Archive of SID

تغـذیه آبزیـان
سال پنجم، شماره دوم،
پاییز و زمستان ۱۳۹۸

تأثیر باکتری‌های جدا شده از روده فیل‌ماهیان انگشت قد (*Huso huso*) بر برخی شاخص‌های رشد، آنزیم‌های آمیلاز و لیپاز در عصاره بدن و ترکیب لاشه لاروهای کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

محسن پورعباسعلی[1*]، حجت‌اله جعفریان[1]، میترا اسماعیلی[2]، شایان قبادی[3]
۱- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، گلستان
۲- گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، گلستان
۳- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل، بابل، مازندران

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۲۴

چکیده
هدف از این مطالعه بررسی تأثیر پروبیوتیک‌های جدا شده از روده فیل‌ماهیان انگشت قد (*Huso huso*) بر شاخص‌های رشد، فعالیت آنزیم‌های گوار شی و ترکیب شیمیایی لا شه لاروهای کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) بود. ۳۶۰ قطعه لارو کپور معمولی با میانگین وزن تقریبی ۲۰۰ میلی‌گرم پس از گذراندن یک دوره یک هفته‌ای برای سازگاری با شرایط جدید، به مدت ۴۵ روز با جیره‌های مکمل شده با مخلوط پروبیوتیک‌های *Bacillus subtilis*، *B. licheniformis* و *Saccharomyces cerevisiae* به ترتیب در غلظت‌های $۱/۵ \times ۱۰^{۶}$ ($T_۱$)، ۳×۱۰^{۶} ($T_۲$)، $۴/۵ \times ۱۰^{۶}$ ($T_۳$) CFU/100 g غذادهی شدند. در گروه شاهد لاروهای ماهی از جیره بدون مکمل تغذیه شدند و آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی انجام شد. در انتهای دوره آزمایش بالاترین میزان وزن نهایی (۰/۱۲ ± ۳۵۰ میلی‌گرم) و نرخ رشد ویژه (۰/۶۶ ± ۰/۹۴٪ وزن بدن در روز) در تیمار $T_۳$ مشاهده شد. بیشترین میزان کارایی غذا (۱۹/۰۲ ± ۴۶/۵۲٪)، نسبت کارایی پروتئین (۰/۴۱ ± ۰/۳۷)، نسبت کارایی چربی (۱/۳۴ ± ۱/۲۲)، پروتئین ابقا شده (۰/۰۰۱۸ میلی‌گرم در روز) و میزان بهره‌برداری از پروتئین خالص (۰/۰۰۵۸٪) در تیمار T۳ و کمترین ضریب تبدیل غذایی (۰/۶۱ ± ۲/۳۴) نیز در همین تیمار آزمایشی به دست آمد ($p<۰/۰۵$). تمامی شاخص‌های ذکر شده با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری دا شتند ($p<۰/۰۵$). بالاترین سطح پروتئین خام (۰/۶۸ ± ۷۲/۳۳٪) و چربی خام (۰/۳۲ ± ۱۳/۴۳٪) لا شه در تیمار $T_۳$ سنجش شد. سطوح ماده خ شک، انرژی خام و خاکستر لا شه اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد نشان ندادند ($p>۰/۰۵$). مقادیر آنزیم‌های آمیلاز و لیپاز عصاره بدن در تیمارهای آزمای شی در مقای سه با گروه شاهد افزایش دا شتند. مقدار آنزیم آمیلاز در تیمارهای آزمای شی در مقای سه با شاهد اختلاف معنی‌داری را ن شان داد ($p<۰/۰۵$). این آزمایش م شخص کرد که مخلوط با سیلوس و مخمر در غلظت‌های مختلف تأثیرات متفاوتی بر ترکیب لا شه و فرا سنجه‌های تغذیه‌ای این ماهی دارد و بهترین نتایج در تیمار $T_۳$ ($۴/۵ \times ۱۰^{۶}$ CFU/100g) به دست آمد.

کلمات کلیدی: کپور معمولی، پروبیوتیک، باسیلوس، مخمر، فاکتورهای رشد، آنزیم آمیلاز

www.SID.ir

Archive of SID

* نویسنده مسئول: mpourabasali@gmail.com

مقدمه

آبزی‌پروری یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های تولید غذا برای جوامع بشری در طول یک دهه گذشته است (FAO, 2012). کپور ماهیان یکی از مهمترین خانواده های پرورشی در سطح جهان هستند. ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) یکی از محبوب‌ترین گونه‌ها به‌ویژه در آسیا شناخته می شود، بطوری که میزان تولید جهانی این گونه بیش از ۴/۵ میلیون تن در سال ۲۰۱۶ گزارش شده است (FAO, 2018).

افزایش تراکم در مزارع منجر به شیوع بیماری ها و در نتیجه بروز تلفات عظیم اقتصادی می شود (Verma and Gupta, 2015). افزایش تراکم و تجاری سازی تولیدات در صنعت آبزی‌پروری چالش‌های زیادی از جمله بروز عوامل بیماری‌زا به‌خصوص عفونت‌های باکتریایی را به همراه داشته که به عنوان یکی از محدودیت‌های اساسی در گسترش این صنعت شناخته می شود. علاوه بر عفونت‌های باکتریایی، کیفیت غذا نیز باعث بروز مرگ و میر در مزارع می شود (Munirasu et al. 2017). بنابراین، نیاز به بررسی کیفیت خوراک و روش های غذادهی به‌منظور بهبود عملکرد رشد و کارایی تغذیه حیوانات پرورشی احساس می‌شود. گزارش‌های قبلی حاکی از آن است که مکمل‌های پروبیوتیک با تقویت دستگاه ایمنی می‌توانند شیوع بیماری را کاهش دهند و با بهبود شاخص‌های رشد و کارایی تغذیه باعث کاهش هزینه‌های پرورش ماهی و میگو شوند (Munirasu et al. 2017). مشکلات مذکور و محدودیت‌هایی که در استفاده از آنتی‌بیوتیک ها وجود دارد، باعث شده است که پرورش‌دهندگان تمایل بیشتری به استفاده از محرک‌های طبیعی ایمنی مانند پروبیوتیک ها و پری‌بیوتیک ها به عنوان راهکاری جایگزین برای مدیریت، کنترل و پیشگیری بیماری‌ها داشته باشند (Hassaan et al. 2014).

