



DOI:10.22144/ctujos.2026.132

ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC THAY THẾ DẦU CÁ BẰNG DẦU THỰC VẬT TRONG KHẨU PHẦN ĂN LÊN SINH TRƯỞNG, HIỆU QUẢ SỬ DỤNG THỨC ĂN VÀ THÀNH PHẦN ACID BÉO CỦA CÁ ĐÌA (*Siganus guttatus* Bloch, 1787)

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

Khoa Thủy sản – Trường Đại học Nông Lâm, Đại Học Huế, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): hnmanh@hueuni.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 19/09/2025

Sửa bài (Revised): 11/02/2026

Duyệt đăng (Accepted): 27/05/2026

Title: Effects of replacing fish oil by vegetable oils on growth performance, feed utilization efficiency, and body fatty acid composition of golden rabbitfish (*Siganus guttatus* Bloch, 1787)

Author(s): Pham Thi Phuong Lan, Tran Thi Thu Suong and Hoang Nghia Manh*

Affiliation(s): Faculty of Fisheries, University of Agriculture and Forestry, Hue University, Viet Nam

TÓM TẮT

Tác động của việc thay thế hoàn toàn dầu cá bằng dầu thực vật đến tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn, thành phần acid béo và thành phần cơ thể cá đìa (*Siganus guttatus*) được đánh giá trong nghiên cứu. Cá giống ($4,50 \pm 0,14$ g) được nuôi với mật độ 40 con/m³ trong chín bể xi măng 4 m³, bố trí theo thiết kế hoàn toàn ngẫu nhiên với ba nghiệm thức: dầu cá (ĐC), dầu đậu nành (ĐN) và dầu hướng dương (HD). Sau 60 ngày, cá ăn khẩu phần ĐC đạt tốc độ tăng trưởng, khối lượng cuối và sinh khối cao hơn đáng kể so với ĐN và HD ($p < 0,05$), đồng thời có hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) thấp nhất. Thành phần hóa học (protein thô, chất khô, khoáng) không khác biệt giữa các nghiệm thức ($p > 0,05$). Hàm lượng acid béo không bão hòa đa (PUFA) cao nhất ở cá ăn ĐC, tiếp theo là HD và ĐN. Kết quả nghiên cứu cho thấy dầu cá là nguồn lipid phù hợp nhất cho *S. guttatus*; trong các nguồn lipid thay thế, dầu đậu nành và dầu hướng dương cho hiệu quả tương đương.

Từ khóa: Acid béo, cá đìa, dầu thực vật, tăng trưởng, *Siganus guttatus*

ABSTRACT

This study evaluated the effects of totally replacing fish oil with plant oils on the growth performance, feed efficiency, fatty acid profile, and body composition of golden rabbitfish (*Siganus guttatus*). Fingerlings (4.50 ± 0.14 g) were stocked at 40 fish m⁻³ in nine 4 m³ concrete tanks under a completely randomized design with three diets: fish oil (ĐC), soybean oil (ĐN), and sunflower oil (HD). After a 60-day feeding trial, fish fed the ĐC diet exhibited significantly higher growth rate, final weight, and total body weight than those fed ĐN or HD ($p < 0.05$). ĐC diet also achieved the best feed conversion ratio (FCR), followed by ĐN, while HD had the worst FCR. Meanwhile, proximate composition (crude protein, dry matter, ash) did not differ among treatments ($p > 0.05$). The highest polyunsaturated fatty acid (PUFA) content was recorded in fish fed ĐC, followed by HD and ĐN. The results indicated that fish oil was the most suitable lipid source for *S. guttatus*, while soybean oil and sunflower oil showed comparable performance as alternative lipid sources.

Keywords: Fatty acids, golden rabbitfish, growth, *Siganus guttatus*, terrestrial vegetable oils

1. GIỚI THIỆU

Cá dĩa (*Siganus guttatus*) là loài cá phân bố nhiều ở vùng ven biển khu vực Đông Nam Á (Gorospe & Demayo, 2013). Đây là loài cá có tốc độ tăng trưởng nhanh, giá trị kinh tế cao, với đặc điểm thịt trắng thơm ngon nên được người tiêu dùng ưa chuộng (Syah et al., 2020). Cá dĩa có khả năng thích ứng rộng với độ mặn từ 1‰ đến nước biển. Chúng sinh sống ở các vùng cửa sông, ven biển, các vịnh, đầm phá và cả vùng biển khơi (Gorospe & Demayo, 2013). Trong tự nhiên, cá dĩa là loài cá hiền, chủ yếu ăn thực vật. Giai đoạn giống thức ăn chủ yếu của cá là các loài rong, tảo biển. Giai đoạn trưởng thành tính ăn của chúng vẫn không thay đổi, nhưng có xu hướng ăn những loại thức ăn có kích cỡ lớn hơn như các loài rong, cỏ biển (Saoud et al., 2007).

Theo Hoàng và Dực (2012), cá dĩa, loài đặc sản của vùng đầm phá, là một trong 177 loài cá phân bố tại đầm phá Tam Giang – Cầu Hai, thành phố Huế. Với những ưu điểm nổi bật, chúng trở thành đối tượng có tiềm năng lớn trong nuôi trồng thủy sản như: khả năng sinh sản tốt trong điều kiện nuôi nhốt, đã sản xuất giống nhân tạo thành công, có thể nuôi đơn với mật độ thả cao (Saoud et al., 2007; Syah et al., 2020) cũng như nuôi ghép với các đối tượng thủy sản khác (Luong et al., 2014), dinh dưỡng của cá nằm ở bậc thấp trong chuỗi thức ăn và có khả năng đáp ứng tốt với thức ăn công nghiệp (Syah et al., 2020). Với đặc tính ăn thực vật, khẩu phần thức ăn công nghiệp của cá dĩa có thể chứa ít dầu cá và nhiều dầu thực vật hơn, góp phần nâng cao tính bền vững và giảm chi phí sản xuất (Montero et al., 2008). Đặc biệt, khác với các loài cá biển hầu như không hoặc có khả năng yếu trong việc tổng hợp các acid béo không no chuỗi dài đa (LC-PUFA) từ acid linoleic và linolenic (có nhiều trong các loại dầu thực vật) (Tocher, 2003), một số loài cá dĩa được báo cáo là có khả năng chuyển hóa acid linoleic (LA) và acid α -linolenic (LNA) thành các acid béo không no chuỗi dài (LC-PUFA) (Li et al., 2008; Xu et al., 2012; Xie et al., 2015), bởi loài cá này sở hữu các gen quan trọng (*Δ5/Δ6 fad*, *Δ4 fad*, *elovl5* và *elovl4*) mã hóa các enzym cần thiết cho quá trình tổng hợp LC-PUFA (Li et al., 2008; Li et al., 2010; Monroig et al., 2012).

