

Vietnam Journal of Marine Science and Technology; Vol. 19, No. 4A; 2019: 241–250
DOI: <https://doi.org/10.15625/1859-3097/19/4A/14600>
<https://www.vjs.ac.vn/index.php/jmst>

Effects of dietary Mannan oligosaccharide (MOS) on grown, survival rate, intestinal morphology and blood cell count of the golden trevally fish (*Gnathanodon speciosus*)

Dang Tran Tu Tram*, Nguyen Thi Nguyet Hue, Ho Son Lam, Nguyen Truong Tan Tai, Dao Thi Hong Ngoc

Institute of Oceanography, VAST, Vietnam

*E-mail: tutram1300@gmail.com

Received: 30 July 2019; Accepted: 6 October 2019

©2019 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

Abstract

The golden trevally fishes (*Gnathanodon speciosus*) (2.19 ± 0.23 g) were cultured in glass tanks with density of 20 fishes/tank and they were fed supplemental diets of different MOS concentrations (0; 0.2; 0.4 and 0.6%) for 90 days. Collected data included growth rate, survival rate and some hematological characteristics of this fish. The results demonstrated that MOS supplementation did not affect growth performance, erythrocyte density and blood cell size, however the survival rate was significantly increased. On the other hand, the total number of white blood cells (BC) on the 60th day in the fish fed with MOS supplements ($5.78\text{--}6.96 \times 10^4$ TB/mm³) was higher than that in the control group (only 5.43×10^4 TB/mm³) with the largest total leukocytes ($6.96 \pm 0.50 \times 10^4$ TB /mm³) at 0.2% MOS ($p < 0.05$).

Keywords: Golden trevally fish, mannan oligosaccharide, growth, survival, intestinal morphology, blood cell.

Citation: Dang Tran Tu Tram, Nguyen Thi Nguyet Hue, Ho Son Lam, Nguyen Truong Tan Tai, Dao Thi Hong Ngoc, 2019. Effects of dietary Mannan oligosaccharide (MOS) on grown, survival rate, intestinal morphology and blood cell count of the golden trevally fish (*Gnathanodon speciosus*). *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, 19(4A), 241–250.

Ảnh hưởng của Mannan oligosaccharide (MOS) đối với sự tăng trưởng, tỷ lệ sống và một số chỉ số huyết học của cá khế vằn (*Gnathanodon speciosus*)

Đặng Trần Tú Trâm*, Nguyễn Thị Nguyệt Huệ, Hồ Sơn Lâm, Nguyễn Trương Tấn Tài, Đào Thị Hồng Ngọc

Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

*E-mail: tutram1300@gmail.com

Nhận bài: 30-7-2019; Chấp nhận đăng: 6-10-2019

Tóm tắt

Cá khế vằn (khối lượng cơ thể $2,19 \pm 0,23$ g) được nuôi trong bể kính (dung tích 100 l), mật độ 20 cá thể/bể và cho ăn bằng thức ăn có bổ sung các hàm lượng MOS khác nhau (0; 0,2; 0,4 và 0,6%) trong 90 ngày để xem xét sự ảnh hưởng của Mannan oligosaccharide (MOS) đối với cá. Các chỉ tiêu theo dõi bao gồm tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống và một số chỉ số huyết học của cá. Kết quả cho thấy, việc bổ sung MOS vào thức ăn không ảnh hưởng đến tăng trưởng, mật độ hồng cầu và kích thước của tế bào máu, nhưng lại cải thiện tỷ lệ sống của cá khế vằn ở hàm lượng 0,4% và 0,6% ($p < 0,05$). Mặt khác, số lượng tế bào bạch cầu (BC) tổng số ở ngày thứ 60 ở nhóm cá cho ăn bằng thức ăn bổ sung MOS (đạt $5,78-6,96 \times 10^4$ TB/mm³) cao hơn so với nhóm cá đối chứng (chỉ đạt $5,43 \times 10^4$ TB/mm³), với số lượng BC tổng số lớn nhất (đạt $6,96 \pm 0,50^b \times 10^4$ TB/mm³ ở nhóm cá ăn thức ăn có bổ sung 0,2% MOS ($p < 0,05$)).

Từ khóa: Cá khế vằn, MOS, tăng trưởng, tỷ lệ sống, bạch cầu.

MỞ ĐẦU

Bổ sung các chất phụ gia vào thức ăn với hàm lượng thích hợp cho các đối tượng nuôi đang rất phổ biến và bước đầu mang lại hiệu quả đáng kể. Các chất phụ gia như vitamin, khoáng chất vi lượng, chất kích thích tăng trưởng, probiotic, prebiotic... đã được chứng minh có hiệu quả tích cực trong tăng trưởng (cải thiện chuyển hóa dinh dưỡng) và nâng cao sức khỏe vật chủ [1–3].

