

EFFECTS OF DIETARY TUNA HEAD HYDROLYSATE INCLUSIONS ON GROWTH, FEED UTILISATION AND BODY COMPOSITION OF POMPANO (*Trachinotus blochii*)

Pham Duc Hung*, Le Minh Hoang

Nha Trang University

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 06/9/2022	This study evaluated the beneficial effects of tuna head hydrolysate (TH) as alternative protein source to fishmeal in diet on growth rate, feed utilization and body composition of juvenile pompano (<i>Trachinotus blochii</i>). Juveniles (4.15 g/fish) was fed to five isonitrogenous (crude protein 45.0 %, lipid 11.0 %) diets with five TH inclusion levels (0; 30; 60; 90 and 120 g/kg) for 56 days. The results indicated that the specific growth rate (SGR) was significantly higher in fish fed diets containing 60 and 90 g/kg TH than those fed other diets. There were no significant effects of TH inclusion on survival rate, hepatosomatic and viscerasomatic indexes of pompano ($P > 0.05$). The apparent digestibility coefficient (ADC) of protein was significantly improved in the fish fed 60 g/kg TH inclusion diet. Increasing the inclusion levels of TH up to 120 g/kg had no significant effects on crude lipid, moisture and ash contents of the fish, whereas protein content was significantly reduced in fish fed 120 g/kg TH diet ($P < 0.05$). The muscle amino acids had no significant difference among treatments. Based on the quadratic regression between TH inclusion levels and SGR, the optimum TH in the diet for maximum growth rate of juvenile pompano was estimated at 74.5 g/kg.
Revised: 19/10/2022	
Published: 26/10/2022	
KEYWORDS	
Amino acids	
Fishmeal	
Pompano	
Protein hydrolysate	
Digestibility	

ẢNH HƯỞNG CỦA BỘT ĐẦU CÁ NGỪ THỦY PHÂN LÊN SINH TRƯỞNG, SỬ DỤNG THỨC ĂN VÀ THÀNH PHẦN SINH HÓA CỦA CÁ CHIM VÂY VÀNG (*Trachinotus blochii*)

Phạm Đức Hùng*, Lê Minh Hoàng

Trường Đại học Nha Trang

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 06/9/2022	Nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của bột đầu cá ngừ thủy phân (TH) như là nguồn protein thay thế bột cá trong thức ăn lên tăng trưởng, sử dụng thức ăn và thành phần sinh hóa của cá chim (<i>Trachinotus blochii</i>) giống. Cá chim (4,15 g/con) được cho ăn 5 loại thức ăn có cùng mức protein và lipid (45% protein; 11% lipid) với 5 mức TH khác nhau (0; 30; 60; 90 và 120 g/kg) trong 56 ngày. Kết quả chỉ ra rằng, tốc độ tăng trưởng đặc trưng (SGR) cao hơn ở cá cho ăn thức ăn có 60 và 90 g/kg TH so với các nghiệm thức khác. Bổ sung TH trong khẩu phần ăn không ảnh hưởng lên tỷ lệ sống, chỉ số gan và chỉ số nội tạng của cá chim ($P > 0,05$). Độ tiêu hóa protein của cá được cải thiện ở nhóm cho ăn thức ăn có bổ sung 60 g/kg TH. Tăng mức bổ sung TH trong thức ăn lên 120 g/kg không làm thay đổi hàm lượng lipid, độ ẩm và tro của thịt cá chim ($P > 0,05$), trong khi hàm lượng protein của thịt cá chim giảm ($P < 0,05$). Thành phần axit amin trong cơ của cá không có sự sai khác giữa các nghiệm thức. Dựa trên kết quả hồi quy tương quan bậc hai giữa mức TH và SGR cho thấy, mức tối ưu TH trong thức ăn cho cá chim là 74,5 g/kg để đạt tốc độ tăng trưởng tối đa.
Ngày hoàn thiện: 19/10/2022	
Ngày đăng: 26/10/2022	
TỪ KHÓA	
Axit amin	
Bột cá	
Cá chim	
Protein thủy phân	
Tiêu hóa	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.6437>

* Corresponding author. Email: hungpd@ntu.edu.vn

1. Giới thiệu

Ứng dụng kỹ thuật thủy phân enzyme đã được ứng dụng để chuyển những phụ phẩm trong chế biến thủy sản có giá trị thấp thành các nguồn có giá trị dinh dưỡng cao [1]. Các nguồn protein thủy phân từ động vật thủy sản (FPH) có hàm lượng protein cao, cân bằng về thành phần các axit amin và đã được nghiên cứu, ứng dụng làm nguồn protein thay thế trong thức ăn cho động vật thủy sản. Ngoài ra, các peptide kích thích nhỏ hay các axit amin tự do (FAA) có nhiều trong FPH cũng có thể được sử dụng làm chất dẫn dụ trong thức ăn, giúp cải thiện hiệu quả sử dụng thức ăn ở động vật thủy sản [2].

Cho đến nay, nhiều nghiên cứu đã được tiến hành nhằm đánh giá hiệu quả của các nguồn FPH trong thức ăn cho cá biển như cá vược *Lates calcarifer* [2], cá tráp đỏ *Pagrus major* [3]-[5], cá bơn *Scophthalmus maximus* [4], cá hồi Đại Tây Dương *Salmon salar* [6], cá bơn Nhật Bản *Paralichthys olivaceus* [7], [8]. Các kết quả từ những nghiên cứu này chỉ ra rằng, khi bổ sung lượng FPH phù hợp trong thức ăn giúp tăng tốc độ tăng trưởng, tăng hiệu quả sử dụng thức ăn, cải thiện hệ miễn dịch và thúc đẩy khả năng chống lại một số tác nhân gây bệnh ở cá. Việc bổ sung FPH cũng giúp cải thiện khả năng tiêu hóa ở cá giống khi cho ăn thức ăn có chứa nhiều protein thực vật [9], [10].