Trong sản xuất thức ăn thủy sản, dầu cá được sử dụng rộng rãi như một nguồn lipid chất lượng cao, cung cấp năng lượng và các acid béo thiết yếu phục vụ cho quá trình tăng trưởng, phát triển và chuyển hóa của các loài thủy sản nuôi. Theo FAO (2020), nuôi trồng thủy sản tiêu thụ một lượng lớn các loại

dầu cá có trong sản xuất thức ăn công nghiệp. Trong năm 2016, khoảng 80% sản lượng dầu cá toàn thế giới đã được đưa vào sử dụng làm nguyên liệu cho các nhà máy sản xuất thức ăn thủy sản. Các chuyên gia tin rằng với sự phát triển quá nhanh của nuôi trồng thủy sản toàn cầu, các nguồn cung cấp dầu cá sẽ không đủ để đáp ứng nhu cầu này trong tương lai (Turchini et al., 2009). Vì vậy, để phát triển bền vững nghề nuôi trồng thủy sản nói chung và nuôi cá dĩa nói riêng, việc nghiên cứu tìm nguồn nguyên liệu thay thế dầu cá là hết sức cấp thiết.

Trong số các nguyên liệu có thể thay thế dầu cá trong khẩu phần ăn của cá, dầu thực vật được xem là lựa chọn bền vững hơn và rẻ hơn so với dầu cá (Montero et al., 2008). Việc thay thế thành công dầu cá bằng dầu thực vật sẽ giúp giảm sự phụ thuộc vào dầu cá lẫn chi phí sản xuất (Piedecausa et al., 2007). Một số loại dầu thực vật như dầu đậu nành, dầu lanh, dầu hướng dương, dầu ngô và dầu ô liu đã được báo cáo là những nguyên liệu có thể sử dụng để thay thế toàn phần hoặc một phần dầu cá trong khẩu phần ăn của cá tráp mõm nhọn (*Diplodus puntazzo*) (Piedecausa et al., 2007), cá tráp vàng (*Sparus aurata*) (Montero et al., 2008), cá dĩa (*Siganus canaliculatus*) (Saoud et al., 2010; Monzer et al., 2017) và cá dĩa (*Siganus rivulatus*) (Abdel-Aziz et al., 2022). Nghiên cứu này được thực hiện nhằm kiểm tra khả năng tổng hợp các acid béo không no chuỗi dài đa (LC-PUFA) từ dầu đậu nành và dầu hướng dương giàu acid linoleic (LA), hai loại dầu này sản có trên thị trường và giá thành thấp hơn dầu cá. Đồng thời, đánh giá ảnh hưởng của việc thay thế dầu cá bằng dầu đậu nành và dầu hướng dương trong khẩu phần ăn lên tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn, tỷ lệ sống và thành phần acid béo của cá dĩa (*Siganus guttatus*).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

– Cá giống: cá dĩa giống được thu mua từ cơ sở sản xuất giống tại Thuận An, thành phố Huế. Trước khi đưa vào thí nghiệm, cá được lựa chọn kỹ nhằm đảm bảo tình trạng sức khỏe tốt, không có dấu hiệu dị hình hoặc dị tật, đồng thời có kích thước đồng đều. Sau khi vận chuyển đến phòng thí nghiệm, cá được xử lý bằng dung dịch iodine với liều lượng 1 mL/m³ nhằm loại bỏ mầm bệnh ký sinh. Tiếp đó, cá được nuôi thích nghi trong điều kiện phòng thí nghiệm trong 7 ngày trước khi bố trí thí nghiệm. Trong giai đoạn nuôi thích nghi, các yếu tố môi trường nước được duy trì trong khoảng phù hợp cho sự sinh trưởng của cá, bao gồm nhiệt độ 25–

32°C, hàm lượng oxy hòa tan từ 5 mg/L trở lên và pH dao động từ 7,3 đến 8,0.

– Bể thí nghiệm: Bể xi măng thí nghiệm có dung tích sử dụng 4 m³, số lượng 9 bể. Bể được bố trí trong nhà có mái che (tấm che xen lẫn tấm sáng, tấm tối) và được bố trí hệ thống bóng neon chiếu sáng, đảm bảo cường độ chiếu sáng 2000 lux, chu kỳ chiếu sáng là 12/12. Mỗi bể được bố trí 4 dây sục khí nhằm đảm bảo hàm lượng oxy hòa tan trong bể luôn duy trì ≥ 5 mg/L.

– Thức ăn thí nghiệm: Khẩu phần ăn được xây dựng dựa trên khẩu phần cơ sở cho cá dìa theo Ghanawi et al. (2011) và Saoud et al. (2010). Khẩu phần ăn được tạo ra từ 8 loại nguyên liệu gồm bột cá và bột đậu nành là nguồn cung cấp protein; cám gạo và bột bắp là nguồn cung cấp carbohydrate; dầu cá là nguồn cung cấp lipid (ĐC) được thay thế hoàn toàn bằng dầu đậu nành (ĐN) hoặc dầu hướng dương (HD). Ngoài ra, vitamin và khoáng tổng hợp nhằm bổ sung nguồn vitamin và khoáng cho thức ăn thí nghiệm; chất kết dính (CMC) được sử dụng để tăng tính dẻo và kết dính của hạt thức ăn. Nguyên liệu dùng để phối trộn khẩu phần thức ăn (Bảng 1) được xát nhỏ, cân định lượng, sau đó được sàng qua màn lưới (kích cỡ mắt lưới 250 mm) nhằm loại bỏ tạp chất và đảm bảo độ tinh mịn. Tiếp đến, các nguyên liệu được trộn đều bằng máy (MTD-7,5KW, Việt Nam). Tiếp theo, dầu cá/dầu đậu nành/dầu hướng dương tương ứng với các khẩu phần thức ăn thí nghiệm và nước (1,5 L nước/10 kg thức ăn) được thêm vào cho đến khi đạt một độ ẩm nhất định (bột có thể tạo thành khối khi nắm lại). Hỗn hợp sau đó được đưa qua máy ép viên (MDV-01, Việt Nam) để tạo ra viên thức ăn có đường kính từ 0,5 mm. Các viên thức ăn được sấy khô (Tủ sấy DK 400; Yamato Scientific, Tokyo, Nhật Bản) ở nhiệt độ 60°C trong 120 phút để độ ẩm đạt khoảng 12-13%. Cuối cùng, viên thức ăn được để nguội, đóng gói trong túi ni

lông, lưu trữ ở nhiệt độ phòng và sử dụng dần trong suốt thời gian thí nghiệm.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí trong 9 bể xi măng (dung tích sử dụng 4 m³), theo kiểu ngẫu nhiên hoàn toàn bao gồm khẩu phần ăn sử dụng dầu cá làm nguồn cung cấp lipid (ĐC); khẩu phần thức ăn thí nghiệm thay thế hoàn toàn dầu cá bằng dầu đậu nành (ĐN) và khẩu phần ăn thay thế hoàn toàn dầu cá bằng dầu hướng dương (HD); mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Cá dìa giống ($4,50 \pm 0,14$ g) được thả nuôi thí nghiệm với mật độ 40 con/m³. Cá được cho ăn khẩu phần ăn thí nghiệm; mỗi ngày 3 lần (vào lúc 7 giờ, 11 giờ và 16 giờ). Cho ăn với lượng thức ăn bằng 5 - 7% khối lượng thân/ngày. Nước cấp vào bể thí nghiệm được pha trộn giữa nguồn nước biển đã được lọc sạch và xử lý bằng chlorine (20 - 25 ppm) và nước ngọt từ giếng khoan (đã được bơm sẵn lên bể lắng) để có độ mặn 15 - 17‰. Các thông số môi trường nước bể nuôi khác như: nhiệt độ được duy trì trong khoảng 25 - 32°C, DO ≥ 5 mg/L và pH 7,3 - 8 trong suốt thời gian thí nghiệm. Thí nghiệm được tiến hành trong 60 ngày.