به دلیل استفاده نادرست از آنتی‌بیوتیک‌ها برای ارتقای میزان رشد حیوانات بروز مقاومت آنتی‌بیوتیکی به یکی از ویژگی‌های مشترک ریزموجودات تبدیل شده که با بروز مشکلات جدی در درمان عفونت‌های میکروبی همراه بوده است (Kumaree et al. 2015). از پروبیوتیک‌ها که به عنوان ریزموجودات مفید با اثرات سودمند روی موجود میزبان یاد می شود، در صنعت آبزی‌پروری برای کنترل بیماری‌ها، به عنوان مکمل رشد و در برخی موارد به عنوان جایگزینی برای ترکیبات ضد میکروبی استفاده می‌کنند (Fuller and Perdigon, 2003). Vergio احتمالاً نخستین فردی بود که واژه پروبیوتیک را معرفی کرد. این شخص در مقاله خود با عنوان "Anti-undprobiotika" تأثیرات مضر و نامطلوب استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها و دیگر ترکیبات ضد میکروبی را بر جمعیت میکروبی دستگاه گوارش با فرا سنجه‌هایی که باعث تعدیل فلور میکروبی دستگاه گوارش می شد (Probiotika) مقایسه کرد (Vergio, 1954). Lilly و Stillwell (۱۹۶۵) پروبیوتیک‌ها را ریزموجوداتی تعریف کردند که رشد دیگر ریزموجودات را ارتقا می‌دهند. پروبیوتیک‌ها از طریق بهبود ارزش غذا، فعالیت آنزیمی در هضم، مهار ریزموجودات بیماری‌زا، فعالیت‌های ضدعفونی کننده و ضد سرطان، تقویت کننده رشد و افزایش پاسخ ایمنی میزبان را بهره‌مند می‌سازند (Harikrishnan et al. 2010).

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر پروبیوتیک‌های جدا شده از روده بچه فیل‌ماهیان انگشت قد (*Huso huso*) شامل *Bacillus subtilis*، *Bacillus licheniformis* و *Saccharomyces cerevisiae* در غلظت‌های مختلف در جیره بر شاخص‌های رشد، کارایی غذا و ترکیبات لاشه لاروهای کپور معمولی بود.

مواد و روش‌ها

انجام آزمایش

مطالعه حاضر به مدت ۴۵ روز در آزمایشگاه هیدروبیولوژی دانشگاه گنبدکاووس انجام شد. تعداد ۳۶۰ قطعه لارو ماهی کپور معمولی با میانگین وزن تقریبی ۲۰۰ میلی‌گرم از کارگاه پرورش ماهیان گرمابی شهید چمران (استان گلستان) تهیه شد. لاروها در کیسه‌های نایلونی دو لایه که یک‌سوم آن با آب و دوسوم آن با هوا پر شده بود، به محل انجام آزمایش منتقل شدند. آنها پس از گذراندن یک دوره یک هفته‌ای برای سازگاری با شرایط جدید و جیره پایه، به شکل تصادفی در ۳ تیمار آزمایشی به همراه یک گروه شاهد هر کدام با سه تکرار تقسیم شدند. برای انجام آزمایش از ۱۲ مخزن پلاستیکی با حجم آبگیری ۶ لیتر استفاده شد. تراکم لاروها در هر مخزن (تکرار) ۳۰ عدد بود. نیاز اکسیژنی لاروها با استفاده از یک سنگ هوای

www.SID.ir

Archive of SID

متصل به منبع هواده تأمین شد. آب مورد استفاده برای پرورش لاروها در طول دوره آزمایش از نظر دما، اکسیژن محلول، pH، نیتریت و سختی پایش شد. مقادیر فراسنجه‌های مذکور در قالب میانگین در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ میانگین فراسنجه‌هایکیفی آب در طی دوره آزمایش.

فراسنجه‌های کیفی آب					
مقدار جامدات محلول (mg/L)	شوری (mg/L)	هدایت الکتریکی آب (µm/S)	دما (°C)	اکسیژن محلول (mg/L)	pH
۵۶۸/۵۶ ± ۵۰/۲۵	۵۲۵ ± ۳۲/۴۱	۸۲۹/۳۸ ± ۸۲/۶۶	۲۴/۵ ± ۱/۳۵	۷/۵ ± ۰/۶۵	۷/۶ ± ۰/۱۸