Mặc dù vậy, bổ sung nhiều FPH trong thức ăn cũng có thể làm giảm tăng trưởng và sử dụng thức ăn ở cá [1], [11]. Cá bơn Nhật Bản giảm khối lượng và tăng hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) khi bổ sung 160 g/kg FPH trong khẩu phần [12]. Theo Xu và cộng sự [13], bổ sung quá 62 g/kg protein thủy phân từ phụ phẩm của cá Pollock *Theragra chalcogramma* trong khẩu phần làm giảm khối lượng và tăng FCR của cá bơn giống. Nguyên nhân có thể do giá trị sinh học thấp hơn của các FAA, có nhiều trong các sản phẩm FPH, dẫn đến mất cân đối trong tốc độ hấp thụ giữa FAA và axit amin liên kết protein trong ruột của động vật [14], [15].

Cá chim vây vàng *Trachionotus blochii* là đối tượng nuôi biển quan trọng ở Việt Nam và nhiều nước châu Á. Cá chim có thể nuôi được ở độ mặn từ 5 đến 35 ppt trong các hệ thống nuôi khác nhau như lồng bè, ao đất, ao lót bạt. Một số nghiên cứu cho thấy, bổ sung bột nội tạng cá ngừ thủy phân trong thức ăn có thể giúp cải thiện tăng trưởng, tiêu hóa và khả năng chống lại vi khuẩn gây bệnh ở cá chim vây vàng [9], [16]. Theo Nguyễn Thị Mỹ Hương [17], đầu cá ngừ thủy phân chứa nhiều các axit amin cần thiết và có thể dùng làm nguyên liệu trong thức ăn cho động vật thủy sản. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào công bố về hiệu quả của nguồn protein này trong thức ăn cho cá chim vây vàng. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là nhằm xác định hiệu quả của bột đầu cá ngừ thủy phân như là nguồn protein thay thế cho bột cá trong thức ăn cho cá chim vây vàng, dựa trên tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và thành phần hóa học của cá.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Thức ăn thí nghiệm

Đầu cá ngừ vây vàng được cung cấp từ Công ty Hải Vương (Diên Khánh, Khánh Hòa). Mẫu được xay và bảo quản trong tủ đông cho đến khi sử dụng. Thủy phân đầu cá ngừ được tiến hành theo phương pháp mô tả bởi Ovissipour và cộng sự [18] với enzyme Alcalase có hoạt độ 2,4AU/g. Trước tiên, đầu cá ngừ đã xay nhỏ được trộn với dung dịch đệm 0,1M sodium phosphate và đồng hóa trong 2 phút. pH của hỗn hợp được điều chỉnh đến mức thích hợp cho hoạt động của enzyme Alcalase bằng 0,2N NaOH. Enzyme được dùng với tỷ lệ 5g/kg tổng số protein của nguyên liệu. Quá trình thủy phân được thực hiện ở nhiệt độ 50°C trong 4h trong tủ lắc với tốc độ 150 vòng/phút. Enzyme sau đó được bất hoạt ở nhiệt độ 90°C trong 15 phút. Hỗn hợp sau thủy phân được ly tâm lạnh ở 7500 vòng/phút, nhiệt độ 4°C trong 30 phút. Dịch thủy phân được đông khô, sau đó nghiền mịn tạo bột đầu cá ngừ thủy phân (TH) và bảo quản trong tủ đông -20°C cho đến khi sử dụng. Thành phần dinh dưỡng của bột cá và bột TH được trình bày trong bảng 1.

Một công thức thức ăn chuẩn được thiết lập với hàm lượng protein thô 45% và lipid thô 11%. Bột TH được bổ sung vào thức ăn chuẩn ở mức 0 (TH0); 30 (TH30); 60 (TH60); 90 (TH90) và 120 g/kg (TH120) để thay thế cho protein từ bột cá trong thức ăn chuẩn. Phương pháp chuẩn bị nguyên liệu và sản xuất thức ăn thí nghiệm được tiến hành tại Phòng thí nghiệm dinh dưỡng của trường Đại học Nha Trang theo phương pháp mô tả bởi Phạm Đức Hùng và cộng sự [16]. Chromic oxide (Cr_2O_3) được bổ sung vào trong thức ăn để làm chất đánh dấu trong xác định độ tiêu hóa. Công thức thức ăn và thành phần dinh dưỡng của thức ăn thí nghiệm được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 1. Thành phần dinh dưỡng của bột cá và bột đầu cá ngừ thủy phân

	Bột cá	Bột đầu cá ngừ thủy phân
Thành phần sinh hóa (%)		
Protein thô	60,30	78,02
Lipid thô	10,20	7,12
Tro	20,90	7,76
Histamin (ppm)	< 500	-
Thành phần axit amin thiết yếu (g/100g)		
Arginine	3,95	4,11
Phenylalanine	2,32	2,57
Leucine	4,24	5,28
Lysine	4,37	3,87
Methionine	1,84	1,97
Isoleucine	2,91	3,92
Histidine	1,83	3,15
Threonine	2,63	2,76
Valine	3,11	3,29

