 Hàm lượng triglyceride (a) và protein huyết tương (b) ở các mức vitamin E

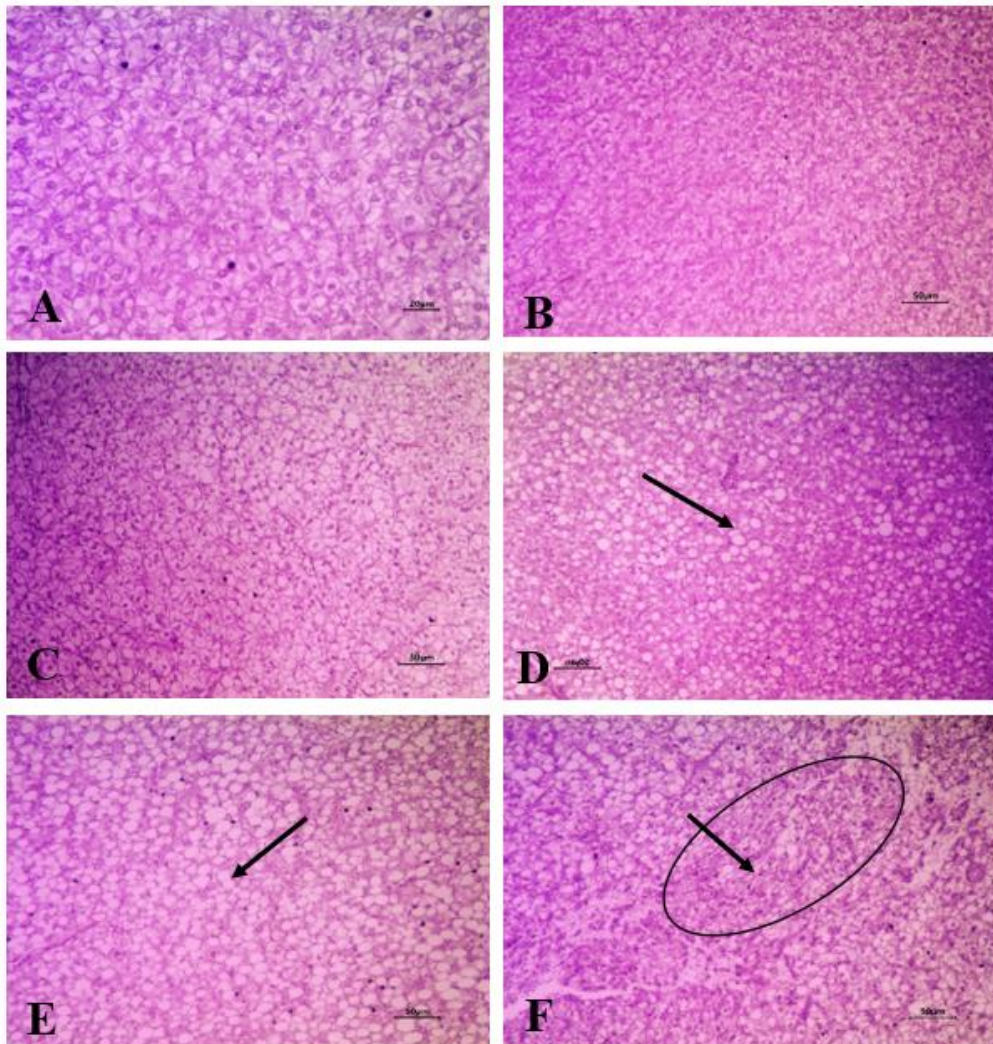
Bổ sung vitamin E 200 mg/kg TA tối ưu để tăng hàm lượng protein huyết tương (44,5 g/L), còn mức 400 mg/kg TA tối ưu cho hàm lượng triglyceride (5,5 mmol/L), với sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Bổ sung vượt ngưỡng này không cải thiện thêm và có thể làm giảm các chỉ số trên (Hình 3.8).

3.1.4 Ảnh hưởng của vitamin E bổ sung vào thức ăn đến tổ chức gan và cơ



Hình 3.9 Mô cơ cá chim vây vàng (H&E).

Bổ sung vitamin E ở mức vừa phải giúp duy trì cấu trúc mô cơ cá chim vây vàng khỏe mạnh với sợi cơ rõ ràng. Tuy nhiên, mức 800 mg/kg TA bắt đầu gây cong gãy nhẹ, và mức 1600 mg/kg TA gây tổn thương nghiêm trọng với hoại tử và biến dạng mô cơ, nhấn mạnh tầm quan trọng của việc sử dụng liều lượng vitamin E phù hợp (Hình 3.9).



Hình 3.10 Mô gan cá chim vây vàng được bổ sung VE từ 100-400 mg/kg TA (H&E).

Bổ sung vitamin E ở mức 100–200 mg/kg TA duy trì cấu trúc mô gan bình thường với tế bào gan hình đa diện, nhân trung tâm rõ nét. Tuy nhiên, ở mức 400 mg/kg TA, số lượng không bào tăng, và ở mức 1600 mg/kg TA, xuất hiện thoái hóa nhân và xâm nhập tế bào máu tại các vùng gan bị hoại tử, cho thấy mức bổ sung quá cao gây tổn thương mô gan (Hình 3.10).

3.2 Tác động vitamin E bổ sung vào thức ăn đến đáp ứng miễn dịch ở nhiệt độ cao

3.2.1 Ảnh hưởng của vitamin E và nhiệt độ lên sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn

Nhiệt độ 34°C giúp cá chim vây vàng đạt tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn tốt nhất, với chiều dài (14,75 cm), khối lượng (65,6 g), tốc độ tăng trưởng (SGRL: 1,32%/ngày, SGRW: 3,89%/ngày), và hiệu quả sử dụng protein (PE: 1,45). Bổ sung vitamin E ở mức 400 mg/kg TA cải thiện đáng kể khối lượng (62,85 g), tốc độ tăng trưởng (SGRL: 1,3%/ngày, SGRW: 3,83%/ngày), và PE (1,4). Không có tương tác giữa nhiệt độ và vitamin E, và các chỉ số VSI, HSI không bị ảnh hưởng. Nhiệt độ cao và bổ sung vitamin E ở mức phù hợp hỗ trợ tăng trưởng và hiệu quả dinh dưỡng tối ưu cho cá giống (Bảng 3.2).

