

ẢNH HƯỞNG CỦA SYNBIOTICS CHỨA VI KHUẨN *Pediococcus pentosaceus* VÀ FRUCTOOLIGOSACCHARIDE LÊN SINH TRƯỞNG, HIỆU QUẢ SỬ DỤNG THỨC ĂN VÀ ENZYME TIÊU HOÁ CỦA CÁ RÔ PHI VẦN (*Oreochromis niloticus*)

Tôn Thất Chất, Trần Văn Hoàng, Hoàng Nghĩa Mạnh*

Khoa Thủy sản, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

*Tác giả liên hệ: hoangnghiamanh@huanf.edu.vn

Ngày nhận bài: 24.04.2024

Ngày chấp nhận đăng: 07.08.2024

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của chế phẩm synbiotics gồm *P. pentosaceus* với Fructooligosaccharide (FOS) ở các hàm lượng khác nhau lên sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và enzyme tiêu hoá của cá rô phi vằn. Cá giống (kích cỡ $5,78 \pm 0,15g$) được cho ăn thức ăn chỉ bổ sung *P. pentosaceus* (mật độ 10^8 CFU/ml) được bố trí làm đối chứng (CT) và ở nhóm cá được cho ăn thức ăn có bổ sung chế phẩm synbiotics chứa *P. pentosaceus* (10^8 CFU/ml) và FOS ở 3 hàm lượng tương ứng 0,25% (NT1); 0,5% (NT2) và 1,0% tổng khối lượng thức ăn (NT3). Sau 60 ngày nuôi thử nghiệm kết quả cho thấy, nhóm cá cho ăn thức ăn có bổ sung synbiotics cho sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn tốt hơn so với nghiệm thức đối chứng. Mặt khác, thức ăn chứa chế phẩm synbiotics còn làm tăng hoạt tính enzyme tiêu hoá của cá rô phi vằn so với cá ở nhóm đối chứng ($P < 0,05$). Kết quả của nghiên cứu khuyến cáo sử dụng synbiotics chứa *P. pentosaceus* với FOS ở hàm lượng 0,5% khẩu phần thức ăn để nâng cao sinh trưởng, hoạt tính enzyme tiêu hóa và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá rô phi vằn.

Từ khóa: Enzyme tiêu hóa, Fructooligosaccharide, *Pediococcus pentosaceus*, rô phi vằn và Synbiotics.

Effects of synbiotics of *Pediococcus pentosaceus* and Fructooligosaccharide on the growth performance, feed utilization, and digestive enzyme activity of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of synbiotics consisting of *P. pentosaceus* and Fructooligosaccharide (FOS) at different levels on growth rate, feed efficiency, and digestive enzymes of Nile tilapia. Fingerlings (mean weight of $5.78 \pm 0.15g$) were fed commercial pellets supplemented with only *P. pentosaceus* (at a density of 10^8 CFU/ml) served as control treatment (CT) and the treatment fish groups were fed commercial pellets supplemented with synbiotics containing *P. pentosaceus* (10^8 CFU/ml) mixed with FOS at three levels, including 0.25% (NT1), 0.5% (NT2), and 1.0% of the total amount of feed (NT3), respectively. After 60 days of the feeding trial, the results showed that the fish fed with the diets supplemented with synbiotics exhibited a better growth rate and improved feed efficiency compared to the control. Furthermore, fish fed with synbiotics significantly enhanced digestive enzyme activities compared to those in the control group ($P < 0.05$). The results of this study suggest that using synbiotics containing *P. pentosaceus* and FOS at a level of 0.5% of the diet is recommended to improve the growth rate, digestive enzyme activity and feed efficiency of the Nile tilapia.

Keywords: Digestive enzyme, Fructooligosaccharide, *Pediococcus pentosaceus*, Nile Tilapia, Synbiotics.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá rô phi có nguồn gốc từ châu Phi nhưng tới nay đã có hơn 100 nước trên thế giới nuôi thương phẩm. Chúng là loài cá rộng muối, có

thể sống trong môi trường nước ngọt, nước lợ hay mặn, cá có tập tính ăn tạp và tốc độ tăng trưởng nhanh. Ở Việt Nam, cá rô phi được nuôi ở nhiều tỉnh thành như Cần Thơ, Đồng Tháp, An Giang,... và được xác định là đối tượng nuôi

nước ngọt chủ lực sau cá tra và cá ba sa với mục tiêu sản xuất phục vụ xuất khẩu. Trong nuôi cá rô phi thường gặp phải các vấn đề như sản lượng cá nuôi vẫn còn thấp, dịch bệnh, ô nhiễm môi trường và chi phí sản xuất còn cao. Trong nỗ lực tăng năng suất nuôi trồng thủy sản, thuốc kháng sinh thường được sử dụng để phòng và điều trị các bệnh cho cá. Tuy nhiên, việc sử dụng kháng sinh có thể dẫn đến sự xuất hiện của các vi khuẩn kháng kháng sinh và tạo ra nguy cơ cho sức khỏe của người tiêu dùng (Kuebutornyeet & cs., 2020).

Ngày nay, synbiotics, probiotics và prebiotics được sử dụng nhiều trong nuôi trồng thủy sản bởi những ảnh hưởng có lợi của chúng lên tốc độ tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và khả năng miễn dịch của động vật thủy sản (Sayes & cs., 2018). Probiotics là các vi sinh vật sống, chết hoặc các thành phần của chúng mà khi đưa vào cơ thể trong một thời gian cụ thể và nồng độ tối ưu sẽ mang lại lợi ích sức khỏe cho động vật thủy sản (Okey & cs., 2018). Trong khi, synbiotics là sản phẩm của sự kết hợp giữa hỗn hợp probiotics (gồm các vi khuẩn có lợi) và prebiotics (một dạng thực phẩm tự bản thân không tiêu hóa được nhưng có ảnh hưởng tốt cho cơ thể sống bằng cách kích thích sự tăng trưởng của các vi khuẩn có lợi) có tác dụng cải thiện khả năng sống sót, kháng bệnh và hệ vi sinh vật trong đường tiêu hóa của vật chủ, dẫn đến lợi ích lớn hơn so với việc chỉ áp dụng từng loại probiotic (Knipe & cs., 2021). Synbiotics được bổ sung vào thức ăn hay trực tiếp cho vào môi trường nước nuôi nhằm nâng cao tốc độ tăng trưởng và khả năng miễn dịch của động vật thủy sản (Sayes & cs., 2018) và có thể thay thế sử dụng kháng sinh để phòng trừ dịch bệnh trên cá.