Prebiotic được định nghĩa “là thành phần lên men có chọn lọc làm thay đổi tính đặc trưng về thành phần và hoạt động của hệ vi sinh vật đường ruột nhằm tăng sức khỏe cho vật chủ một cách gián tiếp” [4]. Thông qua việc cung cấp dinh dưỡng một cách có chọn lọc cho một hoặc một số vi sinh vật trong đường ruột, prebiotic làm thay đổi có chọn lọc hệ vi sinh vật đường

ruột của vật chủ [5] nên đã được áp dụng rộng rãi trong chăn nuôi gia súc, gia cầm và nuôi trồng thủy sản. Mannan oligosaccharide (MOS), là một loại prebiotic tự nhiên, được chiết xuất từ vách tế bào nấm men *Saccharomyces cerevisiae*. Kết quả nghiên cứu gần đây cho thấy bổ sung MOS vào thức ăn đã cho nhiều hiệu quả tích cực như cải thiện tăng trưởng, tỷ lệ sống, các thông số huyết học và sinh hóa, hình thái ruột và hệ vi sinh đường ruột của nhiều loài cá như cá hồi *Oncorhynchus mykiss* [1, 6], cá chép cảnh *Carassius auratus gibelion* [3], cá hồi Đại Tây Dương *Salmo salar* [7], cá tráp *Sparus aurata* [2; 8; 9], cá chêm *Dicentrarchus labrax* [10], cá tầm *Huso huso* [11], cá nheo [12], cá rô phi *Oreochromis niloticus* [13], cá khoang cổ *Nemo Amphiprion ocellaris* [14].

Cá khế vằn (hay còn gọi là cá bè vàng, bè nghệ, cá bè đưng) *Gnathanodon speciosus* là một đối tượng cá biển có giá trị kinh tế cao, tốc độ sinh trưởng khá nhanh [15]. Hiện nay, cá khế vằn đã được sinh sản nhân tạo ở Khánh Hòa, cung cấp hầu hết con giống cho địa phương và các vùng nuôi lân cận nên được đánh giá là đối tượng tiềm năng cho nghề cá biển tại Việt Nam. Tuy nhiên, thành công trong nuôi thủy sản phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như sự hiểu biết về đặc điểm sinh học, môi trường nuôi, khả năng đáp ứng dinh dưỡng cụ thể của từng loài đặc biệt là mối quan hệ giữa dinh dưỡng và sức khỏe của đối tượng nuôi [16]. Mặt khác, nghề nuôi cá biển đã và đang phải đối mặt với nhiều vấn đề như ô nhiễm môi trường, biến đổi khí hậu,... và đặc biệt, dịch bệnh luôn là một nỗi lo lớn và gây tổn thất kinh tế cho nghề nuôi trồng thủy sản. Biện pháp tức thời chữa trị cá bị bệnh là sử dụng kháng sinh hoặc hóa chất. Mặc dù các biện pháp này khá hiệu quả nhưng lại có thể gây ra hiện tượng kháng thuốc của sinh vật nuôi, tồn dư kháng sinh trong môi trường gây tác động xấu đối với con người và môi trường. Do đó, cải thiện khả năng miễn dịch tự nhiên thông qua việc sử dụng các chất tự nhiên và prebiotic là một hướng được ưu tiên lựa chọn hiện nay. Nhằm cung cấp các dẫn liệu ban đầu cho việc bổ sung MOS trong thức ăn đối với cá khế vằn, thí nghiệm được bố trí nhằm nghiên cứu các hàm lượng MOS ảnh hưởng đến sức khỏe của cá khế vằn thông qua tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống và một số thông số tế bào máu của cá.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Thời gian, địa điểm và đối tượng nghiên cứu

Thí nghiệm được thực hiện từ tháng 5 đến tháng 9/2018 đối với cá khế vằn (chiều dài toàn thân $52,52 \pm 2,48$ mm, khối lượng cơ thể $2,19 \pm 0,23$ g) thu mua từ cơ sở sản xuất giống tại địa phương; được thuần dưỡng 2 tuần trong các bể composite có lọc tuần hoàn, sục khí 24/24 và cho ăn bằng thức ăn công nghiệp (2 lần/ngày), tại phòng Kỹ thuật nuôi Sinh vật biển, Viện Hải dương học.

Chuẩn bị thức ăn

Thức ăn công nghiệp UP- C5001 (Uni President, Việt Nam) có kích thước hạt 1,2–1,4 mm, hàm lượng đạm 44% được lựa chọn làm

nguyên liệu ban đầu. Thức ăn được bổ sung MOS (Alltech, USA) với hàm lượng lần lượt là 0,0 (đối chứng); 0,2; 0,4 và 0,6% so với tổng lượng thức ăn bằng cách phối trộn hàm lượng nhất định của MOS với thức ăn công nghiệp. Thức ăn sau khi phối trộn được để khô (ở nhiệt độ phòng) và bảo quản ở 4°C.

Bố trí thí nghiệm

Tổng số 240 cá thể cá khế vằn sau khi thuần dưỡng được bố trí ngẫu nhiên vào 12 bể kính (dung tích 100 l) có lọc sinh học riêng biệt và được sục khí 24/24 trong 90 ngày. Mỗi thí nghiệm thức ăn ở các nồng độ MOS khác nhau gồm 3 bể ngẫu nhiên (20 cá thể/bể). Trong suốt thời gian thí nghiệm, cá được cho ăn bằng thức ăn tương ứng với từng thí nghiệm thức ăn 2 lần/ngày (8:00 và 16:00 giờ) với khẩu phần bằng 2% khối lượng cơ thể. Sau khi cho ăn 10 phút, lượng thức ăn còn thừa trong các bể được vớt ra ngoài bằng vợt. Độ mặn môi trường nuôi được duy trì bằng cách bổ sung nước ngọt định kỳ và không thay nước trong suốt thời gian thí nghiệm.