سوسپانسیون باسیلوس‌ها و مخمر پروبیوتیک

باسیلوس‌ها و مخمر مورد استفاده در این آزمایش، از آزمایشگاه میکروب شناسی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران تهیه شد. این باسیلوس‌ها و مخمر توسط دهقان (۱۳۹۰) از روده فیل ماهی انگشت قد جداسازی و بر اساس توالی یابی ژنی شناسایی شد و توسط Dehghan و همکاران (۲۰۱۱)، عبداللهی آرپناهی و همکاران (۱۳۹۸)، آباد (۱۳۹۲)، Abdollahi-Arpanahi و همکاران (۲۰۱۸) و حسن پور فتاحی (۱۳۹۲) نشان داده شد که دارای خاصیت پروبیوتیک هستند. در این بررسی از شکل لیوفیلیزه این ریزموجودات استفاده شد. برای این منظور، ابتدا محصول لیوفیلیزه باسیلوس‌ها پس از مخلوط سازی با سرم فیزیولوژی نمکی (۰/۸۷٪ v/w NaCl) استریل، بر روی پلیت‌های کشت حاوی محیط کشت باکتری TSA و برای مخمر، بر روی محیط کشت سابرودکستروز آگار (SDA) کشت داده شدند و پس از انجام دوره گرمخانه گذاری به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۰ °C، پرگنه‌های باسیلوس و مخمر در پلیت‌های کشت آن‌ها ظاهر شد (Rengpipat et al. 1998). سپس، بخشی از پرگنه‌های هر یک از باسیلوس‌ها و مخمر به‌طور جداگانه با استفاده از آنس سترون برداشته شده و درون لوله اپندورف حاوی ۲ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی نمکی NaCl ۰/۹٪ سترون، به صورت سوسپانسیون‌های باکتریایی در آمد. بعد با استفاده از محلول استاندارد نیم‌مک‌فارلند و به روش تعیین غلظت نوری (OD)، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل شیماتزو UV- ۱۶۰)، در جذب نوری طول‌موج ۶۱۰ نانومتر، غلظت هایی در سطوح $۱/۵ \times ۱۰^{۶}$ CFU/mL، ۳×۱۰^{۶} و $۴/۵ \times ۱۰^{۶}$ تهیه شد (Abdollahi-Arpanahi et al. 2018). سوسپانسیون‌های تهیه شده بر اساس تیمارهای آزمایشی با جیره‌ها مکمل سازی شدند.

جیره‌های آزمایشی

از پودر امعاء و احشای ماهی کپور معمولی به عنوان ماده خام اولیه برای تغذیه لاروها استفاده شد. پودر امعاء و احشای ماهی کپور با استفاده از روش Jamali و همکاران (۲۰۱۵) تهیه شد و به عنوان منبع پروتئینی جیره به کار گرفته شد. با استفاده از این پودر و دیگر افزودنی‌های مورد نیاز، چهار جیره با پروتئین خام (۵۱٪/۳۴)، چربی خام (۱۵/۷۴٪) و انرژی خام (۵۵۵۵ کالری بر گرم) یکسان تهیه شد (رحمانی، ۱۳۹۲). سوسپانسیون‌های تهیه شده از باسیلوس‌ها و مخمر پروبیوتیک در سه غلظت $۱/۵ \times ۱۰^{۶}$ (T۱)، ۳×۱۰^{۶} (T۲) و $۴/۵ \times ۱۰^{۶}$ (T۳) واحد پرگنه، به ۱۰۰ گرم از هر یک از سه جیره آماده شده اضافه شد و با استفاده از ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل، به صورت همگن مخلوط شده و مکمل سازی شدند (Ghosh et al. 2004). سپس با استفاده از چرخ‌گوشت به صورت رشته‌هایی به قطر ۲/۵-۲ میلی‌متر در آمدند و به مدت ۷-۱۰ ساعت درون آون با دمای ۵۰ °C خشک شدند و پس از خرد کردن و گذراندن آن‌ها از الک‌های ریز چشمه، مطابق با اندازه دهانی لاروهای ماهی آماده شدند. (Rawling et al. 2009). جیره‌های تهیه شده، در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و شماره‌گذاری شده و تا زمان مصرف در فریزر با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. تغذیه لاروها در طول دوره آزمایش به

www.SID.ir

Archive of SID

میزان ۵٪ وزن بدن روزانه در ۴ نوبت انجام شد (رحمانی، ۱۳۹۲).

زیست‌سنجی و سنجش شاخص‌های رشد

برای بررسی وضعیت رشد در پایان دوره آزمایش تمامی لاروهای موجود در هر مخزن صید شد. لاروها با استفاده از عصاره پودر گل میخک (۱۰۰ mg/L) بی‌هوش شدند. اندازه‌گیری وزن لاروها توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم انجام شد. بر اساس نتایج زیست سنجی‌های انجام شده در ابتدا و انتهای دوره غذادهی نسبت به محاسبه شاخص‌های رشد و تغذیه با استفاده از فرمول‌های مربوطه اقدام شد (Hevroy et al. 2005؛ De Silva and Anderson, 1995). همچنین، در طول دوره آزمایش، میزان بازماندگی لاروهای ماهی نیز محاسبه شد.

[زمان/ (لگاریتم طبیعی میانگین وزن اولیه به گرم- لگاریتم طبیعی میانگین وزن نهایی به گرم)] ×۱۰۰= (درصد در روز) نرخ رشد ویژه
افزایش وزن بدن (گرم)/ مقدار غذای خورده شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی
(مقدار غذای خورده شده به گرم/ افزایش وزن بدن به گرم) ×۱۰۰ = (درصد) کارایی تبدیل غذا
مقدار مصرف پروتئین (گرم)/ افزایش وزن بدن (گرم) = نسبت کارایی پروتئین
مقدار چربی خورده شده (گرم)/ وزن به‌دست‌آمده (گرم) = نسبت کارایی چربی
میزان انرژی دریافتی (کیلوژول) / وزن اضافه‌شده (گرم) = نسبت کارایی انرژی
روزهای آزمایش/(پروتئین اولیه بدن (درصد)× وزن اولیه ماهی) − (پروتئین نهایی بدن (درصد)× وزن نهایی ماهی) = پروتئین ابقا شده
روزهای آزمایش/ (چربی اولیه بدن (درصد)× وزن اولیه ماهی) − (چربی نهایی بدن (درصد)× وزن نهایی ماهی) = چربی ابقا شده
روزهای آزمایش/ (انرژی اولیه بدن (درصد)× وزن اولیه ماهی) − (انرژی چربی نهایی بدن (درصد)× وزن نهایی ماهی) = انرژی ابقا شده
مقدار پروتئین خورده شده (گرم) / مقدار پروتئین ابقا شده ه (گرم) = میزان بهره‌برداری از پروتئین خالص