Bảng 3.2. Ảnh hưởng của vitamin E và nhiệt độ lên tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá chim vây vàng giai đoạn giống

Nghiem thức	FBL (cm)	FBW (g/fish)	SGR _L (%/day)	SGR _w (%/day)	VSI (%)	HSI (%)	FI (%BW/day)	FCR	PE
28:0	14,32±0,00	57,75±0,53	1,27±0,01	3,7±0,01	6,24±0,16	0,99±0,05	4,28±0,04	1,67±0,02	1,28±0,01
28:400	14,17±0,12	58,83±1,30	1,26±0,01	3,73±0,03	6,31±0,05	1,01±0,03	4,21±0,08	1,64±0,04	1,3±0,03
31:0	14,64±0,10	61,65±0,48	1,3±0,01	3,8±0,01	6,85±0,09	1,07±0,04	4,03±0,03	1,55±0,01	1,37±0,01
31:400	14,69±0,10	63,39±0,89	1,31±0,01	3,84±0,02	7,09±0,09	1,09±0,01	3,93±0,05	1,51±0,02	1,42±0,02
34:0	14,62±0,10	64,89±0,43	1,3±0,01	3,88±0,01	6,99±0,12	1,11±0,03	3,84±0,02	1,47±0,01	1,45±0,01
34:400	14,87±0,12	66,31±0,20	1,33±0,01	3,91±0,00	7,06±0,04	1,13±0,03	3,76±0,01	1,43±0,00	1,49±0,00
Ảnh hưởng của nhiệt độ nước									
28	14,25 ^A	58,29 ^A	1,26 ^A	3,71 ^A	6,27 ^A	1,00 ^A	4,24 ^C	1,65 ^C	1,29 ^A
31	14,66 ^B	62,52 ^B	1,31 ^B	3,82 ^B	6,97 ^B	1,08 ^B	3,98 ^B	1,53 ^B	1,39 ^B
34	14,75 ^B	65,6 ^C	1,32 ^B	3,89 ^C	7,03 ^B	1,12 ^B	3,8 ^A	1,45 ^A	1,47 ^C
Ảnh hưởng của VE									
0	14,53	61,43 ^X	1,29	3,79 ^X	6,69	1,06	4,05 ^X	1,56 ^X	1,37 ^X
400	14,58	62,85 ^Y	1,3	3,83 ^Y	6,82	1,08	3,97 ^Y	1,53 ^Y	1,4 ^Y
P-values (Two-way ANOVA)									
Nhiệt độ	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
VE	NS	< 0,05	NS	< 0,05	NS	NS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nhiệt độ x VE	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

3.2.2 Ảnh hưởng của vitamin E và nhiệt độ lên thành phần sinh hóa

Nhiệt độ 34°C giúp cá chim vây vàng tích lũy protein (19,81%) và lipid (9,64%) cao nhất, trong khi hàm lượng tro giảm. Bổ sung vitamin E ở mức 400 mg/kg TA cũng cải thiện protein (19,47%) và lipid (9,47%), so với nhóm không bổ sung (protein: 18,75%, lipid: 7,24%), đồng thời giảm hàm lượng tro. Không có tương tác đáng kể giữa nhiệt độ và vitamin E, nhưng cả hai yếu tố này đều góp phần nâng cao chất lượng sinh hóa cơ thể cá (Bảng 3.3).

Bảng 3.3 Ảnh hưởng của nhiệt độ và vitamin E lên thành phần sinh hóa cơ thể cá

Nghiệm thức	Tro (%)	Ăm (%)	Protein (%)	Lipid (%)
28:0	5,76±0,39	67,19±0,69	18,45±0,09	5,51 ^a ±0,46
28:400	4,2±0,46	67,72±0,68	19,17±0,17	9,37 ^c ±0,49
31:0	5,3±0,30	67,48±0,31	18,89±0,29	7,86 ^b ±0,22
31:400	4,27±0,08	68,74±0,48	19,3±0,23	9,42 ^c ±0,30
34:0	5,43±0,21	67,54±0,30	18,91±0,25	8,33 ^{bc} ±0,39
34:400	4,18±0,17	69,88±0,38	19,92±0,35	10,66 ^d ±0,20
Ảnh hưởng của nhiệt độ				
28	4,98	67,56	18,81	9,5 ^C
31	4,79	68,11	19,1	8,64 ^B
34	4,8	68,71	19,42	7,44 ^A
Ảnh hưởng của VE				
0	5,49 ^X	67,4 ^X	18,75 ^X	7,24 ^X
400	4,22 ^Y	68,78 ^Y	19,47 ^Y	9,82 ^Y
P-values (Two-way ANOVA)				
Nhiệt độ	NS	NS	NS	< 0,05
VE	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nhiệt độ x VE	NS	NS	NS	< 0,05

3.2.3 Ảnh hưởng của vitamin E và nhiệt độ lên đáp ứng miễn dịch

Nhiệt độ 34°C và bổ sung vitamin E (400 mg/kg TA) giúp tăng cường miễn dịch tự nhiên của cá chim vây vàng, với lysozyme (8,38 µg/mL), hoạt tính bùng nổ hô hấp (1,48), hoạt tính thực bào (75,53%), và chỉ số thực bào (2,00) đạt giá trị cao nhất. Sự kết hợp này tối ưu hóa sức khỏe và khả năng miễn dịch của cá trong điều kiện nuôi trồng (Bảng 3.4).

Bảng 3.4. Ảnh hưởng của vitamin E và nhiệt độ lên hàm lượng lysozyme huyết thanh, hoạt tính bùng nổ hô hấp, hoạt tính thực bào và chỉ số thực bào

Nghiệm thức	Lysozyme (µg/mL)	Hoạt tính thực bào	Chỉ số thực bào	Bùng nổ hô hấp
28:0	6,70±0,33	69,80±1,85	1,78±0,06	1,22±0,04
28:400	7,52±0,59	73,80±2,75	1,90±0,06	1,25±0,03
31:0	7,19±0,42	71,40±2,42	1,86±0,07	1,29±0,02
31:400	7,72±0,24	74,80±1,46	1,85±0,07	1,37±0,03
34:0	7,20±0,27	74,40±1,89	1,96±0,06	1,34±0,03
34:400	9,40±0,63	78,00±1,73	2,02±0,06	1,48±0,03
Ảnh hưởng của nhiệt độ nước				
28	7,11 ^A	71,8	1,84	1,23 ^A
31	7,46 ^{AB}	73,1	1,86	1,33 ^B
34	8,3 ^B	76,2	1,99	1,41 ^C
Ảnh hưởng của VE				
0	7,03 ^X	71,87 ^X	1,87	1,29 ^X
400	8,21 ^Y	75,53 ^Y	1,92	1,36 ^Y
P-values (Two-way ANOVA)				
Nhiệt độ	< 0,05	NS	NS	< 0,05
VE	< 0,05	< 0,05	NS	< 0,05
Nhiệt độ x VE	NS	NS	NS	NS