Trong quá trình cho ăn thường xuyên, theo dõi tình trạng bắt mồi của cá để điều chỉnh cho phù hợp. Lượng thức ăn được thay đổi 15 ngày/lần sau khi xác định sự tăng trưởng của cá. Hằng ngày, các yếu tố môi trường nước được kiểm tra như: nhiệt độ, độ mặn, pH, DO. Trong khi đó, hàm lượng các khí NH₃, NO₂⁻ và NO₃⁻ được kiểm tra 7 ngày/lần. Hằng ngày, trước khi cho cá ăn suất vào buổi sáng, tiến hành xi phông loại bỏ các chất thải, thức ăn dư thừa ra khỏi bể nuôi và cấp bù lượng nước mất đi do xi phông và bay hơi. Định kỳ thay nước cho bể nuôi thí nghiệm với lượng 30 - 40%/tuần. Đồng thời, luôn kiểm tra tình hình bệnh tật của cá để có biện pháp xử lý kịp thời.

Bảng 1. Nguyên liệu và thành phần dinh dưỡng của khẩu phần thức ăn thí nghiệm

Nguyên liệu (g/100g)	ĐC	ĐN	HD
Bột cá	34	34	34
Bột đậu nành	26	26	26
Bột bắp	16	16	16
Cám gạo	15	15	15
Dầu cá ¹	6	0	0
Dầu đậu nành ²	0	6	0
Dầu hướng dương ³	0	0	6
VTM & khoáng ⁴	2,4	2,4	2,4
Chất kết dính ⁵	0,6	0,6	0,6
Tổng	100	100	100
Thành phần dinh dưỡng (g/100g)			
VCK	88,35	87,92	88,56

Nguyên liệu (g/100g)	ĐC	ĐN	HD
Protein thô	36,14	35,83	35,64
Lipid thô	12,02	11,84	11,75
Khoáng tổng số	7,25	7,18	7,20
Năng lượng (Kcal/100g)	3601	3535	3543

Ghi chú: ĐC- nghiệm thức dầu cá (nghiệm thức đối chứng); ĐN- nghiệm thức dầu đậu nành; HD- nghiệm thức dầu hướng dương. ¹Dầu cá: Dầu gan cá tuyết Moller'S Tran (Na Uy); ²Dầu đậu nành: Dầu Đậu Nành Simply (Trường An); ³Dầu hướng dương: Dầu hướng dương Simply (Trường An); ⁴Hỗn hợp vitamin và khoáng chất (khẩu phần kg⁻¹): vitamin A, 2,000 IU; vitamin B1 (thiamin), 5 mg; vitamin B2, 5 mg; vitamin B6, 5 mg; vitamin B12, 0,025 mg; vitamin D3, 1,200 IU; vitamin E, 21 mg; vitamin K3, 2,5 mg; folic acid, 1,3 mg; pantothenic acid calcium, 20 mg; inositol, 60 mg; ascorbic acid (35 %), 110 mg; niacinamide, 25 mg. MnSO₄, 10 mg; MgSO₄, 10 mg; KCl, 95 mg; NaCl, 165 mg; KI, 1,0 mg; CuSO₄, 12,5 mg; FeSO₄, 105 mg; Co, 1,5 mg; Na₂SeO₃, 1,0 mg. ⁵Chất kết dính: CMC: Carboxymethyl cellulose (Trung Quốc).

Bảng 2. Thành phần acid béo của khẩu phần thức ăn thí nghiệm

Acid béo (% tổng acid béo)	ĐC	ĐN	HD
Acid béo bão hòa (Total saturated-SFA)	24,63	22,65	22,70
C14:0	1,62	0,85	0,88
C15:0	0,17	0,22	0,23
C16:0	18,57	16,26	16,42
C17:0	0,18	0,29	0,41
C18:0	2,96	3,78	3,98
C19:0	0,17	0,14	nd
C20:0	0,39	0,41	0,35
C22:0	0,28	0,35	0,22
C24:0	0,29	0,35	0,21
Acid béo đơn không bão hòa (Total monosaturated- MUFA)	24,42	29,21	29,11
16:1n-9/n-7	2,23	2,12	2,25
18:1n-9	18,84	23,65	23,41
18:1n-7	0,11	0,08	0,06
20:1n-1/n-9	2,11	2,34	2,26
20:1n-7	0,02	nd	0,04
22:1n-9	1,11	1,02	0,95
24:1n-9	nd	nd	0,14
Acid béo không bão hòa đa nối đôi (Total polyunsaturated fatty acids-PUFA)	49,07	46,21	46,33
18:3n-3	4,75	4,69	4,18
18:2n-6	22,37	25,85	26,29
18:3n-6	0,18	0,16	0,12
20:2n-6	0,29	0,46	0,85
Acid béo không bão hòa đa nối đôi mạch dài n-6 (Total n-6 LC-PUFA)	2,44	2,68	2,64
20:4n-6 (ARA)	2,25	2,31	2,26
22:4n-6	0,18	0,34	0,36
22:5n-6	0,01	0,03	0,02
Acid béo không bão hòa đa nối đôi mạch dài n-3 (Total n-3 LC – PUFA)	19,04	12,37	12,25
20:4n-3	2,87	2,79	2,85
20:5n-3 (EPA)	7,47	4,19	4,05
22:4n-3	0,91	0,86	0,89
22:6n-3 (DHA)	7,79	4,53	4,46

Ghi chú: nd: không xác định được.

2.3. Phương pháp thu và xác định các chỉ tiêu thí nghiệm

– Các chỉ tiêu môi trường nước: nhiệt độ được đo 1 lần/ngày (8 giờ) bằng nhiệt kế thủy ngân; độ

mặn được kiểm tra 1 lần/ngày (8 giờ) bằng khúc xạ kế (Total Meter RHS-10, Trung Quốc). Hàm lượng oxy hòa tan (DO) và pH được đo hàng ngày tại chỗ bằng máy đo DO cầm tay (Hanna Model HI-9146, Romania) và máy đo pH (Hanna Model-HI98190,

Romania). Mẫu nước được thu thập mỗi tuần một lần (vào lúc 8 giờ) để phân tích total amonia – TAN ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$), nitơ nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) và nitơ nitrate ($\text{NO}_3\text{-N}$) bằng máy quang phổ đa (Hanna Model-HI83099, Romania).