Gần đây, *Pediococcus pentosaceus* một loài vi khuẩn lactic, đã được nghiên cứu và chứng minh là có tác dụng thúc đẩy tăng trưởng, đáp ứng miễn dịch và thay thế kháng sinh trong nuôi tôm (Won & cs., 2020). Mặt khác, Fructooligosaccharide (FOS) là một trong những prebiotics có tiềm năng ứng dụng trong nuôi các đối tượng thủy sản (Okey & cs., 2018). Việc bổ sung FOS vào thức ăn đã được chứng minh có lợi trong việc cải thiện sinh trưởng, đáp ứng

miễn dịch và tỉ lệ sống của tôm thẻ chân trắng (Hu & cs., 2018). Sử dụng kết hợp giữa *P. pentosaceus* và FOS đã ghi nhận có tác dụng cộng hợp trong nâng cao sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và phòng chống bệnh do vi khuẩn *Vibrio parahaemolyticus* trên tôm thẻ chân trắng (Hong & cs., 2022). Đã có nhiều nghiên cứu trên thế giới chứng minh synbiotics có ảnh hưởng tích cực đến tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và hoạt tính enzyme tiêu hóa của cá rô phi vằn (Putra & cs., 2015; Dawood & cs., 2020; Rahman & cs., 2022). Ở Việt Nam, việc áp dụng synbiotics trong nuôi cá rô phi và các đối tượng thủy sản khác chưa được áp dụng nhiều. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của chế phẩm synbiotics (*P. pentosaceus* và FOS ở các hàm lượng khác nhau) lên sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và hoạt tính enzyme tiêu hóa của cá rô phi vằn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

2.1.1. Nguồn vi khuẩn *P. pentosaceus*

Vi khuẩn *P. pentosaceus* sử dụng trong nghiên cứu này được lấy từ Phòng thí nghiệm Công nghệ enzyme và protein, Viện Công nghệ sinh học, Đại học Huế. Chủng vi khuẩn *P. pentosaceus* được nuôi cấy trên môi trường thạch MRS (de Man, Rogosa & Sharpe) ở nhiệt độ 30°C trong 24 giờ. Sau đó, lấy 1 khuẩn lạc rồi trên đĩa thạch nuôi cấy tăng sinh trong 5ml môi trường MRS lỏng trong máy ủ lắc ở nhiệt độ 30°C, tốc độ 180 vòng/phút trong 24 giờ. Dịch nuôi cấy được cấy chuyển sang bình tam giác 250ml chứa 50ml môi trường MRS lỏng với tỉ lệ tiếp giống 10%, tiếp tục nuôi trong 24 giờ ở 30°C, tốc độ lắc 180 vòng/phút. Dung dịch vi khuẩn được ly tâm với tốc độ 14.000 vòng trong 10 phút bằng máy ly tâm loại bỏ phần dịch nổi và thu phần vi khuẩn. Tái huyền phù tế bào vi khuẩn với 50ml dung dịch nước muối sinh lý 0,85% NaCl. Dịch tái huyền phù được tiến hành pha loãng và xác định mật độ hấp thụ ở bước sóng 600nm. Mật độ tế bào được quy đổi với giá trị $OD_{600} = 1$ tương đương 10^9 CFU/ml.

Ảnh hưởng của synbiotics chứa vi khuẩn *Pediococcus pentosaceus* và Fructooligosaccharide lên sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và enzyme tiêu hoá của cá rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*)

2.1.2. Chuẩn bị thức ăn chứa chế phẩm synbiotics

Phương pháp chuẩn bị thức ăn thí nghiệm được tiến hành theo phương pháp của Chat & cs. (2024). Cụ thể như sau: Vi khuẩn *P. pentosaceus* (ở mật độ 10^8 CFU/ml) được phối trộn với FOS (sản phẩm thương mại được cung cấp bởi công ty Wako Pure Chemical Industries, Ltd. Nhật Bản) ở 4 hàm lượng 0; 0,25; 0,5 và 1%. Cụ thể, 100ml dung dịch huyền phù vi khuẩn *P. pentosaceus* với nồng độ 10^8 CFU/ml ly tâm với tốc độ 3.000 vòng trong 20 phút để loại bỏ phần dịch nổi, vi khuẩn lắng lại được trộn với 10ml nước cất đã được hoà tan FOS với liều lượng lần lượt là 0; 0,25; 0,5 và 1g. Cuối cùng, 10ml ở mỗi nồng độ phối trộn của chế phẩm synbiotics được trộn đều với 100g thức ăn công nghiệp (thức ăn công nghiệp loại hỗn hợp viên nổi cho cá rô phi của Công ty TNHH Gold coin feedmill Hà Nam có hàm lượng protein 40%, lipid 9%, xơ 5%, phospho 1%, lysine 2% và độ ẩm 11%). Sau đó để khô ở nhiệt độ phòng trong 4 giờ. Hỗn hợp tạo thành được lưu giữ ở nhiệt độ 4°C và sử dụng cho cá ăn trong 1 tuần. Thức ăn được chuẩn bị theo từng tuần để duy trì mật độ vi khuẩn 10^8 CFU/ml.

