

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA TẢO SPIRULINA LÊN TĂNG TRƯỞNG VÀ TỶ LỆ SỐNG CỦA CÁ TRA (*Pangasianodon hypophthalmus*) GIAI ĐOẠN GIỐNG

Lê Nguyễn Thiên Phúc¹, Nguyễn Minh Thành¹

TÓM TẮT

Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng bột tảo Spirulina đến tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) giai đoạn giống ương nuôi bằng thức ăn phối trộn bột tảo Spirulina thay thế bột cá. Thí nghiệm được bố trí với 3 nghiệm thức bao gồm: i) thức ăn viên tự phối trộn có nguồn đạm từ bột tảo Spirulina; ii) thức ăn viên tự phối trộn có nguồn đạm từ bột cá; và iii) thức ăn viên công nghiệp Vasafeed làm đối chứng. Cá tra ở nghiệm thức sử dụng thức ăn chứa bột tảo Spirulina có các chỉ tiêu tăng trưởng như khối lượng gia tăng ($36,59 \pm 2,96$ g), tỷ lệ tăng trưởng ($64,59 \pm 1,82\%$), tốc độ tăng trưởng đặc trưng ($1,73 \pm 0,09\%$ /ngày) và hệ số chuyển hóa thức ăn ($1,16 \pm 0,02$) đều khác biệt có ý nghĩa thống kê so với cá của các nghiệm thức sử dụng thức ăn có nguồn đạm từ bột cá ($P < 0,05$). Tỷ lệ sống của cá ở nghiệm thức này cũng tương đương với nghiệm thức đối chứng ($P > 0,05$) và sai khác có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức sử dụng bột cá. Kết quả của nghiên cứu cho thấy tiềm năng thay thế bột cá bằng bột tảo Spirulina trong khẩu phần ăn của cá tra.

Từ khóa: Cá tra, *Pangasianodon hypophthalmus*, bột tảo Spirulina, *Arthrospira platensis*, bột cá.

1. MỞ ĐẦU

Ở Việt Nam, cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) là một trong những loài thủy sản có giá trị cao và đóng góp đáng kể vào sự phát triển của nền kinh tế (FAO, 2018). Sản lượng cá tra năm 2019 đạt 1,42 triệu tấn với giá trị ước tính là 2 tỷ USD (Trung tâm Nghiên cứu CSI, 2020). Ngành công nghiệp nuôi cá tra đang phát triển nhanh và mạnh ở Việt Nam nhưng chi phí sản xuất cao. Theo ước tính, hơn 50% các chi phí sản xuất cá tra là chi phí thức ăn, cho nên toàn bộ lợi nhuận chịu ảnh hưởng mạnh bởi giá thức ăn và các nguyên vật liệu dùng phối trộn thức ăn chẳng hạn như bột cá (Miles và Chapman, 2015).

Các sản phẩm thức ăn thương mại sử dụng nguồn đạm bột cá có khá nhiều hạn chế và giá bột cá là một ví dụ. Nhu cầu bột cá ngày càng tăng cao để sản xuất thức ăn cho các loài thủy sản trong khi nguồn cá tự nhiên dùng làm bột cá lại không thể mở rộng tương ứng khiến cho bột cá là một trong những nguyên liệu có giá thành cao nhất trong chế biến thức ăn công nghiệp cho cá tra (FAO, 2012). Tại thị trường Trung Quốc, giá thành bột cá với độ đạm 65%

là 1200 USD/tấn vào năm 2009 (FAO, 2012), tăng gấp đôi thành 2400 USD/tấn vào năm 2011 và vẫn có xu hướng tăng ngày càng cao (FAO, 2014). Trong khi bột tảo Spirulina công nghiệp, với lợi thế công nghệ sản xuất, có giá ổn định xấp xỉ 2000 USD/tấn (FAO, 2014). Ngoài giá thành bột cá cao và không ổn định, việc đánh bắt cá quá mức để sản xuất bột cá gây ra sự mất cân bằng sinh thái của môi trường tự nhiên. Vì vậy nhiều nghiên cứu tìm kiếm nguồn đạm khác rẻ tiền và bền vững hơn để thay thế bột cá đã được thực hiện. Trong đó tảo Spirulina có thể được xem là nguồn đạm có tiềm năng thay thế bột cá.