– Các chỉ tiêu tăng trưởng và thành phần dinh dưỡng

Khối lượng và chiều dài của cá địa được xác định lúc bắt đầu và kết thúc thí nghiệm bằng cách bắt ngẫu nhiên 10 cá thể/bể, tiến hành cân khối lượng bằng cân điện tử (Ohaus model- EC6, Mỹ) có độ chính xác 0,01 g và đo chiều dài toàn thân của cá bằng thước kẻ (độ chính xác 0,1 cm).

Trước khi tiến hành và kết thúc thí nghiệm, mẫu cá được thu ngẫu nhiên 200 g/mẫu, đem bảo quản lạnh trong tủ đông ở nhiệt độ -20°C để phân tích thành phần hóa học và acid béo. Phân tích thành phần hóa học của thức ăn thí nghiệm và cá địa (toàn bộ cơ thể) với các chỉ tiêu: ẩm độ, protein, lipid và khoáng tổng số được phân tích tại Khoa Chăn nuôi Thú y, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế. Cụ thể, hàm lượng protein thô được xác định bằng cách đo hàm lượng nitơ theo phương pháp Kjeldahl; lipid thô được xác định bằng phương pháp chiết xuất bằng ether theo Soxhlet và khoáng tổng số được xác định bằng cách nung trong lò ở 550°C . Hàm lượng ẩm được xác định bằng cách sấy trong lò ở 105°C trong 24 giờ. Chiết xuất lipid và phân tích thành phần acid béo của các mẫu được thực hiện tại Phòng thí nghiệm Upscience, Hà Nội. Tóm tắt, lipid được chiết theo phương pháp của Folch et al. (1957) và được định lượng bằng phương pháp cân khối lượng sau khi làm khô dưới dòng khí nitơ. Acid béo (FA) được chuyển este hóa bằng boron trifluoride và các methyl ester acid béo (FAME) được phân tích bằng máy sắc ký khí Gas Chromatography - GC (Shimadzu Scientific Instruments Inc., Portland, OR, USA) và được định danh bằng cách so sánh thời gian lưu với các chất chuẩn là methyl ester acid nonadecanoic ($\text{C}_{19:0}$, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA). Kết quả được biểu thị dưới dạng phần trăm (%) của tổng FAME đã được định danh.

2.4. Các công thức tính toán

$$\text{Mức tăng khối lượng: WG (\%)} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$$

$$\text{Tốc độ tăng trưởng: DGR (g/con/ngày)} = \frac{W_2 - W_1}{t}$$

Tốc độ tăng trưởng đặc trưng:

$$\text{SGR (\%/ngày)} = \frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{t} \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{Tỷ lệ sống: SR (\%)} &= \frac{N_2}{N_1} \times 100 \text{ Lượng thức ăn} \\ \text{vào: FI (g/cá thể)} &= \frac{\text{Tổng lượng thức ăn cá ăn vào}}{N_2} \text{ Hệ số} \\ \text{chuyển hóa thức ăn: FCR} &= \frac{\text{FI}}{W_f - W_i} \times 100 \text{ Hiệu quả sử} \\ \text{dụng protein: PER} &= \frac{W_f - W_i}{\text{PI}} \end{aligned}$$

$$\text{Hiệu quả sử dụng lipid: LER} = \frac{W_f - W_i}{\text{LI}}$$

Trong đó: W_2 là khối lượng cơ thể của cá lúc kết thúc thí nghiệm, W_1 là khối lượng cơ thể cá lúc thả, t là thời gian thí nghiệm, N_2 là số lượng cá ở thời điểm kết thúc thí nghiệm, N_1 là số lượng cá lúc thả nuôi thí nghiệm, FI là lượng thức ăn cá ăn vào (tính theo vật chất khô), W_i và W_f tổng khối lượng cá lúc ban đầu và kết thúc thí nghiệm, PI là lượng protein ăn vào, LI là lượng lipid ăn vào.

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Các giá trị trung bình của các chỉ tiêu thí nghiệm được tính toán bằng phần mềm Excel. So sánh sự sai khác về các chỉ tiêu tăng trưởng, tỷ lệ sống, hiệu quả sử dụng thức ăn, acid béo giữa các nghiệm thức thí nghiệm sử dụng One-way ANOVA và phép thử Duncan với mức tin cậy $p \leq 0,05$ trên phần mềm Windows SPSS version 22.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự biến động của các chỉ tiêu chất lượng nước

Các chỉ tiêu chất lượng nước không bị ảnh hưởng bởi các nguồn đầu trong khẩu phần ăn ($p > 0,05$). Độ mặn biến động trong khoảng 15 - 17‰; nhiệt độ $27,0 - 30,8^\circ\text{C}$; pH 7,30 - 8,20; hàm lượng oxy hòa tan 4,92 - 6,80 mg/L; amoniac (NH_3) 0,01 - 0,06 mg/L; nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) và nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) 0,10 - 0,50 mg/L và 1,0 - 10,0 mg/L (Bảng 3). Theo Gorospe & Demayo (2013) cá địa có khả năng chịu đựng vượt trội với độ mặn trong khoảng rộng từ 1 đến 35‰; tỷ lệ sống của cá địa (*S. guttatus*) được cải thiện đáng kể khi nuôi ở nhiệt từ 22 đến 26°C (Saoud et al., 2007); hàm lượng DO từ 4,50 mg/L trở lên được coi là phù hợp để cá địa sống và phát triển (Syah et al., 2020). Giá trị pH tối ưu để nuôi cá địa nằm trong khoảng 6 đến 8,5 và $\text{NH}_3 < 0,1$ mg/L (Saoud et al., 2007). Nhìn chung, các thông số chất lượng nước trong các bể thí nghiệm tương đối ổn định trong suốt thời gian thí nghiệm, không chịu sự tác động của khẩu phần ăn thí nghiệm và nằm trong khoảng thích hợp cho sự sinh trưởng của cá địa.

Bảng 3. Sự biến động của các chỉ tiêu chất lượng nước ở các nghiệm thức thí nghiệm

Chỉ tiêu	ĐC	ĐN	HD	Giá trị p
Độ mặn (‰)	15,59 ± 0,15	15,53 ± 0,10	15,55 ± 0,11	0,34
Nhiệt độ (°C)	28,35 ± 0,04	28,32 ± 0,01	28,36 ± 0,02	0,45
pH	7,30 - 8,00	7,41 - 8,00	7,40 - 8,20	-
DO (mg/L)	5,23 ± 0,25	5,14 ± 0,17	5,35 ± 0,37	0,54
TAN (mg/L)	0,23 ± 0,01	0,24 ± 0,02	0,23 ± 0,01	0,14
NO ₂ -N (mg/L)	0,19 ± 0,02	0,22 ± 0,01	0,22 ± 0,03	0,18
NO ₃ -N (mg/L)	4,26 ± 0,14	4,33 ± 0,31	4,50 ± 0,44	0,38

Ghi chú: Các số liệu được trình bày là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn hoặc giá trị Min – Max đối với chỉ tiêu pH. ĐC- nghiệm thức dầu cá (nghiệm thức đối chứng); ĐN- nghiệm thức dầu đậu nành; HD- nghiệm thức dầu hướng dương.