Xác định các thông số nghiên cứu

Tỷ lệ sống của cá được xác định thông qua thống kê số lượng cá chết hàng ngày;

Chiều dài toàn thân và khối lượng cơ thể cá được cân, đo vào ngày thứ 30, 60 và 90 của thí nghiệm;

Các chỉ tiêu được tính toán theo các công thức:

$$S(\%) = (N_t/N_0) \times 100\%$$

$$SGR_L(\%/ngày) = 100 \times (\ln L_2 - \ln L_1)/t$$

$$SGR_W(\%/ngày) = 100 \times (\ln W_2 - \ln W_1)/t$$

Trong đó: *S*- Tỷ lệ sống (%); *t*: Thời gian thí nghiệm (ngày); *N_t* và *N₀*: Số cá tại thời điểm *t* và ban đầu (con); *SGR_L*, *SGR_W*: Tốc độ tăng trưởng đặc trưng về chiều dài và khối lượng của cá; *L₁*, *W₁*: Chiều dài và khối lượng của cá ở thời điểm *t₁*; *L₂*, *W₂*: Chiều dài và khối lượng của cá ở thời điểm *t₂*.

Phương pháp thu mẫu máu

Cá được thu ngẫu nhiên mỗi bể 1 con (3 con mỗi thí nghiệm thức ăn) để lấy máu. Sau khi gây mê cá bằng dung dịch MS222 (Sigma), 0,2 ml máu được thu từ tĩnh mạch đuôi mỗi cá bằng syrin (dung tích 1 ml, có bổ sung heparin).

Mẫu máu được phết mỏng trên lam (2 lam/mẫu) và để khô tự nhiên ở nhiệt độ phòng. Các lam tiêu bản được nhuộm bằng dung dịch Diff quick (Lucerna Chem, Thụy Sĩ), sau đó đếm từng loại bạch cầu trong 200 tế bào bạch cầu ngẫu nhiên dưới kính hiển vi quang học (độ phóng đại 100 lần) và xác định phần trăm từng loại bạch cầu, tiêu cầu theo công thức:

$$\% \text{ từng loại bạch cầu, tiêu cầu} = (\text{số lượng mỗi loại}/200) \times 100\%$$



Hình 1. Mô tả cách thu máu cá

Xử lý số liệu

Phép thống kê phương sai một yếu tố (one-way ANOVA) trên phần mềm SPSS 18.0 được sử dụng để so sánh sự sai khác giữa các nghiệm thức thí nghiệm với độ tin cậy 95%. Số liệu được thể hiện bằng giá trị trung bình \pm SD.

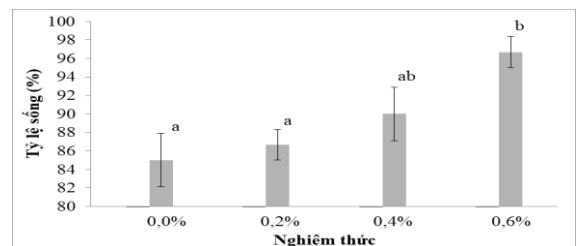
KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Ảnh hưởng của MOS đến tỷ lệ sống của cá khế vằn

Tỷ lệ sống của cá khế vằn sau 90 ngày thí nghiệm được biểu diễn ở hình 2. Tỷ lệ sống của cá ở nghiệm thức 0,6% MOS đạt giá trị cao nhất (97%), tiếp theo là nghiệm thức 0,4% MOS (đạt 90%) và 0,2% MOS (87%), trong khi đối chứng đạt 85%. Có sự khác biệt thống kê về tỷ lệ sống của cá ở nghiệm thức bổ sung 0,6% và 0,4% MOS so với đối chứng ($p < 0,05$).

Mặc dù cơ chế ảnh hưởng của MOS đến tỷ lệ sống của các đối tượng nuôi chưa được biết rõ, kết quả nghiên cứu này thể hiện sự tương đồng với nghiên cứu trên cá hồi (*Oncorhynchus mykiss*) [1], cá chêm (*Dicentrarchus labrax*)

[10], Tuy nhiên, nghiên cứu trên cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) của Mohammad et al., cho rằng tỷ lệ sống của cá đạt cao nhất (đạt 93,3%) ở hàm lượng 0,2% MOS bổ sung vào thức ăn, nhưng không có sự sai khác giữa các nghiệm thức này so với nghiệm thức đối chứng [13]. Theo tác giả, sự sai khác này có thể do thời điểm và thời gian bổ sung MOS khác nhau trên các đối tượng nuôi khác nhau, mặt khác, có thể MOS đã ảnh hưởng đến một số thông số khác chưa được nghiên cứu toàn diện như hàm lượng oxy tiêu thụ [9], hệ số điều kiện sống (K) hoặc chỉ số tế bào gan (HIS) [2] của từng đối tượng nuôi.



Hình 2. Tỷ lệ sống của cá khế vằn trong thí nghiệm nuôi bổ sung MOS ở các hàm lượng khác nhau trong thức ăn

Ảnh hưởng của MOS đến tăng trưởng của cá khế vằn

Chiều dài thân và khối lượng cơ thể của cá khế vằn trong thời gian thí nghiệm được thể hiện ở bảng 1. Trên cơ sở số liệu này chưa đủ căn cứ để giải thích sự sai khác giữa tốc độ tăng trưởng về chiều dài (SGR_L) và tốc độ tăng trưởng về khối lượng (SGR_W) của cá trong thí nghiệm nhưng kết quả đã cho thấy, không có sự khác biệt thống kê về thông số chiều dài thân và khối lượng cơ thể của cá giữa các lô thí nghiệm và lô đối chứng ($p > 0,05$) trong suốt thời gian thí nghiệm. Kết quả này cho phép ban đầu nhận định, bổ sung MOS vào thức ăn không cải thiện sự tăng trưởng của cá khế vằn trong 90 ngày thí nghiệm.