Bảng 2. Công thức thức ăn và thành phần dinh dưỡng của thức ăn nghiên cứu

Nguyên liệu (g/kg)	Thức ăn nghiên cứu				
	TH0	TH30	TH60	TH90	TH120
Bột cá	450	411	372	333	294
TH	0	30	60	90	120
Bã đậu nành	240	240	240	240	240
Gluten bột mì	70	70	70	70	70
Dầu cá	63	65	68	72	77
Cellulose	15	22	28	33	37
Vitamin tổng hợp	20	20	20	20	20
Bột mì	100	100	100	100	100
Tinh bột mì	30	30	30	30	30
CaCO_3	2	2	2	2	2
Dicalcium phosphate	3	3	3	3	3
NaCl	2	2	2	2	2
Cr_2O_3	5	5	5	5	5
<i>Proximate compositions (%)</i>					
Vật chất khô	91,11	91,34	89,71	88,29	90,44
Protein thô	45,24	45,34	44,96	45,02	45,52
Lipid thô	11,20	11,06	10,93	11,10	10,96
Tro	8,00	7,90	6,46	5,72	4,53

2.2. Cá thí nghiệm, chăm sóc và quản lý

Cá chim vây vàng được cung cấp từ trại sản xuất giống cá biển tại Nha Trang, Khánh Hòa, được thuần dưỡng cho thích nghi với điều kiện thí nghiệm trong hai tuần. Sau khi thuần dưỡng, cá chim vây vàng (trung bình 4,15 g/con) được bố trí ngẫu nhiên vào trong các bể composite (350 L/bể) với số lượng 25 con/bể. Mỗi loại thức ăn thí nghiệm được lặp lại ba lần. Cá được cho ăn

vào lúc 8h00 và 16h00 cho đến khi no trong 56 ngày. Hàng ngày thay 50% nước và vệ sinh bể kết hợp thay toàn bộ nước sau mỗi 3 ngày nuôi. Nước biển được xử lý bằng chlorine nồng độ 15 ppm, sục khí mạnh cho hết chlorine trước khi cấp bể thí nghiệm qua túi siêu lọc. Các yếu tố môi trường được duy trì trong khoảng thích hợp cho sinh trưởng của cá chim vây vàng; nhiệt độ: 28 – 30°C, DO > 4,5 mg/L, NH₃/NH₄ < 0,05 mg/L và độ mặn 30 – 31ppt. Số cá chết được ghi chép hàng ngày để xác định tỷ lệ sống.

2.3. Thu và phân tích mẫu

Sau khi kết thúc thời gian thí nghiệm, cá được ngừng cho ăn trong 24h trước khi được gây mê bằng AQUI-S với nồng độ 10 ml/1000L, sau đó cân khối lượng và đo chiều dài cá để đánh giá sinh trưởng. Ba con cá từ mỗi bể được gây chết bằng AQUI-S để phân tích hàm lượng protein, tro, lipid và vật chất khô. 6 cá thể khác trong mỗi bể được gây chết và tách mô gan, nội tạng, sau đó cân để tính toán chỉ số gan (HSI) và chỉ số nội tạng (VSI). Phần mẫu cơ từ 6 cá thể này được thu để phân tích hàm lượng axit amin. Mẫu phân được thu từ ngày thứ 48 bằng cách sử dụng phương pháp lặn đáy theo mô tả bởi Kim và cộng sự [19] với một số điều chỉnh theo Phạm Đức Hùng và cộng sự [20]. Mẫu phân sau đó được ly tâm ở 10.000 rpm trong 20 phút để tách phân và bảo quản trong -20°C. Các chỉ tiêu sinh hóa của thức ăn, mẫu cá và phân được phân tích theo AOAC [21]. Mẫu được sấy trong tủ sấy ở 105°C trong 24h để xác định hàm lượng vật chất khô. Hàm lượng tro được tính sau khi nung mẫu ở 550°C trong 12h. Protein thô theo Kjeldahl sau khi thủy phân bằng axit, lipid thô phân tích theo phương pháp của Bligh và Dyer [22]. Hàm lượng axit amin trong cơ của cá được phân tích bằng phương pháp sắc ký khí GC 2010 Plus (Shimadzu, Kyoto, Japan). Hàm lượng chromic oxide trong thức ăn và trong phân được phân tích bằng phương pháp quang phổ theo qui trình của Bolin và cộng sự [23].

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

$$\text{Tỷ lệ sống: } S\% = \frac{N_t}{N_0} \times 100\% \quad (1)$$

Tốc độ tăng trưởng đặc trưng theo khối lượng (SGR %/ngày):

$$SGR = \frac{\ln(FBW) - \ln(IBW)}{t} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Hệ số chuyển hoá thức ăn (FCR): } FCR = \frac{FI}{WG} \quad (3)$$

$$\text{Hệ số gan: (HSI)} = 100 \times \text{khối lượng gan/khối lượng cá} \quad (4)$$

$$\text{Hệ số nội tạng: (VSI)} = 100 \times \text{khối lượng nội tạng/khối lượng cá} \quad (5)$$

Độ tiêu hóa thức ăn được tính theo công thức của Cho và cộng sự [24]:

$$ADC = \left[1 - \left(\frac{Cr_2 O_3 \text{ thức ăn}}{Cr_2 O_3 \text{ phân}} \right) \times \left(\frac{\text{chất dinh dưỡng trong phân}}{\text{chất dinh dưỡng trong thức ăn}} \right) \right] \times 100 \quad (6)$$

Trong đó: N₀ và N_t là số lượng cá khi bắt đầu và kết thúc thí nghiệm; IBW và FBW là khối lượng cá khi bắt đầu và kết thúc thí nghiệm; FI: là lượng thức ăn sử dụng (tính theo vật chất khô); WG: là khối lượng cá tăng thêm; t là số ngày thí nghiệm.