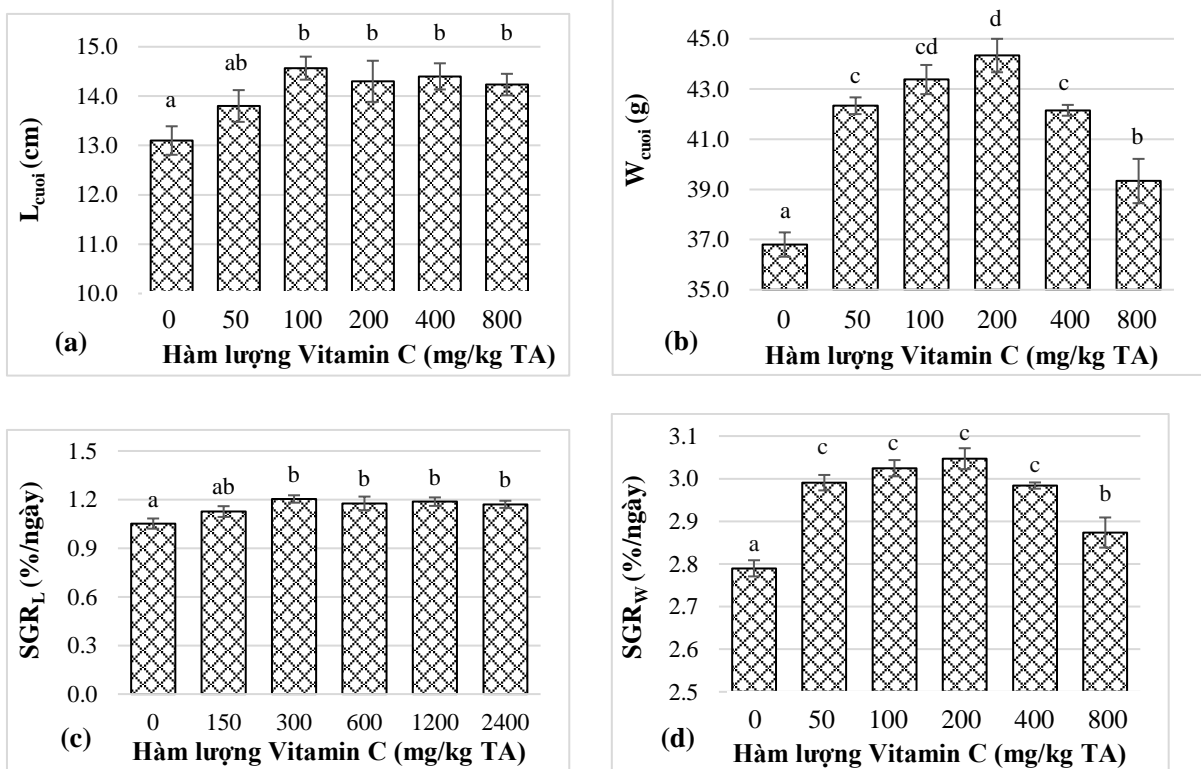
Bảng 3.5 Ảnh hưởng của nhiệt độ và vitamin E lên một số chỉ tiêu huyết học

Nghiệm thức	WBC ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	Hb (g/dL)	Hct (%)	PLT ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	Triglyceride (mmol/L)	Protein (g/L)
28:0	5,75 ^a ±0,07	1,79 ^a ±0,01	6,7±0,08	19,8 ^a ±0,45	22,2±0,37	3,99±0,15	36,06 ^a ±0,63
28:400	6,51 ^b ±0,15	1,87 ^a ±0,03	7,12±0,09	22,12 ^b ±0,51	23,8±0,58	4,19±0,20	36,2 ^a ±0,46
31:0	6,65 ^b ±0,13	2,21 ^b ±0,03	6,92±0,27	21,92 ^b ±0,31	22,4±0,24	4,75±0,34	36,76 ^a ±0,39
31:400	7,15 ^c ±0,04	2,21 ^b ±0,03	7,9±0,34	22,78 ^b ±0,40	23,4±0,40	4,92±0,32	39,52 ^b ±0,46
34:0	6,35 ^b ±0,05	2,21 ^b ±0,04	7,42±0,29	22,08 ^b ±0,25	22,4±0,51	4,41±0,04	39,24 ^b ±0,38
34:400	7,54 ^d ±0,13	3,11 ^c ±0,05	8,98±0,27	25,68 ^c ±0,66	23,2±0,58	5,15±0,38	40,36 ^b ±0,56
Ảnh hưởng của nhiệt độ nước							
28	6,13 ^A	1,83 ^A	6,91 ^A	20,96 ^A	23	4,09 ^A	36,13 ^A
31	6,9 ^B	2,21 ^B	7,41 ^A	22,35 ^B	22,9	4,83 ^B	38,14 ^B
34	6,95 ^B	2,66 ^C	8,2 ^B	23,88 ^C	22,8	4,78 ^B	39,8 ^C
Ảnh hưởng của VE							
0	6,25 ^X	2,07 ^X	7,01 ^X	21,27 ^X	22,33 ^X	4,38	37,35 ^X
400	7,07 ^Y	2,4 ^Y	8,0 ^Y	23,53 ^Y	23,47 ^Y	4,75	38,69 ^Y
P-values (Two-way ANOVA)							
Nhiệt độ	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	NS	< 0,05	< 0,05
VE	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	NS	< 0,05
Nhiệt độ x VE	< 0,05	< 0,05	NS	< 0,05	NS	NS	< 0,05

Nhiệt độ 34°C giúp cải thiện các chỉ tiêu huyết học của cá chim vây vàng, bao gồm WBC ($6,95 \times 10^3/\text{mm}^3$), RBC ($2,21 \times 10^6/\text{mm}^3$), Hb (8,09 g/dL), Hct (25,68%), protein huyết tương (40,56 g/L), và triglyceride (5,15 mmol/L), phản ánh hoạt động sinh lý và miễn dịch tăng cường. Bổ sung vitamin E ở mức 400 mg/kg TA cũng nâng cao đáng kể các chỉ số này, với RBC ($2,44 \times 10^6/\text{mm}^3$), Hb (8,09 g/dL), Hct (23,53%), và protein huyết tương (38,69 g/L) cao hơn so với nhóm không bổ sung. Không có sự tương tác đáng kể giữa nhiệt độ và vitamin E, nhưng cả hai yếu tố đều giúp tăng cường sức khỏe và khả năng miễn dịch của cá (Bảng 3.5).

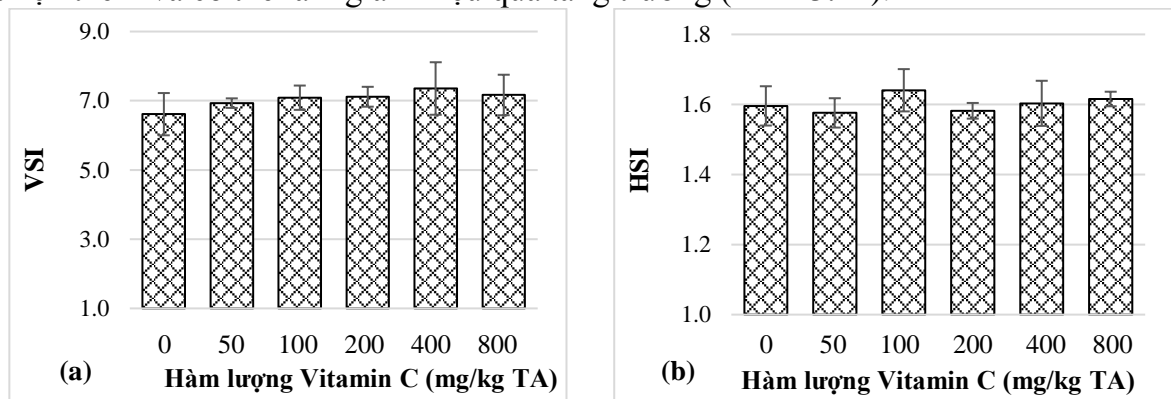
3.3 Ảnh hưởng của vitamin C bổ sung vào thức ăn đến đáp ứng miễn dịch

3.3.1 Ảnh hưởng của vitamin C đến sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn



Hình 3.11 Chiều dài (a, c) và khối lượng (b, d) ở các mức bổ sung vitamin C

Bổ sung vitamin C từ 100–200 mg/kg TA giúp tối ưu hóa chiều dài (14,5 cm), khối lượng (43–44 g), tốc độ tăng trưởng đặc trưng (1,4%/ngày), và hệ số tăng trưởng tương đối (3,0%/ngày) của cá chim vây vàng. Việc bổ sung vượt mức này không cải thiện thêm và có thể làm giảm hiệu quả tăng trưởng (Hình 3.11).