Tảo xoắn Spirulina, *Arthrospira platensis* là một loài vi khuẩn lam dạng sợi xoắn màu xanh lục và được biết đến như một nguồn thực phẩm giàu dinh dưỡng và đa dưỡng chất tương đương hoặc thậm chí vượt trội so với nhiều nguồn thực phẩm khác (Tomaselli, 1997). Tảo Spirulina từ lâu đã được dùng bổ sung với lượng nhỏ vào thức ăn trong nuôi trồng thủy sản ở mức từ 5-20% (Nakagawa và Gomez-Diaz, 1975) nhằm mục đích cải thiện sinh trưởng và sức sinh sản (Belay và ctv, 1996; Yaakob và ctv, 2014; Farag và ctv, 2016; Andrade và ctv, 2018). Với nhu cầu tìm kiếm nguồn đạm thay thế hiệu quả cho bột cá, tảo Spirulina cũng đang dần được quan tâm và phối trộn ở mức độ thay thế một phần bột cá trong

¹ Trường Đại học Quốc tế, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh
Email: nmthanh71@yahoo.com

các công thức thức ăn lên đến 75% trên các loài có giá trị kinh tế như cá tráp bạc (*Rhabdosargus sarba*) (El-Sayed, 1994), bào ngư (*Haliotis midae*) (Britz, 1996), cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) (Lu và Takeuchi, 2004). Tuy nhiên, việc thay thế hoàn toàn bột cá bằng nguồn đạm đến từ tảo Spirulina trong sản xuất thức ăn thủy sản là chưa phổ biến và chưa sử dụng cho cá tra. Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá khả năng thay thế bột cá bằng tảo Spirulina khi phối trộn thức ăn viên dạng nổi cho cá tra (*P. hypophthalmus*) giai đoạn giống.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại Khu thực nghiệm Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Quốc tế - Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

2.2. Vật liệu

2.2.1. Cá thí nghiệm

Cá tra (*P. hypophthalmus*) thí nghiệm ở giai đoạn giống. Sau khi được vận chuyển về khu thực nghiệm, cá được thuần dưỡng trong các bể composite có thể tích 500 L, đặt trong nhà ở nhiệt độ 28°C trong 7 ngày để phục hồi trước khi bố trí thí nghiệm.

2.2.2. Phối trộn và ép viên thức ăn chứa bột tảo Spirulina và thức ăn chứa bột cá

Hai loại thức ăn: i) thức ăn có nguồn đạm từ tảo Spirulina khô dạng bột và ii) thức ăn có nguồn đạm từ bột cá được tự phối trộn theo công thức ở bảng 1 bằng máy trộn bột công nghiệp B20G (Kingsun, Trung Quốc). Theo Mosha (2019) thì hàm lượng đạm thô có trong tảo Spirulina (61,30 g đạm/100 g tảo) là gần như tương đương với hàm lượng đạm thô có trong bột cá (67,44 g đạm/100 g bột cá). Cho nên trong nghiên cứu này, đã thay thế hoàn toàn lượng bột cá (30,00 g bột cá trong 100 g thức ăn) bằng một lượng tương đương bột tảo Spirulina (30,00 g tảo trong 100 g thức ăn) trong công thức thức ăn mà vẫn đảm bảo cung cấp được lượng đạm thô ở mức tương đương. Thức ăn được ép thành viên thức ăn nổi bằng máy ép viên ZLSP150 (Amico, Trung Quốc), sau đó thức ăn được sấy khô ở 55°C trong 24 giờ và giữ lạnh cho đến khi sử dụng.

