

(OPEN ACCESS)

The effect of *Streptomyces ambofaciens* KF792054 on growth indices, intestinal digestive enzymes and blood indices in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*)

**Hossein Ali Dahmardeh^{*1}, Seyed Hossein Hoseinifar², Mohammad Mazandarani³,
Roghieh Safari⁴, Reza Ghorbani Nasrabadi⁵**

1. Corresponding Author, Ph.D. Student of Aquaculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: dahmardehh9498@gmail.com
2. Associate Prof., Dept. of Aquaculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: hossein.hoseinifar@gmail.com
3. Associate Prof., Dept. of Aquaculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: mazandarani57@gmail.com
4. Associate Prof., Dept. of Aquaculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: fisheriessafari@yahoo.com
5. Associate Prof., Dept. of Soil Science and Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: rgnasr@yahoo.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Full Length Research Paper	The aim of this research is to use <i>Streptomyces ambofaciens</i> as a probiotic in the diet on growth indicators, intestinal digestive enzymes and blood indicators of grass carp juvenile (<i>Ctenopharyngodon idella</i>). During this research, 120 of grass carp juvenile with an average weight of 23.37 ± 0.96 grams were kept for two weeks in the laboratory to adapt to the nutritional and rearing conditions in 12 aquariums (30liters), 4 treatments and 3 replications. They were fed during 8 weeks with different levels (control, 10^5, 10^6 and 10^7 CFU/g) of <i>Streptomyces ambofaciens</i>. At the end of the experiment, the amount of growth and some indicators of nutrition were calculated, and the intestinal enzymes were measured by taking samples from the intestines of the fish. Results showed that <i>Streptomyces ambofaciens</i> had a positive effect on growth indicators so that weight gain (WG) and specific growth rate (SGR) in S2 and S3 treatments significantly increased and food conversion ratio (FCR) decreased compared to the control group. ($P < 0.05$). Also, the activity of intestinal protease and amylase increased significantly in the S2 and S3 respectively, while the lipase activity in the different treatments did not differ significantly. The number of white blood cells was significantly different between the control treatment and the treatment containing probiotics ($P < 0.05$). However, the number of red blood cells, hemoglobin and hematocrit was not significantly different between the control treatment and the treatments containing the probiotic <i>Streptomyces ambofacines</i>. In general, the results of this research showed that <i>Streptomyces ambofacines</i> bacterium with dose 10^7 CFU/g improves the growth and feeding indicators of grass carp juvenile by increasing
Article history: Received: 07.05.2024 Revised: 09.18.2024 Accepted: 09.21.2024	
Keywords: Digestive enzymes, Fish, Growth performance, Probiotic	

the activity of intestinal protease and amylase digestive enzymes, as well as increasing the number of white blood cells and thus improving non-specific immunity.

Cite this article: Dahmardeh, Hossein Ali, Hoseinifar, Seyed Hossein, Mazandarani, Mohammad, Safari, Roghieh, Ghorbani Nasrabadi, Reza. 2026. The effect of *Streptomyces ambofaciens* KF792054 on growth indices, intestinal digestive enzymes and blood indices in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 15 (2), 41-55.



© The Author(s).

Doi: 10.22069/japu.2024.22593.1887

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تأثیر *Streptomyces ambofaciens*, KF792054 بر شاخص‌های رشد، آنزیم‌های گوارشی روده و شاخص‌های خونی بچه‌ماهی‌های (*Ctenopharyngodon idella*)

حسینعلی دهمرده^{۱*}، سید حسین حسینی‌فر^۲، محمد مازندرانی^۳، رقیه صفری^۴، رضا قربانی نصرآبادی^۵

۱. نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران. رایانامه: dahmardehh9498@gmail.com
۲. دانشیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران. رایانامه: hossein.hoseinifar@gmail.com
۳. دانشیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران. رایانامه: mazandarani57@gmail.com
۴. دانشیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران. رایانامه: fisheriessafari@yahoo.com
۵. دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران. رایانامه: rgnasr@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	هدف از این تحقیق استفاده از استرپتومایسس آمبوفاساینس به عنوان پروبیوتیک در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، آنزیم‌های گوارشی روده و شاخص‌های خونی بچه‌ماهی‌های (<i>Ctenopharyngodon idella</i>) می‌باشد. در طی این تحقیق ۱۲۰ قطعه بچه‌ماهی‌های آمور با میانگین وزن $23/37 \pm 0/96$ گرم به مدت دو هفته در آزمایشگاه برای سازگاری با شرایط تغذیه‌ای و پرورشی نگهداری شدند. بچه‌ماهیان در ۱۲ آکواریوم ۳۰ لیتری، ۴ تیمار و ۳ تکرار تقسیم‌بندی و طی ۸ هفته با سطوح مختلف (شاهد، 10^0 ، 10^6 و 10^7 CFU/g) استرپتومایسس آمبوفاساینس تغذیه شدند. در پایان دوره آزمایش میزان افزایش وزن و برخی شاخص‌های رشد و تغذیه محاسبه گردید. هم‌چنین با نمونه‌برداری از روده بچه‌ماهیان آنزیم‌های گوارشی روده با استفاده از کیت‌های سنجش آنزیم اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که استرپتومایسس آمبوفاساینس اثر مثبتی بر شاخص‌های رشد داشته است به طوری که میزان افزایش وزن (WG) و نرخ رشد ویژه (SGR) در تیمارهای S2 و S3 در مقایسه با گروه شاهد به طور معنی‌داری افزایش و ضریب تبدیل غذایی (FCR) کاهش یافته است ($P < 0/05$). هم‌چنین فعالیت آنزیم‌های گوارشی پروتئاز و آمیلاز روده در تیمارهای S2 و S3 در مقایسه با گروه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است درحالی که فعالیت لیپاز در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. تعداد گلبول‌های سفید بین تیمار شاهد با تیمارهای حاوی پروبیوتیک اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0/05$). اما تعداد گلبول‌های قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت

بین تیمار شاهد و تیمارهای حاوی پروبیوتیک استرپتومایسس آمیوفاساینس اختلاف معنی‌داری نداشت. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد باکتری استرپتومایسس آمیوفاساینس در سطح 10^6 CFU/g با افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی پروتئاز و آمیلاز روده و همچنین افزایش تعداد گلبول‌های سفید خون و در نتیجه بهبود ایمنی غیراختصاصی باعث بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه بچه‌ماهی‌ها می‌گردد.