Số liệu được thể hiện dưới dạng trung bình (TB) ± sai số chuẩn (SE). Ảnh hưởng của các mức TH lên cá chim vây vàng được phân tích bằng One-way ANOVA (SPSS version 22, IBM, USA). Khi có sự sai khác, kiểm định Duncan được áp dụng để đánh giá sự sai khác giữa các loại thức ăn ở mức ý nghĩa P < 0,05. Hồi quy bậc hai được áp dụng để đánh giá mối tương quan giữa TH trong thức ăn với SGR của cá.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Kết quả nghiên cứu

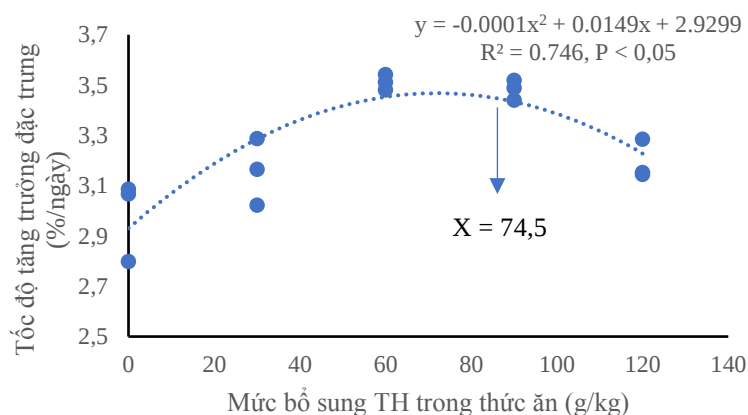
3.1.1. Sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn

Tất cả cá ở các nghiệm thức đều nhanh chóng thích nghi với thức ăn thí nghiệm và không có sự sai khác ý nghĩa về tỷ lệ sống của cá chim vây vàng sau 8 tuần thí nghiệm. FBW, SGR, FI, FCR, VSI và HSI của cá chim thí nghiệm được thể hiện trong bảng 3. Cá cho ăn thức ăn TH60 và TH90 đạt FBW, SGR và FI cao nhất, có sai khác ý nghĩa với các nghiệm thức còn lại ($P < 0,05$). Tăng mức bổ sung TH trong thức ăn giúp cải thiện tăng trưởng ở cá, tuy nhiên tăng trưởng giảm dần khi tăng TH quá cao trong thức ăn. Hệ số FCR, VSI và HSI không có sự khác nhau giữa các nghiệm thức thí nghiệm ($P > 0,05$). Kết quả phân tích hồi quy giữa mức TH và SGR của cá chim vây vàng (Hình 1) cho thấy, tốc độ tăng trưởng của cá đạt tối đa ở mức bổ sung 74,5 g/kg TH trong thức ăn.

Bảng 3. Sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn của cá chim thí nghiệm

Nghiệm thức	TH0	TH30	TH60	TH90	TH120
FBW (g)	22,12 ± 1,12 ^a	24,37 ± 1,04 ^{ab}	29,65 ± 0,29 ^c	29,18 ± 0,38 ^c	24,83 ± 0,64 ^b
SGR (%/ngày)	2,98 ± 0,09 ^a	3,16 ± 0,08 ^{ab}	3,51 ± 0,02 ^c	0,48 ± 0,02 ^c	3,19 ± 0,05 ^b
FI (g/con)	21,84 ± 1,22 ^a	24,47 ± 1,20 ^{ab}	30,35 ± 0,64 ^c	29,28 ± 0,42 ^c	24,97 ± 0,92 ^b
FCR	1,22 ± 0,02	1,21 ± 0,01	1,19 ± 0,02	1,17 ± 0,01	1,21 ± 0,01
HSI (%)	1,03 ± 0,05	1,02 ± 0,04	1,02 ± 0,09	1,02 ± 0,05	1,03 ± 0,03
VSI (%)	8,05 ± 0,08	8,04 ± 0,10	7,97 ± 0,11	7,93 ± 0,13	7,95 ± 0,05
Tỷ lệ sống (%)	86,67 ± 3,53	92,00 ± 2,31	88,00 ± 2,31	90,67 ± 1,33	89,33 ± 2,67

Ghi chú: FBW - khối lượng cá khi kết thúc thí nghiệm; SGR - tốc độ tăng trưởng đặc trưng; FI - thức ăn sử dụng; FCR - hệ số chuyển hóa thức ăn; HIS - chỉ số gan; VSI - chỉ số nội tạng. Các ký tự chữ cái khác nhau trong cùng hàng biểu hiện sự khác biệt có ý nghĩa ở mức $P < 0,05$.