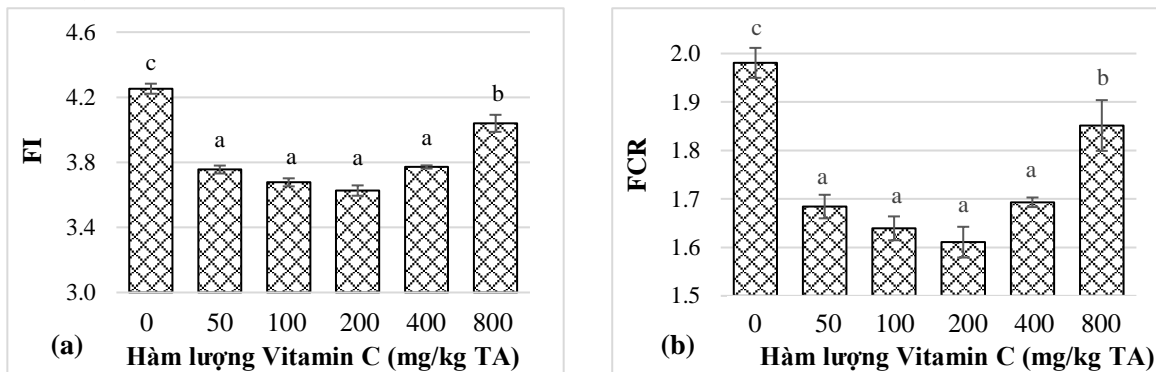


Hình 3.12 Chỉ số gan (a) và chỉ số nội tạng (b) ở các mức bổ sung vitamin C

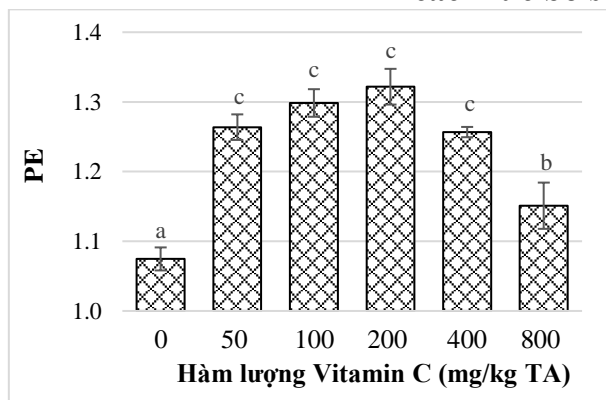
Bổ sung vitamin C từ 0–800 mg/kg TA không ảnh hưởng đáng kể đến chỉ số nội tạng (VSI) và chỉ số gan (HSI) của cá chim vây vàng, với VSI dao động từ 7,0–7,5 và HSI từ 1,4–1,6, phản ánh sự ổn định về tỷ lệ nội tạng và gan trong điều kiện thí nghiệm (Hình 3.12).

Bổ sung vitamin C từ 50–200 mg/kg TA giúp cải thiện hiệu quả sử dụng thức ăn của cá chim vây vàng, với mức tối ưu là 200 mg/kg TA, thể hiện qua lượng thức ăn sử dụng (FI) và hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) thấp nhất. Bổ sung vượt ngưỡng này (400–800

mg/kg TA) không mang lại lợi ích thêm và làm giảm hiệu quả sử dụng thức ăn (Hình 3.13).



Hình 3.13 Lượng thức ăn cá sử dụng (a) và hệ số chuyển đổi thức ăn (b) của cá ở các mức bổ sung vitamin C



Hình 3.14 Hiệu quả sử dụng protein của cá ở các mức bổ sung vitamin C

Bổ sung vitamin C ở mức 200 mg/kg TA là tối ưu để cải thiện hiệu quả sử dụng protein (PE) của cá chim vây vàng, đạt giá trị cao nhất khoảng 1,3–1,4. Bổ sung vượt ngưỡng này (400–800 mg/kg TA) không mang lại lợi ích thêm và làm giảm hiệu quả PE so với mức tối ưu (Hình 3.14).

3.3.2 Ảnh hưởng của vitamin C bổ sung vào thức ăn đến sinh hóa cơ thể

Bảng 3.6 Thành phần sinh hóa cơ thể cá khi sử dụng thức ăn với hàm lượng vitamin C khác nhau

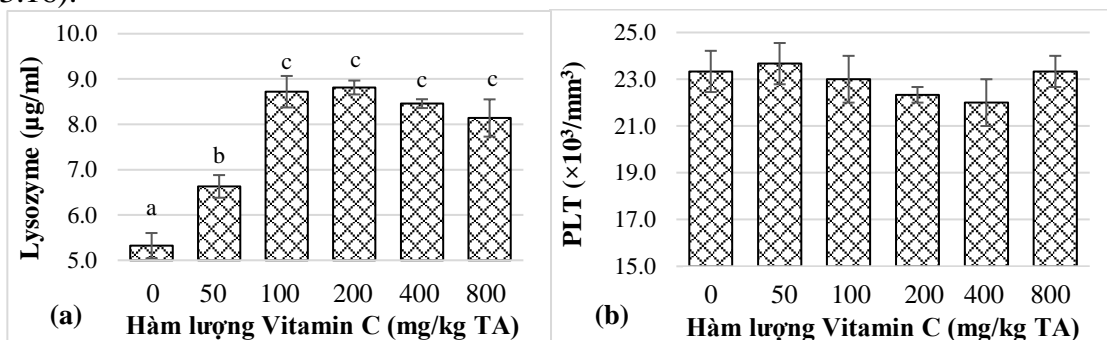
Mức vitamin C bổ sung (mg/kg TA)	Âm (%)	Tro (%)	Protein (%)	Lipid (%)
0	68,85±0,56	5,31±0,32	18,09±0,18 ^a	7,41±0,11 ^a
50	68,98±0,67	4,66±0,62	18,46±0,03 ^b	8,28±0,32 ^b
100	68,66±0,48	5,08±0,55	19,8±0,06 ^d	10,75±0,28 ^d
200	69,46±0,33	4,94±0,17	19,57±0,09 ^d	10,36±0,07 ^c
400	69,5±0,22	4,51±0,12	19,14±0,09 ^c	9,86±0,28 ^c
800	69,27±0,13	4,89±0,37	18,72±0,12 ^b	8,86±0,18 ^b

Bổ sung vitamin C ở mức 200 mg/kg TA là tối ưu để cải thiện hàm lượng protein (19,66%) và lipid (10,75%) trong cơ thể cá chim vây vàng, đồng thời giảm hàm lượng tro (4,51%). Việc bổ sung vượt quá mức này (400–800 mg/kg TA) không mang lại lợi ích thêm và có thể làm giảm hiệu quả tích lũy protein và lipid (Bảng 3.6).