2.1.3. Con giống thí nghiệm

Cá rô phi vằn giống có khối lượng cơ thể trung bình $5,78 \pm 0,15$ g, cá khỏe mạnh không bị bệnh tật hay dị hình, được cung cấp từ trại giống tại Thừa Thiên Huế. Cá được thuần hóa trong 4 bể composite (dung tích 1m^3) ở điều kiện phòng thí nghiệm trong thời gian 15 ngày để thích nghi với các điều kiện thí nghiệm.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành tại Phòng Thí nghiệm wetlab Khoa Thủy sản, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế từ cuối tháng 11/2023 đến tháng 1/2024. Tổng 600 cá rô phi vằn giống được bố trí ngẫu nhiên vào 12 bể nhựa (dung tích 350l) với mật độ 50 con/bể và 3 bể tương ứng 3 lần lặp lại cho một nghiệm thức. Thí nghiệm được tiến hành với 4 nghiệm thức tương ứng với sự bổ sung vi khuẩn *P. pentosaceus*

(10^8 CFU/ml) và FOS ở các hàm lượng khác nhau vào thức ăn. Trong đó, cá ở 3 bể được cho ăn thức ăn công nghiệp chỉ bổ sung vi khuẩn *P. pentosaceus* được bố trí làm nghiệm thức đối chứng (CT) và ở các nhóm cá được cho ăn thức ăn có bổ sung chế phẩm synbiotics chứa vi khuẩn *P. pentosaceus* (10^8 CFU/ml) phối hợp với FOS ở 3 hàm lượng tương ứng 0,25% (NT1), 0,5% (NT2) và 1,0% tổng khối lượng thức ăn (NT3). Cá được cho ăn 3 lần/ngày, với lượng thức ăn cho ăn bằng 5% khối lượng thân.

Sau mỗi bữa ăn (1 giờ 30 phút) tiến hành thu lượng thức ăn dư thừa để ghi chép lượng thức ăn tiêu thụ của cá. Lượng thức ăn cho ăn được điều chỉnh sau mỗi 15 ngày và căn cứ vào tình hình sử dụng thức ăn thực tế của cá. Hàng ngày tiến hành xi phông để loại bỏ phân, thức ăn và sản phẩm dư thừa trong bể cá, sau đó cấp nước bù vào lượng nước hao hụt do xi phông và bay hơi (10-15% lượng nước trong bể). Tiến hành thay nước theo định kỳ hàng tuần với lượng 30% lượng nước trong bể.

2.3. Phân tích các chỉ tiêu thí nghiệm

2.3.1. Yếu tố môi trường nước

Các yếu tố như pH, nhiệt độ, hàm lượng oxy hòa tan (DO) được tiến hành đo hằng ngày. pH và nhiệt độ được đo bằng máy (pH/temperature Hanna Model-HI98190, Rumani), DO được đo bằng bộ test nồng độ oxy hòa tan Sera quick test (Sera LLC, Germany). Hàm lượng TAN, NO_2 , và NO_3 được đo 7 ngày/lần bằng máy đo đa chỉ tiêu (Hanna Model-HI83099, Rumani).

2.3.2. Sinh trưởng và tỉ lệ sống của cá

Định kỳ thu mẫu cá ngẫu nhiên ở các bể thí nghiệm để cân khối lượng và đo chiều dài (15 ngày/lần). Xác định khối lượng bằng cân điện tử với độ chính xác 0,001g và đo chiều dài bằng thước kẹp caliper, mỗi bể thu ngẫu nhiên 10 con tương ứng mỗi nghiệm thức thu và đo ngẫu nhiên 30 cá thể/lần. Sử dụng thuốc mê Aqui-S (0,25 ml/l) để giảm stress cho cá trước khi tiến hành cân đo.

Tốc độ tăng trưởng khối lượng (Daily weight gain - DWG, g/ngày):

$$DWG \text{ (g/ngày)} = \frac{Wi - Wo}{t}$$

Tốc độ tăng trưởng chiều dài (Daily Length gain - DLG, cm/ngày):

$$DLG \text{ (cm/ngày)} = \frac{Li - Lo}{t}$$

Trong đó: Wo , Lo và Wi , Li là khối lượng và chiều dài cơ thể của cá vào ngày đầu tiên và ngày thứ i , t là khoảng thời gian thí nghiệm.

Lượng thức ăn ăn vào của một cá thể (FI, g/con) được xác định bằng tỉ lệ giữa lượng thức ăn tiêu tốn (FC) và số lượng cá sống sót (SF).

$$FI \text{ (g/con)} = \frac{FC}{SF}$$

Tỉ lệ chuyển đổi thức ăn (FCR) được xác định bằng tỉ lệ giữa lượng thức ăn ăn vào (FI) và tăng trọng của vật nuôi (WG).

$$FCR = \frac{FI}{WG}$$

Hiệu quả sử dụng protein (PER) được xác định bằng tỉ lệ giữa mức tăng trọng của cá (WG) và lượng protein ăn vào (PI).

$$PER = \frac{WG}{PI}$$

Hiệu quả sử dụng lipid (LER) được xác định bằng tỉ lệ giữa mức tăng trọng của cá (WG) và lượng lipid ăn vào (LI).

$$LER = \frac{WG}{LI}$$

Tỉ lệ sống (TLS):

$TLS = (\text{số lượng cá lúc thu hoạch} / \text{số cá thả ban đầu}) \times 100\%$

2.3.3. Các enzyme tiêu hóa

Vào ngày thứ 30 và 60 của thí nghiệm, mỗi nghiệm thức tiến hành thu ngẫu nhiên 9 con (3 con/bể) và gây mê bằng Aquí-S với nồng độ 0,25 ml/l (cá được thu trước khi cho ăn). Sau đó, cá được mổ và tách lấy phần ruột, ruột từ 9 mẫu cá được trộn đều và lưu giữ trong tủ lạnh sâu (-80°C) cho đến khi phân tích.

Hoạt tính Protease: Ruột từ 9 mẫu cá được thu thập và nghiền trong dung dịch đệm chứa

50mm Potassium Phosphate pH 7,0. Dung dịch thu hoạch được ly tâm với tốc độ 14.000 vòng trong 10 phút bằng máy ly tâm, loại bỏ phần cặn bã và thu phần dịch lỏng. Tiếp đến lấy 100 μl dịch chiết được bổ sung vào 400 μl dung dịch đệm 50mm Potassium Phosphate chứa 0,65% casein (w/v) pH = 7, trộn đều và ủ ở 37°C . Sau 10 phút, thêm 500 μl thuốc thử TCA (Trichloroacetic acid) vào mỗi ống để dừng phản ứng, tiếp tục ủ các dung dịch ở 37°C trong 30 phút. Tiến hành ly tâm 10.000 vòng/phút, thu dịch nổi sang ống eppendorf mới. 200 μl dịch nổi + 500 μl Na_2CO_3 dung dịch sẽ trở nên đục màu. Thêm 100 μl thuốc thử Folin, Folin sẽ phản ứng chủ yếu với tyrosine tự do. Trộn lẫn mẫu đều và ủ ở 37°C trong 30 phút. Hoạt tính protease được đo ở bước sóng 660nm.