Hình 1. Hồi quy tương quan giữa hàm lượng TH với SGR của cá chim

Độ tiêu hóa protein của cá chim vây vàng được cải thiện khi bổ sung TH trong thức ăn. ADC protein cao nhất ở thức ăn được bổ sung 60 g/kg TH và có sai khác ý nghĩa với các nghiệm thức bổ sung 0, 30 và 120 g/kg TH ($P < 0,05$). Không có sai khác ý nghĩa về ADC protein ở cá cho ăn thức ăn TH60 và TH90 ($P > 0,05$). Bổ sung TH cũng không giúp cải thiện độ tiêu hóa vật chất khô của cá chim (Hình 2).

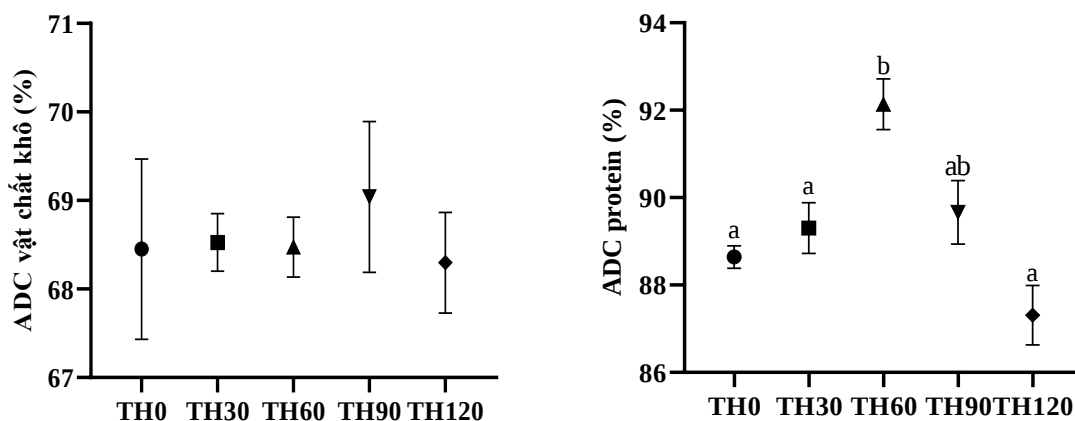
3.1.2. Thành phần sinh hóa

Sau 8 tuần thí nghiệm, tăng lượng TH trong thức ăn từ 0 lên 120 g/kg không ảnh hưởng đến thành phần lipid, vật chất khô và tro của cá chim thí nghiệm ($P > 0,05$). Trong khi đó, hàm lượng protein của cá giảm có ý nghĩa khi bổ sung mức TH cao nhất trong thức ăn ($P < 0,05$). Tuy nhiên, các mức bổ sung TH thấp hơn không làm thay đổi hàm lượng protein của cá (Bảng 4). Hàm lượng axit amin trong cơ của cá ở không bị ảnh hưởng bởi các mức TH bổ sung trong thức ăn (Hình 3).

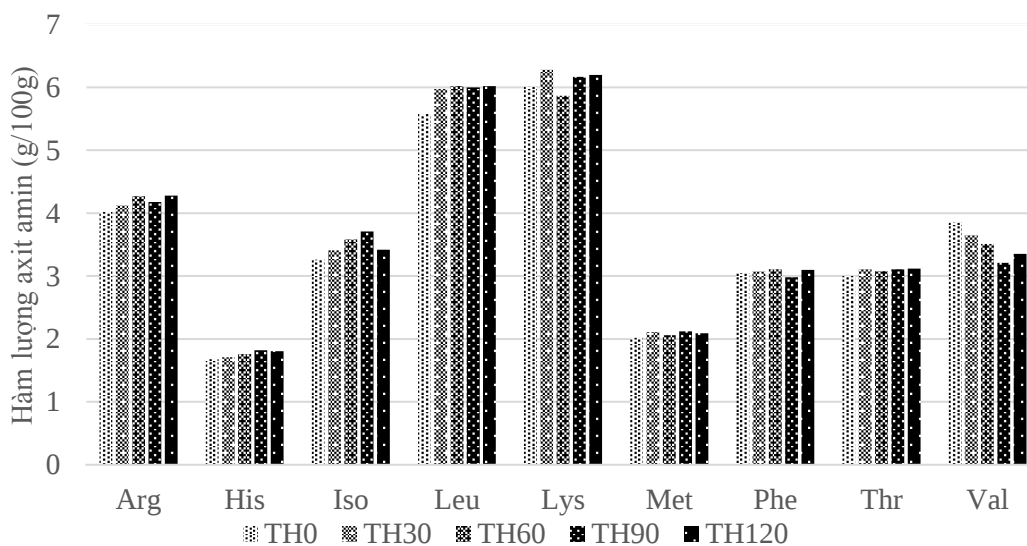
Bảng 4. Thành phần sinh hóa của cá chim thí nghiệm

Nghiệm thức	TH0	TH30	TH60	TH90	TH120
Vật chất khô	33,71 ± 0,25	33,34 ± 0,18	32,83 ± 0,33	32,97 ± 0,27	33,77 ± 0,27
Protein thô	16,92 ± 0,10 ^b	16,95 ± 0,06 ^b	16,99 ± 0,08 ^b	17,04 ± 0,08 ^b	16,53 ± 0,05 ^a
Lipid thô	9,70 ± 0,30	9,31 ± 0,36	9,20 ± 0,05	9,52 ± 0,30	9,55 ± 0,30
Tro	4,21 ± 0,05	4,13 ± 0,06	4,20 ± 0,05	4,16 ± 0,07	4,19 ± 0,04

Ghi chú: Các ký tự chữ cái khác nhau trong cùng hàng biểu hiện sự khác biệt có ý nghĩa ở mức $P < 0,05$.