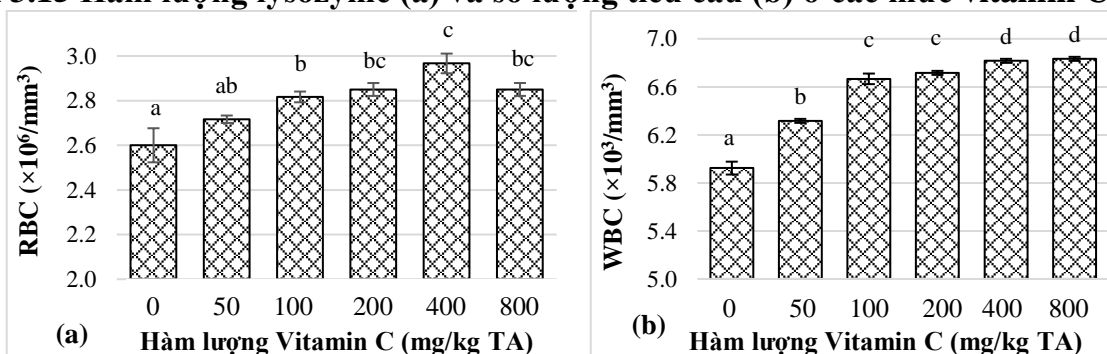
3.3.3 Ảnh hưởng của vitamin C bổ sung vào thức ăn đến đáp ứng miễn dịch

Bổ sung vitamin C ở mức 200 mg/kg TA giúp tăng cường hàm lượng lysozyme lên mức cao nhất (9,0 µg/ml), hỗ trợ hệ miễn dịch của cá chim vây vàng. Tuy nhiên, số lượng tiểu cầu (PLT) không bị ảnh hưởng đáng kể bởi các mức bổ sung vitamin C (Hình 3.15).

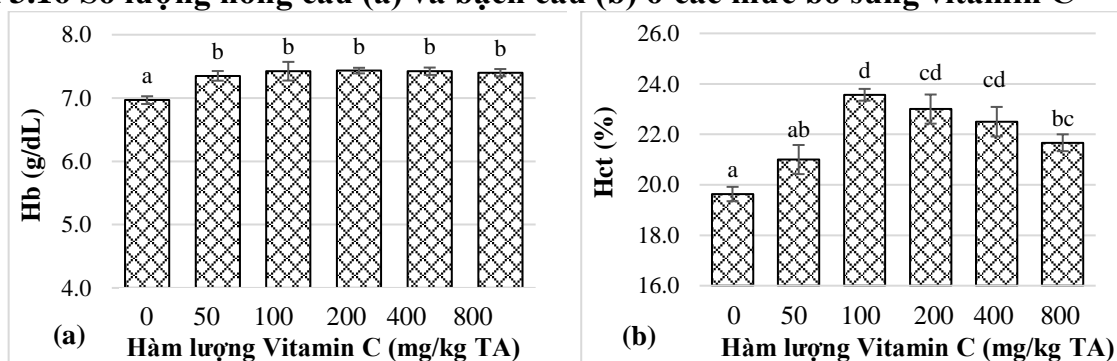
Bổ sung vitamin C từ 400–800 mg/kg TA cải thiện rõ rệt số lượng hồng cầu (cao nhất $3,1 \times 10^6/\text{mm}^3$ ở 400 mg/kg TA) và bạch cầu (cao nhất $7,0 \times 10^3/\text{mm}^3$ ở 800 mg/kg TA), hỗ trợ vận chuyển oxy và tăng cường miễn dịch tự nhiên cho cá chim vây vàng (Hình 3.16).



Hình 3.15 Hàm lượng lysozyme (a) và số lượng tiểu cầu (b) ở các mức vitamin C



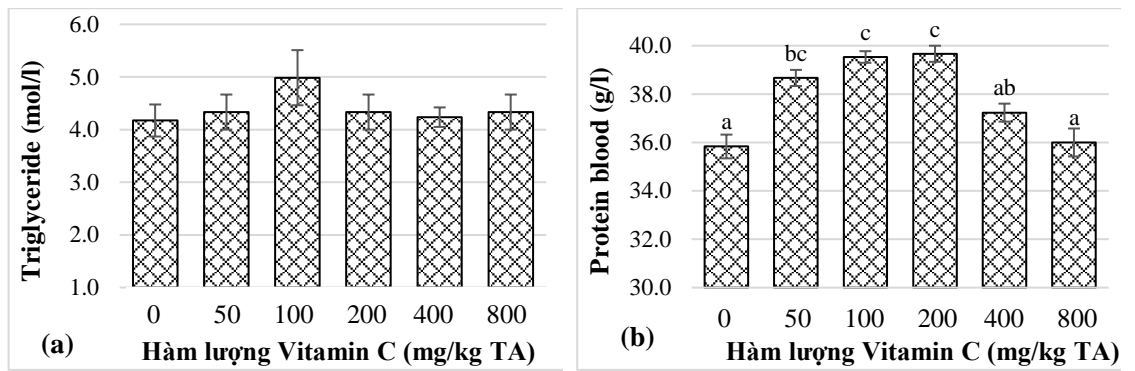
Hình 3.16 Số lượng hồng cầu (a) và bạch cầu (b) ở các mức bổ sung vitamin C