3.2. Tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và tỷ lệ sống của cá dìa

Nguồn dầu khác nhau trong khẩu phần ăn đã ảnh hưởng đến một số chỉ tiêu tăng trưởng như khối lượng lúc kết thúc thí nghiệm (W2), mức tăng khối lượng (WG) và tốc độ tăng trưởng của cá dìa ($p < 0,05$). Trong đó, các chỉ tiêu tăng trưởng này của cá đạt tốt nhất ở nghiệm thức dầu cá (lần lượt là 23,16 g, 414,29% và 0,31 g/con) (Bảng 4) và có sự sai khác có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức dầu đậu nành và dầu hướng dương ($p < 0,05$). Khẩu phần HD, trong đó dầu hướng dương được sử dụng làm nguồn chất béo chính, cho kết quả thấp nhất (lần lượt là 22,10 g, 392,02% và 0,29 g/con). Tuy nhiên, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về các chỉ tiêu này giữa khẩu phần ĐN và HD ($p > 0,05$).

Theo Abdel-Aziz et al. (2022), dầu cá giàu EPA (20:5n-3) và DHA (22:6n-3) là các acid béo thiết yếu quan trọng, cần thiết cho sự tăng trưởng của cá, đặc biệt là loài sống trong môi trường nước lợ, mặn (hạn chế khả năng chuyển hóa acid béo mạch ngắn từ dầu thực vật (ALA, C18:3n-3) thành EPA và DHA). Thành phần acid béo của khẩu phần ăn (Bảng 2) trong nghiên cứu này cho thấy hàm lượng acid béo ω -3 cao nhất ở khẩu phần chứa dầu cá ($\Sigma\omega$ -3: 19,04%), trong đó gần như chủ yếu là acid béo EPA và DHA (chiếm lần lượt 7,47% và 7,79% tổng acid béo). Ngoài ra, dầu cá còn chứa hàm lượng vitamin A và D cao (Piedecausa et al., 2007). Đây chính là nguyên nhân khiến khẩu phần dầu cá (ĐC) mang lại hiệu quả tăng trưởng của cá dìa tốt hơn khẩu phần dầu đậu nành và dầu hướng dương. Nhiều tác giả có giải thích và kết quả tương đồng với nghiên cứu này. Izquierdo et al. (2003) cho rằng acid béo không bão hòa cao ω -3 trong dầu gan cá tuyết là yếu tố chính tạo ra sự tăng trưởng vượt trội của cá

vược (*Lates calcarifer*) so với khẩu phần thay thế hoàn toàn bằng dầu đậu nành. Montero et al. (2008) ghi nhận thay thế hoàn toàn dầu cá bằng dầu đậu nành và dầu lạnh trong khẩu phần ăn của cá tráp (*Sparus aurata*) hay Abdel-Aziz et al. (2022) thay thế dầu cá bằng dầu hạt lạnh, dầu đậu nành và dầu hướng dương trong khẩu phần ăn của cá dìa (*S. rivulatus*) đều làm giảm tăng trưởng của cá.

Ngược lại, thay thế dầu cá bằng dầu đậu nành hay dầu hướng dương không ảnh hưởng tới lượng thức ăn ăn vào (FI, g/cá), hiệu quả sử dụng lipid (LER) và tỷ lệ sống của cá dìa ($p > 0,05$). Tuy nhiên, hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) và hiệu quả sử dụng protein (PER) chịu sự ảnh hưởng của khẩu phần ăn ($p < 0,05$). Hệ số FCR tốt nhất được ghi nhận ở khẩu phần ĐC, tiếp theo là khẩu phần ĐN và kém nhất ở khẩu phần HD. Xu hướng tương tự cũng được tìm thấy là chỉ tiêu PER cao nhất được ghi nhận ở khẩu phần ĐC và thấp nhất ở khẩu phần HD. Giá trị FCR và PER có sự sai khác có ý nghĩa thống kê khi so sánh giữa khẩu phần ĐC với ĐN và HD ($p < 0,05$), nhưng không có sự sai khác giữa khẩu phần ĐN và HD. Kết quả nghiên cứu này, tương đồng với nghiên cứu của El-Tawil et al. (2014), trong đó cũng báo cáo rằng các giá trị FCR và PER tốt nhất được tìm thấy ở cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) cho ăn khẩu phần có dầu cá so với các khẩu phần thay thế hoàn toàn dầu cá bằng dầu lạnh, dầu đậu nành hay dầu ngô. Giá trị PER cao nhất của cá dìa (*S. rivulatus*) được tìm thấy ở khẩu phần dầu cá so với khẩu phần dầu lạnh, dầu đậu nành và dầu hướng dương (Abdel-Aziz et al., 2022). Trái ngược, Keremah and Terimokumo (2014) lại phát hiện giá trị PER ở cá trê giống (*Heterobranchius longifilis*) thấp hơn khi sử dụng khẩu phần có dầu gan cá tuyết so với khẩu phần dầu đậu nành.

Bảng 4. Tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và tỷ lệ sống của cá địa ở các nghiệm thức thí nghiệm

Chỉ tiêu	ĐC	ĐN	HD	Giá trị p
Khối lượng ban đầu (g)	4,51 ± 0,14	4,50 ± 0,13	4,50 ± 0,11	0,27
Khối lượng lúc thu (g)	23,16 ± 0,02 ^a	22,53 ± 0,07 ^b	22,10 ± 0,12 ^b	0,01
Mức tăng khối lượng (%)	414,29 ± 5,41 ^a	401,12 ± 1,67 ^b	392,02 ± 6,01 ^b	0,02
Tốc độ tăng trưởng (g/ngày)	0,31 ± 0,01 ^a	0,30 ± 0,02 ^b	0,29 ± 0,01 ^b	0,00
Tốc độ tăng trưởng đặc trưng (%/ngày)	2,73 ± 0,02	2,69 ± 0,01	2,65 ± 0,04	0,18
Lượng thức ăn ăn vào (g/con)	31,72 ± 0,07	31,37 ± 0,15	30,87 ± 0,77	0,46
Hiệu quả chuyển hóa thức ăn (FCR)	1,76 ± 0,04 ^b	1,82 ± 0,08 ^a	1,84 ± 0,05 ^a	0,02
Hiệu quả sử dụng protein	1,77 ± 0,01 ^a	1,74 ± 0,01 ^{ab}	1,72 ± 0,02 ^b	0,05
Hiệu quả sử dụng lipid	5,25 ± 0,03	5,29 ± 0,02	5,28 ± 0,05	0,73
Tỷ lệ sống (%)	86,88 ± 2,60	85,42 ± 1,50	84,80 ± 1,16	0,76

Ghi chú: Các số liệu được trình bày là giá trị trung bình ± sai số chuẩn. ĐC- nghiệm thức dầu cá (nghiệm thức đối chứng); ĐN- nghiệm thức dầu đậu nành; HD- nghiệm thức dầu hướng dương. Các giá trị có sự sai khác có ý nghĩa thống kê khi giá trị p < 0,05.