Hoạt tính Amylase: Dịch chiết enzyme từ ruột cá được xác định hoạt tính amylase thông qua xác định lượng đường khử từ tinh bột hòa tan. Hỗn hợp phản ứng chứa 100 μl enzyme và 400 μl dung dịch đệm phosphat 50mm (pH 7,0) chứa tinh bột hòa tan (1%). Sau khi ủ ở 40°C trong 30 phút trong bể nước lắc, phản ứng được dừng lại bằng cách thêm 500 μl axit 3-5-Dinitrosalicylic. Các ống được giữ trong nước sôi trong 15 phút để phát triển màu sắc và sau đó được làm lạnh đến nhiệt độ phòng. Độ hấp thụ được đọc ở bước sóng 540nm bằng máy đo quang phổ. Glucose đã được sử dụng để xây dựng một đường cong tiêu chuẩn. Một đơn vị hoạt động của enzyme được định nghĩa là lượng enzyme giải phóng 1 μmol Glucose mỗi phút trong các điều kiện xét nghiệm.

Hoạt tính Lipase: Để xác định hoạt tính lipase, 900 μl dung dịch A (50mm Sodium phosphate, 150mm NaCl, 0,5% (v/v) Triton X-100, pH 7,2) trộn với 0,1ml dịch chiết enzyme và ủ ở 37°C trong 10 phút. Sau đó, 10 μl dung dịch 50mm p-nitrophenyl butyrat (pNPB) được thêm vào và ủ ở nhiệt độ phòng trong 5 phút. Độ hấp thụ được đo ở bước sóng 400nm bằng máy đo quang phổ.

2.4. Xử lý số liệu

Kiểm tra tính đồng nhất của dữ liệu bằng cách sử dụng phép thử Kolmogorov-Smirnov. So sánh các giá trị trung bình giữa các nghiệm

Ảnh hưởng của synbiotics chứa vi khuẩn *Pediococcus pentosaceus* và Fructooligosaccharide lên sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và enzyme tiêu hoá của cá rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*)

thức được dựa vào phép phân tích one-way ANOVA và phép thử Duncan với mức ý nghĩa $P < 0,05$ bằng phần mềm SPSS Version 22.0. Ngoài ra, hoạt tính của enzyme tiêu hóa giữa hai thời điểm lấy mẫu (ngày 30 và 60) được so sánh bằng cách sử dụng independent Student's t-test với mức độ tin cậy $P < 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự biến động của các yếu tố môi trường nước trong quá trình thí nghiệm

Trong suốt quá trình thí nghiệm, sự biến động của một số yếu tố môi trường nước như nhiệt độ dao động từ 22,8-30,9°C, hàm lượng oxy hoà tan (DO) từ 4,85-6,50 mg/l và NO_2 từ 0,18-0,30 mg/l (Bảng 1). Các yếu tố môi trường nước này dao động không lớn và không bị ảnh hưởng bởi sự bổ sung synbiotics vào thức ăn ($P > 0,05$). Ngược lại, các yếu tố môi trường như pH, TAN và NO_3^- lại có sự khác biệt giữa nghiệm thức sử dụng synbiotics ($P < 0,05$) so với nghiệm thức đối chứng. Cụ thể, giá trị pH, hàm lượng TAN và NO_3^- ở nghiệm thức đối chứng cao hơn so với nhóm thí nghiệm sử dụng synbiotics. Tuy nhiên, không có sự khác biệt về các yếu tố môi trường này giữa các nghiệm thức có bổ sung synbiotics ($P > 0,05$).

Sự khác biệt về nồng độ các yếu tố như pH, TAN và NO_3^- ở nghiệm thức đối chứng so với nhóm thí nghiệm ($P < 0,05$). Trong đó, giá trị pH trong các bể ở nhóm đối chứng cao hơn so với các bể ở nhóm thí nghiệm có bổ sung synbiotics có thể do FOS như là chất nền phù hợp cung cấp thức ăn, nguồn năng lượng dồi dào cho sự sinh trưởng của vi khuẩn *P. pentosaceus* nên mật độ của lợi khuẩn này trong ruột cá tăng nhanh khi được cá ăn vào và được đào thải ra môi trường bể nuôi dưới dạng phân hoặc trực tiếp đi vào bể qua lượng thức ăn dư thừa sẵn có FOS nên chúng phát triển nhanh hơn lợi khuẩn ở nhóm bể đối chứng kết quả chúng tiết ra nhiều axit hữu cơ (như acetic, axit butyric, axit propionic và các chất khác) làm giảm pH của môi trường nước (Okey & cs., 2018; Sokooti & cs., 2022). Tương tự, nồng độ TAN và NO_3^- ở nhóm đối chứng cao hơn so với nhóm thí nghiệm có thể do sự xuất hiện của synbiotics trong ruột cá và môi trường nước đã nâng cao

tốc độ phân hủy các chất hữu cơ, loại bỏ các chất thải như amoniac, cacbon dioxit,... khỏi bể nuôi (Okey & cs., 2018).