استناد: دهمرده، حسینعلی، حسینی‌فر، سید حسین، مازندرانی، محمد، صفری، رقیه، قربانی نصرآبادی، رضا (۱۴۰۵). تأثیر *Streptomyces ambofaciens*, KF792054 بر شاخص‌های رشد، آنزیم‌های گوارشی روده و شاخص‌های خونی بچه‌ماهی‌ها (آمور *Ctenopharyngodon idella*). نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان، ۱۵ (۲)، ۴۱-۵۵.

Doi: 10.22069/japu.2024.22593.1887



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

افزایش تقاضا و مصرف آبزیان موجب تغییر سیستم‌های آبی‌پروری از گسترده به سیستم‌های نیمه متراکم و متراکم گردیده است. بسته به نوع سیستم پرورش ماهی ۳۰ تا ۷۰ درصد هزینه تولید مربوط به تغذیه است. تغذیه مناسب در مراحل پرورش ماهی برای تولید اقتصادی یک محصول سالم و با کیفیت ضروری است. در سال‌های اخیر تنظیم جیره‌های متعادل تجاری که باعث رشد و سلامت بهینه ماهی می‌شود توسعه پیدا کرده است. ساخت فرمول جدید جیره غذایی مخصوص گونه‌ها باعث توسعه صنعت آبی‌پروری می‌گردد (۱).

پروبیوتیک‌ها موجودات زنده‌ای هستند که با ویژگی‌های افزایش رشد، اثر مثبت بر هضم مواد مغذی، تقویت ایمنی میزبان، تعدیل بار میکروبی روده و بهبود محیط آبی‌پروری به طور گسترده به عنوان افزودنی‌های غذایی در آبی‌پروری مورد استفاده قرار می‌گیرند (۲، ۳، ۴). امروزه پروبیوتیک‌ها بخش جدایی‌ناپذیر در فعالیت آبی‌پروری شده اند که قادر به تقویت رشد، مقاومت در برابر بیماری و افزایش تولید در گونه‌های مختلف آبزیان پرورشی هستند. پروبیوتیک‌ها از راه‌های مختلف مانند ترکیبات مهاری، رقابت بر سر ترکیبات مغذی و مکان چسبیدن و در نهایت با تحریک سیستم ایمنی قادر به مبارزه با عوامل بیماری‌زا هستند (۵). استفاده از پروبیوتیک‌ها به عنوان یک رویکرد جایگزین برای کاهش فرصت پاتوژن‌ها برای چسبیدن و کلونیزه کردن در روده لارو، بچه‌ماهی و ماهی جوان و نیز تعدیل فلور میکروبی روده با میکروارگانیسم‌های مفید است که می‌توانند به جیره غذایی اضافه شوند (۶). بسیاری از باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی به عنوان پروبیوتیک در آبی‌پروری استفاده می‌شوند. علاوه بر کاربرد در طب انسانی، پروبیوتیک‌ها به‌طور گسترده در غذای حیوانات و

آبی‌پروری به عنوان پیشگیرانه یا برای افزایش رشد استفاده می‌شود (۷). نشان داده شده است که استفاده از مکمل‌های کاربردی مانند پروبیوتیک‌ها می‌تواند به‌طور مؤثر عملکرد رشد، ارزش غذایی و پاسخ‌های فیزیولوژیکی آبزیان را بهبود بخشد. علاوه بر این، پروبیوتیک‌ها به دلیل مهار رشد پاتوژن‌ها، اثرات مفیدی بر میزبان دارند. گنجاندن پروبیوتیک‌ها به رژیم غذایی می‌تواند فعالیت آنزیم‌های گوارشی را بهبود بخشد که به نوبه خود جذب مواد مغذی از روده را افزایش می‌دهد و انرژی مورد نیاز برای رشد ماهی را تامین می‌کند (۸). به همین ترتیب، استفاده از پروبیوتیک‌ها یک رویکرد سازگار با محیط زیست و پایدار است که استفاده از ترکیبات شیمیایی مضر به‌ویژه آنتی‌بیوتیک‌ها را در آبی‌پروری کاهش می‌دهد (۹ و ۱۰).

استرپتومایسس‌ها جزو راسته اکتینومایسییتال‌ها هستند که باکتری‌های گرم مثبت رشته‌ای، هوازی، فاقد حرکت، تولیدکننده اسپور و شیمیوارگانوتروف می‌باشند و درصد بسیار بالایی سیتوزین و گوانین دارند. گونه‌های استرپتومایسس توانایی تولید بسیاری از متابولیت‌های فعال زیستی متنوع را دارند و حدود ۷۵ درصد از آنتی‌بیوتیک‌های مفید را تولید می‌نمایند (۱۱). جنس استرپتومایسس شامل میکروارگانیسم‌های مهم اقتصادی هستند که می‌توانند متابولیت‌های ثانویه فعال زیستی جدید متعددی تولید کنند (۱۲). خاک زیستگاه طبیعی استرپتومایسس است و گونه‌های استرپتومایسس به طور گسترده در محیط‌های خاکی پراکنده هستند (۱۳). تولید انواع ترکیبات شیمیایی آنتاگونیستی و ضد میکروبی توسط استرپتومایسس‌ها باعث شده است به عنوان پروبیوتیک در آبی‌پروری مطرح باشند. پروبیوتیک‌های رایج استفاده شده در آبی‌پروری گونه‌های *Lactobacillus* و *Bacillus* هستند. با این حال، تحقیقات محدود در مورد کاربرد

اکتینوباکتری‌ها، به ویژه استرپتومایسس به عنوان یک پروبیوتیک در آبزیان وجود دارد.

ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*)، یکی از گونه‌های اصلی پرورشی در آب شیرین، بیش‌ترین تولید سالانه در جهان را دارد و هم‌چنان در حال افزایش است به طوری که بیش از ۱۰ درصد از کل تولید جهانی آبزی‌پروری را تشکیل می‌دهد (۱۴). آمور در درجه اول یک ماهی گیاهخوار است که بیش‌تر از گیاهان آبزی تغذیه می‌کند (۱۵). یکی از اصلی‌ترین دلایل افزایش تولید آمور مربوط به استفاده از خوراک پلت شده است که امکان پرورش در تراکم بالاتر را فراهم می‌کند (۱۶). ساختار دستگاه گوارش ماهی آمور و استفاده از علف به عنوان غذای طبیعی و هم‌چنین اهمیت هضم میکروبی در تغذیه این گونه بیانگر نقش مهم پروبیوتیک‌ها در هضم و جذب مواد مغذی در این گونه می‌باشد. با توجه به توسعه پرورش این گونه به صورت متراکم و نیمه متراکم و استفاده از جیره غذایی پلت شده، بررسی نقش پروبیوتیک‌ها و پریوتیک‌ها در جیره غذایی آمور ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثر استرپتومایسس آمبوفاسینس به عنوان پروبیوتیک در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، آنزیم‌های گوارشی روده و شاخص‌های خونی بچه‌ماهی آمور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه استرپتومایسس: پروبیوتیک استرپتومایسس آمبوفاسینس مورد استفاده در این پژوهش از مطالعات قبلی قربانی نصرآبادی و همکاران (۲۰۲۳) از خاک

زمین‌های کشاورزی و جنگلی جداسازی و شناسایی شده است (۱۷). جهت تهیه استرپتومایسس ابتدا کشت تازه آن را در محیط کشت یست اکسترکت-مالت اکسترکت براث (مالت اکسترکت، ۱۰ گرم در لیتر، یست اکسترکت ۴ گرم در لیتر، گلوکز ۴ گرم در لیتر، pH ۷/۴) مایه‌زنی نموده و سپس به مدت یک هفته در دمای ۲۸ درجه سلسیوس و دوران ۱۵۰ دور در دقیقه تکان داده شدند. سپس جهت تعیین جمعیت موردنظر، ابتدا سری رقت‌های ده دهی تهیه شد و مقدار ۱ میلی‌لیتر از آن بر روی پلیت‌های حاوی محیط کشت یست اکسترکت-مالت اکسترکت آگار تلقیح گردید. پس از انکوباسیون، شمارش تعداد کلنی‌های استرپتومایسس انجام شد (۱۷).

تهیه جیره غذایی: غذای مورد نیاز جهت کل دوره پرورش با استفاده از مواد خام شامل آرد ماهی، آرد ذرت، آرد گندم، پودر سویا، روغن گیاهی و افزودنی‌های ویتامینی و معدنی با استفاده از نرم‌افزار اکسل فرموله شد (جدول ۱). سپس استرپتومایسس تهیه شده در سطوح 10^7 ، 10^6 ، 10^5 CFU/g با استفاده از ژلاتین به میزان ۲ درصد به جیره پایه اضافه شد و به ترتیب D1، D2 و D3 نامگذاری شد. از جیره پایه فاقد استرپتومایسس هم که فقط ژلاتین اضافه شد به عنوان کنترل و تیمار D0 استفاده گردید. پلت‌های غذایی حاصل را به مدت ۴۸ ساعت در هوای آزاد قرار داده و بعد از خشک شدن در ظروف شیشه‌ای علامت‌گذاری شده، نگهداری و به منظور جلوگیری از فاسد شدن، در یخچال فریزر قرار داده شد.

جدول ۱- درصد اجزای تشکیل دهنده و آنالیز شیمیایی جیره پایه.

Table 1. Percentage of components and chemical analysis of basal diet.

مقدار (درصد) Percentage	اجزای تشکیل دهنده Components
28	آرد گندم Wheat flour
14	آرد ذرت Corn flour
34	پودر ماهی Fish meal
12	پودر سویا Soybean meal
6	روغن آفتابگردان Sunflower oil
2	مکمل معدنی ^۱ Mineral permix
2	مکمل ویتامینی ^۲ Vitamin permix
2	همبند ^۳ Binder

ترکیبات شیمیایی (درصد)

Chemical compositions (percentage)

89.50	ماده خشک Dry matter
28.40	پروتئین خام Crude protein
8.78	چربی خام Crude fat
5.92	خاکستر Ash
11.20	فیبر Fiber

(۱) هر کیلوگرم شامل: ویتامین A، ۱۶۰۰۰۰ IU، ویتامین D_۳، ۴۰۰۰۰۰ IU، ویتامین E ۴۰ گرم؛ ویتامین K_۳ (K-stab) ۲ گرم؛ ویتامین B_۱ ۶ گرم؛ ویتامین B_۲ ۸ گرم؛ ویتامین B_۳ ۲ گرم؛ ویتامین B_۵ ۴۰ گرم؛ ویتامین B_۹ ۲ گرم؛ ویتامین B_{۱۲} ۸ گرم؛ ویتامین C ۶۰ گرم و اینوزیتول ۲۰ گرم

(۲) هر کیلوگرم شامل: آهن ۲۶ گرم؛ روی ۵/۱۲ گرم؛ سلنیوم ۲ گرم؛ کبالت ۴۸۰ میلی گرم؛ مس ۴/۲ گرم؛ منگنز ۸/۱۵ گرم؛ ید ۱ گرم؛ کولین کلراید ۱۲ گرم؛ کربنات کلسیم ۱۹۶ گرم؛ دی کلسیم فسفات ۹۶ گرم

(۳) از ژلاتین به عنوان همبند استفاده شد

تهیه بچه‌ماهی آمور: ۱۲۰ قطعه بچه‌ماهی آمور با میانگین وزن $0.96 \pm 23/37$ گرم به مدت دو هفته در آزمایشگاه برای سازگاری با شرایط تغذیه‌ای و پرورشی نگهداری شدند. پس از اتمام دوره آدپتاسیون و اطمینان از غذاگیری، ماهیان بیومتری و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی، به صورت ۴ تیمار و ۳ تکرار، تقسیم‌بندی شده و از جیره‌های غذایی آماده شده، به مدت ۸ هفته و تا حد سیری و در ۲ نوبت (در ساعات ۸ صبح و ۱۷ عصر) غذادهی شدند. بعد از ۸ هفته، بیومتری نهایی و نمونه‌گیری انجام شد. **شاخص‌های رشد:** در پایان دوره، همه ماهیان در هر تکرار به‌وسیله ترازو دیجیتالی وزن شدند و فاکتورهای افزایش وزن بدن (WG)، ضریب رشد ویژه (SGR) و ضریب تبدیل غذایی (FCR) مورد بررسی قرار گرفت (۱۸).