Hình 3.17 Hàm lượng hemoglobin (a) và hematocrit (b) ở các mức vitamin C

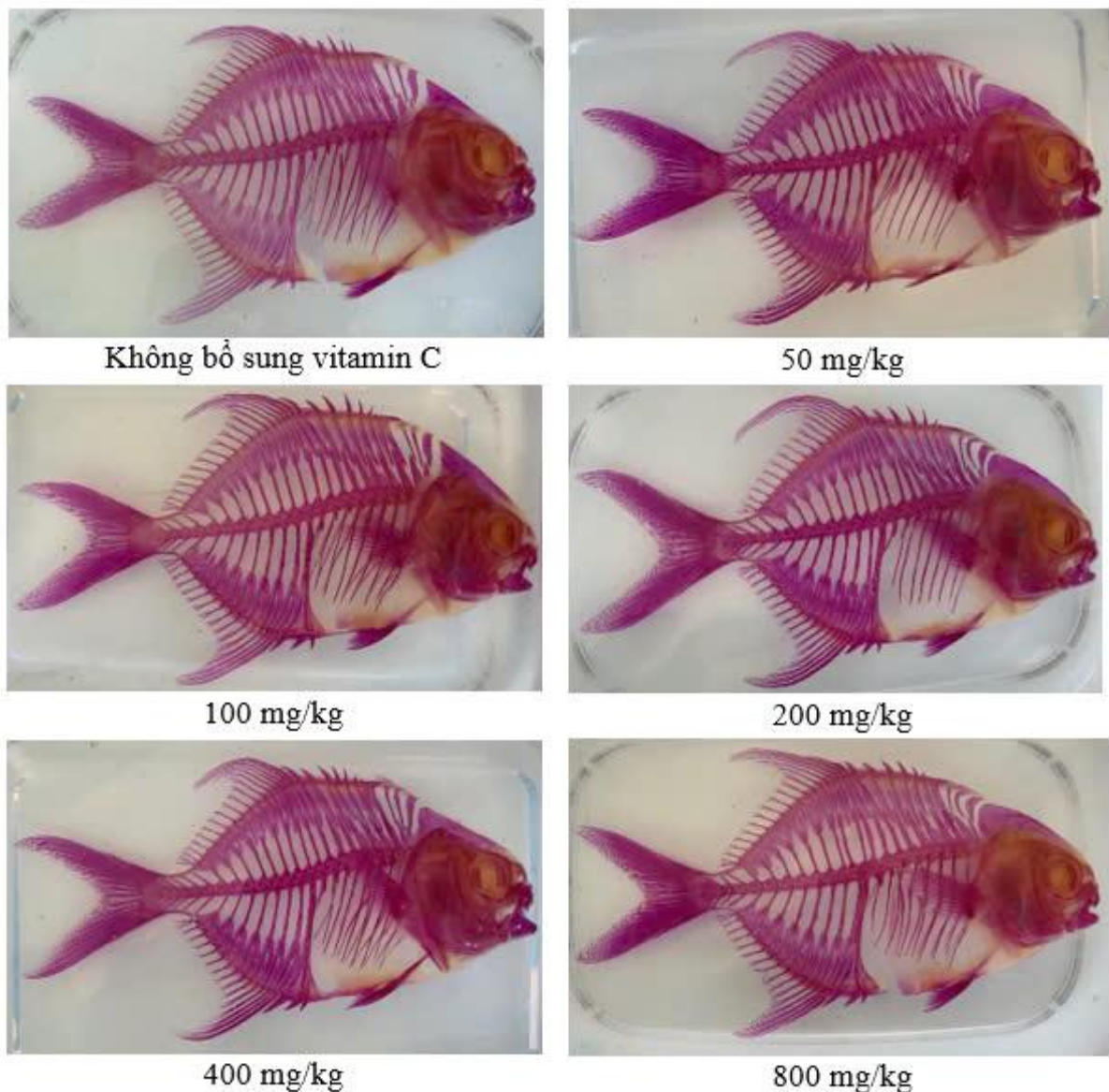
Bổ sung vitamin C từ 50–400 mg/kg TA cải thiện tối ưu hàm lượng hemoglobin (cao nhất 7,8 g/dL) và tỷ lệ hematocrit (cao nhất 24%), hỗ trợ quá trình trao đổi khí và tăng cường khả năng vận chuyển oxy trong máu của cá chim vây vàng (Hình 3.17).

Bổ sung vitamin C từ 50–200 mg/kg TA cải thiện đáng kể hàm lượng protein huyết tương của cá chim vây vàng, đạt cao nhất 39 g/L ở mức 200 mg/kg TA, trong khi hàm lượng triglyceride không bị ảnh hưởng rõ rệt, dao động từ 4,5–5,0 mmol/L (Hình 3.18).



Hình 3.18 Hàm lượng triglyceride (a) và protein huyết tương (b) ở các mức vitamin C

3.3.4 Ảnh hưởng của vitamin C bổ sung vào thức ăn đến hình thái xương



Hình 3.19 Hình thái xương cá chim vây vàng ở các mức bổ sung vitamin C vào thức ăn

Hình thái xương của cá chim vây vàng không có sự khác biệt đáng kể giữa các mức bổ sung vitamin C (0–800 mg/kg TA). Cấu trúc xương đầy đủ, cân đối, không xuất hiện biến dạng hay thiếu hụt. Điều này cho thấy vitamin C trong khẩu phần ăn

hoặc dự trữ nội sinh đã đáp ứng đủ nhu cầu, đảm bảo sự phát triển bình thường của hệ xương (Hình 3.19).

3.4 Tác động của vitamin C bổ sung vào thức ăn đến đáp ứng miễn dịch của cá chim ở điều kiện nhiệt độ cao

3.4.1 Ảnh hưởng của vitamin C và nhiệt độ lên sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn

Nhiệt độ 34°C và bổ sung vitamin C ở mức 100 mg/kg TA giúp tối ưu hóa tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá chim vây vàng. Các chỉ tiêu chiều dài, khối lượng, tốc độ tăng trưởng (SGRL, SGRW) và hiệu quả chuyển đổi thức ăn (FCR) đều đạt cao nhất ở điều kiện này. Chỉ số nội tạng (VSI) và chỉ số gan (HSI) không bị ảnh hưởng đáng kể, trong khi lượng thức ăn tiêu thụ (FI) giảm nhẹ, cho thấy cá sử dụng thức ăn hiệu quả hơn (Bảng 3.7).

Bảng 3.7 Ảnh hưởng của vitamin C và nhiệt độ lên tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá

Nghiệm thức	FBL (cm/fish)	FBW (g/fish)	SGR _L (%/day)	SGR _w (%/day)	VSI	HSI	FI	FCR	PE
28:0	13,93±0,10	51,61±0,69	1,48±0,01	4,24±0,03	13,02±0,26	2,42±0,06	4,73±0,06	1,56±0,02	1,36±0,02
28:100	14,16±0,11	52,53±0,65	1,51±0,01	4,28±0,02	12,25±0,15	2,21±0,05	4,65±0,05	1,53±0,02	1,39±0,02
31:0	13,69±0,12	49,11±0,92	1,45±0,02	4,15±0,03	13,21±0,46	2,23±0,04	4,95±0,08	1,66±0,04	1,29±0,03
31:100	13,95±0,12	51,69±0,35	1,49±0,02	4,25±0,01	12,81±0,25	2,11±0,04	4,72±0,03	1,56±0,01	1,36±0,01
34:0	13,77±0,08	52,24±0,47	1,46±0,01	4,27±0,02	12,32±0,55	2,08±0,07	4,68±0,04	1,54±0,02	1,38±0,01
34:100	14,02±0,09	54,51±0,80	1,49±0,01	4,34±0,03	13,21±0,49	2,09±0,03	4,5±0,06	1,47±0,02	1,45±0,02
Ảnh hưởng của nhiệt độ nước									
28	14,05	52,07 ^{AB}	1,49	4,26 ^B	12,63	2,31 ^B	4,7 ^A	1,55 ^A	1,38 ^{AB}
31	13,82	50,4 ^A	1,46	4,2 ^A	13,01	2,17 ^A	4,8 ^B	1,61 ^B	1,33 ^A
34	13,9	53,37 ^B	1,47	4,3 ^B	12,77	2,08 ^A	4,6 ^A	1,51 ^A	1,41 ^B
Ảnh hưởng của VC									
0	13,8 ^X	50,99 ^X	1,46 ^X	4,22 ^X	12,85	2,24 ^X	4,78 ^X	1,59 ^X	1,34 ^X
100	14,04 ^Y	52,91 ^Y	1,49 ^Y	4,29 ^Y	12,76	2,14 ^Y	4,62 ^Y	1,52 ^Y	1,4 ^Y
P-values (Two-way ANOVA)									
Nhiệt độ	NS	< 0,05	NS	< 0,05	NS	<0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
VC	<0,05	< 0,05	<0,05	< 0,05	NS	<0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nhiệt độ x VC	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