Hình 2. Độ tiêu hóa protein (ADC protein) và vật chất khô (ADC vật chất khô) của cá chim cho ăn thức ăn thí nghiệm



Hình 3. Axit amin thiết yếu trong cơ của cá chim thí nghiệm (g/100g)

3.2. Thảo luận

Sự cải thiện tăng trưởng của cá khi bổ sung FPH trong thức ăn đã được công bố trên một số loài cá biển. Siddik và cộng sự [2] cho biết, bổ sung 60 g/kg FPH cá ngừ trong thức ăn giúp tăng SGR và FCR của cá vược giống. Các kết quả tương tự cũng được ghi nhận trên cá hồi Đại Tây

Dương [25], cá tráp đỏ, cá bơn Nhật Bản [4], [26] khi cho ăn thức ăn có chứa các nguồn FPH từ cá biển. Ở cá chim vây vàng, nghiên cứu của Phạm Đức Hùng và cộng sự [16] chỉ ra rằng, bổ sung FPH từ nội tạng cá ngừ giúp tăng SGR và tiêu hóa của cá. Ngoài ra, bổ sung bột nội tạng cá ngừ thủy phân cũng giúp làm tăng khả năng tiêu hóa và sinh trưởng của cá chim vây vàng khi cho ăn thức ăn có nhiều bột gia cầm [9]. Các kết quả thu được trong nghiên cứu này cho thấy, khi bổ sung lượng TH thích hợp có thể giúp cải thiện tăng trưởng của cá chim vây vàng.

Tăng hiệu quả tiêu hóa của cá cho ăn thức ăn có bổ sung FPH đã được công bố trên một số loài cá biển như cá bơn Nhật Bản [7], cá tráp đỏ [3], cá vược [2]. Trong nghiên cứu này, ADC protein của cá được cải thiện khi bổ sung 60 g/kg TH trong thức ăn. Kết quả này tương tự như những công bố trước đó trên cá chim khi cho ăn thức ăn có bổ sung bột nội tạng cá ngừ thủy phân [16]. Điều này cho thấy quá trình thủy phân enzyme đã làm tăng các FAA và các peptide mạch ngắn [2], từ đó giúp chúng trở nên dễ tiêu hóa và hấp thụ hơn so với các protein gốc, qua đó giúp tăng khả năng tiêu hóa ở cá [27].

Mặc dù hiệu quả của FPH trong cải thiện tăng trưởng của cá đã được chứng minh khi bổ sung lượng FPH trong thức ăn, tuy nhiên các kết quả cũng cho thấy bổ sung quá nhiều FPH trong thức ăn có thể gây ra những ảnh hưởng tiêu cực đến động vật thủy sản. Kim và cộng sự [28] cho biết, sự giảm tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn ở cá bơn giống khi cho ăn thức ăn có trên 300 g/kg FPH. Thức ăn có hàm lượng FPH cao cũng làm giảm tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn ở cá vược giống [29], cá bơn Nhật Bản [12]. Trong nghiên cứu này, cá đạt tăng trưởng cao nhất ở mức 60 – 90 g/kg TH trong thức ăn, sau đó có xu hướng giảm ở nghiệm thức bổ sung 120 g/kg TH. Vì các FPH có nhiều các FAA và các peptide có khối lượng phân tử thấp, do đó khi bổ sung quá nhiều FPH có thể làm thay đổi trong hấp thụ axit amin và gây ra sự bão hòa trong cơ chế vận chuyển peptide, dẫn đến giảm tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn ở cá [14].

Hàm lượng protein của cá chim trong nghiên cứu này giảm dần khi hàm lượng TH bổ sung trong thức ăn tăng lên 120 g/kg. Kết quả này tương đồng với những ghi nhận trên cá bớp khi cho ăn protein tôm thủy phân ở mức 121 g/kg [11]. Ngược lại, Zheng và cộng sự [8] khi nghiên cứu ảnh hưởng của việc bổ sung FPH qua màng siêu lọc ở hai mức khác nhau lên cá bơn Nhật Bản lại cho thấy hàm lượng protein của cá giảm khi cho ăn thức ăn có mức bổ sung FPH cao so với thức ăn không bổ sung. Trong khi đó, cá tráp đỏ không có thay đổi về thành phần sinh hóa khi bổ sung các nguồn FPH từ tôm hay cá rô phi [3]. Tương tự, cá vược hay cá bơn cũng không thể hiện sự khác biệt về thành phần sinh hóa khi bổ sung lượng nhỏ FPH trong thức ăn [29]. Sự khác biệt về tác động của FPH lên thành phần sinh hóa có thể được giải thích bởi nhiều tác nhân như nguồn FPH, mức bổ sung và cách thức bố trí của từng nghiệm thức [3]. Các nguồn FPH chứa mức protein tương đương với bột cá và thường bổ sung trong thức ăn như là chất dẫn dụ và thúc đẩy miễn dịch của cá nuôi, do đó ít có tác động lên thành phần lipid, tro, độ ẩm của cá. Tuy nhiên, mức bổ sung cao có thể ảnh hưởng đến hiệu quả tích lũy protein, lipid ở cá, dẫn đến làm thay đổi thành phần hóa học của cá nuôi.