Ngoài hai loại thức ăn tự phối trộn, thức ăn công nghiệp Vasafeed (F.931) dạng viên cho cá basa - cá tra (giai đoạn 5 – 20 g/con) cung cấp bởi Công ty Cổ

phần Đầu tư và Phát triển Vạn Sanh (Bảng 2) được sử dụng làm đối chứng.

Bảng 1. Công thức tự phối trộn thức ăn

Nguyên liệu	Thức ăn chứa tảo Spirulina(g)	Thức ăn chứa bột cá (g)
Spirulina	30,00	00,00
Fish meal	00,00	30,00
Canola meal	15,00	15,00
Soybean meal	15,00	15,00
Menhaden Fish	05,00	05,00
Soybean Oil	05,00	05,00
Wheat flour	10,00	10,00
Corn starch	12,00	12,00
Trace Mineral	00,50	00,50
Vitamin premix	00,50	00,50
Choline chloride	00,50	00,50
Stay C	00,50	00,50
Ca-P dibasic	00,50	00,50
Alpha cellulose	05,50	05,50

i) thức ăn có nguồn đạm từ bột tảo Spirulina và ii) thức ăn có nguồn đạm từ bột cá, được phát triển với các thay đổi nhỏ dựa trên công thức thức ăn cho cá tra của Lê Thanh Hùng (2008).

Bảng 2. Thành phần thức ăn công nghiệp hỗn hợp Vasafeed (F.931) dạng viên cho cá basa - cá tra (giai đoạn 5 – 20 g/con)

Thành phần	Tỷ lệ (%)
Đạm thô	30
Chất béo	7
Chất xơ	7
Tro	10
NaCl	2,5
Ẩm	11

Thức ăn dùng trong nghiên cứu được cung cấp bởi Công ty Cổ phần Đầu tư và Phát triển Vạn Sanh.

2.3. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm bao gồm 3 nghiệm thức sử dụng các loại thức ăn khác nhau: i) thức ăn có nguồn đạm từ bột tảo Spirulina (viết tắt là SP); ii) thức ăn có nguồn đạm từ bột cá (viết tắt là FM); và iii) thức ăn công nghiệp Vasafeed làm đối chứng. Các thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Cá tra thí nghiệm (60 ngày tuổi, chiều dài trung bình ban đầu: 14,78±0,61 cm; khối lượng trung bình ban đầu: 19,97±0,42 g) được bố trí

ngẫu nhiên vào 9 bể composite 100L với mật độ 30 con/bể. Các bể nuôi được đặt trong nhà nhằm hạn chế biến thiên nhiệt độ của môi trường nuôi. Thời gian thí nghiệm là 60 ngày.

Cá được cho ăn 2 lần/ngày với loại thức ăn tương ứng của từng nghiệm thức. Lượng cho ăn hàng ngày tương đương 3% khối lượng cá. Bể nuôi được vệ sinh hàng ngày bằng phương pháp siphon và nước được thay 2 lần/tuần với thể tích thay nước tương đương 20-30%. Các chỉ tiêu nhiệt độ nước và nồng độ oxy hòa tan được đo hàng ngày bằng máy đo cầm tay HANNA HI-9811-5 (HANNA Instruments, RI, USA). Các chỉ tiêu chất lượng nước bao gồm ammonia, nitrite, nitrate và pH được đo 2 lần/tuần nhằm đảm bảo duy trì chất lượng nước phù hợp cho cá tăng trưởng.

2.4. Các chỉ tiêu thu thập

Các chỉ tiêu sau đây được thu thập nhằm so sánh giữa các nghiệm thức bao gồm:

- Khối lượng gia tăng (g): $NWG = W_f - W_i$

- Tỷ lệ tăng trưởng (%): $WG (\%) = \frac{W_f - W_i}{W_i} \times 100$
- Tốc độ tăng trưởng đặc trưng: $SGR (\%/ngày) = \frac{\ln W_f - \ln W_i}{t} \times 100$
- Hệ số chuyển hóa thức ăn: $FCR = \frac{\text{khối lượng thức ăn tiêu thụ}}{W_f - W_i}$
- Tỷ lệ sống (%) = $\frac{\text{số lượng cá còn sống}}{\text{số lượng cá thả ban đầu}} \times 100$

Trong đó: W_f là khối lượng cá lúc kết thúc thí nghiệm; W_i là khối lượng cá lúc bắt đầu thí nghiệm; t là thời gian thí nghiệm.