3.4.2 Ảnh hưởng của vitamin C và nhiệt độ lên thành phần sinh hóa cơ thể

Nhiệt độ 34°C và bổ sung vitamin C ở mức 100 mg/kg TA tối ưu hóa thành phần sinh hóa cơ thể cá chim vây vàng, với hàm lượng protein (19,44%) và lipid (9,93%) cao nhất, đồng thời giảm độ ẩm và tro tích lũy. Điều này cho thấy nhiệt độ cao và bổ sung vitamin C giúp cải thiện chất lượng dinh dưỡng của cá (Bảng 3.8).

Bảng 3.8 Ảnh hưởng của vitamin C và nhiệt độ lên thành phần sinh hóa cơ thể cá

Nghiệm thức	Tro	Ăm	Protein	Lipid
28:0	5,79±0,11	69,14±0,43	18,39±0,05	6,0±0,54
28:100	6,26±0,05	70,25±0,62	18,61±0,04	7,28±0,64
31:0	4,69±0,10	65,55±0,46	19,01±0,03	8,06±0,42
31:100	5,19±0,07	68,17±0,52	19,18±0,02	8,69±0,42
34:0	4,04±0,12	59,82±0,46	19,27±0,02	9,42±0,38
34:100	4,03±0,08	61,29±0,35	19,4±0,04	9,93±0,49
Ảnh hưởng của nhiệt độ nước				
28	6,03 ^C	69,69 ^C	18,5 ^A	6,64 ^A
31	4,94 ^B	66,86 ^B	19,1 ^B	8,37 ^B
34	4,23 ^A	60,56 ^A	19,33 ^C	9,67 ^C
Ảnh hưởng của VC				
0	4,84 ^X	64,84 ^X	18,89 ^X	7,83 ^X
100	5,3 ^Y	66,57 ^Y	19,06 ^Y	8,63 ^Y
P-values (Two-way ANOVA)				
Nhiệt độ	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
VC	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nhiệt độ x VC	NS	NS	NS	NS

3.4.3 Ảnh hưởng của vitamin C và nhiệt độ lên đáp ứng miễn dịch**Bảng 3.9. Ảnh hưởng của nhiệt độ và vitamin C lên lượng lysozyme huyết thanh, hoạt tính thực bào và bùng nổ hô hấp của cá chim vây vàng**

Nghiệm thức	Lysozyme (ug/mL)	Hoạt tính thực bào	Chỉ số thực bào	Bùng nổ hô hấp
28:0	6,25±0,27	66,20±1,46	1,68±0,03	1,18±0,04
28:100	6,72±0,16	68,80±1,24	1,76±0,03	1,23±0,03
31:0	7,00±0,33	70,20±1,83	1,76±0,09	1,33±0,02
31:100	8,01±0,06	69,80±2,15	1,79±0,06	1,31±0,03
34:0	8,23±0,28	72,20±2,56	1,83±0,03	1,36±0,03
34:100	9,04±0,07	75,60±1,60	1,93±0,05	1,43±0,03
Ảnh hưởng của nhiệt độ nước				
28	6,48 ^A	67,5 ^A	1,72 ^A	1,2 ^A
31	7,51 ^B	70,0 ^{AB}	1,78 ^{AB}	1,32 ^B
34	8,63 ^C	73,9 ^B	1,88 ^B	1,39 ^C
Ảnh hưởng của VC				
0	7,16 ^X	69,53	1,76	1,29
100	7,92 ^Y	71,4	1,83	1,32
P-values (Two-way ANOVA)				
Nhiệt độ	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
VC	<0,05	NS	NS	NS
Nhiệt độ x VC	NS	NS	NS	NS

Bảng 3.10 Ảnh hưởng của vitamin C và nhiệt độ lên một số chỉ tiêu huyết học

Nghiệm thức	WBC ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	Hb (g/dL)	Hct (%)	PLT	Triglyceride (mmol/L)	Protein (g/L)
28:0	5,61 \pm 0,22	1,87 ^a \pm 0,06	7,02 ^{ab} \pm 0,25	19,79 \pm 0,40	21,4 \pm 0,24	4,15 \pm 0,20	35,45 ^a \pm 0,14
28:100	5,97 \pm 0,28	1,93 ^a \pm 0,02	6,91 ^a \pm 0,10	21,14 \pm 0,63	22,4 \pm 0,40	4,04 \pm 0,27	36,5 ^b \pm 0,14
31:0	6,34 \pm 0,21	2,08 ^b \pm 0,02	7,26 ^{ab} \pm 0,10	22,0 \pm 0,43	22,8 \pm 0,20	4,79 \pm 0,33	37,08 ^c \pm 0,08
31:100	6,61 \pm 0,13	2,24 ^c \pm 0,06	7,45 ^b \pm 0,14	23,25 \pm 0,42	23,6 \pm 0,24	4,32 \pm 0,30	37,92 ^d \pm 0,18
34:0	7,23 \pm 0,07	2,76 ^d \pm 0,06	8,72 ^c \pm 0,12	24,74 \pm 0,21	23,8 \pm 0,20	4,86 \pm 0,34	38,68 ^e \pm 0,08
34:100	8,11 \pm 0,18	3,15 ^e \pm 0,05	9,38 ^d \pm 0,15	25,64 \pm 0,43	24,8 \pm 0,20	4,93 \pm 0,40	39,11 ^f \pm 0,03
Ảnh hưởng của nhiệt độ nước							
28	5,79 ^A	1,9 ^A	6,97 ^A	20,47 ^A	21,9 ^A	4,1 ^A	35,98 ^A
31	6,48 ^B	2,16 ^B	7,35 ^B	22,63 ^B	23,2 ^B	4,56 ^{AB}	37,5 ^B
34	7,67 ^C	2,95 ^C	9,05 ^C	25,19 ^C	24,3 ^C	4,89 ^B	38,9 ^C
Ảnh hưởng của VC							
0	6,39 ^X	2,24 ^X	7,67 ^X	22,18 ^X	22,67 ^X	4,6	37,07 ^X
100	6,9 ^Y	2,44 ^Y	7,91 ^Y	23,34 ^Y	23,6 ^Y	4,43	37,84 ^Y
P-values (Two-way ANOVA)							
Nhiệt độ	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
VC	<0,05	< 0,05	=0,05	< 0,05	< 0,05	NS	< 0,05
Nhiệt độ x VC	NS	<0,05	<0,05	NS	NS	NS	<0,05