Trong thí nghiệm này, bổ sung TH không tác động đến thành phần axit amin trong cơ của cá. Tương tự, hàm lượng axit amin của cá bớp giống không thể hiện sự khác biệt ý nghĩa khi cho ăn thức ăn có bổ sung các mức bột tôm thủy phân khác nhau [11]. Cá chim Florida cũng không có sự sai khác về hàm lượng axit amin khi cho ăn thức ăn có các mức 1, 2 và 4% bột mực thủy phân [30]. Cho đến nay, có rất ít nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của FPH lên thành phần axit amin của cá. Tuy nhiên, các nghiên cứu đều chỉ ra rằng bổ sung quá nhiều FPH có thể làm tăng lượng FAA, từ đó làm mất cân bằng sự hấp thụ các axit amin thiết yếu so với các axit amin không thiết yếu [25]. Do thành phần axit amin và peptide giữa các nguồn FPH có sự thay đổi lớn, phụ thuộc vào chất lượng nguyên liệu thô, nguồn enzyme và điều kiện thủy phân. Ngoài ra, sự khác biệt về dinh dưỡng giữa các loài thủy sản đòi hỏi cần phải có sự đánh giá riêng về hiệu quả của FPH trong thức ăn cho từng loài, từ đó tối ưu khả năng ứng dụng FPH trong thức ăn cho cá biển.

4. Kết luận và kiến nghị

Bổ sung 60 – 90 g/kg bột TH trong thức ăn giúp cải thiện tăng trưởng, độ tiêu hóa protein của cá chim vây vàng giai đoạn giống. Hệ số FCR, tỷ lệ sống và hàm lượng axit amin trong cơ cá không bị ảnh hưởng bởi việc bổ sung TH trong thức ăn. Các nghiên cứu sau cần đánh giá tác động của TH lên các chỉ tiêu huyết học và miễn dịch của cá chim vây vàng.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 106.05-2019.46.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] M. Chalamaiah, B. Dinesh kumar, R. Hemalatha, and T. Jyothirmayi, "Fish protein hydrolysates: Proximate composition, axit amin composition, antioxidant activities and applications: A review," *Food Chemistry*, vol. 135, pp. 3020-3038, 2012.
- [2] M. A. Siddik, J. Howieson, G. J. Partridge, R. Fotedar, and H. Gholipourkanani, "Dietary tuna hydrolysate modulates growth performance, immune response, intestinal morphology and resistance to *Streptococcus iniae* in juvenile barramundi, *Lates calcarifer*," *Scientific Reports*, vol. 8, p. 15942, 2018.
- [3] H. T. D. Bui, S. Khosravi, V. Fournier, M. Herault, and K.-J. Lee, "Growth performance, feed utilization, innate immunity, digestibility and disease resistance of juvenile red seabream (*Pagrus major*) fed diets supplemented with protein hydrolysates," *Aquaculture*, vol. 418-419, pp. 11-16, 2014.
- [4] S. Khosravi, H. T. D. Bui, S. Rahimnejad, M. Herault, V. Fournier, S.-S. Kim *et al.*, "Dietary supplementation of marine protein hydrolysates in fish-meal based diets for red sea bream (*Pagrus major*) and olive flounder (*Paralichthys olivaceus*)," *Aquaculture*, vol. 435, pp. 371-376, 2015.
- [5] S. Khosravi, S. Rahimnejad, M. Herault, V. Fournier, C.-R. Lee, H. T. Dio Bui *et al.*, "Effects of protein hydrolysates supplementation in low fish meal diets on growth performance, innate immunity and disease resistance of red sea bream *Pagrus major*," *Fish & Shellfish Immunology*, vol. 45, pp. 858-868, 2015.
- [6] S. Refstie, J. J. Olli, and H. Standal, "Feed intake, growth, and protein utilisation by post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in response to graded levels of fish protein hydrolysate in the diet," *Aquaculture*, vol. 239, pp. 331-349, 2004.
- [7] K. Zheng, M. Liang, H. Yao, J. Wang, and Q. Chang, "Effect of dietary fish protein hydrolysate on growth, feed utilization and IGF-I levels of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*)," *Aquaculture Nutrition*, vol. 18, pp. 297-303, 2012.
- [8] K. Zheng, M. Liang, H. Yao, J. Wang, and Q. Chang, "Effect of size-fractionated fish protein hydrolysate on growth and feed utilization of turbot (*Scophthalmus maximus* L.)," *Aquaculture Research*, vol. 44, pp. 895-902, 2013.
- [9] H. D. Pham, M. A. B. Siddik, U. V. Phan, H. M. Le, and M. A. Rahman, "Enzymatic tuna hydrolysate supplementation modulates growth, nutrient utilisation and physiological response of pompano (*Trachinotus blochii*) fed high poultry-by product meal diets," *Aquaculture Reports*, vol. 21, p. 100875, 2021.
- [10] M. Costa, B. Costas, M. Machado, C. Teixeira, S. Fernández-Boo, T. Sá *et al.*, "Anchovy and giant squid hydrolysates can enhance growth and the immune response of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) fed plant-protein-based diets," *Aquaculture*, vol. 523, p. 735182, 2020.
- [11] C. N. Costa-Bomfim, V. A. Silva, R. d. S. Bezerra, J. I. Druzian, and R. O. Cavalli, "Growth, feed efficiency and body composition of juvenile cobia (*Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766) fed increasing dietary levels of shrimp protein hydrolysate," *Aquaculture Research*, vol. 48, pp. 1759-1766, 2017.
- [12] K. Zheng, T. Xu, C. Qian, M. Liang, and X. Wang, "Effect of low molecular weight fish protein hydrolysate on growth performance and IGF-I expression in Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) fed high plant protein diets," *Aquaculture Nutrition*, vol. 20, pp. 372-380, 2014.
- [13] H. Xu, Y. Mu, Y. Zhang, J. Li, M. Liang, K. Zheng *et al.*, "Graded levels of fish protein hydrolysate in high plant diets for turbot (*Scophthalmus maximus*): effects on growth performance and lipid accumulation," *Aquaculture*, vol. 454, pp. 140-147, 2016.