Các công trình công bố về hiệu quả của MOS đối với tăng trưởng của một số đối tượng sinh vật nuôi cũng cho các kết quả khá khác biệt. Tương tự như kết quả của nghiên cứu này; ở đối tượng cá tầm (*Huso huso*), khi bổ sung 0,2% và 0,4% MOS vào thức ăn trong 46 ngày không có tác dụng đáng kể đối với tốc độ tăng trưởng của cá [17]. Một số nghiên cứu đối với

các đối tượng khác như cá *Betta splendens* [19] hay cá bớp (*Rachycentron canadum*) [20], cá tráp (*Sparus aurata*) [2, 9], và cá sặc trâu châu (*Trichogaster leeri*) [21] cũng cho kết quả tương tự. Ngược lại, cũng có nhiều nghiên cứu lại chứng minh tính hiệu quả của MOS đối với tăng trưởng của một số loài cá, như cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) [26], cá hồi (*Salmo gairdneri irideus*) [22], cá hồi (*Oncorhynchus mykiss*) [25], ấu trùng cá bơn (*Psetta maxima*) [24] hay cá vược (*Dicentrarchus labrax*) [10]. Mặt khác, đối với một đối tượng nuôi, hiệu quả

của MOS bổ sung trong thức ăn cũng rất khác biệt theo giai đoạn sinh trưởng của sinh vật. Ví dụ, ở cá tráp (*Sparus aurata*), MOS không có hiệu quả đối với giai đoạn ấu trùng và giai đoạn con giống [2]; nhưng lại có tác dụng cải thiện tốc độ tăng trưởng ở giai đoạn trưởng thành [8]. Như vậy, hiệu quả của việc bổ sung MOS rất khác biệt, tùy theo loài cá khác nhau, giai đoạn sinh trưởng và hàm lượng cũng như thời gian bổ sung MOS trong chế độ cho ăn của đối tượng nuôi.

Bảng 1. Tốc độ tăng trưởng của cá khế vằn trong thí nghiệm nuôi bằng thức ăn bổ sung MOS

Hàm lượng MOS bổ sung (%)	SGR _L (%/ngày)	SGR _W (%/ngày)	Chiều dài cá sau 90 ngày nuôi (cm)	Khối lượng cá sau 90 ngày nuôi (g)
0,0 %	0,52 ± 0,030	1,28 ± 0,041	11,46 ± 0,02	20,57 ± 1,25
0,2%	0,46 ± 0,012	1,27 ± 0,015	11,06 ± 0,26	18,46 ± 1,16
0,4%	0,48 ± 0,083	1,44 ± 0,259	11,08 ± 0,18	19,91 ± 1,07
0,6%	0,45 ± 0,023	1,46 ± 0,255	10,97 ± 0,39	20,35 ± 4,46

Ảnh hưởng của MOS đến một số thông số huyết học của cá khế vằn

Tế bào máu được xem là một chỉ tiêu quan trọng để đánh giá sức khỏe của cá nuôi. Tế bào máu cá có thể bị ảnh hưởng tùy thuộc vào đặc điểm loài, tình trạng sinh lý, chế độ dinh dưỡng

(nguồn protein, prebiotic, probiotic vitamin...), biến động các yếu tố môi trường và kích thích sinh vật [23]. Một số thông số huyết học của cá khế vằn trong thí nghiệm nuôi bằng thức ăn bổ sung MOS ở các hàm lượng khác nhau được thể hiện ở bảng 2–4.

Bảng 2. Mật độ hồng cầu (RBC) và bạch cầu (WBC) của cá khế vằn trong thí nghiệm nuôi bằng thức ăn bổ sung MOS

Ngày thí nghiệm	Thông số	Hàm lượng MOS bổ sung			
		0%	0,2%	0,4%	0,6%
30	RBC (×10 ⁶ TB/mm ³)	3,54 ± 0,06 ^a	3,42 ± 0,22 ^a	3,32 ± 0,22 ^a	3,45 ± 0,35 ^a
	WBC (×10 ⁴ TB/mm ³)	6,81 ± 0,77 ^a	6,54 ± 1,36 ^a	7,14 ± 0,25 ^a	5,84 ± 0,71 ^a
60	RBC (×10 ⁶ TB/mm ³)	3,60 ± 0,07 ^a	3,63 ± 0,38 ^a	3,72 ± 0,30 ^a	3,76 ± 0,17 ^a
	WBC (×10 ⁴ TB/mm ³)	5,43 ± 0,52 ^a	6,96 ± 0,50 ^b	6,44 ± 0,13 ^{ab}	5,78 ± 0,85 ^{ab}
90	RBC (×10 ⁶ TB/mm ³)	3,53 ± 0,27 ^a	3,60 ± 0,32 ^a	3,74 ± 0,26 ^a	3,60 ± 0,44 ^a
	WBC (×10 ⁴ TB/mm ³)	6,15 ± 0,56 ^a	5,99 ± 1,27 ^a	7,62 ± 0,86 ^a	7,04 ± 1,26 ^a

Ghi chú: Các ký hiệu số mũ khác nhau trên cùng một hàng biểu thị sự sai khác có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