2.5. Phân tích thống kê

Các giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của các chỉ tiêu theo dõi được tính toán bằng phần mềm Microsoft Excel. Các nghiệm thức được so sánh bằng phương pháp ANOVA một yếu tố bằng phần mềm SPSS 22.0 cho hệ điều hành Windows. Các số liệu ở dạng % đều được chuyển đổi sang arsin trước khi tiến hành phân tích thống kê.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Bảng 3. Các chỉ tiêu tăng trưởng của cá tra thí nghiệm

Nhiệm thức	NWG (g)	WG (%)	SGR (% / ngày)	FCR	Tỷ lệ sống (%)
SP	36,59±2,96 ^a	64,59±1,82 ^a	1,73±0,09 ^a	1,16±0,01 ^a	76,67±3,33 ^a
FM	12,01±1,41 ^c	36,76±2,99 ^c	0,76±0,08 ^c	1,35±0,02 ^c	68,89±1,92 ^b
Đối chứng	21,13±1,34 ^b	51,22±1,66 ^b	1,20±0,06 ^b	1,32±0,02 ^b	75,56±1,92 ^a

Số liệu trình bày giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn ($n = 3$). Những chữ cái khác nhau trong cùng một cột cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

NWG: Khối lượng gia tăng; WG: tỷ lệ tăng trưởng; SGR: tốc độ tăng trưởng đặc trưng; FCR: hệ số chuyển hóa thức ăn; và tỷ lệ sống khi kết thúc thí nghiệm của cá tra giai đoạn giống của 3 nghiệm thức khác nhau: i) thức ăn có nguồn đạm từ tảo *Spirulina* (SP), ii) thức ăn có nguồn đạm từ bột cá (FM), và iii) thức ăn đối chứng *Vasafeed*.

Bảng 3 trình bày các chỉ tiêu tăng trưởng của cá thí nghiệm. Sau 60 ngày nuôi, cá tra ở các nghiệm thức khác nhau có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở tất cả các chỉ tiêu tăng trưởng. Khối lượng gia tăng (NWG) của nghiệm thức sử dụng đạm từ tảo *Spirulina* (SP) là 36,59±2,96 g, sai khác có ý nghĩa so với chỉ tiêu này ở nghiệm thức sử dụng đạm từ bột cá (NWG = 12,01±1,41 g) và nghiệm thức đối chứng (NWG = 21,13±1,34 g). Tương tự, nghiệm thức SP có tỷ lệ tăng trưởng (WG = 64,59±1,82%), tốc độ tăng trưởng đặc trưng (SGR = 1,73±0,09%/ngày) và hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR = 1,32±0,02) đều cao hơn có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) khi so sánh các chỉ tiêu này ở 2 nghiệm thức còn lại.

Trên thế giới đã có các nghiên cứu thay thế dần bột cá bằng tảo *Spirulina* ở nhiều tỷ lệ khác nhau trong khẩu phần ăn của một số loài cá nuôi và đạt được kết quả tích cực tương tự như nghiên cứu này của chúng tôi trên cá tra. Olvera-Novoa và ctv (1998) nghiên cứu thay đến 40% bột cá bằng tảo *Spirulina* trong thức ăn cá rô phi (*Oreochromis mossambicus*) cho kết quả tăng trưởng và hiệu suất sử dụng protein tương đương với đối chứng sử dụng bột cá ($P > 0,05$). Tảo *Spirulina* được dùng thay thế bột cá ở mức 7% trong chế độ ăn cá vược (*Oplegnathus fasciatus*) đã cho kết quả tốt hơn có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) ở các chỉ tiêu tỷ lệ tăng trưởng, tỷ số hiệu dụng protein (PER), lượng thức ăn tiêu thụ và hệ số chuyển hóa