سنجش‌های بیوشیمیایی لاشه

برای سنجش بیوشیمیایی لاشه، در ابتدا و انتهای دوره آزمایش تعداد ۲۵ قطعه لارو از هر تیمار به طور تصادفی صید و پس از انجام زیست سنجی، به آزمایشگاه فرستاده شدند. در آزمایشگاه، تجزیه لاشه و تعیین ترکیبات شیمیایی آن مطابق با استانداردهای AOAC (۱۹۹۰) با سه تکرار انجام شد. اندازه‌گیری پروتئین خام با دستگاه کلدال (مدل ۱۰۳۰، ساخت کشور سوئیس) به روش میکروکلدال، چربی خام با روش حل کردن چربی در اتر با دستگاه سوکسله (مدل تکاتور، ساخت سوئد)، انرژی خام با دستگاه بمب کالریمتر (مدل میلتون روی، ساخت آمریکا)، ماده خشک به طور وزنی بعد از انجماد خشک نمونه‌ها درون آون با دمای ۱۰۵ °C (مدل بایندر، ساخت آلمان) برای مدت ۲۴ ساعت و خاکستر لاشه از طریق سوزاندن نمونه‌ها درون کوره الکتریکی (مدل هریوس، ساخت آلمان) با دمای ۶۰۰ °C به مدت ۵ ساعت انجام شد (AOAC, 1990).

اندازه‌گیری آنزیم‌های آمیلاز و لیپاز

در انتهای دوره آزمایش برای اندازه‌گیری آنزیم‌های آمیلاز و لیپاز در دستگاه گوارش، تمامی جمعیت باقیمانده از لاروهای هر مخزن صید شد و با استفاده از عصاره پودر گل میخک (۱۰۰ mg/L) بیهوش شدند. نمونه‌ها برای همگن شدن به دستگاه هموژنایزر الکتریکی منتقل شدند. عملیات همگن شدن در حمام یخ انجام شد. بافر مورد نظر شامل ۱۰۰ mM بافر Tris-HCL به همراه ۰/۱ mM ترکیب EDTA و ۰/۱٪ Triton X-100 با pH برابر ۷/۸ بود. نمونه‌های همگن شده به اپندورف‌هایی با حجم ۱/۵ میلی‌لیتر منتقل شدند و درون دستگاه سانتریفیوژ با دور ۵۰۰۰ rpm به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند (Gomez-Gil et al. 1998). میزان آمیلاز در محلول همگن با روش Starch-hydrolysis (Robyt and Whelan, 1968) و میزان لیپاز با روش تبدیل تری آکیل گلیسرول، دی آکیل گلیسرول و منو آکیل گلیسرول به اسیدهای چرب آزاد (Bier, 1955) تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل آماری، ابتدا نرمال بودن داده‌های به دست آمده با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف ارزیابی شد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تغییرات شاخص‌های اندازه‌گیری شده از طریق مسیر تحلیلی آنالیز

www.SID.ir

Archive of SID

واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین بین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن بررسی شد. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵٪ با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ در محیط ویندوز تعیین شد. مقادیر $p<۰/۰۵$ معنی‌دار تلقی شد.

نتایج

نتایج اندازه‌گیری شاخص‌های رشد شامل وزن نهایی، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، نرخ کارایی غذا، نسبت کارایی پروتئین، نسبت کارایی چربی، نسبت کارایی انرژی، پروتئین ابقا شده، چربی ابقا شده، انرژی ابقا شده و میزان بهره‌برداری از پروتئین خالص بین تیمارهای تأثیر گرفته از پروبیوتیک اختلاف معنی‌دار نشان دادند ($p<۰/۰۵$). بالاترین میزان شاخص‌های مذکور در تیمار $T_۳$ اندازه‌گیری شد که در آن لاروها با جیره‌های غذایی مکمل سازی شده توسط $۴/۵ \times ۱۰^۶$ CFU/100g از پروبیوتیک‌های مورد استفاده غذادهی شدند. کمترین ضریب تبدیل غذایی نیز در تیمار مذکور اندازه‌گیری شد (جدول ۲). لازم به ذکر است که بین تیمارهای $T_۳$ و گروه شاهد اختلاف آماری معنی‌داری از لحاظ وزن نهایی وجود نداشت ($p>۰/۰۵$)؛ اما در دیگر تیمارهای آزمایشی وزن نهایی به شکل معنی‌داری کمتر از گروه شاهد بود ($p<۰/۰۵$). بررسی نتایج به صورت درون گروهی نشان داد که با افزایش غلظت پروبیوتیک های مورد استفاده در جیره غذایی شاخص‌های رشد و تغذیه روندی صعودی داشتند. ضریب تبدیل غذایی نیز با افزایش غلظت پروبیوتیک‌ها از روندی نزولی برخوردار بود (جدول ۲).

جدول ۲ شاخص‌های رشد و تغذیه لاروهای کپور معمولی.