Theo kết quả ở bảng 2, chỉ số mật độ hồng cầu của các nhóm cá khế vằn dao động từ 3,32–3,74 (×10⁶ TB/mm³) và không có sự khác biệt về mật độ thống kê giữa các nhóm thí nghiệm so với đối chứng (p > 0,05). Kết quả này cho phép nhận định, bổ sung MOS vào thức ăn trong 90 ngày không ảnh hưởng đến mật độ hồng cầu của cá khế vằn. Bạch cầu tổng số sau 30 ngày và 90 ngày thí nghiệm cũng không có sự khác

biệt (p > 0,05); nhưng ở 60 ngày thí nghiệm, mật độ bạch cầu của các nhóm thí nghiệm bổ sung MOS (đạt 5,78–6,96 × 10⁴ TB/mm³) cao hơn so với nhóm đối chứng (5,43 ± 0,52 × 10⁴ TB/mm³). Ở nhóm thí nghiệm bổ sung hàm lượng MOS 0,2%, bạch cầu tổng số có số lượng lớn nhất (6,96 ± 0,50^b (×10⁴ TB/mm³)). Phép phân tích thống kê cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa (p < 0,05) của số lượng bạch cầu

tổng số ở nhóm thí nghiệm MOS 0,2% so với đối chứng; trong khi nhóm thí nghiệm ở hàm lượng 0,4% và 0,6% MOS lại không có sự khác biệt. Kết quả của nghiên cứu này tương tự với kết quả trên đối tượng cá tầm (*Huso huso*) [11] cho rằng không có sự khác biệt về số lượng RBC và WBC của cá cho ăn bằng thức ăn bổ sung MOS ở các nồng độ khác nhau, hay cá hồi (*Oncorhynchus mykiss*) [23] và cá tráp (*Sparus*

aurata) [9]. Ngược lại, cũng có nghiên cứu cho thấy MOS có ảnh hưởng đến mật độ hồng cầu của cá rô phi sông Nin (*Oreochromis niloticus*) [13]. Một số nghiên cứu khác đối với cá tráp *Sparus aurata* [2], cá chêm *Dicentrarchus labrax* [10], cá rohu (*Labeo rohita*) [29], cũng ghi nhận có sự cải thiện đáng kể về số lượng WBC, RBC và Hb ở nhóm cá cho ăn thức ăn bổ sung MOS.

Bảng 3. Số lượng và tần suất bắt gặp của các loại bạch cầu và tiểu cầu trong máu cá khế vằn trong thí nghiệm nuôi bằng thức ăn bổ sung MOS

Loại tế bào	Hàm lượng MOS bổ sung				Tần suất bắt gặp (%)
	0 %	0,2%	0,4%	0,6%	
BC đơn nhân (%)	0,89 ± 0,38 ^a	1,33 ± 0,67 ^a	2,00 ± 0,67 ^a	1,78 ± 0,38 ^a	100
BC ưa axit (%)	0	0	0,22 ± 0,38	0	13,89
BC trung tính (%)	6,44 ± 2,52 ^a	6,89 ± 1,01 ^a	6,22 ± 1,68 ^a	7,66 ± 2,03 ^a	100
Lympho (%)	1,78 ± 0,38 ^a	2,00 ± 1,15 ^{ab}	5,33 ± 2,31 ^b	2,89 ± 0,38 ^{ab}	100
Tiểu cầu (%)	90,89 ± 2,03 ^a	89,78 ± 2,78 ^a	88,44 ± 3,00 ^a	87,92 ± 2,38 ^a	100

Ghi chú: Các ký hiệu số mũ khác nhau trên cùng một hàng biểu thị sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Theo số liệu bảng 3, không có sự khác biệt thống kê giữa các nghiệm thức thí nghiệm so với đối chứng về số lượng BC đơn nhân, BC trung tính và tiểu cầu có trong máu cá khế vằn ($p > 0,05$). Tuy nhiên, kết quả thí nghiệm ghi nhận sự xuất hiện của tế bào lympho cao nhất (đạt $5,33 \pm 2,31\%$) ở nhóm cá ăn thức ăn bổ sung 0,4% MOS và có sự khác biệt thống kê so với nhóm đối chứng ($1,78 \pm 0,38\%$). Tương tự, kết quả nghiên cứu bổ sung MOS vào thức ăn đối với cá tầm (*Huso huso*) trong 46 ngày nuôi, MOS không ảnh hưởng đến số lượng RBC, WBC, PCV, Hb, MCV, MCH, MCHC, bạch cầu trung tính và bạch cầu đơn nhân ($p > 0,05$); nhưng có sự sai khác thống kê về tỉ lệ % của BC ưa axit và lympho bào ở 0,2% và 0,4% MOS [17]. Trong thí nghiệm đối với cá hồi, số lượng lympho cao nhất ($91,66 \pm 2,51^a$) và cũng không có sự sai khác về BC trung tính và BC ưa axit giữa các nghiệm thức ở chế độ ăn bổ sung MOS 0,1% [11]. Mặt khác không có sai khác về số lượng hồng cầu, bạch cầu, BC trung tính và BC đơn nhân của lô thí nghiệm 0,2% và 0,4% MOS so với đối chứng. Một nghiên cứu khác đối với cá tầm, tế bào lympho trong máu khá cao (64,33–76,33%), trong đó số lượng lympho bào ở nghiệm thức đối chứng cao hơn cả so với

cá được bổ sung MOS [11]. Ngoài ra, một số nghiên cứu khác cũng chỉ ra rằng MOS không ảnh hưởng đến các thông số của tế bào máu sinh vật nuôi, ví dụ đối với cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) [28] và cá trắm cỏ (*Ctenopharyngodon idella*) [29].