(g) وزن نهایی بدن Ln -

$$SGR = 100 \times \frac{\ln(g) \text{ وزن اولیه بدن} - \ln(g) \text{ وزن نهایی بدن}}{\text{طول دوره پرورش (روز)}}$$

وزن اولیه - وزن نهایی = WG

میزان افزایش وزن / میزان غذای خورده شده = FCR

آنزیم‌های گوارشی: برای سنجش فعالیت آنزیم‌های گوارشی در پایان آزمایش از هر تکرار تعداد ۳ قطعه ماهی به‌طور تصادفی انتخاب و در روی یخ و تحت شرایط استریل روده این ماهیان جدا و تخلیه شدند. جهت استخراج عصاره آنزیمی روده ماهی را به نسبت ۱:۵ در بافر HCl-Tris توسط هموژنایزر به مدت ۱/۵ دقیقه هموژن شده و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در ۴ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد و قسمت رویی محلول در میکروتیوب‌ها

جهت آنالیز آنزیم‌های موردنظر در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (۱۹). جهت سنجش آنزیم‌های گوارشی روده از کیت‌های آزمایشگاهی شرکت پارس آزمون تهران استفاده شد. سنجش فعالیت آنزیم پروتئاز با استفاده از محلول سوپسترا آزوکازئین ۱/۵ درصد در بافر HCl/Tris در pH=۷/۵ انجام شد. فعالیت آنزیم لیپاز با استفاده از هیدرولیز p-nitrophenylemyristate و به طریق اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد. فعالیت آنزیم آمیلاز با استفاده از سوپسترای نشاسته سنجش گردید. نشاسته تحت‌تأثیر آنزیم تجزیه شده و تولید مالتوز می‌نماید که از طریق رنگ‌سنجی و تغییر شدت رنگ در معرف دی نیترو سالیسیلیک اسید قابل سنجش می‌باشد. طبق دستورالعمل شرکت سازنده، آمیلاز و پروتئاز بر اساس روش ورتینگتون (۲۰) و لیپاز براساس روش آجیما و همکاران (۱۹۹۸) اندازه‌گیری شد (۲۱).

خون‌گیری: یک روز قبل از خون‌گیری، غذادهی تمامی ماهیان قطع گردید. جهت بررسی پارامترهای خونی در پایان دوره پرورش، ۳ عدد از ماهیان هر تکرار را به‌طور تصادفی صید و جهت بیهوش کردن از عصاره گل میخک (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) استفاده شد (۲۲). خونگیری با استفاده از سرنگ ۳ میلی‌لیتری از قسمت ساقه دمی انجام شد. نمونه‌های خون در میکروتیوب‌های هپارینه و شماره‌گذاری شده قرار داده شدند و پارمترهای خون شامل هماتوکریت، هموگلوبین، تعداد کل گلبول‌های سفید و تعداد کل گلبول‌های قرمز اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: ابتدا همگن بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد و پس از اطمینان از همگن بودن، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) و جهت مقایسه میانگین‌ها از

آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده شد. آزمون‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS، Version 16 انجام شد.

نتایج

شاخص‌های رشد: عملکرد شاخص‌های رشد پس از دو ماه تغذیه با استرپتومایسس آمبوفاساینس در جدول ۳ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که فاکتورهای افزایش وزن و ضریب رشد ویژه در تیمارهای تغذیه شده با استرپتومایسس آمبوفاساینس در مقایسه با

تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشته‌است و بهترین عملکرد در تیمار S3 مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها را نشان می‌دهد ($P < 0.05$). ضریب تبدیل غذایی در تیمارهایی که از پروبیوتیک استفاده شده روند کاهشی داشته و کم‌ترین میزان آن در تیمار S3 مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. در طول دوره پرورش در همه تیمارها تلفاتی مشاهده نشد و میزان بازماندگی در کلیه تیمارها ۱۰۰ درصد می‌باشد.

جدول ۲- تأثیر پروبیوتیک استرپتومایسس آمبوفاساینس بر شاخص‌های رشد و تغذیه بچه‌ماهی‌ها.

Table 2. Effect of probiotic *Streptomyces ambofaciens* on growth and nutritional indices of grass carp juvenile.