thức ăn so với đối chứng (Kim và ctv, 2013). Sandbank và Hepher (1978) đã công bố cá chép (*Cyprinus carpio*) được cho ăn chế độ dinh dưỡng chứa 25% tảo Spirulina có tăng trưởng tốt hơn khẩu phần ăn chứa toàn bột cá. Nghiên cứu của Ayyappan và ctv (1991) bổ sung tảo vào thức ăn cho một số loài như cá Rohu, cá Mrigal cũng đạt kết quả sinh trưởng tốt hơn. Trên cá tra, trong thử nghiệm của Jayant và ctv (2018) về ảnh hưởng của các hàm lượng protein khác nhau trong chế độ ăn cá tra, thì ở mức protein trong thức ăn là 30% và cho ăn trong 60 ngày (tương đương với bố trí của nghiên cứu này), cá thí nghiệm có chỉ tiêu SGR ($1,50 \pm 0,04\%$ /ngày) thấp hơn nghiệm thức sử dụng tảo Spirulina (SGR: $1,73 \pm 0,09\%$ /ngày) trong nghiên cứu của chúng tôi. Tương tự, FCR công bố bởi Jayant và ctv (2018) là $1,43 \pm 0,04$, cao hơn nghiệm thức sử dụng tảo Spirulina (FCR: $1,16 \pm 0,01$) của chúng tôi. Nghiên cứu của chúng tôi cho thấy tảo Spirulina có ảnh hưởng tích cực lên các chỉ tiêu tăng trưởng của cá tra giai đoạn cá giống.

Cho đến nay vẫn còn có những ý kiến khác nhau về lượng tảo tối đa có thể sử dụng trong phối trộn công thức thức ăn nuôi cá, với lý do lượng tảo cao có thể ức chế ngược sinh trưởng. Nghiên cứu của Sharma và Panta (2012) trên cá rô phi Mozambique cho thấy lượng tảo cao trên 30% trong chế độ ăn kìm hãm tăng trưởng. Tuy nhiên, vẫn có những nghiên cứu khác công bố kết quả theo chiều hướng tích cực khi sử dụng nguồn đạm từ tảo ở mức cao khi thay thế cho bột cá. Cụ thể là Nandeesh và ctv (2001) báo cáo các chỉ số SGR và FCR của cá Rohu được cho ăn thức ăn có phối trộn tảo Spirulina ở mức 25% là tốt hơn có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với đối chứng. Nghiên cứu trên cá tráp bạc (*Rhabdosargus sarba*) được cho ăn với khẩu phần ăn cao đến 50% Spirulina vẫn cho sinh trưởng và chỉ số FCR tốt tương đương với sử dụng bột cá (El-Sayed, 1994). Kết quả không đồng nhất khi sử dụng tảo thay thế bột cá từ các nghiên cứu đã công bố có thể được giải thích do sự khác nhau về nguồn tảo, lượng tảo sử dụng, tảo thô hay bột tinh chế, và cũng có thể khả năng tiêu hóa tảo của các loài cá khác nhau, hoặc do sự sai khác điều kiện nuôi và thí nghiệm (Ungsethaphand và ctv, 2010). Trong nghiên cứu của chúng tôi, thức ăn chứa đến 30% tảo Spirulina, đồng nghĩa với việc đã thay thế hoàn toàn 100% bột cá trong thức ăn, đã cải thiện các chỉ tiêu tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá tra ở giai đoạn giống. Điều này cho thấy tiềm năng và tính khả

thi trong việc thay thế nguồn đạm từ bột cá bằng tảo Spirulina.