	سطوح پروبیوتیک (CFU/100g)			
شاخص‌های رشد	شاهد	T۱	T۲	T۳
وزن اولیه (mg)	۲۰۰± ۱۵	۲۰۰ ± ۱۵	۲۰۰± ۱۵	۲۰۰± ۱۵
وزن نهایی (mg)	$۲۷۰ \pm ۰/۱۰^{c}$	$۲۸۰\pm ۰/۰۷^{b}$	$۳۱۰ \pm ۰/۱۰^{ab}$	$۳۵۰\pm ۰/۱۳^{a}$
SGR (%/day)	$۰/۶۰ \pm ۰/۷۳^{c}$	$۰/۶۹ \pm ۰/۵۷^{bc}$	$۰/۸۶ \pm ۰/۷۱^{ab}$	$۰/۹۴ \pm ۰/۶۶^{a}$
ضریب تبدیل غذایی	$۲/۷۵ \pm ۰/۷۴^{a}$	$۲/۶۰ \pm ۰/۶۳^{ab}$	$۲/۴۵ \pm ۰/۷۱^{bc}$	$۲/۳۴ \pm ۰/۶۱^{c}$
کارایی تبدیل غذا (٪)	$۴۰/۳۳ \pm ۱۵/۷۱^{b}$	$۴۰/۹۰ \pm ۱۰/۸۰^{b}$	$۴۴/۹۰ \pm ۱۵/۳۲^{ab}$	$۴۶/۵۲ \pm ۱۹/۰۲^{a}$
نسبت کارایی پروتئین	$۰/۲۴ \pm ۰/۳۴^{b}$	$۰/۲۵ \pm ۰/۲۳^{b}$	$۰/۳۳ \pm ۰/۳۳^{ab}$	$۰/۳۷ \pm ۰/۴۱^{a}$
نسبت کارایی چربی	$۰/۷۸ \pm ۱/۱۰^{b}$	$۰/۸۲ \pm ۰/۷۶^{b}$	$۱/۱۰ \pm ۱/۰۸^{ab}$	$۱/۲۲ \pm ۱/۳۴^{a}$
نسبت کارایی انرژی	$۰/۰۰۵ \pm ۰/۰۰^{b}$	$۰/۰۰۵ \pm ۰/۰۰^{b}$	$۰/۰۰۷ \pm ۰/۰۰۷^{ab}$	$۰/۰۰۸ \pm ۰/۰۰^{a}$
پروتئین ابقا شده (mg/day)	$۰/۰۰۱۰ \pm ۰/۰۰^{b}$	$۰/۰۰۱۱ \pm ۰/۰۰^{b}$	$۰/۰۰۱۶ \pm ۰/۰۰^{a}$	$۰/۰۰۱۸ \pm ۰/۰۰^{a}$
چربی ابقا شده (mg/day)	$۰/۰۰۰۲ \pm ۰/۰۰^{b}$	$۰/۰۰۰۲ \pm ۰/۰۰^{b}$	$۰/۰۰۰۳ \pm ۰/۰۰^{a}$	$۰/۰۰۰۴ \pm ۰/۰۰^{a}$
انرژی ابقا شده (J/day)	$۰/۰۳۰ \pm ۰/۰۴^{b}$	$۰/۰۳۱ \pm ۰/۰۲^{b}$	$۰/۰۴۳ \pm ۰/۰۴^{a}$	$۰/۰۴۹ \pm ۰/۰۵^{a}$
بهره‌برداری از پروتئین (٪)	$۰/۰۰۳۲ \pm ۰/۰۰۴^{b}$	$۰/۰۰۳۶ \pm ۰/۰۰۳^{b}$	$۰/۰۰۵۱ \pm ۰/۰۰^{a}$	$۰/۰۰۵۸ \pm ۰/۰۰^{a}$
میزان بقا (٪)	۸۷ ± ۴۷^{c}	$۹۳/۲۲ \pm ۵۸/۱۰^{b}$	$۹۵/۳۳ \pm ۴/۷۴^{b}$	$۹۸ \pm ۲/۷۳^{a}$

حروف لاتین غیر مشترک در هر ردیف نشانه معنی‌دار بودن است ($p<۰/۰۵$).

با سنجش ترکیبات شیمیایی لاشه بین میزان انرژی خام، ماده خشک و خاکستر لاشه اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$)، اما میزان پروتئین خام و چربی خام لاشه در هر سه تیمار آزمایشی به شکل معنی‌داری بالاتر از گروه شاهد بود ($p<۰/۰۵$). بالاترین مقدار پروتئین خام، چربی خام و انرژی خام لاشه در تیمار $T_۳$ اندازه‌گیری شد. بالاترین مقدار ماده خشک و خاکستر نیز در تیمار $T_۱$ به دست آمد (جدول ۳). بررسی نتایج به صورت درون گروهی نشان داد که با افزایش غلظت پروبیوتیک در جیره، میزان پروتئین، چربی و انرژی لاشه روندی صعودی و میزان خاکستر روندی نزولی داشت. فعالیت آنزیم آمیلاز بین تیمارهای آزمایشی از اختلاف آماری معنی‌دار برخوردار بود ($p<۰/۰۵$)، اما فعالیت آنزیم لیپاز فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بود ($p>۰/۰۵$). بالاترین

www.SID.ir

Archive of SID

میزان فعالیت آنزیم‌های مذکور در تیمار T_3 اندازه‌گیری شد (جدول ۴).

جدول ۳ ترکیبات شیمیایی لاشه لاروهای ماهی کپور معمولی.