3.2. Ảnh hưởng của synbiotics lên sinh trưởng, tỉ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá rô phi vằn

Sau 60 ngày nuôi, các chỉ tiêu sinh trưởng của cá ở nhóm thí nghiệm sử dụng thức ăn có bổ sung synbiotics cao hơn so với nhóm đối chứng ($P < 0,05$). Trong đó, sinh trưởng của cá cao nhất được tìm thấy ở NT2 và có sự khác biệt so với các nghiệm thức còn lại ($P < 0,05$). Tương tự, hiệu quả sử dụng thức ăn của cá rô phi vằn bị ảnh hưởng đáng kể bởi sự bổ sung chế phẩm synbiotics vào thức ăn. Các chỉ tiêu về hiệu quả sử dụng thức ăn như lượng thức ăn ăn vào (FI), hiệu quả sử dụng protein (PER) và hiệu quả sử dụng lipid (LER) của cá ở các nghiệm thức thức ăn có bổ sung synbiotics cao hơn so cá ở nghiệm thức đối chứng. Trong đó, khẩu phần ăn có bổ sung synbiotics đã làm giảm hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) của cá so với nhóm đối chứng ($P < 0,05$). Tuy nhiên, giá trị FCR, PER và LER giữa các nhóm cá cho ăn thức ăn có bổ sung synbiotics không có sự khác có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$). FI của cá cao nhất cao nhất được tìm thấy ở NT2 (44,58 g/con) và khác biệt so với các nghiệm thức còn lại ($P < 0,05$). Đặc biệt, việc bổ sung synbiotics vào thức ăn không làm ảnh hưởng tới tỉ lệ sống của cá rô phi vằn ($P > 0,05$). Trong thí nghiệm này, tỉ lệ sống của cá đạt được tương đối cao dao động từ 85,33-92,0%.

Trong nghiên cứu này, sự cải thiện các chỉ tiêu sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn ở nhóm cá sử dụng thức ăn có bổ sung synbiotics có thể do sự tăng lên của các loài vi sinh vật có lợi (probiotics) trong ruột của cá, các vi khuẩn có lợi này sẽ kích thích đường ruột tạo ra các enzyme ngoại sinh giúp cá tiêu hóa và hấp thụ chất dinh dưỡng từ thức ăn tốt hơn kết quả cải thiện sinh trưởng của cá. Nhiều nghiên cứu về sử dụng synbiotics công bố tương đồng với kết quả của nghiên cứu này. Nghiên cứu của Dawood & cs. (2020) và Putra & cs. (2015) khẳng định rằng bổ sung synbiotics (*Lactobacillus* và oligosaccharide) vào khẩu phần ăn nuôi cá rô phi (*O. niloticus*) nâng cao

tốc độ tăng trưởng và cải thiện hiệu quả sử dụng thức ăn của cá. Bổ sung synbiotics (*Bacillus licheniformis* ở mật độ $0,48 \times 10^6$ CFU/ml và 1,0% chiết xuất nấm men) vào khẩu phần thí nghiệm nâng cao hiệu quả sử dụng thức ăn và sinh trưởng của cá rô phi (*O. niloticus*) (Hassaan & cs., 2014).

Trong nghiên cứu này, các chỉ tiêu về sinh trưởng của cá rô phi vằn ở NT2 cao hơn so với nhóm cá ở NT1 và NT3, có thể do sự bổ sung FOS ở hàm lượng 0,5% là mức cung cấp chất nền tối ưu cho các lợi khuẩn phát triển, hình thành tác dụng cộng hợp giữa probiotics và prebiotics từ đó

thúc đẩy tăng trưởng của cá, điều này được chứng minh về sự thay đổi hàm lượng FOS có thể cho sự tăng trưởng của cá rô phi (*O. niloticus* × *O. aureus*) khác nhau, khi bổ sung hàm lượng FOS thấp hơn hay quá cao so ngưỡng tối ưu (0,3%) sẽ giảm khả năng sinh trưởng của cá (Poolsawat & cs., 2020). Một số nghiên cứu đã khẳng định giá trị cao nhất của các chỉ tiêu tăng trưởng của cá được ghi nhận khi bổ sung FOS ở mức tối ưu như bổ sung FOS ở mức 4 g/kg thức ăn (0,4%) cho cá tráp (*M. amblycephala*) giống (Wu & cs., 2013) và cá nục (*T. ovatus*) giai đoạn giống (Zhang & cs., 2014).

Bảng 1. Sự biến động của các yếu tố môi trường nước trong quá trình thí nghiệm

Yếu tố môi trường	Thí nghiệm			
	CT	NT1	NT2	NT3
Nhiệt độ (°C)	25,30 ± 0,31	25,29 ± 0,12	25,28 ± 0,31	25,28 ± 0,42
pH	7,27 ^a ± 0,13	7,14 ^b ± 0,09	7,16 ^b ± 0,11	7,16 ^b ± 0,08
DO (mg/l)	5,42 ± 0,08	5,39 ± 0,12	5,43 ± 0,11	5,39 ± 0,09
TAN (mg/l)	0,51 ^a ± 0,01	0,45 ^b ± 0,02	0,45 ^b ± 0,02	0,46 ^b ± 0,02
NO ₂ (mg/l)	0,29 ± 0,04	0,27 ± 0,01	0,27 ± 0,02	0,28 ± 0,01
NO ₃ (mg/l)	2,06 ^a ± 0,08	1,97 ^b ± 0,05	1,95 ^b ± 0,04	1,96 ^b ± 0,06

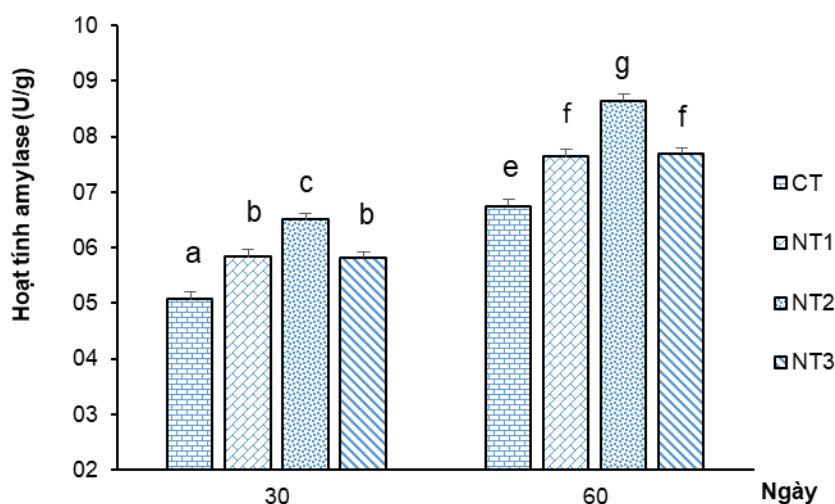
Các số liệu được biểu thị dưới dạng số trung bình ± độ lệch chuẩn. Trên cùng một hàng, các ký tự khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$); CT (khẩu phần chỉ chứa *P. pentosaceus* 10^8 CFU/ml), NT1 (khẩu phần chứa *P. pentosaceus* 10^8 CFU/ml + 0,25% FOS), NT2 (khẩu phần chứa *P. pentosaceus* 10^8 CFU/ml + 0,5% FOS) và NT3 (khẩu phần chứa *P. pentosaceus* 10^8 CFU/ml + 1% FOS).