- [14] A. P. Carvalho, R. Sá, A. Oliva-Teles, and P. Bergot, "Solubility and peptide profile affect the utilization of dietary protein by common carp (*Cyprinus carpio*) during early larval stages," *Aquaculture*, vol. 234, pp. 319-333, 2004.
- [15] Kolkovski and Tandler, "The use of squid protein hydrolysate as a protein source in microdiets for gilthead seabream *Sparus aurata* larvae," *Aquaculture Nutrition*, vol. 6, pp. 11-15, 2000.
- [16] H. D. Pham, M. A. B. Siddik, H. M. Le, M. V. Ngo, M. V. Nguyen, and D. Francis, "Effects of dietary tuna viscera hydrolysate supplementation on growth, intestinal mucosal response, and resistance to *Streptococcus iniae* infection in pompano (*Trachinotus blochii*)," *Aquaculture Nutrition*, vol. 2022, p. 3645868, 2022.
- [17] H. T. M. Nguyen, "Production of protein hydrolysate from yellowfin tuna head by a commercial protease," *Journal of Fishery Science and Technology*, vol. 2, pp. 25-30, 2012.
- [18] M. Ovissipour, A. Abedian Kenari, A. Motamedzadegan, and R. M. Nazari, "Optimization of Enzymatic Hydrolysis of Visceral Waste Proteins of Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*)," *Food and Bioprocess Technology*, vol. 5, pp. 696-705, 2012.
- [19] J. D. Kim, S. M. Tibbetts, J. E. Milley, and S. P. Lall, "Effect of the incorporation level of dehulled soybean meal into test diet on apparent digestibility coefficients for protein and energy by juvenile haddock, *Melanogrammus aeglefinus* L.," *Aquaculture*, vol. 267, pp. 308-314, 2007.
- [20] H. D. Pham, M. A. B. Siddik, R. Fotedar, M. R. Chaklader, M. J. Foysal, C. M. Nguyen *et al.*, "Substituting fishmeal with lupin *Lupinus angustifolius* kernel meal in the diets of cobia *Rachycentron canadum*: Effects on growth performance, nutrient utilization, haemato-physiological response, and intestinal health," *Animal Feed Science and Technology*, vol. 267, pp. 114556, 2020.
- [21] AOAC, *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 15th ed ed. Arlington, Virginia, USA, 1990.
- [22] E. G. Bligh and W. J. Dyer, "A rapid method of total lipid extraction and purification," *Canadian journal of biochemistry and physiology*, vol. 37, pp. 911-917, 1959.
- [23] D. W. Bolin, R. P. King, and E. W. Klosterman, "A simplified method for the determination of chromic oxide (Cr_2O_3) when used as an index substance," *Science*, vol. 116, pp. 634-635, 1952.
- [24] C. Y. Cho, S. J. Slinger, and H. S. Bayley, "Bioenergetics of salmonid fishes: Energy intake, expenditure and productivity," *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, vol. 73, pp. 25-41, 1982.
- [25] E. M. Hevrøy, M. Espe, R. Waagbø, K. Sandnes, M. Ruud, and G.-I. Hemre, "Nutrient utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed increased levels of fish protein hydrolysate during a period of fast growth," *Aquaculture Nutrition*, vol. 11, pp. 301-313, 2005.
- [26] S. Khosravi, H. T. D. Bui, M. Herault, V. Fournier, K.-D. Kim, B.-J. Lee *et al.*, "Supplementation of Protein Hydrolysates to a Low-fishmeal Diet Improves Growth and Health Status of Juvenile Olive Flounder, *Paralichthys olivaceus*," *Journal of the World Aquaculture Society*, vol. 49, pp. 897-911, 2018.
- [27] A. D. Neklyudov, A. N. Ivankin, and A. V. Berdutina, "Properties and uses of protein hydrolysates (Review)," *Applied Biochemistry and Microbiology*, vol. 36, pp. 452-459, 2000.
- [28] H. S. Kim, W.-G. Jung, S. H. Myung, S. H. Cho, and D. S. Kim, "Substitution effects of fishmeal with tuna byproduct meal in the diet on growth, body composition, plasma chemistry and axit amin profiles of juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*)," *Aquaculture*, vol. 431, pp. 92-98, 2014.
- [29] M. A. B. Siddik, J. Howieson, I. Ilham, and R. Fotedar, "Growth, biochemical response and liver health of juvenile barramundi (*Lates calcarifer*) fed fermented and non-fermented tuna hydrolysate as fishmeal protein replacement ingredients," *PeerJ*, vol. 6, p. e4870, 2018.
- [30] R. Novriadi, E. Spangler, M. Rhodes, T. Hanson, and D. Allen Davis, "Effects of various levels of squid hydrolysate and squid meal supplementation with enzyme-treated soy on growth performance, body composition, serum biochemistry and histology of Florida pompano *Trachinotus carolinus*," *Aquaculture*, vol. 481, pp. 85-93, 2017.