3.3. Thành phần dinh dưỡng của cá địa

Thông thường, thành phần dinh dưỡng của cá chịu sự ảnh hưởng của khẩu phần ăn. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này, khẩu phần ăn có chứa các loại dầu khác nhau không tạo ra sự khác biệt về các thành phần hóa học của cá địa như: độ ẩm (M), protein thô (CP), lipid thô (EE) và khoáng tổng số (Ash) (p>0,05). Kết quả của nghiên cứu cho thấy, cá địa có hàm lượng M toàn thân dao động trong khoảng 70,52 - 70,82%; CP 18,12 - 18,18%; EE 6,56 - 6,66% và Ash 3,16 - 3,21% (Bảng 5). Nhiều nghiên cứu có kết quả tương đồng với kết quả của nghiên cứu này. El-Tawil et al. (2014) báo cáo rằng không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm

thức về hàm lượng protein thô (CP) và vật chất khô của cá rô phi (*O. niloticus*) khi được cho ăn các khẩu phần chứa dầu lạnh, dầu đậu nành và dầu ngô. Tương tự, nguồn lipid trong khẩu phần khác nhau cũng không ảnh hưởng đến hàm lượng vật chất khô và khoáng tổng số trong cơ thịt cá tráp đen (Aminikhoei et al., 2014). Cho cá địa (*S. rivulatus*) ăn các khẩu phần dầu cá, dầu lạnh, dầu đậu nành và dầu hướng dương không ảnh hưởng đến hàm lượng CP, EE và Ash trong thịt cá (Abdel-Aziz et al., 2022). Ngược lại, các nguồn lipid khác nhau trong khẩu phần ăn đã ảnh hưởng đến độ ẩm và hàm lượng protein thô của cá tầm (*Acipenser schrenckii*) (Huang et al., 2014).

Bảng 5. Thành phần hóa học của cá địa (nguyên con) ở các nghiệm thức thí nghiệm

Thành phần hóa học (%)	Cá lúc thả	Cá lúc thu hoạch			Giá trị p
		ĐC	ĐN	HD	
Âm độ (M)	70,63 ± 2,19	70,82 ± 2,42	70,64 ± 2,13	70,52 ± 2,88	0,34
Protein thô (CP)	18,12 ± 0,41	18,16 ± 0,19	18,18 ± 0,18	18,15 ± 0,15	0,56
Lipid thô (EE)	6,56 ± 0,42	6,59 ± 0,40	6,64 ± 0,23	6,66 ± 0,39	0,16
Khoáng tổng số (Ash)	3,16 ± 0,27	3,21 ± 0,29	3,17 ± 0,35	3,19 ± 0,40	0,45

Ghi chú: Các số liệu được trình bày là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. ĐC- nghiệm thức dầu cá (nghiệm thức đối chứng); ĐN- nghiệm thức dầu đậu nành; HD- nghiệm thức dầu hướng dương. Các giá trị có sự sai khác có ý nghĩa thống kê khi giá trị p < 0,05.

3.4. Thành phần acid béo của cá địa

Hàm lượng acid béo trong thịt cá địa chịu sự ảnh hưởng của khẩu phần ăn thí nghiệm (p<0,05). Hàm lượng acid béo bão hòa (SFA) trong cơ thể cá địa được ghi nhận ở thời điểm bắt đầu thí nghiệm (28,31%), có xu hướng giảm xuống khi cho cá ăn khẩu phần ĐC (26,60%) và tăng khi cá ăn khẩu phần ĐN (28,53%) và HD (28,31%; Bảng 6). Có sự sai khác có ý nghĩa thống kê về giá trị SFA giữa khẩu

phần ĐC so với ĐN và HD. Tuy nhiên, không có sự sai khác giữa hai khẩu phần dầu thực vật. Tương tự, hàm lượng acid béo đơn không bão hòa (MUFA) cao được ghi nhận ở nhóm cá sử dụng khẩu phần dầu thực vật lần lượt ĐN (29,94%), HD (30,29%) và có sự sai khác so với nhóm cá ăn khẩu phần ĐC (26,74%). Trong đó, acid oleic là thành phần chính của MUFA chiếm 19,63% - 20,80%. Ngược lại, hàm lượng acid béo không bão hòa đa nối đôi (PUFA)

cao nhất được ghi nhận ở nhóm cá sử dụng khẩu phần ĐC (44,78%), sai khác có ý nghĩa thống kê so với nhóm cá được cho ăn khẩu phần ĐN (39,56%) và HD (39,54%). Đặc biệt, hàm lượng acid thiết yếu như ARA, EPA và DHA trong thịt (nhóm cá sử dụng khẩu phần ăn thí nghiệm) khi kết thúc thử nghiệm cao hơn so với khẩu phần ăn thí nghiệm. Điều này,

chứng minh cá địa có khả năng chuyển hóa acid linoleic (LA) và acid α -linolenic (LNA) thành các acid béo không no chuỗi dài (LC-PUFA) thông qua các gen (*Δ5/Δ6 fad*, *Δ4 fad*, *elovl5* và *elovl4*) mã hóa các enzyme cần thiết cho quá trình tổng hợp LC-PUFA (Li et al., 2008; Li et al., 2010; Monroig et al., 2012).