Nhiệt độ 34°C và bổ sung vitamin C ở mức 100 mg/kg TA cải thiện đáng kể các chỉ tiêu miễn dịch tự nhiên của cá chim vây vàng. Lượng lysozyme huyết thanh (8,63 $\mu\text{g}/\text{mL}$), hoạt tính thực bào (73,9%), chỉ số thực bào (1,93), và bùng nổ hô hấp (1,39) đạt giá trị cao nhất ở nhiệt độ 34°C. Bổ sung vitamin C tăng lượng lysozyme (7,92 $\mu\text{g}/\text{mL}$) và hỗ trợ hoạt tính thực bào, chỉ số thực bào và bùng nổ hô hấp, giúp nâng cao sức khỏe và khả năng chống chịu của cá trước các tác nhân gây bệnh (Bảng 3.9).

Nhiệt độ 34°C và bổ sung vitamin C ở mức 100 mg/kg TA cải thiện các chỉ số huyết học của cá chim vây vàng, với WBC ($8,11 \times 10^3/\text{mm}^3$), RBC ($3,15 \times 10^6/\text{mm}^3$), Hb (9,05 g/dL), Hct (25,15%), và protein huyết tương (38,9 g/L) đạt giá trị cao nhất. Vitamin C hỗ trợ tăng cường miễn dịch và sức khỏe tổng thể, trong khi các chỉ số PLT và triglyceride ít bị ảnh hưởng (Bảng 3.10).

CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1 Kết luận

1) Bổ sung vitamin E từ 100–800 mg/kg TA giúp cải thiện tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và thành phần sinh hóa cơ thể cá chim vây vàng, trong đó mức 100–200 mg/kg TA đạt hiệu quả tối ưu. Vitamin E từ 100–400 mg/kg TA cải thiện các chỉ số huyết học và miễn dịch, với lysozyme và bạch cầu cao nhất ở mức 400 mg/kg TA, trong khi hồng cầu, Hb, Hct, protein máu và triglyceride tối ưu ở mức 200 mg/kg TA. Vitamin E không ảnh hưởng đến tỷ lệ sống, số lượng tiểu cầu, chỉ số VSI và HSI của cá. Bổ sung quá liều (800–1600 mg/kg TA) dẫn đến thoái hóa, hoại tử gan và tổn thương mô cơ.

2) Trong điều kiện thí nghiệm, cá chim vây vàng có khả năng thích nghi trong khoảng nhiệt độ 28–34°C, với các chỉ tiêu tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn, hàm lượng protein, độ ẩm, chỉ số huyết học, lysozyme huyết thanh và hoạt tính bùng nổ hô hấp đạt giá trị cao nhất ở 34°C. Nhiệt độ không ảnh hưởng đến hoạt tính và chỉ số thực bào. Bổ sung vitamin E ở mức 400 mg/kg TA trong khoảng nhiệt độ này giúp cải thiện sinh trưởng, thành phần sinh hóa cơ thể, các chỉ số huyết học và miễn dịch. Không có sự tương tác đáng kể giữa vitamin E và nhiệt độ lên các chỉ tiêu, ngoại trừ hàm lượng lipid tổng số, số lượng bạch cầu, hồng cầu, Hct và protein huyết tương.

3) Bổ sung vitamin C từ 50–800 mg/kg TA cải thiện tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn, hàm lượng protein và lipid của cá chim vây vàng, với mức 100 mg/kg TA đạt kết quả tốt nhất. Vitamin C cải thiện các chỉ tiêu huyết học như Hb, Hct, số lượng hồng cầu, bạch cầu, protein huyết thanh và lysozyme, không ảnh hưởng đến tỷ lệ sống, số lượng tiểu cầu, triglyceride, chỉ số VSI, HSI, độ ẩm, hàm lượng tro và hình thái xương của cá sau 10 tuần thí nghiệm.

4) Trong điều kiện thí nghiệm, khi nhiệt độ tăng trong khoảng 28–34°C, các chỉ tiêu sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn, hàm lượng protein, lipid tổng số, cùng các chỉ số huyết học và miễn dịch tự nhiên của cá chim vây vàng có xu hướng được cải thiện, với một số chỉ tiêu đạt giá trị cao nhất ở 34°C. Bổ sung vitamin C ở mức 100 mg/kg TA trong khoảng nhiệt độ này góp phần tăng cường tốc độ tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn, nâng cao hàm lượng lipid tổng số và cải thiện các chỉ số huyết học, miễn dịch, đặc biệt số lượng hồng cầu, Hb và protein huyết thanh. Để xác định mức nhiệt độ tối ưu cho sự phát triển của cá chim vây vàng, cần có thêm nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ cao hơn đối với các chỉ tiêu sinh trưởng, chuyển hóa dinh dưỡng và miễn dịch.

4.2 Kiến nghị

1) Cần phân tích hàm lượng vitamin E và vitamin C trong gan và cơ, đồng thời đánh giá ảnh hưởng của hai loại vitamin này và nhiệt độ lên các chất chống oxy hóa nội sinh như SOD, CAT, GPx, ... để hiểu rõ khả năng tích lũy, chuyển hóa và vai trò chống oxy hóa của cá chim vây vàng.

2) Cần xác định giới hạn nhiệt độ tối đa mà cá chim vây vàng có thể chịu đựng và nghiên cứu sâu hơn về tác động của nhiệt độ cao hơn 34°C lên sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và đáp ứng miễn dịch. Đồng thời, cần đánh giá sự tương tác giữa vitamin và nhiệt độ để hiểu rõ hơn về tác động kết hợp của các yếu tố này đối với sự phát triển của cá chim vây vàng giai đoạn giống.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1) Pham TH, Tran VH, Le MH (2024), “Combined effects of vitamin E and temperature on the growth, biochemistry, and natural immune response of juveniles snubnose pompano (*Trachinotus blochii*)”, *Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, 76(4), pp.204-216.

2) Phạm Thị Hạnh, Nguyễn Tấn Khang, Trần Vĩ Hích & Lê Minh Hoàng (2023), “Ảnh hưởng của hàm lượng vitamin C bổ sung vào thức ăn đến sinh trưởng và đáp ứng miễn dịch tự nhiên của cá chim vây vàng *Trachinotus blochii* (Lacepède, 1801)”, *Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển nông thôn*, số 24/2023, pp. 57-66.

3) Pham Thi Hanh, Khuong V. Dinh, Ngo Van Manh, Le Anh Tuan, Minh-Hoang Le, Tran Vi Hich (2025). Dietary vitamin E enhances the growth, and immunity of snubnose pompano *Trachinotus blochii* juveniles, *Fisheries and Aquatic Sciences*, Accepted. This paper will be at issue on February 2025.