		سطوح پروبیوتیک (CFU/100g)			
ترکیبات لاشه	شروع آزمایش	شاهد	T۱	T۲	T۳
پروتئین خام (٪)	۷۱/۷۴	۶۸/۹۹ ± ۱/۲۹^{b}	۷۰/۱۲ ± ۱/۷۰^{ab}	۷۱/۱۶ ± ۱/۶۰^{ab}	۷۲/۳۳ ± ۰/۶۸^{a}
چربی خام (٪)	۱۲/۱۲	۱۱/۷۹ ± ۰/۶۰^{bc}	۱۱/۳۱ ± ۰/۹۷^{c}	۱۲/۷۶ ± ۰/۵۸^{ab}	۱۳/۴۳ ± ۰/۳۲^{a}
انرژی خام (Cal/g)	۴۵۶۴/۳	۴۶۰۳/۷ ± ۷۱/۴	۴۵۵۴/۲ ± ۱۱/۱	۴۶۲۸/۹ ± ۶۰/۸	۴۶۹۴/۴ ± ۸۴/۹
ماده خشک (٪)	۱۰/۱	۱۲/۱۰ ± ۳/۸۰	۱۶/۹۳ ± ۵/۰۹	۱۴/۷۰ ± ۳/۹۱	۱۴/۵۸ ± ۵/۶۹
خاکستر (٪)	۹/۸۹	۹/۶۷ ± ۰/۸۸	۱۰/۴۲ ± ۰/۹۴	۹/۷۵ ± ۰/۸۹	۹/۳۳ ± ۰/۹۶

حروف لاتین غیر مشترک در هر ردیف نشانه معنی‌دار بودن است ($p<۰/۰۵$).

جدول ۴ فعالیت آنزیم‌های گوارشی عصاره بدن لاروهای کپور معمولی.

		سطوح پروبیوتیک (CFU/100g)		
آنزیم‌های گوارشی	شاهد	T۱	T۲	T۳
آمیلاز (U/mL)	۰/۵۱۶ ± ۰/۰۲۲^{c}	۰/۸۵۷ ± ۰/۰۰۶^{b}	۰/۸۴۵ ± ۰/۰۱۲^{b}	۱/۱۳۲ ± ۰/۰۱۱^{a}
لیپاز (U/mL)	۰/۰۵۰ ± ۰/۰۲۴^{a}	۰/۰۶۷ ± ۲۸/۱۶^{a}	۰/۰۷۵ ± ۰/۰۰۷^{a}	۰/۰۷۷ ± ۰/۰۱۴^{a}

حروف لاتین غیر مشترک در هر ردیف نشانه معنی‌دار بودن است ($p<۰/۰۵$).

بحث

پروبیوتیک‌ها به دلیل تأثیرات مفیدی که دارند، امروزه به عنوان یک ابزار مدیریت میکروبی مهم در تغذیه آبزیان شناخته می‌شوند (Balcazar et al. 2006). در این خصوص استفاده از پروبیوتیک‌های بومی می‌تواند از اهمیت فراوانی برخوردار باشد. هرچند که در مطالعه حاضر تأثیر باسیلوس‌ها و مخمر تجاری و بومی با یکدیگر مقایسه نشده است. با وجود این، در تحقیقات مختلف، برخی از محققان گزارش‌هایی را مبنی بر تأثیرگذاری بهتر ریزموجودات بومی مستخرج از دستگاه گوارش آبزیان در عملکرد تغذیه و رشد گونه‌های پرورشی ارائه داده‌اند (آباد، ۱۳۹۲؛ حسن‌پور فتاحی و همکاران، ۱۳۹۳). با وجود این، مطالعه حاضر نشان داد که به‌کارگیری پروبیوتیک‌های جدا شده از روده فیل‌ماهیان انگشت‌قد در جیره غذایی لاروهای کپور معمولی تأثیرات مثبتی بر رشد و کارایی تغذیه دارد. اگرچه جمعیت باکتریایی روده لارو ماهی کپور در این تحقیق بررسی نشده است، ولی یکی از دلایل مفید بودن پروبیوتیک‌ها در عملکرد رشد و تغذیه، بهبود جمعیت باکتریایی روده است که در تحقیقات مختلف، گزارش‌های علمی متعددی در این خصوص ارائه شده است (Munirasu et al. 2017).

در این تحقیق در تمامی تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد، معیارهای رشد و تغذیه از سطوح بالایی برخوردار بودند و غلظت مکمل‌سازی در سطح $۴/۵ \times ۱۰^{۶}$ CFU/100g در تیمار T_3، نتایج بهتری را نشان داد. یافته‌های علمی نشان می‌دهد در تأثیرگذاری ریزموجودات پروبیوتکی، گونه ریزموجود، غلظت بکارگیری، جانور میزبان و قابلیت استقرار و جایگزینی آن‌ها در دستگاه گوارش میزبان اهمیت زیادی دارد (Gomez-Gil et al. 2000). در مشابهت با نتایج حاضر، بکارگیری *Bacillus circulans* جدا شده از روده ماهی روهو (*Labio rohit*) در غلظت $۱۰^{۵}$ در هر گرم غذا، باعث افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و کاهش ضریب تبدیل غذایی در این گونه شد، در حالی که غلظت‌های بالاتر تأثیرات منفی بر شاخص‌های مذکور داشت (Ghosh et al. 2003) که دلیل آن را استقرار بالاتر از سطح بهینه این باسیلوس در دستگاه گوارش این ماهی عنوان کرده‌اند. اگرچه در تحقیق حاضر از غلظت‌های بالاتر از $۴/۵ \times ۱۰^{۶}$ CFU/100g استفاده نشد، ولی نتایج بهتر، نیازمند به‌کارگیری غلظت‌های بالاتر است. همسو با تحقیق حاضر، عسکریان (۱۳۸۷) با بکارگیری باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک به صورت لیوفیلیزه

www.SID.ir

Archive of SID

که از دستگاه گوارش فیل ماهی و تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) استخراج شده بود، شاهد تأثیرات مثبتی بر رشد و بقای لاروهای هر دو گونه بود. در همین راستا Lashkarbolouki و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که مخمر *Saccharomyces cerevisiae* در تغذیه تاس ماهی ایرانی موجب افزایش شاخص‌های رشد در این ماهی می‌شود. در خصوص بیان مکانیسم‌های عملکردی باسیلوس‌های پروبیوتیک بر عملکرد رشد و تغذیه، یکی از دلایل مهم، ترشح آنزیم‌های گوارشی خارج سلولی از این ریزموجودات مفید است که در تحقیقات علمی مختلف گزارش شده است. در همین راستا، جعفریان و همکاران (۱۳۸۶، ۱۳۸۵) گزارش کردند که باسیلوس‌های پروبیوتیک توانایی بالایی در افزایش آنزیم‌های گوارشی و قابلیت هضم مواد غذایی در لاروهای تاس ماهی ایرانی داشتند و به‌طور معنی‌دار رشد و کارایی تغذیه را در مقایسه با شاهد افزایش دادند.