Bảng 2. Sinh trưởng, tỉ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá rô phi vằn ở các thí nghiệm

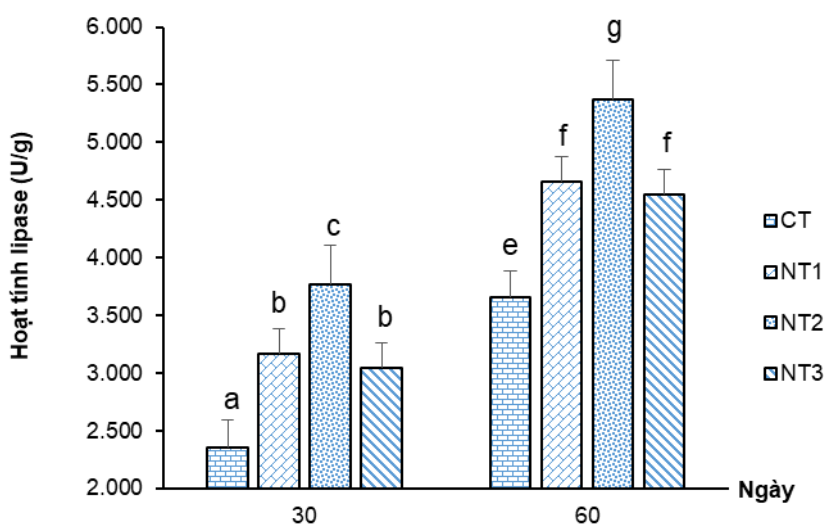
Chỉ tiêu nghiên cứu	Thí nghiệm			
	CT	NT1	NT2	NT3
Khối lượng lúc thả (g)	5,78 ± 0,15	5,77 ± 0,13	5,77 ± 0,14	5,78 ± 0,13
Khối lượng lúc thu (g)	22,85 ^a ± 0,50	27,90 ^b ± 0,55	34,58 ^c ± 0,34	29,13 ^b ± 0,31
Chiều dài lúc thả (cm)	5,68 ± 0,15	5,55 ± 0,12	5,55 ± 0,13	5,56 ± 0,15
Chiều dài lúc thu (cm)	10,56 ^a ± 0,16	11,47 ^b ± 0,13	12,2 ^c ± 0,10	11,66 ^b ± 0,16
Tốc độ tăng trưởng khối lượng (DWG, g/ngày)	0,28 ^a ± 0,01	0,37 ^b ± 0,02	0,48 ^c ± 0,01	0,39 ^b ± 0,03
Tốc độ tăng trưởng chiều dài (DLG, cm/ngày)	0,08 ^a ± 0,01	0,09 ^b ± 0,02	0,11 ^c ± 0,01	0,10 ^b ± 0,01
Lượng thức ăn ăn vào (FI, g/con)	28,75 ^a ± 0,69	33,59 ^b ± 0,34	44,58 ^c ± 0,53	36,26 ^d ± 0,58
Tỉ lệ sống (%)	85,33 ± 2,40	90,00 ± 1,15	92,00 ± 1,15	88,00 ± 1,15
Hệ số chuyển hoá thức ăn (FCR)	1,69 ^a ± 0,01	1,52 ^b ± 0,03	1,55 ^b ± 0,01	1,55 ^b ± 0,01
Hiệu quả sử dụng protein (PER)	1,67 ^a ± 0,01	1,85 ^b ± 0,04	1,81 ^b ± 0,02	1,81 ^b ± 0,01
Hiệu quả sử dụng lipid (LER)	7,41 ^a ± 0,04	8,22 ^b ± 0,17	8,07 ^b ± 0,07	8,04 ^b ± 0,03

Các số liệu được biểu thị dưới dạng số trung bình ± độ lệch chuẩn. Trên cùng một hàng, các ký tự khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Ảnh hưởng của synbiotics chứa vi khuẩn *Pediococcus pentosaceus* và Fructooligosaccharide lên sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và enzyme tiêu hoá của cá rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*)



Hình 1. Ảnh hưởng của synbiotics lên hoạt tính enzyme amylase của cá rô phi vằn



Hình 2. Ảnh hưởng của synbiotics lên hoạt tính enzyme lipase của cá rô phi vằn

3.3. Ảnh hưởng của synbiotics lên một số hoạt tính enzyme tiêu hoá của cá rô phi vằn

Kết quả của nghiên cứu (Hình 1, 2, và 3) cho thấy, việc bổ sung synbiotics vào thức ăn làm tăng hoạt tính enzyme tiêu hóa (amylase, lipase và protease) của cá rô phi vằn so với nhóm đối chứng. Ngoài ra, hoạt tính enzyme của cá còn có xu hướng cải thiện theo thời gian nuôi ($P < 0,05$).

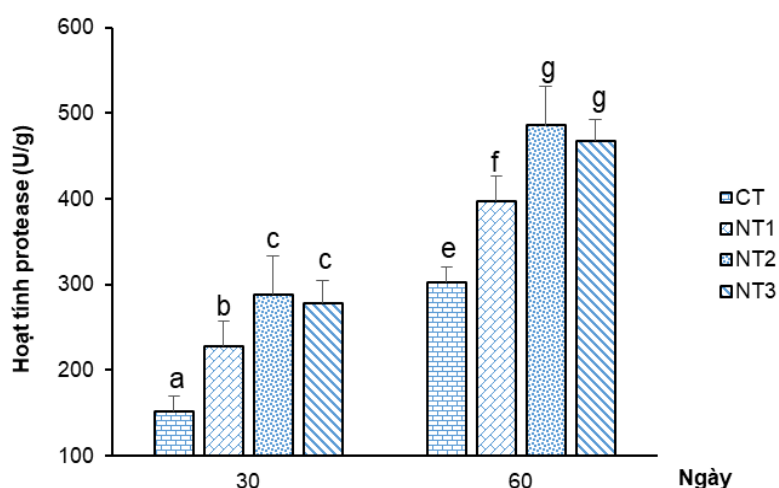
Ở ngày nuôi thứ 30, hoạt tính enzyme amylase và lipase có chung xu hướng đó là cao ở nhóm cá được cho ăn synbiotics với lượng FOS bổ sung ở mức 0,5% và sai khác có ý nghĩa