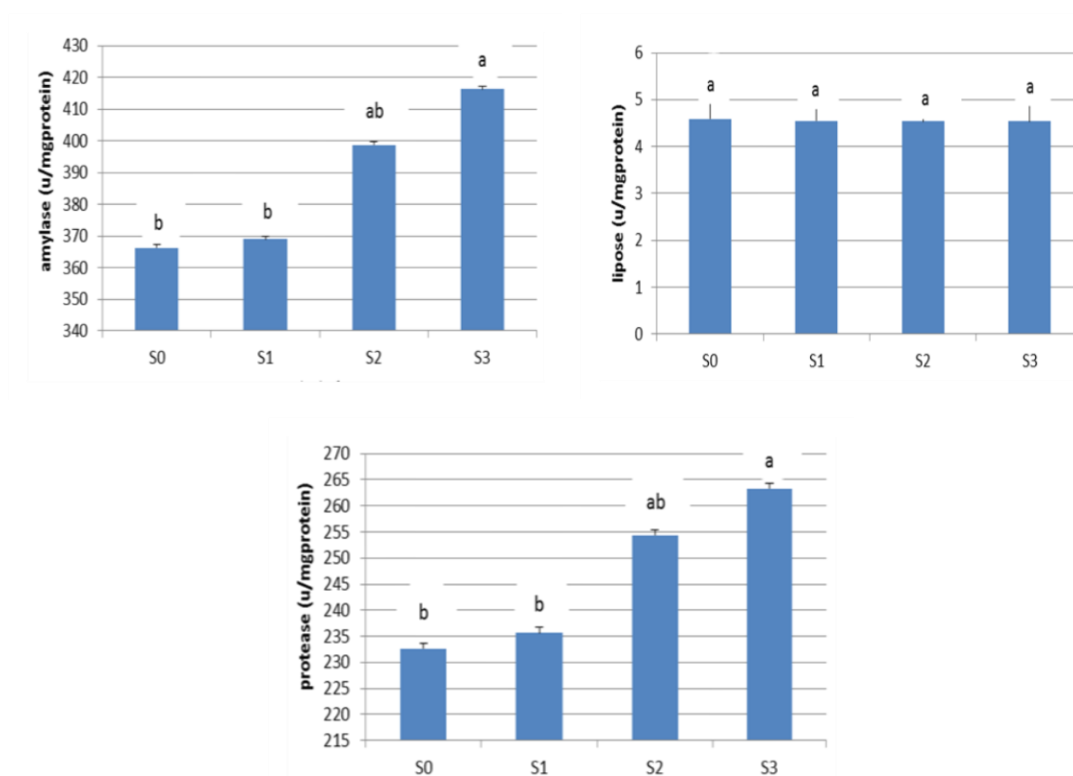
S3	S2	S1	S0	شاخص/ تیمار Treatments/Indicators
1.42±23.79	1.09±23.02	1.02±23.50	0.49±23.17	وزن اولیه Initial weight (g)
36.66±1.98 ^a	33.46±2.88 ^{ab}	31.97±1.40 ^{ab}	31.65±0.59 ^b	وزن نهایی Final weight (g)
12.86±0.56 ^a	10.44±2.51 ^{ab}	8.47±0.98 ^b	8.48±0.62 ^b	افزایش وزن Weight gain (g)
0.71±0.01 ^a	0.61±0.11 ^{ab}	0.51±0.05 ^b	0.51±0.03 ^b	ضریب رشد ویژه SGR
3.26±0.14 ^b	4.16±0.88 ^{ab}	5±0.54 ^a	4.94±0.37 ^a	ضریب تبدیل غذا FCR
100	100	100	100	بازماندگی Survival (%)

وجود حروف لاتین غیرهمسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$)

Non-matching letters in each row indicate a significant difference ($P < 0.05$)

شاخص فعالیت آنزیم‌های گوارشی: نتایج مربوط به میزان فعالیت آنزیم‌های لیپاز، آمیلاز و پروتئاز روده ماهی‌ها در تغذیه شده با سطوح مختلف پروبیوتیک استرپتومایسس آمبوفاساینس در پایان دوره آزمایش در شکل ۱ آورده شده است. اضافه نمودن استرپتومایسس آمبوفاساینس به جیره غذایی منجر به افزایش معنی‌دار میزان فعالیت آنزیم پروتئاز و آمیلاز

در مقایسه با تیمار شاهد شد ($P < 0.05$). بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم‌های آمیلاز و پروتئاز در تیمار S3 مشاهده شد که با جیره غذایی حاوی 10^7 CFU/g تغذیه شدند. همچنین نتایج نشان داد اضافه شدن استرپتومایسس آمبوفاساینس تأثیر معنی‌داری بر میزان فعالیت آنزیم لیپاز در روده ماهی‌ها ندارد.



شکل ۱- اثر پروبیوتیک استرپتومایسس آمبوفاساینس بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی بچه‌ماهی‌های آمور در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش.

Figure 1. Effect of probiotic *Streptomyces ambifaciens* on digestive enzyme activity of juvenile grass carp in different treatments at the end of the experimental period.

وجود حروف لاتین غیرهمسان در نمودارها نشانه اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$)

The presence of non-identical Latin letters in the graphs indicates a significant difference ($P < 0.05$)

اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). اما تعداد گلبول‌های قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت بین تیمار شاهد و تیمارهای حاوی پروبیوتیک استرپتومایسس آمبوفاساینس اختلاف معنی‌داری نداشت.

شاخص‌های خونی: جدول ۴ پارامترهای خون در بچه‌ماهیان آمور تغذیه شده با جیره‌های مختلف در پایان دوره آزمایش را نشان می‌دهد. تعداد گلبول‌های سفید بین تیمار شاهد با تیمار حاوی پروبیوتیک

جدول ۳- مقایسه شاخص‌های خونی تیمارهای مختلف طی دوره پرورش بچه‌ماهی‌های آمور.

Table 3. Comparison of blood indices of different treatments during the rearing period of juvenile grass carp.

S3	S2	S1	S0	شاخص / تیمار Treatments/Indicators
2.60±0.26 ^a	2.50±0.10 ^a	2.43±0.25 ^a	2.46±0.15 ^a	گلبول‌های قرمز RBC (×10 ⁶)
4.78±0.39 ^a	4.41±0.63 ^{ab}	3.88±0.25 ^{ab}	3.57±0.32 ^b	گلبول‌های سفید WBC (×10 ³)
26±1 ^a	26.33±1.52 ^a	26±1 ^a	26.50±0.50 ^a	هماتوکریت HCT (%)
5.60±0.20 ^a	5.70±0.45 ^a	5.60±0.85 ^a	5.90±0.45 ^a	هموگلوبین HB (g/dl)

وجود حروف لاتین غیرهمسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$)Non-matching letters in each row indicate a significant difference ($P < 0.05$)