Ở tất cả các nghiệm thức, số lượng tiểu cầu chiếm đa số. Đây có thể do thời điểm thu mẫu cũng như nồng độ và thời gian bổ sung MOS chưa phù hợp gây ảnh hưởng đến kết quả. Số lượng các loại tế bào BC trong máu cá khế vằn khá thấp, và không bắt gặp BC ưa kiềm ở tất cả các nghiệm thức. Loại BC ưa axit chỉ bắt gặp ở máu cá bổ sung 0,4% MOS với tần suất khá thấp (13,89%).

Như vậy, ảnh hưởng MOS bổ sung trong thức ăn đối với các chỉ số tế bào máu cá thí nghiệm khá khác nhau, thậm chí trái ngược nhau. Sự sai khác này có thể do các chỉ số tế bào máu có thể chịu ảnh hưởng bởi nhiều nhân tố khác nhau như đặc tính của từng loài, hàm lượng MOS bổ sung và thời gian cho ăn bổ sung [11, 31].

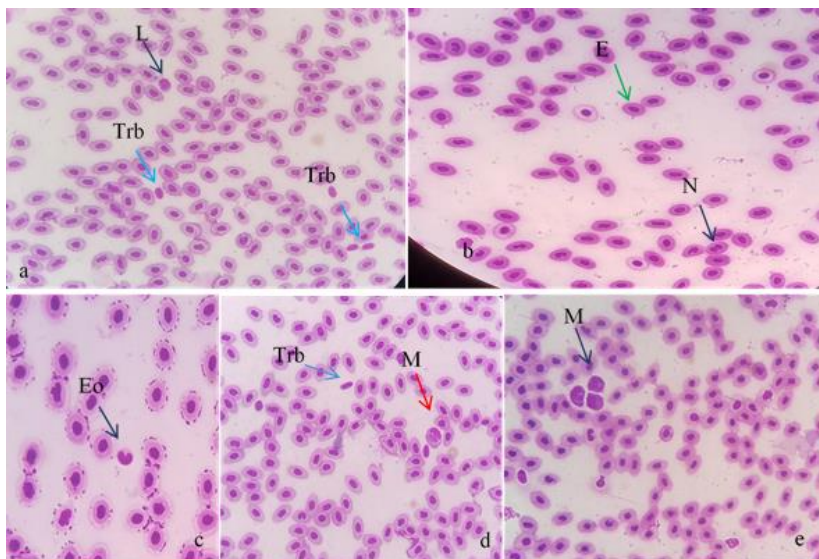
Theo số liệu Bảng 4, kích thước của hồng cầu dao động từ $8,76-9,73 \times 0,04-6,48 \mu\text{m}$. Trong máu cá khế vằn, tế bào lympho xuất hiện dưới hai dạng là lympho nhỏ ($4,14-4,60 \mu\text{m}$) và vừa ($6,25-6,85 \mu\text{m}$); tiểu cầu cũng có dạng

hình trụ (thoi) và dạng hơi tròn (hình 2). Phép phân tích thống kê đã cho thấy MOS không ảnh hưởng đến kích thước của tế bào máu cá khế vằn ($p > 0,05$).

Bảng 4. Kích thước các loại tế bào máu cá khế vằn

Tế bào máu	Hàm lượng MOS bổ sung	Kích thước (μm)				Hình ảnh
		Tế bào		Nhân		
		Dài	Rộng	Dài	Rộng	
Hồng cầu	0,0%	$8,77 \pm 1,06^a$	$6,04 \pm 0,34^a$	$4,12 \pm 0,53^a$	$2,68 \pm 0,27^a$	3b
	0,2%	$8,78 \pm 0,43^a$	$6,15 \pm 0,54^a$	$3,94 \pm 0,18^a$	$2,64 \pm 0,23^a$	
	0,4%	$9,73 \pm 1,21^a$	$6,47 \pm 0,37^a$	$4,18 \pm 0,61^a$	$2,83 \pm 0,24^a$	
	0,6%	$8,76 \pm 0,58^a$	$6,18 \pm 0,31^a$	$3,99 \pm 0,31^a$	$2,75 \pm 0,16^a$	
BC đơn nhân	0,0%	$8,40 \pm 0,83^a$	$7,35 \pm 0,61^a$	$6,18 \pm 0,74^b$	$5,31 \pm 0,60^a$	3d, 3e
	0,2%	$7,96 \pm 0,73^a$	$6,89 \pm 0,70^a$	$5,13 \pm 0,38^a$	$5,24 \pm 0,66^a$	
	0,4%	$8,25 \pm 0,30^a$	$7,24 \pm 0,28^a$	$6,14 \pm 0,48^b$	$5,73 \pm 0,65^a$	
	0,6%	$8,19 \pm 0,77^a$	$7,26 \pm 0,70^a$	$5,44 \pm 0,56^{ab}$	$5,07 \pm 0,74$	
Lympho	0,0%	$4,31 \pm 0,32^a$	$3,87 \pm 0,13^a$			3a
	0,2%	$4,14 \pm 0,24^a$	$3,91 \pm 0,22^a$			
	0,4%	$4,60 \pm 0,40^a$	$3,87 \pm 0,11^a$			
	0,6%	$4,27 \pm 0,22^a$	$3,89 \pm 0,11^a$			
BC trung tính	0,0%	$8,96 \pm 0,50^a$	$5,59 \pm 0,67^a$	$4,16 \pm 0,13^a$	$3,02 \pm 0,19^a$	3b
	0,2%	$9,07 \pm 0,56^a$	$6,03 \pm 0,47^a$	$4,38 \pm 0,39^a$	$2,92 \pm 0,42^a$	
	0,4%	$10,38 \pm 1,74^d$	$6,46 \pm 0,58^a$	$4,60 \pm 0,40^a$	$2,96 \pm 0,09^a$	
	0,6%	$8,99 \pm 0,51^a$	$6,24 \pm 0,36^a$	$4,17 \pm 0,16^a$	$2,99 \pm 0,21^a$	
BC ưa axit	0,0%	0	0	0	0	3c
	0,2%	0	0	0	0	
	0,4%	$4,90 \pm 0,14^a$	$4,50 \pm 0,40^a$	$4,62 \pm 0,48^a$	$3,35 \pm 0,21^a$	
	0,6%	0	0	0	0	
Tiểu cầu	0,0%	$7,18 \pm 1,39^a$	$4,57 \pm 1,14^a$	$5,61 \pm 0,40^a$	$4,62 \pm 2,32^a$	3a, 3d
	0,2%	$6,00 \pm 0,81^a$	$3,79 \pm 0,31^a$	$5,21 \pm 0,57^a$	$3,07 \pm 0,18^a$	
	0,4%	$6,91 \pm 0,54^a$	$4,50 \pm 0,87^a$	$5,64 \pm 0,42^a$	$3,33 \pm 0,13^a$	
	0,6%	$6,90 \pm 1,26^a$	$4,87 \pm 1,52^a$	$5,40 \pm 0,36^a$	$4,44 \pm 1,82^a$	