thống kê so với các nghiệm thức còn lại ($P < 0,05$). Trong khi đó, việc bổ sung FOS ở mức 0,25 và 1,0% cho hoạt tính các enzyme này tương đương nhau ($P > 0,05$), nhưng có sự khác biệt so với nhóm đối chứng ($P < 0,05$). Hoạt tính enzyme amylase và lipase của cá còn thể hiện xu hướng tương tự ở 60 ngày nuôi. Tuy nhiên, hoạt tính enzyme tăng lên rõ rệt ($P < 0,05$) so với cá rô phi vằn ở ngày nuôi thứ 30. Trong khi, hoạt tính enzyme protease của cá có xu hướng tăng lên khi tăng hàm lượng FOS bổ sung vào thức ăn. Ở ngày nuôi thứ 30, hoạt tính protease đạt giá trị cao nhất ở NT2, không có sự sai khác khi so sánh với NT3 ($P > 0,05$). Tuy nhiên, có sự

sai khác đáng kể ($P < 0,05$) so với hoạt tính protease ở NT1 và nghiệm thức đối chứng. Xu hướng tương tự về sự biến động của hoạt tính enzyme protease của cá còn thể ở 60 ngày nuôi. Sau 60 ngày nuôi, hoạt tính enzyme protease của cá có sự gia tăng đáng kể ($P < 0,05$) so với mẫu cá được thu từ ngày nuôi thứ 30.

Trong nghiên cứu này, sự gia tăng hoạt tính enzyme tiêu hóa (protease, amylase và lipase) ở nhóm cá có bổ sung synbiotics vào thức ăn có thể giải thích là khi bổ sung FOS cùng với vi khuẩn *P. pentosaceus* vào thức ăn của cá vi khuẩn sẽ sử dụng FOS như một nguồn thức ăn, năng lượng có sẵn để phát triển trong đường ruột của cá (Sokooti & cs., 2022). Sự phát triển của *P. pentosaceus* không những kìm hãm sự sinh trưởng của vi sinh gây bệnh thông qua sự lên men axit hữu cơ làm giảm pH trong ống tiêu hóa (Okey & cs., 2018), mà còn biến đổi hệ vi sinh vật trong ruột cá và tạo ra môi trường thuận lợi cho các loại vi sinh vật có lợi phát triển (Sokooti & cs., 2022). Vi sinh vật có lợi và enzyme của chúng đóng vai trò quan trọng trong quá trình tiêu hóa của cá làm tăng hoạt tính của enzyme tiêu hóa trong ruột và kích thích sản xuất các enzyme ngoại sinh (Wang, 2007). Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Rahman & cs. (2022) bổ sung synbiotics (Powerlac®) làm tăng hoạt động của enzyme amylase và protease trong ruột cá rô phi

đơn tính (*O. niloticus*). Bổ sung Biomin IMBO synbiotics (*Enterococcus faecium* và FOS) cải thiện đáng kể hoạt tính trypsin và chymotrypsin trong ruột cá chép (*C. carpio*) (Ghasempour & cs., 2015). Trong nghiên cứu này, bổ sung FOS ở hàm lượng 0,5% (NT2) vào thức ăn cho hoạt tính enzyme tiêu hóa của cá cao nhất. Điều này, góp phần củng cố nguyên nhân giải thích cho tốc độ tăng trưởng tốt nhất của cá được tìm thấy ở NT2. Hoạt tính enzyme tiêu hóa cao ở NT2 có thể do đây là hàm lượng chất nền bổ sung tối ưu cho sự phát triển hệ vi sinh vật có lợi trong ống tiêu hóa của cá. Từ đó, kích thích cá tiết ra các enzyme nội và ngoại sinh để tiêu hóa thức ăn làm tăng hoạt tính enzyme tiêu hóa trong ống tiêu hóa, cải thiện khả năng tiêu hóa và hấp thụ của cá kết quả làm tăng tốc độ sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá (Okey & cs., 2018; Sokooti & cs., 2022). Nghiên cứu của Poolsawat & cs. (2020) bổ sung FOS vào khẩu phần của cá rô phi (*O. niloticus* × *O. aureus*) ở các hàm lượng khác nhau, ghi nhận hoạt tính enzyme tiêu hóa cao nhất khi bổ sung FOS với lượng 2 g/kg thức ăn. Bổ sung FOS vào khẩu phần ăn của cá bơn (*S. maximus*) giống ở mức 5 g/kg thức ăn (0,5%) cho hoạt tính các enzyme tiêu hóa (α -amylase và lipase) của cá ở mức cao nhất (Guerreiro & cs., 2015).



Ghi chú: Các số liệu được biểu thị dưới dạng số trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Trên cùng một hàng, các ký tự khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Hình 3. Ảnh hưởng của synbiotics lên hoạt tính enzyme protease của cá rô phi vằn

Ảnh hưởng của synbiotics chứa vi khuẩn *Pediococcus pentosaceus* và Fructooligosaccharide lên sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và enzyme tiêu hoá của cá rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*)

4. KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu cho thấy, bổ sung chế phẩm synbiotics (*P. pentosaceus* và fructooligosaccharide) vào thức ăn cải thiện tốc độ tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và hoạt tính enzyme tiêu hoá của cá rô phi vằn. Do vậy, trong nuôi cá rô phi nên bổ sung synbiotics (*P. pentosaceus* 10⁸CFU/ml kết hợp với FOS ở hàm lượng 0,5%) vào khẩu phần ăn để cải thiện hoạt tính enzyme tiêu hóa, nâng cao hiệu quả sử dụng thức ăn và tốc độ sinh trưởng của cá.