بحث

از آنجایی که محدودیت‌هایی برای استفاده مکرر از آنتی‌بیوتیک‌ها در آبی‌پروری اعمال می‌شود، تقاضا برای جایگزین‌های اقتصادی، مفید برای محیط زیست و پایدار برای تولید متراکم گونه‌های آبی‌پروری در حال گسترش است. استفاده از میکروارگانیسم‌های مفید به عنوان پروبیوتیک در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته و به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شود (۲۳). گرچه اکثر مطالعات کاربرد پروبیوتیک سویه‌های استرپتومایسس در آبی‌پروری در میگو انجام شده است (۲۴ و ۲۵). مطالعات محدودی نیز در ماهی‌ها در دسترس است. در این تحقیق نتایج نشان داد که استرپتومایسس آمبوفاسینس باعث بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه در بچه‌ماهی‌های آمور می‌شود و اختلاف معنی‌داری در میزان عملکرد رشد از نظر وزن نهایی و نرخ رشد ویژه بین گروه شاهد با تیمارهای S2 و S3 مشاهده شد به‌طوری‌که عملکرد گروه‌های استرپتومایسس بهتر از شاهد بود هم‌چنین کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای S2 و S3 در مقایسه با گروه شاهد مشاهده شد که این نتایج با یافته‌های مانزو و همکاران (۱۹۹۷) (۲۶)، سیلواکومار و همکاران

(۲۰۱۳) (۲۷)، داس و همکاران (۲۰۲۱) (۲۸) و ارغیده و همکاران (۲۰۲۲) (۲۹) مطابقت دارد. آن‌ها در مطالعات خود بیان نمودند که اختلاف معنی‌داری در میزان رشد، وزن نهایی، ضریب رشد ویژه، کارایی پروتئین، میزان غذای مصرفی و هضم‌پذیری در جیره حاوی استرپتومایسس در مقایسه با گروه شاهد و سایر پروبیوتیک‌ها مشاهده شد. هم‌چنین ژارماراج و دوانداران (۲۰۱۰) (۳۰) طی مطالعه‌ای روی ماهی زیتنی دم شمشیری (*xiphophorus helleri*) افزایش پارامترهای رشد و راندمان تبدیل غذایی در تیمارهایی حاوی پروبیوتیک استرپتومایسس را گزارش نموده و بیان کردند که ضریب تبدیل غذایی در ماهیان تغذیه شده با پروبیوتیک در مقایسه با گروه شاهد پایین‌تر بوده است. هم‌چنین در ادامه تحقیق فوق بیان نمودند که استرپتومایسس علاوه بر این‌که تولیدکننده آنتی‌بیوتیک‌های مؤثری در برابر پاتوژن‌های مضر است، می‌تواند به‌طور مؤثری رشد ماهی را نیز تقویت کند.

بررسی آنزیم‌های گوارشی یک گام ضروری جهت پی بردن به مکانیسم گوارش ماهی است. آنزیم‌ها نقش مهمی در گوارش مواد غذایی دارند. از

طرف دیگر، تغییرات غذا و مکمل‌های غذایی می‌تواند بر تولید آنزیم‌های گوارشی درونزاد و برونزاد مؤثر باشد (۳۱). بازدهی تغذیه به ظرفیت‌های گوارشی و جذبی ماهی بستگی دارد که ارتباط نزدیکی با فعالیت آنزیم‌های گوارشی دارد. نتایج این پژوهش نشان داد در تیمارهای S2 و S3 که جیره حاوی استرپتومایسس آمبوفاساینس دریافت کردند میزان آنزیم‌های پروتئاز و آمیلاز در مقایسه با گروه شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافته است. در این راستا گزارش شده است اضافه کردن باکتری‌های فتوستزکننده و *Bacillus sp.* در جیره غذایی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) باعث بهبود فعالیت آنزیم‌های گوارشی شد (۱۹). در مقابل، در مطالعه وو و همکاران (۲۰۱۲) مصرف پروبیوتیک *B. subtilis* اختلاف معنی‌داری را در فعالیت آنزیم‌های گوارشی ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*) به وجود نیاورد (۳۲) که در تضاد با نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر است. مشاهده نتایجی مغایر در رابطه با استفاده از پروبیوتیک‌ها در آبزیان مختلف به عواملی مانند نوع پروبیوتیک، میزان آن، مدت استفاده از آن، سن و اندازه میزبان که در تعیین اثر بخشی پروبیوتیک‌های مورد استفاده در ماهی تأثیر گذارند مرتبط است (۳۳). پروبیوتیک‌های استرپتومایسس می‌توانند عملکرد رشد را با تامین منابع پروتئین خوب افزایش دهد. آنزیم‌های هیدرولیتیک مختلف مانند آمیلاز، پروتئاز و لیپاز که توسط استرپتومایسس تولید می‌شود مواد آلی نامحلول را شکسته تا جذب مواد مغذی فراهم شود (۳۴). به نظر می‌رسد یکی از دلایل بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه در مطالعه حاضر افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی پروتئاز و آمیلاز در تیمارهایی که پروبیوتیک دریافت کردند در مقایسه با گروه شاهد می‌باشد. پروبیوتیک‌ها به دو روش باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی میزبان خود می‌شوند. یکی

از این مکانیسم‌ها تحریک ترشح آنزیم‌های گوارشی میزبان است و مکانیسم دیگر از طریق افزایش سطح آنزیم‌های گوارشی خارجی که توسط فلور میکروبی دستگاه گوارش ترشح می‌شوند که احتمالاً به دنبال افزایش سطح فعالیت آنزیم‌های گوارشی، بهبود هضم و جذب مواد غذایی و در نتیجه کاهش چشمگیر ضریب تبدیل غذایی و بهبود رشد حاصل می‌شود (۳۵).