Ghi chú: Các ký hiệu số mũ khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).



Hình 3. Các loại tế bào máu cá khế vằn (100X, nhuộm Diff quick): E: Hồng cầu, M: BC đơn nhân, N: BC trung tính, Eo: BC ưa axit, L: Lympho, Trb: Tiểu cầu

KẾT LUẬN

Bổ sung Mannan oligosaccharide (MOS) vào thức ăn ở các hàm lượng 0,2%, 0,4% và 0,6% không ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng và một số chỉ tiêu huyết học của cá khế vằn trong 90 ngày thí nghiệm. Tuy nhiên, ở hàm lượng bổ sung 0,6% MOS lại có tác dụng cải thiện tỷ lệ sống của đối tượng này.

Lời cảm ơn: Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã tạo điều kiện cơ sở vật chất trong thời gian nghiên cứu. Nhóm tác giả cũng cảm ơn TS. Huỳnh Minh Sang, phòng Công nghệ Nuôi trồng, Viện Hải dương học đã giúp đỡ trong quá trình thực hiện thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Staykov, Y., Spring, P., Denev, S., and Sweetman, J., 2007. Effect of a mannan oligosaccharide on the growth performance and immune status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture International*, 15(2), 153–161.
- [2] Dimitroglou, A., Merrifield, D. L., Spring, P., Sweetman, J., Moate, R., and Davies, S. J., 2010. Effects of mannan oligosaccharide (MOS) supplementation on growth performance, feed utilisation, intestinal histology and gut microbiota of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 300(1–4), 182–188.
- [3] Akrami, R., Chitsaz, H., Hezarjaribi, A., and Ziaei, R., 2012. Effect of dietary mannan oligosaccharide (MOS) on growth performance and immune response of Gibel carp juveniles (*Carassius auratus gibelio*). *J. Vet. Adv*, 2(10), 507–513.
- [4] Gibson, G. R., Probert, H. M., Van Loo, J., Rastall, R. A., and Roberfroid, M. B., 2004. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition research reviews*, 17(2), 259–275.
- [5] Teitelbaum, J. E., and Walker, W. A., 2002. Nutritional impact of pre-and probiotics as protective gastrointestinal organisms. *Annual review of nutrition*, 22(1), 107–138.
- [6] Dimitroglou, A., Davies, S., and Sweetman, J., 2008. The effect of dietary mannan oligosaccharides on the intestinal histology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 150(3), S63.
- [7] Grisdale-Helland, B., Helland, S. J., and Gatlin III, D. M., 2008. The effects of dietary supplementation with mannanoligosaccharide, fructooligosaccharide or galactooligosaccharide on the growth and feed utilization of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 283(1–4), 163–167.
- [8] Gültepe, N., Salnur, S., Hoşsu, B., and Hisar, O., 2011. Dietary supplementation with Mannan oligosaccharides (MOS) from Bio-Mos enhances growth parameters and digestive capacity of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture Nutrition*, 17(5), 482–487.
- [9] Gelibolu, S., Yanar, Y., Genc, M. A., and Genc, E., 2018. The effect of mannan-oligosaccharide (MOS) as a feed supplement on growth and some blood parameters of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(6), 817–823.
- [10] Torrecillas, S., Makol, A., Caballero, M. J., Montero, D., Ginés, R., Sweetman, J., and Izquierdo, M., 2011. Improved feed utilization, intestinal mucus production and immune parameters in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides (MOS). *Aquaculture Nutrition*, 17(2), 223–233.
- [11] Akrami, R., Razeghi Mansour, M., Ghobadi, S., Ahmadifar, E., Shaker Khoshroudi, M., and Moghimi Haji, M. S., 2013. Effect of prebiotic mannan oligosaccharide on hematological and blood serum biochemical parameters of cultured juvenile great sturgeon (*Huso huso* Linnaeus, 1754). *Journal of Applied Ichthyology*, 29(6), 1214–1218.
- [12] Peterson, B. C., Bramble, T. C., and Manning, B. B., 2010. Effects of Bio-Mos® on growth and survival of