LỜI CẢM ƠN

Để tiến hành nghiên cứu này nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự tài trợ kinh phí của Bộ Giáo dục và Đào tạo, thông qua đề tài cấp bộ mã số: B2023-DHH-23.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Chat T.T., Anh L.T.N., Huy N.D., Hoa T.T., Phat L.T., Peter B., & Manh H.N. (2024). Synbiotics of *Pediococcus pentosaceus* and Fructooligosaccharide enhances the growth rate, enzymatic digestion, feed efficiency, and innate immune parameters of Golden Rabbitfish (*Siganus guttatus*). *Aquaculture reports*. 36: 102176.
- Dawood M., Eweedah N., Moustafa E. & Shahin M. (2020). Synbiotic Effects of *Aspergillus oryzae* and β -Glucan on Growth and Oxidative and Immune Responses of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. 12(1): 172-183.
- El-Sayed H.E., Elsayed S.B., Alkhateib Y.G., Ashraf A., El-Badawi W.K., Bazina O.M., Abd Al K., Nadia N.B. & Abd E.H. (2022). Assessing the Influence of Dietary *Pediococcus acidilactici* Probiotic Supplementation in the Feed of European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) on Farm Water Quality, Growth, Feed Utilization, Survival Rate, Body Composition, Blood Biochemical Parameters, and Intestinal Histology. *Aquaculture Nutrition*. (3): 1-11.
- Guerreiro I., Enes P., Rodiles A., Merrifield D. & Oliva-Teles A. (2015). Effects of rearing temperature and dietary short-chain fructooligosaccharides supplementation on allochthonous gut microbiota, digestive enzymes activities and intestine health of turbot (*Scophthalmus maximus*) juveniles. *Aquaculture Nutrition*. 22(3): 631-642.
- Hassan M.S., Soltan M.A., & Ghonemy M.M. (2014). Effect of synbiotics between *Bacillus licheniformis* and yeast extract on growth, hematological and biochemical indices of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Egyptian Journal of Aquatic Research*. 40:199-208.
- Hong N.T.X., Linh N.T.H., Baruah K., Thuy D.T.B. & Phuoc N.N. (2022). The Combined Use of *Pediococcus pentosaceus* and Fructooligosaccharide Improves Growth Performance, Immune Response, and Resistance of Whiteleg Shrimp *Litopenaeus vannamei* Against *Vibrio parahaemolyticus*. *Frontier Microbiology*. 13: 826151.
- Hu X., Yang H.L., Yan Y.Y., Zhang C., Ye J.D., Kang-Le L., Hu, L.H., Zhang J., Ruan S., Yunzhang C. (2018). Effects of fructooligosaccharide on growth, immunity and intestinal microbiota of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) fed diets with fish meal partially replaced by soybean meal. *Aquaculture Nutrition*. pp. 1-11.
- Knipe H., Temperton B., Lange A., Bass D. & Tyler C.R. (2021). Probiotics and competitive exclusion of pathogens in shrimp aquaculture. *Review Aquaculture*. 13: 324-352.
- Kuebutornye F., Abarike E., Essien M., Lu Y. & Wang Z. (2020). Modulation of nutrient utilization, growth, and immunity of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: the role of probiotics. *Aquaculture International*. 28: 277-291.
- Okey I.B., Gabriel U.U. & Deekae S.N. (2018). The Use of Synbiotics (Prebiotic and Probiotic) in Aquaculture Development. *Sumerianz Journal of Biotechnology*. 1(2): 51-60.
- Poolsawat L., Li X., Yang H., Yang P., Chowdhury M.A.K., Yusuf A. & Leng X. (2020). The potentials of fructooligosaccharide on growth, feed utilization, immune and antioxidant parameters, microbial community and disease resistance of tilapia (*Oreochromis niloticus* $\times$ *O. aureus*). *Aquaculture Research*. 51.
- Putra A.N., Utomo N.B.P. & Widanarni W. (2015). Growth performance of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed with probiotic, prebiotic and synbiotic in diet. *Pakistan Journal of Nutrition*. 14(5): 263-268.
- Rahman S.A., Ahmed K., Puja M., Abdallah A., Yousef M., Roshmon A., Muhammad R. & Sunuram. (2022). Effect of dietary supplementation of synbiotics "Power lac®" on growth performance, phenotypic traits and digestive enzyme activities of monosex Nile tilapia,

- Oreochromis niloticus*. Fresenius Environmental Bulletin. 31(01): 1521-1530.
- Sayes C., Leyton Y. & Riquelme C. (2018). Probiotic bacteria as a healthy alternative for fish aquaculture. In: Antibiotics use in animals (ed. S. Savic). Intech Publishers, Rijeka, Croatia. 30: 115-132.
- Sokooti R., Chelemal D.M., Javaheri B.M., Askary S.A. & Mabudi H. (2022). The effects of probiotics-supplemented diets on Asian sea bass (*Lates calcarifer*): Growth performance, microbial flora, digestive enzymes activity, serum biochemical and non-specific immune indices. Aquaculture Research. 53(16): 500-509.
- Wang Y.B. (2007). Effect of probiotic on growth performance and digestive enzyme activity of shrimp *Penaeus vannamei*. Aquaculture. 269: 259-264.
- Won S., Hamidoghli A., Choi W., Bae J., Jang W.J., Lee S., & Bai S. (2020). Evaluation of Potential Probiotics *Bacillus subtilis* WB60, *Pediococcus pentosaceus*, and *Lactococcus lactis* on Growth Performance, Immune Response, Gut Histology and Immune-Related Genes in Whiteleg Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Microorganisms. 8(2): 281.
- Wu Y., Liu W.-B., Li H.-Y., Xu W.-N., He J.-X., Li X.F. & Jiang G.-Z. (2013). Effects of dietary supplementation of fructooligosaccharide on growth performance, body composition, intestinal enzymes activities and histology of blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) fingerlings. Aquaculture Nutrition, 19: 886-894.
- Zhang Q., Yu H.R., Tong T., Tong W.P., Dong L.F., Xua M.Z., & Wang Z.C. (2014). Dietary supplementation of *Bacillus subtilis* and fructooligosaccharide enhance the growth, non-specific immunity of juvenile ovate pompano, *Trachinotus ovatus* and its disease resistance against *Vibrio vulnificus*. Fish & Shellfish Immunology. 38:7-14.