Trong nghiên cứu của chúng tôi, các chỉ tiêu tăng trưởng của cá tra giống thấp hơn so với kết quả ương nuôi trong điều kiện ao thực tế. Nguyên nhân chính là do điều kiện nghiên cứu trong bể composite có kích thước nhỏ khiến cá dễ bị tác động bởi các yếu tố gây stress như nhiệt độ và chăm sóc, dẫn đến ức chế tăng trưởng của cá thí nghiệm. Yếu tố này cũng đã được nhóm tác giả khác đề cập. Nghiên cứu gần đây của Haque và ctv (2021) về bổ sung men vi sinh trong thức ăn cá tra nuôi trong bể xi măng cho kết quả NWG dao động $22,11 - 27,27$ g và SGR dao động $1,08 - 1,42\%$ /ngày. Các kết quả này tương đương với kết quả nghiên cứu này của chúng tôi.

Bảng 3 cũng trình bày tỷ lệ sống của cá ở các nghiệm thức thí nghiệm. Nghiệm thức SP có tỷ lệ sống là $76,67 \pm 3,33\%$, không khác biệt so với nghiệm thức đối chứng là $75,56 \pm 1,92\%$ ($P > 0,05$). Tuy nhiên, tỷ lệ sống của cá ở nghiệm thức SP và đối chứng đều cao hơn đáng kể so với tỷ lệ sống của cá ở nghiệm thức FM ($68,89 \pm 1,92\%$) ($P < 0,05$).

Tỷ lệ sống của cá ở các nghiệm thức SP sử dụng thức ăn chứa tảo Spirulina là tương đương so với đối chứng sử dụng thức ăn viên công nghiệp Vasafeed ($P > 0,05$) mở ra tiềm năng cho việc dùng tảo Spirulina thay thế cho bột cá trong thức ăn ương nuôi cá. Ngoài ra, các nghiệm thức sử dụng thức ăn chứa bột cá tự phối trộn FM có sức sống kém hơn so với các nghiệm thức SP và đối chứng ($P < 0,05$). Kết quả cải thiện tỷ lệ sống của cá ở nghiệm thức SP có thể là do tảo Spirulina không chỉ cung cấp hàm lượng đạm mà còn là nguyên liệu giàu các vitamin và khoáng chất (Andrade và ctv, 2018) so với bột cá, từ đó giúp cá phát triển và chống chịu tốt hơn với môi trường. Tỷ lệ sống của cá thí nghiệm ở nghiên cứu của chúng tôi cũng tương đương với kết quả các công bố trước đây nghiên cứu trên cá tra của Kohinoor và ctv (1998) và Haque và ctv (2021).

Nghiên cứu của chúng tôi có một số hạn chế nhất định. Mặc dù hàm lượng đạm của bột tảo Spirulina và bột cá là tương đương, nhưng thành phần dinh dưỡng của các công thức thức ăn SP và FM sau phối trộn chưa được phân tích. Ngoài ra, bố trí thí nghiệm nuôi trong các bể composite có kích thước nhỏ gây ra biến động môi trường nuôi lớn, ảnh hưởng đến tăng trưởng của cá. Do đó các nghiên cứu tiếp theo sử dụng tảo Spirulina cần được bố trí ở điều

kiện trạm trại, tương đương với điều kiện ương nuôi cá tra thực tế. Mặc dù nghiên cứu của chúng tôi còn một số hạn chế, kết quả thí nghiệm này có thể được tham khảo để sử dụng bột tảo spirulina thay thế cho bột cá trong sản xuất thức ăn nuôi cá.