- channel catfish challenged with *Edwardsiella ictaluri*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 41(1), 149–155.
- [13] Ahmad, M. H., El-Mousallamy, A., Awad, S. M. M., and El-Naby, A. A., 2013. Evaluation of Bio-Mos® as a feed additive on growth performance, physiological and immune responses of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L). *Journal of applied sciences research*, 9(13), 6441–6449.
- [14] Đỗ Hữu Hoàng, Hoàng Đức Lưu, Phạm Xuân Kỳ, Đặng Trần Tú Trâm, Nguyễn Thị Kim Bích, Hồ Sơn Lâm, Trần Văn Huỳnh, Đào Việt Hà, Nguyễn Thu Hồng, Phan Bảo Vi, 2014. Ảnh hưởng của Oligosaccharide bổ sung vào thức ăn lên protein trong cơ, hình thái ruột và tế bào máu của cá khoang cổ nemo, *Amphiprion ocellaris*. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, 14(2), 155–162.
- [15] Alit, A. A., 2013. Growth and survival rate of golden trevally, gnathannodon speciosus forsskal with different length size. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(2), 401–408.
- [16] Wedemeyer, G. A., 1997. Effects of rearing conditions on the health and physiological quality of fish in intensive culture. *Fish stress and health in aquaculture*, 35–71.
- [17] Mansour, M. R., Akrami, R., Ghobadi, S. H., Denji, K. A., Ezatrahimi, N., and Gharaei, A., 2012. Effect of dietary mannan oligosaccharide (MOS) on growth performance, survival, body composition, and some hematological parameters in giant sturgeon juvenile (*Huso huso* Linnaeus, 1754). *Fish physiology and biochemistry*, 38(3), 829–835.
- [18] Pryor, G. S., Royes, J. B., Chapman, F. A., and Miles, R. D., 2003. Mannan oligosaccharides in fish nutrition: effects of dietary supplementation on growth and gastrointestinal villi structure in Gulf of Mexico sturgeon. *North American journal of aquaculture*, 65(2), 106–111.
- [19] de Azevedo, R. V., da Silva-Azevedo, D. K., dos Santos-Júnior, J. M., Fosse-Filho, J. C., de Andrade, D. R., Tavares-Braga, L. G., and Vidal-Júnior, M. V., 2016. Effects of dietary mannan oligosaccharide on the growth, survival, intestinal morphometry and nonspecific immune response for Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910) larvae. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(4), 800–806.
- [20] Salze, G., McLean, E., Schwarz, M. H., and Craig, S. R., 2008. Dietary mannan oligosaccharide enhances salinity tolerance and gut development of larval cobia. *Aquaculture*, 274(1), 148–152.
- [21] Azevedo, R. V., Fosse Filho, J. C., Pereira, S. L., Andrade, D. R., and Júnior, V., 2016. Prebiótico, probiótico e simbiótico para larvas de *Trichogaster leeri* (Bleeker, 1852, Perciformes, Osphronemidae). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68(3), 795–804.
- [22] Staykov, Y., Denev, S., Spring, P., and Flos, R., 2005. The effects of mannan oligosaccharide (Bio-Mos) on the growth rate and immune function of rainbow trout (*Salmo gairdneri irideus* G.) growth in net cages. *Lessons from the past to optimise the future. European Aquaculture Society, Special Publication*, (35), 427–432.
- [23] Blaxhall, P. C., and Daisley, K. W., 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. *Journal of fish biology*, 5(6), 771–781.
- [24] Mahious, A. S., Gatesoupe, F. J., Hervi, M., Metailler, R., and Ollevier, F., 2006. Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning turbot, *Psetta maxima* (Linnaeus, C. 1758). *Aquaculture International*, 14(3), 219–229.
- [25] Yilmaz, E., Genc, M. A., and Genc, E., 2007. Effects of dietary mannan oligosaccharides on growth, body composition, and intestine and liver histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 59(3), 182–158.

- [26] Samrongpan, C., N. Areechn, R. Yoonpundh, and P. Srisapoome, 2008. Effects of mann oligosaccharide growth performance, survival and desistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L) fry. *International symposium on Tilapia in Aquaculture*.
- [27] Denji, K. A., Mansour, M. R., Akrami, R., Ghobadi, S., Jafarpour, S. A., and Mirbeygi, S. K., 2015. Effect of Dietary Prebiotic Mannan Oligosaccharide (MOS) on Growth Performance, Intestinal Microflora, Body Composition, Haematological and Blood Serum Biochemical Parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Juveniles. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 10(4), 255–265.
- [28] Andrews, S. R., Sahu, N. P., Pal, A. K., and Kumar, S., 2009. Haematological modulation and growth of *Labeo rohita* fingerlings: effect of dietary mannan oligosaccharide, yeast extract, protein hydrolysate and chlorella. *Aquaculture research*, 41(1), 61–69.
- [29] Hisano, H., Barros, M. M., and Pezzato, L. E., 2018. Levedura e zinco como pró-nutrientes em rações para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): aspectos hematológicos. *Boletim do Instituto de Pesca*, 33(1), 35–42.
- [30] Shaker Khoshroudi, M., 2011. Effect of dietary mannan oligosaccharide on growth performance, survival, some haematological and serum biochemical parameters of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) juveniles. *Doctoral dissertation, MA thesis, Islamic Azad University, Babol branch, Iran*.
- [31] Tavares-Dias, M., and Oliveira, S. R., 2009. A review of the blood coagulation system of fish. *Brazilian Journal of Biosciences*, 7(2), 205–224.