همسو با نتایج تحقیق حاضر، Abdollahi-Arpanahi و همکاران (۲۰۱۸) نیز گزارش کردند که استفاده از *B. subtilis* و *B. licheniformis* جدا شده از روده فیل‌ماهیان انگشت قد، موجب افزایش نرخ کارایی غذا و نرخ رشد ویژه در میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) می‌شود. در تحقیقی دیگر، آباد (۱۳۹۲) گزارش کرد که مکمل‌سازی *B. subtilis* و *B. licheniformis* مستخرج از دستگاه گوارش فیل‌ماهیان انگشت قد در جیره‌های این ماهی، قابلیت خوبی در ارتقای شاخص‌های رشد و از جمله نرخ رشد ویژه در این ماهی دارد.

در مطالعه حاضر، مخلوط باسیلوس‌ها و مخمر بر ترکیبات لاشه ماهی کپور معمولی در تیمارهای مختلف آزمایشی در مقایسه با شاهد تأثیر متفاوتی داشت و در خصوص پروتئین و چربی خام موجب افزایش آن‌ها در این تیمارها شد، هرچند که اختلاف آماری با شاهد فقط در تیمار T3 مشاهده شد. با وجود این، ارتقای سطح پروتئین و چربی خام لاشه در آبزیان پرورشی با تأثیرپذیری از پروبیوتیک ها، در گزارش‌های علمی مختلف به اثبات رسیده است. مکانیسم‌های متفاوتی توسط پروبیوتیک‌ها در دستگاه گوارش آبزیان تحت تأثیر آن‌ها روی می دهد که از جمله، افزایش فرآیند هضم و جذب این ترکیبات مغذی در دستگاه گوارش آبزی و در نتیجه، ارتقا در ابقای این ترکیبات بیوشیمیایی در بدن است. در همین خصوص، یافته‌های علمی محققان نشان می‌دهد که پروبیوتیک‌ها ترکیبات سخت هضم را در دستگاه گوارش آبزی هدف به خوبی هضم می‌کنند و همچنین، با کاهش فعالیت ترکیبات ضد تغذیه‌ای نظیر تانن و اسید فایتیک موجب افزایش عملکرد مواد مغذی در میزبان می‌شوند (Ghosh et al. 2004). اگرچه قابلیت هضم مواد مغذی در این مطالعه بررسی نشده است، با وجود این، در صورت انجام آن، می‌توانست در توجیه علمی برخی از یافته‌های به دست آمده، مفید واقع شود. در همین راستا، Mulyasari و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که آنزیم‌های تولید شده توسط پروبیوتیک‌ها نقش مهمی در تجزیه مواد غذایی سخت هضم در دستگاه گوارش ماهیان دارند. همچنین، گزارش Maity و همکاران (۲۰۱۱) در استفاده از *B. subtilis* و *B. licheniformis*، نشان دهنده توانایی این پروبیوتیک‌ها در افزایش نرخ رشد، قابلیت هضم مواد مغذی و فعالیت آنزیم‌های هضمی در دستگاه گوارش ماهی سی‌باس آسیایی (*Lates calcarifer*) بوده است. در تأیید نتایج این تحقیق، یافته‌های جعفریان و همکاران (۱۳۸۶) در به کارگیری مخلوط باسیلوس‌های پروبیوتیک تجاری در تغذیه لاروهای تاس ماهی ایرانی نشان داد که سطوح پروتئین و چربی خام به طور معنی‌داری در تیمارهای تحت تأثیر این باسیلوس‌ها افزایش یافته است که این نتایج، همسو با یافته‌های تحقیق حاضر بود.

در مطالعه حاضر، نسبت کارایی پروتئین و چربی و سطوح ابقای آن‌ها در لاشه لاروهای ماهی کپور معمولی با تأثیرپذیری از مخلوط باسیلوس‌های پروبیوتیک و مخمر در تیمارهای آزمایشی ارتقا یافتند و نتایج بهتری در تیمارهای T2 و T3 مشاهده شد. افزایش عملکرد پروتئین و چربی در تیمارهای مذکور و به‌خصوص تیمار T3 احتمالاً ناشی از توانایی باسیلوس‌ها و مخمر جدا شده از دستگاه گوارش فیل‌ماهیان در تولید آنزیم پروتئاز و لیپاز و بهبود قابلیت هضم و جذب ترکیبات پروتئینی و چربی بوده است. گزارش‌های Fuller و Perdigon (۲۰۰۳) و Ghosh (۲۰۰۳) می‌تواند در تأیید این یافته‌ها باشد. قابلیت پروبیوتیک باسیلوس‌ها و مخمر به کار رفته در این تحقیق و نقش آن‌ها در ارتقای عملکرد پروتئین و چربی در لاروها و بچه ماهیان پرورشی، توسط حسن‌پور فتاحی (۱۳۹۲، ۱۳۹۳) با به‌کارگیری مخمر *S. cerevisiae* در تغذیه بچه

www.SID.ir

Archive of SID

ماهیان فیل ماهی پرورشی و همچنین آباد (۱۳۹۲) و Abad و همکاران (۲۰۱۳) با بکارگیری این باسیلوس‌ها در تغذیه و پرورش فیل‌ماهیان جوان به اثبات رسید که همسو با نتایج تحقیق حاضر بود.