Bảng 6. Thành phần acid béo của cá địa ở các nghiệm thức thí nghiệm

Chỉ tiêu	Ban đầu	Kết thúc thí nghiệm			Giá trị p
		ĐC	ĐN	HD	
Acid béo bão hòa (SFA)	28,31	26,60 ± 0,18^b	28,53 ± 0,39^a	28,31 ± 0,47^a	0,04
C14:0	2,46	2,52 ± 0,70	2,03 ± 0,15	2,44 ± 0,05	0,14
C15:0	0,58	0,37 ± 0,03	0,14 ± 0,04 ^a	0,21 ± 0,02	0,55
C16:0	19,42	19,04 ± 0,32	19,32 ± 0,16	19,46 ± 0,23	0,17
C17:0	0,76	0,41 ± 0,02	0,85 ± 0,36	0,65 ± 0,03	0,38
C18:0	4,15	3,53 ± 0,18 ^b	4,54 ± 0,15 ^a	4,82 ± 0,19 ^a	0,02
C19:0	0,01	0,01 ± 0,00	nd	nd	nd
C20:0	0,26	0,41 ± 0,03	0,43 ± 0,04	0,21 ± 0,02	0,40
C22:0	0,39	0,21 ± 0,02 ^b	0,48 ± 0,04 ^a	0,58 ± 0,07 ^a	0,01
C24:0	0,28	0,09 ± 0,02 ^b	0,69 ± 0,08 ^a	nd	0,00
Acid béo đơn không bão hòa (MUFA)	30,02	26,74 ± 0,18^b	29,94 ± 0,49^a	30,29 ± 0,52^a	0,00
16:1n-9/n-7	7,85	3,97 ± 0,11 ^b	5,43 ± 0,28 ^a	5,41 ± 0,19 ^a	0,00
18:1n-9	19,63	20,31 ± 0,20 ^b	20,80 ± 0,22 ^a	20,77 ± 0,15 ^a	0,21
18:1n-7	0,56	0,47 ± 0,08 ^b	0,53 ± 0,07 ^b	1,23 ± 0,10 ^a	0,00
20:1n-1/n-9	1,13	1,79 ± 0,04	2,26 ± 0,21 ^a	2,41 ± 0,29 ^a	0,16
20:1n-7	0,01	0,01 ± 0,00	nd	nd	nd
22:1n-9	0,28	0,18 ± 0,03 ^b	0,46 ± 0,08 ^a	0,47 ± 0,08 ^a	0,04
24:1n-9	0,56	nd	0,32 ± 0,05	nd	nd
Acid béo không bão hòa đa nối đôi (PUFA)	39,77	44,78 ± 0,27^a	39,56 ± 0,19^b	39,54 ± 0,46^b	0,00
18:3n-3	1,56	1,22 ± 0,05	0,90 ± 0,18	0,94 ± 0,19	0,36
18:2n-6	16,21	15,09 ± 0,24 ^b	16,26 ± 0,17 ^a	16,29 ± 0,14 ^a	0,02
18:3n-6	1,25	1,55 ± 0,07	1,35 ± 0,12	1,31 ± 0,08	0,21
20:2n-6	0,42	0,02 ± 0,00 ^a	0,83 ± 0,41 ^{ab}	1,08 ± 0,11 ^a	0,05
20:3n-6	nd	0,11 ± 0,02 ^b	0,64 ± 0,07 ^a	0,55 ± 0,06 ^a	0,02
20:3n-3	0,02	nd	nd	0,01 ± 0,01	nd
Tổng n-6 LC-PUFA	3,96	4,42 ± 0,18	4,58 ± 0,17	4,49 ± 0,21	0,77
20:4n-6 (ARA)	3,81	4,14 ± 0,05	4,21 ± 0,08	4,29 ± 0,10	0,82
22:4n-6	0,01	nd	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,00	0,16
22:5n-6	0,14	0,28 ± 0,03 ^a	0,35 ± 0,05 ^{ab}	0,19 ± 0,03 ^b	0,05
Tổng n-3 LC-PUFA	16,35	22,35 ± 0,19 ^a	14,82 ± 0,13 ^b	14,88 ± 0,22 ^b	0,00
20:4n-3	0,50	1,13 ± 0,02 ^a	0,65 ± 0,04 ^b	0,70 ± 0,03 ^b	0,00
20:5n-3 (EPA)	7,18	9,16 ± 0,16 ^a	7,07 ± 0,14 ^b	6,94 ± 0,16 ^b	0,00
22:4n-3	0,02	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,33
22:6n-3 (DHA)	8,65	12,05 ± 0,09 ^a	7,28 ± 0,19 ^b	7,22 ± 0,13 ^b	0,00

Ghi chú: Các số liệu được trình bày là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. ĐC- nghiệm thức dầu cá (nghiệm thức đối chứng); ĐN- nghiệm thức dầu đậu nành; HD- nghiệm thức dầu hướng dương. Các giá trị có sự sai khác có ý nghĩa thống kê khi giá trị $p < 0,05$. nd: không xác định được.

Trong nghiên cứu này, hàm lượng acid SFA và MUFA trong thịt cá địa cao ở nhóm cá ăn khẩu phần thay thế hoàn toàn dầu cá bằng dầu đậu nành và dầu

hướng dương. Ngược lại, hàm lượng LC-PUFA ở nhóm cá này thấp hơn so với nhóm cá sử dụng khẩu phần ăn chứa dầu cá. Nguyên nhân chính là do dầu

thực vật chủ yếu chứa nhiều SFA và MUFA (Bảng 2) chuỗi ngắn như acid linoleic (18:2n-6, LA) hoặc acid α -linolenic (18:3n-3, ALA), nhưng lại rất nghèo LC-PUFA (El-Tawil et al., 2014). Mặc dù cá địa có khả năng chuyển hóa acid LA và ALA thành các acid LC-PUFA (Bảng 6) nhưng khả năng này rất hạn chế. Vì vậy, khi thiếu nguồn LC-PUFA từ dầu cá đã làm hàm lượng LC-PUFA trong thịt nhóm cá sử dụng khẩu phần dầu thực vật thấp hơn rõ rệt. Kết quả của nghiên cứu này, tương đồng với nghiên cứu của Abdel-Aziz et al. (2022), thay thế hoàn toàn dầu cá bằng dầu lanh, dầu đậu nành và dầu hướng dương trong khẩu phần ăn cho cá *S. rivulatus* ghi nhận hàm lượng LC-PUFA, tổng ω -3 và ω -6 ở nhóm cá sử dụng khẩu phần ăn dầu thực vật thấp hơn hẳn nhóm ăn khẩu phần dầu cá. Thay thế từng phần dầu cá bằng dầu đậu nành trong khẩu phần ăn của cá địa (*Siganus canaliculatus*) đã làm giảm hàm lượng tổng ω -3, DHA, EPA và ARA trong thịt cá (Xu et al., 2012).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abdel-Aziz, M. F. A., Zied, R. M. A., Hassan, H. U., Sayed, A. E. H., Ahmad, H., Mushtaq, S., Yaqoob, H., Habib, A., & Arai, T. (2022). Effects of replacement of dietary fish oil with plant oil on growth performance and fatty acid composition of spinefoot rabbitfish, *Siganus rivulatus*. *Brazian Journal Biology*, 84, e262969. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.262969>.
- Aminikhoei, Z., Choi, J., & Lee, S. (2014). Impacts of different dietary lipid sources on growth performance, fatty acid composition and antioxidant enzyme activity of juvenile Black Sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*). *Iranian Journal of Fisheries Science*, 13, 796-809. <http://jifro.ir/article-1-1771-fa.html>
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis, 18th Edition (online)*. AOAC International (Association of Analytical Communities), Gaithersburg, Maryland, USA.
- El-Tawil, N. E., Ahmad, M. H., Amer, T. N., & Seden, M. E. (2014). Effect of replacing dietary fish oil with different plant oils on growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Applied Scientific Research*, 1, 183-191.
- FAO. (2020). *Summary of the impacts of the COVID-19 pandemic on the fisheries and aquaculture sector*. Addendum to the State of World Fisheries and Aquaculture, 2020.
- Folch, J., Lees, M., & Sloane Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, 226(1), 497-509. [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)64849-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)64849-5)
- Ghanawi, J., Roy, L., Davis, D. A., & Saoud, I. P. (2011). Effects of dietary lipid levels on growth performance of marbled spinefoot rabbitfish, *Siganus rivulatus*. *Aquaculture*, 310, 395-400. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.11.012>.
- Gorospe, J., & Demayo, C. (2013). Population variability of the Golden Rabbitfish (*Siganus guttatus* Bloch 1787) (Pisces: Siganidae) in Northern Mindanao, Philippines. *AACL Bioflux*, 6(3), 188-201.
- Hoàng, N. V., & Dực, N. H. (2012). Nghiên cứu cấu trúc thành phần loài khu hệ cá phá Tam Giang - Cầu Hai, tỉnh Thừa Thiên - Huế. *Tạp chí Sinh học*, 34(1), 20-30.
- Huang, F., Jiang, M., Wen, H., Liu, W., Yang, C. G., Wu, F., Tian, J., & Wie, Q.W. (2014). Effects of different dietary lipid sources on growth performance, tissue fatty acid composition and serum lipid indices of juvenile Amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*). *Journal of Applied Ichthyology*, 30(6), 1602-1608. <https://doi.org/10.1111/jai.12598>.