پارامترهای خون در ماهیان تحت تأثیر عوامل مختلفی از قبیل گونه، اندازه، سن، شرایط محیطی، رژیم غذایی، کیفیت غذا و منابع پروتئینی، ویتامین‌ها و محرک‌های رشد قرار دارد (۳۶). نتایج در این تحقیق نشان داد که افزودن پروبیوتیک استرپتومایسس آمبوفاساینس به جیره غذایی بچه ماهی آمور به طور معنی‌داری باعث افزایش گلبول‌های سفید خون می‌شود اما تأثیری بر تعداد گلبول‌های قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت خون ندارد. مطالعات مختلف نشان داده است که برخی پروبیوتیک‌ها باعث افزایش گلبول‌های سفید خون می‌شوند. به عنوان مثال در پژوهشی که ارغیده و همکاران در سال ۲۰۲۲ بر روی بچه‌ماهی کپور انجام دادند گزارش کردند که تعداد گلبولهای سفید به طور معنی‌داری در تیمارهایی که پروبیوتیک استرپتومایسس کارتریوسیس دریافت کردند در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافته است (۲۹). در مطالعه دیگری که بر روی تاس‌ماهی سبیری (*Acipenser baerii*) انجام شده نتایج نشان داده است که استفاده از *Lactobacillus casei* در جیره غذایی باعث افزایش تعداد گلبول‌های سفید در تیمارهای آزمایش در مقایسه با گروه شاهد می‌شود (۳۷). هم‌چنین مریفیلد و همکاران در سال ۲۰۱۱ در پژوهشی با به‌کارگیری *Pediococcus acidilactici* در جیره غذایی بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به مدت ۱۰ هفته نشان دادند تعداد گلبول‌های سفید به طور

معنی‌داری در تیمارهای پروبیوتیک نسبت به گروه شاهد افزایش یافت (۳۸) که این نتایج با نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر مطابقت دارد. این پژوهش‌گران در مطالعات خود نشان دادند که افزودن پروبیوتیک به جیره غذایی باعث افزایش گلبول‌های سفید خون می‌شود که می‌تواند به عنوان یک واکنش سیستم ایمنی غیراختصاصی مطرح باشد و انتظار می‌رود این ماهیان دارای مقاومت بیشتری در برابر عوامل استرس‌زا و بیماری‌ها باشند و سبب کاهش تلفات گردد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد تیمارهایی که استرپتومایسس آمبوفاسینس دریافت کردند در

مقایسه با گروه شاهد به طور معنی‌داری افزایش رشد بیشتری داشتند. فعالیت آنزیم‌های گوارشی پروتئاز و آمیلاز روده در تیمارهای مورد نظر در مقایسه با گروه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود. همچنین تعداد گلبول‌های سفید در تیمارهای دریافت‌کننده پروبیوتیک در مقایسه با گروه شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از پروبیوتیک استرپتومایسس آمبوفاسینس در سطح 10^7 CFU/g اثر مثبت بر شاخص‌های رشد، کارایی تغذیه‌ای، فعالیت آنزیم‌های گوارشی و بهبود ایمنی غیراختصاصی بچه‌ماهیان آمو دارد.

منابع

1. Sinha, V. R. P. (1991). Aquaculture in Asian region. In: Aquaculture Productivity, V.R.P. Sinha and H.C. Srivastava, (Eds) 3rd Ed. Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, India.
2. El-Saadony, M. T., Alagawany, M., Patra, A. K., Kar, I., Tiwari, R., Dawood, M. A. O., Dhama, K., & Abdel-Latif, H. M. R. (2021). The functionality of probiotics in aquaculture: an overview. *Fish Shellfish Immun.* 117, 36-52.
3. Mondal, S., Mondal, D., Mondal, T., & Malik, J. (2022). Application of probiotic bacteria for the management of fish health in aquaculture. In: Dar, G.H., Bhat, R.A., Qadri, H., Al-Ghamdy, K.M., Hakeem, K.R. (Eds.), *Bacterial Fish Diseases*. Academic Press, pp. 351-378.
4. Ringø, E. (2020). Probiotics in shellfish aquaculture. *Aquac. Fish.* 5, 1-27.
5. Perez-Sanchez, T., Ruiz-Zarzuela, I., De Blas, I. & Balcazar, J. L. (2014). Probiotics in aquaculture: A current assessment. *Reviews in Aquaculture*, 6, 133-146.
6. El-Saadony, M. T., Saad, A. M., Soliman, S. M., Salem, H. M., Ahmed, A. I., Mahmood, M., El-Tahan, A. M., Ebrahim, A. A., El-Mageed, A., & Taia, A. (2022). Plant growth-promoting microorganisms as biocontrol agents of plant diseases: Mechanisms, challenges and future perspectives. *Front. Plant Sci.* 13, 923880.
7. Marshall, B. M., & Levy, S. B. (2011). Food animals and antimicrobials: impacts on human health. *Clin. Microbiol. Rev.* 24, 718-733.
8. Mohammadian, T., Nasirpour, M., Tabandeh, M R., & Mesbah, M. (2019). Synbiotic effects of β -glucan, mannan oligosaccharide and *Lactobacillus casei* on growth performance, intestine enzymes activities, immune-hematological parameters and immune-related gene expression in common carp, *Cyprinus carpio*: An experimental infection with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, 634197.
9. Wang, Y. B., & Xu, Z. R. (2006). Effect of probiotics for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth

- performance and digestive enzyme activities. *Anim. Feed Sci. Tech.* 127, 283-292.
10. Gatesoupe, F. J. (1999). The use of probiotics in Aquaculture. *Aquaculture*, 180, 147-165.
11. Kumar, P. S., Al-Dhabi, N. A., Duraipandian, V., Balachandran, C., Kumar, P., & Lgnacimuthu, S. (2014). In vitro antimicrobial, antioxidant and cytotoxic properties of *Streptomyces lavendulae* strain SCA5. *BMC Microbiol*; 14(1), 291.
12. Urem, M., 'Swia tek-Polaty'nska, M. A., Rigali, S., & van Wezel, G. P. (2016). Intertwining nutrient-sensory networks and the control of antibiotic production in *Streptomyces*," *Molecular Microbiology*, 102(2), 183-195.
13. Matsumoto, A., & Takahashi, Y. (2017). Endophytic actinomycetes: promising source of novel bioactive compounds, *Journal of Antibiotics*, 70, 514-519.
14. FAO (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: *Towards Blue Transformation*. FAO, Rome.
15. Zolfinejad, K., Khara, H., & Filizadeh, Y. (2017). Food preference and growth of grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Cuvier and Valenciennes, 1844) fed some aquatic and terrestrial plants. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 16(4), 1278-1286.
16. Gan, L., Liu, Y. J., Tian, L. X., Yang, H. J., Yue, Y. R., Chen, Y. J., Liang, J. J., & Liang, G. Y. (2012). Effect of dietary protein reduction with lysine and methionine supplementation on growth performance, body composition and total ammonia nitrogen excretion of juvenile grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. *Aquaculture Nutrition*, 18(6), 589-598.
17. Ghorbani Nasrabadi, R., Greiner, R. Mayer-miebach, E., & Menezes-Blackburn, D. (2023). Phosphate Solubilizing and Phytate Degrading *Streptomyces* Isolates Stimulate the Growth and P Accumulation of Maize (*Zea mays*) Fertilized with Different Phosphorus Sources. *Geomicrobiology Journal* NO. 4, 325-336.
18. Doan, H., Soltani V., & Ringø, E. (2021). In vitro antagonistic effect and in vivo protective efficacy of gram-positive probiotics versus gram-negative bacterial pathogens in finfish and shellfish, *Aquaculture*, 736581.
19. Yanbo, W., & Zirong, X. (2006). Effect of probiotics for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzyme activities. *Animal Feed Science and Technology*, 127, 283-292.
20. Worthington, C. C. (1993). *Worthington Enzyme Manual*. Enzymes and related Biochemicals Worthington Chemical. New Jersey. USA. 730 p.
21. Iijima, N., Tanaka, S., & Ota, Y. (1998). Purification and characterization of bile salt activated lipase from the hepatopancreas of red sea bream (*Pagrus major*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 18, 59-69.
22. Effati, M., & Bahrekazemi, M. (2017). Effects of Four Anesthetics, Clove Extract, Thyme Extract, Lidocaine, and Sodium Bicarbonate on the Blood Parameters and Cortisol Amount in Grass Carp (*Ctenopharyngodon Idella*). *Journal of Marine Biology and Aquaculture*. 4(1), 1-4.
23. Koushik, G., Ramasamy, H., Abhisek, M., & Einar, R. (2023). Fungi and Actinobacteria: Alternative Probiotics for Sustainable Aquaculture. *Fishes*, 8, 1-32.
24. Aftabuddin, S., Kashem, M. A., Kader, M. A., Sikder, M. N. A., & Hakim, M. A. (2013). Use of *Streptomyces fradiae* and *Bacillus megaterium* as probiotics in the experimental culture of tiger shrimp *Penaeus monodon* (Crustacea, Penaeidae). *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 6(3), 253-267.
25. Das, S., Lyla, P. S., & Ajmal Khan, S. (2006). Application of *Streptomyces* as a probiotic in the laboratory culture of *Penaeus monodon* (Fabricius).

26. Manju, K. G., & Dhevendaran, K. (1997). Effect of bacteria and actinomycetes as single cell protein feed on growth of juveniles of *Macrobrachium idella* (Hilgendorf). *Indian journal of experimental biology*, 35(1), 53-55.
27. Selvakumar, D., Jyothi, P., & Dhevendaran, K. (2013). Application of *Streptomyces* as a single cell protein to the juvenile fish *Xiphophorus maculatus*. *World J. Fish. Mar. Sci.* 5, 582-6.
28. Das, S., Mondal, K., & Sengupta, C. (2021). Evaluation of the probiotic potential of *Streptomyces antibioticus* and *Bacillus cereus* on growth performance of freshwater catfish *Heteropneustes fossilis*. *Aquaculture Reports*, 20, 100752.
29. Arghideh, M., Hoseinifar, S. H., Ghorbani, R. N., Mazandarani, M., El-Haroun, E., & Doan, H. V. (2022). Evaluation of Soil-Derived *Streptomyces chartreusis* KU324443 Effects as Probiotic on Growth Performance, Antioxidant Enzyme Activity, Mucosal and Serum Immune Parameters, and Related Gene Expression in Common Carp (*Cyprinus carpio*) Fingerlings. *Aquaculture Nutrition*, 1-9.
30. Dharmaraj, S., & Dhevendaran, K. (2010). Evaluation of *Streptomyces* as a probiotic feed for the growth of ornamental fish *Xiphophorus helleri*. *Food technology and Biotechnology*, 48(4), 497-504.
31. Ahmadifar, E., Sadegh, T. H., Dawood, M. A. O., Dadar, M., & Sheikhzadeh, N. (2020). The effects of dietary *Pediococcus pentosaceus* on growth performance, hematoimmunological parameters and digestive enzyme activities of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 516, 1-39 (734656).
32. Wu, Z. X., Feng, X., Xie, L. L., Peng, X. Y., Yuan, J., & Chen, X. X. (2012). Effect of probiotic *Bacillus subtilis* Ch9 for grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844), on growth performance, digestive enzyme activities and intestinal microflora. *Journal of Applied Ichthyology*, 28, 721-727.
33. Austin, B., & Austin, D. A. (2007). Bacterial fish pathogens: diseases of farmed and wild fish (4th edn). *Springer Praxis*, Chichester, UK.
34. Chater, K. F., Biro, S., Lee, K. J., Palmer, T., & Schrempf, H. (2010). The complex extra cellular biology of *Streptomyces*. *FEMS Microbiol. Rev.* 34, 171-198.
35. Ziaei-Nejad, S., Rezaei, M. H., Takami, G. A., Lovett, D. L., Mirvaghefi, A. R., & Shakouri, M. (2006). The effect of *Bacillus* spp. bacteria used as probiotics on digestive enzyme activity, survival and growth in the Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus*. *Aquaculture*, 252, 516-524.
36. Merrifield, D. L., Dimitroglou, A., Foey, A., & Ringo, E. (2010). The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. *Aquaculture*, 20, 1-18.
37. Mocanu, E., Savin, V., Popa, M., & Dima, F. (2022). The Effect of Probiotics on Growth Performance, Haematological and Biochemical Profiles in Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869). *Journal fishes*, 7, 1-12.
38. Merrifield, D., Bradley, G., Harper, G., Baker, R., Munn, C., & Davies, S. (2011). Assessment of the effects of vegetative and lyophilized *Pediococcus acidilactici* on growth, feed utilization, intestinal colonization and health parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Aquaculture Nutrition*. 17(1), 73-79.