4. KẾT LUẬN

Thức ăn sử dụng tảo Spirulina có thể cải thiện tăng trưởng của cá tra ở giai đoạn giống dựa vào các chỉ tiêu tăng trưởng (khối lượng gia tăng, tỷ lệ tăng trưởng, tốc độ tăng trưởng đặc trưng) và hệ số chuyển hóa thức ăn. Tỷ lệ sống của cá tra giống cũng sai khác có ý nghĩa thống kê so với thức ăn sử dụng nguồn đạm từ bột cá. Kết quả nghiên cứu cho thấy tiềm năng thay thế bột cá bằng tảo Spirulina trong phối trộn thức ăn cho cá tra. Tuy nhiên, nghiên cứu này cần được tiếp tục ở các mô hình nuôi thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Andrade, L., De Andrade, C. J., Dias, M., Nascimento, C., Mendes, M., 2018. Chlorella and Spirulina microalgae as sources of functional foods, nutraceuticals, and food supplements; an overview. *MOJ Food Process. Technol.* 6, 00144.
2. Ayyappan, S., Pandey, B., Sarkar, S., Saha, D., and Tripathy, S., 1991. Potential of Spirulina as a feed supplement for carp fry. In Proceedings of the national symposium of freshwater aquaculture, CIFA, Bhubaneswar, India. Bhubaneswar, CIFA. pp. 86-88.
3. Belay, A., Kato, T., Ota, Y., 1996. Spirulina (Arthrospira): potential application as an animal feed supplement. *J. Appl. Phycol.* 8, 303-311.
4. Britz, P., 1996. The suitability of selected protein sources for inclusion in formulated diets for the South African abalone, *Haliotis midae*. *Aquaculture*. 140. 63-73. 10.1016/0044-8486(95)01197-8.
5. El-Sayed, A. F. M., 1994. Evaluation of soybean meal, Spirulina meal and chicken offal meal as protein sources for silver seabream (*Rhabdosargus sarba*) fingerlings. *Aquaculture*, vol. 127, pp. 169-176.
6. FAO, 2018. *FAO yearbook: Fishery and aquaculture statistics 2016*. Rome. 104 pp.
7. FAO, 2012. Report of the thirtieth session of the committee on fisheries. *FAO Fisheries and Aquaculture Report*. No. 1012. Rome: 75pp.
8. FAO, 2014. Fishmeal and fish oil - March 2015. GLOBEFISH - Information and Analysis on World Fish Trade. Online accessed 27-Mar-2021 <http://www.fao.org/in-action/globefish/market-reports/resource-detail/en/c/336910/>.
9. Farag, M. R., Alagawany, M., El-Hack, M. E. A. Dhama, K., 2016. Nutritional and healthical aspects of Spirulina (*Arthrospira*) for poultry, animals and human. *Int. J. Pharmacol.* 12, 36-51.
10. Haque, M. M., Hasan, N. A., Eltholth, M. M., Saha, P., Mely S. S., Rahman, T., Murray, F. J., 2021. Assessing the impacts of in-feed probiotic on the growth performance and health condition of pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*) in a farm trial. *Aquaculture Reports*. 20, 100699.
11. Jackson, A., 2009. The continuing demand for sustainable fishmeal and fish oil in aquaculture diets. *International Aquafeed*. 12, 32-36.
12. Jayant, M., Muralidhar, A., Sahu, N., Jain, K. K., Pal, A., Srivastava, P., 2018. Protein requirement of juvenile striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus*. *Aquaculture International*. 26. 10.1007/s10499-017-0216-0.
13. Kim, S. S., Rahimnejad, S., and Kim, K. W., 2013. Partial replacement of fish meal with spirulina pacifica in diets for parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*). *Turkish J. Fish Aquat Sci.* vol. 13, pp. 197-204.
14. Kohinoor, A. H. M., Modak, P. C., and Hussain, M. G., 1998. Growth and production performance of *Pangasius hypophthalmus* under low input culture system. *Bangladesh Journal Fisheries Research*, 3(1) 11-17.
15. Lê Thanh Hùng, 2008. Thức ăn và dinh dưỡng thủy sản. *Nhà xuất bản Nông nghiệp*.
16. Lu, J. & Takeuchi, T., 2004. Spawning and egg quality of the tilapia, *Oreochromis niloticus* fed solely on raw *Spirulina platensis* throughout three generations. *Aquaculture*. 234: 625-640.
17. Miles, R. D. and Chapman, F. A., 2015. FA122: The Benefits of Fish Meal in Aquaculture Diets Fisheries and Aquatic Sciences Department, UF/IFAS Extension.
18. Nakagawa, H., Gomez-Diaz, G., 1975. Usefulness of Spirulina sp. meal as feed additive for giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Suisanzoshoku*, 43: 521-526.
19. Nandeesha, M., Gangadhara, B., Manissery, J., and Venkataraman, L., 2001. Growth performance of two Indian major carps, catla (*Catla catla*) and

rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing different levels of *Spirulina platensis*." *Bioresource Technology*. 80:117-120.

20. Olvera-Novoa, M., Dominguez-Cen, L., Olvera-Castillo, L., and Martinez-Palacios, C., 1998. Effect of the use of microalgae *Spirulina maxima* as a fish meal replacement in diets for tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters), fry *Aquaculture Research*, vol. 29, pp. 709-715.

21. Sandbank, E. and Hepher, B., 1978. The utilization of microalgae as a feed for a fish additive for fish. *Arch Hydrobiology Suppl Ergeb Limnol*, vol. 11, pp. 108-120.

22. Sharma, S.M. and Panta, K., 2012. Use of *Spirulina* cultured in industrial effluents as a feed supplement on *Sarotherodon mossambicus*. *Sonsik Journal*, vol. 4, pp. 39-44.

23. Tomaselli, L., 1997. Morphology, ultrastructure and taxonomy of *Arthrospira* (*Spirulina*) *maxima* and *Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis*. In Vonshak, A., ed. *Spirulina platensis* (*Arthrospira*): Physiology, cellbiology and biotechnology. pp. 1 – 16.

24. Trung tâm nghiên cứu CSI, 2020. Báo cáo ngành thủy sản Việt Nam, 6 trang.

25. Ungsethaphand, T., Peerapornpisal, Y., and Whangchai, N., 2010. Effect of feeding *Spirulina platensis* on growth and carcass composition of hybrid red tilapia (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*). *Journal of Science and Technology Reproduction*, 4:331-336.

26. Yaakob, Z., Ali, E., Zainal, A., Mohamad, M., Takriff, M. S., 2014. An overview: biomolecules from microalgae for animal feed and aquaculture. *J. Biol. Res. (Thessalon)* 21, 6.

EFFECTS OF SPIRULINA-BASED DIETARY ON GROWTH PERFORMANCE AND SURVIVAL OF STRIPED CATFISH (*Pangasianodon hypophthalmus*) FINGERLINGS

Le Nguyen Thien Phuc¹, Nguyen Minh Thanh¹

¹International University, Vietnam National University Ho Chi Minh city

Summary

This study evaluated the effects of *Spirulina*-based dietary in replacement of fishmeal on growth performance and survival of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerlings. The experiments were set up with three treatments: i) *Spirulina*-based feed; ii) fishmeal-based feed; and iii) Vasafeed commercial feed as control. The treatment of *Spirulina*-based feed resulted in better growth performance, including net weight gain (36.59 ± 2.96 g), weight gain ($64.59 \pm 1.82\%$), specific growth rate ($1.73 \pm 0.09\%$ per day), and feed conversion ratio (1.16 ± 0.02). These growth parameters were significantly higher than those in the other treatments ($P < 0.05$). Survival rate of fish fed with *Spirulina*-based feed was also similar to that in the control ($P > 0.05$) and significantly better than that in the treatment of fishmeal-based feed ($P < 0.05$). Results of this study demonstrated the potential of replacement of fishmeal by *Spirulina* in the dietary for striped catfish.

Keywords: *Striped catfish, Pangasianodon hypophthalmus, Spirulina alga, Arthrospira platensis, fishmeal*

Người phản biện: TS. Phạm Anh Tuấn

Ngày nhận bài: 7/5/2021

Ngày thông qua phản biện: 7/6/2021

Ngày duyệt đăng: 14/6/2021