4. KẾT LUẬN

Dầu cá là nguồn lipid dinh dưỡng mang lại tốc độ tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn tốt hơn và hàm lượng acid béo mạch dài (tổng n-3 LC-PUFA) của cá địa (*Siganus guttatus*) cao hơn so với dầu đậu nành và dầu hướng dương. Trong khi việc sử dụng dầu đậu nành và dầu hướng dương làm nguồn chất béo chính trong khẩu phần ăn của cá địa cho hiệu quả tương đương nhau. Do đó, việc thay thế dầu cá bằng dầu đậu nành hay dầu hướng dương trong khẩu phần ăn của cá địa nên được nghiên cứu theo hướng thay thế từng phần, nhằm xác định tỷ lệ thay thế tối ưu cho sự tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và cân bằng thành phần acid béo của cá.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi dự án VLIR-IUC (mã số: ZIUS2015AP026), trong khuôn khổ hợp tác giữa Trường Đại học Ghent – Vương quốc Bỉ và Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế - Việt Nam. Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sinh viên Nguyễn Thị Nhật Ánh đã chăm sóc và theo dõi cá trong suốt quá trình thí nghiệm.

- Izquierdo, M. S., Obach, A., Arantzamendi, L., Montero, D., Robaina, L., & Rosenlund, G. (2003). Dietary lipid sources for sea bream and sea bass: growth performance, tissue composition and flesh quality. *Aquaculture Nutrition*, 9(6), 397-407. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2003.00270.x>
- Keremah, R. I., & Terimokumo, T. (2014). Effects of dietary lipid sources on growth and survival of mudfish (*Heterobranchius longifilis*) fingerlings. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 2, 9-12.
- Li, Y., Monroig, O., Zhang, L., Wang, S., Zheng, X., Dick, J. R., You, C., & Tocher, D. R. (2010). Vertebrate fatty acyl desaturase with $\Delta 4$ activity. *Biochemistry*, 107(39), 16840-16845. <https://doi.org/10.1073/pnas.1008429107>
- Li, Y. Y., Hu, C. B., Zheng, Y. J., Xia, X. A., Xu, W. J., Wang, S. Q., Chen, W. Z., Sun, Z. W., & Huang, J. H. (2008). The effects of dietary fatty acids on liver fatty acid composition and Delta(6)-desaturase expression differ with ambient salinities in *Siganus canaliculatus*. *Comparative biochemistry and physiology. Biochemistry & molecular biology*, 151(2), 183-190. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2008.06.013>
- Luong, T. C., Hochard, S., Royer, F., Lemonnier, H., & Letourneur, Y. (2014). Feasibility of polyculture of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* and goldlined rabbitfish *Siganus lineatus* in a mesocosm system. *Aquaculture*, 433, 340-347. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.06.014>
- Monroig, O., Wang, S., Zhang, L., Tocher, D. R., & Li, Y. (2012). Elongation of long-chain fatty acids in rabbitfish *Siganus canaliculatus*: Cloning, functional characterisation and tissue distribution of Elovl5- and Elovl4-like elongases. *Aquaculture*, 353(S1), 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.017>
- Montero, D., Grasso, V., Izquierdo, M. S., Ganga, R., Real, F., Tort, L., Caballero, M. J., & Acosta, F. (2008). Total substitution of fish oil by vegetable oils in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) diets: effects on hepatic Mx expression and some immune parameters. *Fish & Shellfish Immunology*, 24(2), 147-155. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2007.08.002>
- Monzer, S., Nasser, N., Babikian, J., & Saoud, I. P. (2017). Substitution of fish meal by soybean meal in diets for juvenile marbled spinefoot, *Siganus rivulatus*. *Journal of Applied Aquaculture*, 29(2), 101-116. <https://doi.org/10.1080/10454438.2016.1272031>
- Piedecausa, M. A., Mazón, M. J., García García, B., & Hernández, M. D. (2007). Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). *Aquaculture*, 263(1), 211-219. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.09.039>
- Saoud, I., Ghanawi, J., & Lebbos, N. (2007). Effects of stocking density on the survival, growth, size variation, and condition index of juvenile rabbitfish *Siganus rivulatus*. *Aquaculture Interaction*, 16(2), 109-116. <https://doi.org/10.1007/s10499-007-9129-7>
- Saoud, I., Ghanawi, J., Lebbos, N., & Davis, A. (2010). The effect of linseed oil and kelp meal in diets on fatty acid profile of rabbitfish *Siganus rivulatus*. *Mediterranean Aquaculture Journal*, 1(1), 36-44. <https://doi.org/10.21608/maj.2010.2673>
- Syah, R., Makmur, B., Tampangallo, R., Undu, M., Asaad, A., & Laining, A. (2020). Rabbitfish (*Siganus guttatus*) culture in floating net cage with different stocking densities. *Earth and Environmental Science*, 564(2020), 012022. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/564/1/012022>
- Tocher, D. R. (2003). Metabolism and Functions of Lipids and Fatty Acids in Teleost Fish. *Reviews in Fisheries Science*, 11(2), 107-184. <https://doi.org/10.1080/713610925>
- Turchini, G. M., Torstensen, B. E., & Ng, W. K. (2009). Fish oil replacement in finfish nutrition. *Aquaculture*, 1(1), 10-57. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2008.01001.x>
- Xie, D., Wang, S., You, C., Chen, F., Tocher, D., & Li, Y. (2015). Characteristics of LC-PUFA biosynthesis in marine herbivorous teleost *Siganus canaliculatus* under different ambient salinities. *Aquaculture Nutrition*, 21(5), 541-551. <https://doi.org/10.1111/anu.12178>
- Xu, S., Wang, S., Zhang, L., You, C., & Li, Y. (2012). Effects of replacement of dietary fish oil with soybean oil on growth performance and tissue fatty acid composition in marine herbivorous teleost *Siganus canaliculatus*. *Aquaculture Research*, 43(9), 1276-1286. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02931.x>