در مطالعه حاضر، آنزیم‌های آمیلاز و لیپاز در عصاره بدن لاروهای ماهی کپور معمولی در تیمارهای آزمایشی افزایش پیدا کرد و اختلاف معنی‌داری در مقادیر آن‌ها در مقایسه با شاهد مشاهده شد. اگرچه در این مطالعه آنزیم‌های مذکور در دستگاه گوارش ماهی سنجش نشده است، ولی میزان آن‌ها در عصاره بدن به عنوان شاخصی در تأثیرگذاری پروبیوتیک‌های به کار رفته در تغذیه لاروهای این ماهی به حساب می‌آید. اندازه‌گیری برخی از آنزیم‌ها در عصاره بافت-های بدن در تحقیقات Adeyemi و همکاران (۲۰۱۵) گزارش شده است. در این رابطه، Ueberschär (۱۹۹۳) گزارش کرد که سنجش آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین در عصاره بدن لاروهای ماهی می‌تواند به عنوان روشی در تعیین فعالیت‌های آنزیم‌های گوارشی در آن‌ها محسوب شود. همسو با یافته‌های این تحقیق، رحمانی (۱۳۹۲) نشان داد که به‌کارگیری باسیلوس‌های تجاری در جیره لاروهای کپور معمولی، مقادیر این آنزیم‌ها را در عصاره بدن این ماهی افزایش می دهد. نتایج همسویی توسط Nobahar و همکاران (۲۰۱۵) در افزایش ترکیبات بیوشیمیایی عصاره بدن و از جمله آنزیم‌ها در بدن لارو ماهی کپور معمولی در تأثیرپذیری از باسیلوس‌های تجاری در مقایسه با شاهد در آن‌ها مشاهده شد. نتایج مشابهی هم توسط Tovar و همکاران (۲۰۰۲) در پرورش لاروهای ماهی باس دریایی (*Dicentrarchus labrax*) در بکارگیری از مخمر در جیره این ماهی گزارش شده است. در همین راستا، Bairagi و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که باسیلوس‌های جدا شده از روده ماهیان پرورشی، توانایی بالایی را در افزایش فعالیت‌های آمیلولیتیک و لیپولیتیک در بدن ماهیان دارند.

در مطالعه حاضر، میزان بازماندگی لاروهای ماهی کپور در تیمارهای تحت تأثیر پروبیوتیک‌ها در مقایسه با شاهد افزایش داشته و عموماً گزارش می‌شود که پروبیوتیک‌ها با بهبود جمعیت میکروبی مانع از افزایش جمعیت باکتری‌های بیماری‌زا شده و در نتیجه باعث سلامتی میزبان می‌شوند. همسو با نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر، جعفریان و همکاران (۱۳۹۰) با به کارگیری باسیلوس‌های پروبیوتیک بومی مستخرج از روده ماهیان خاویاری و مقایسه آن‌ها با باسیلوس‌های تجاری، در تغذیه لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نشان دادند که باسیلوس‌های بومی نسبت به تجاری در مقایسه با شاهد موجب بازماندگی بالاتری در لاروهای این ماهی می‌شود. همچنین، Lashkarbolouki و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که استفاده از مخمر *S. cerevisiae* در تغذیه لاروهای تاس ماهی ایرانی باعث افزایش مقاومت این ماهی می شود و نرخ بازماندگی را ارتقا می دهد که هم‌راستا با یافته‌های مطالعه حاضر است. در همین مورد، نتایج مشابهی توسط فرامرزی (۱۳۹۰) در تأثیرپذیری لاروهای تاس ماهی ایرانی از باسیلوس‌های پروبیوتیک گزارش شده است که همسو با نتایج تحقیق حاضر است.

در مجموع، نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از باسیلوس‌های پروبیوتیک و مخمر جدا شده از دستگاه گوارش فیل‌ماهیان انگشت قد و در غلظت $۴/۵ \times ۱۰^{۶}$ CFU/100g، می‌تواند تأثیرات مثبتی بر عملکرد رشد، ترکیبات شیمیایی لاشه و آنزیم‌های آمیلاز و لیپاز در عصاره بدن لاروهای کپور معمولی داشته باشد.

منابع

آباد، س. ۱۳۹۲. اثر باسیلوس‌های پروبیوتیکی جداسازی شده از روده فیل‌ماهی (*Huso huso*) انگشت قد و باسیلوس‌های تجاری بر کارائی رشد و پارامترهای بیوشیمیائی خون لارو فیل‌ماهی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گنبد کاووس، ۱۲۱ ص.

جعفریان، ح. ۱۳۸۵. تأثیر باکتری‌های باسیلوسی به عنوان پروبیوتیک بر رشد، بازماندگی و فعالیت آنزیم‌های گوارشی در لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) در طول دوره پرورش لاروی از طریق غنی-سازی با آرتمیا اورمیانا (*Artemia urmiana*). رساله دکتری. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. گرگان، ۱۰۳ ص.

جعفریان، ح.، آذری تاکامی، ق.، کمالی، ا.، سلطانی، م.، حبیبی‌رضایی، م. ۱۳۸۶. استفاده از باسیلوس‌های پروبیوتیکی غنی شده با ناپلی آرتمیا ارومیانا به منظور رشد و بقاء لاروهای تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ۴: ۴۶-۳۷.

www.SID.ir

Archive of SID

جعفریان، ح.، سلطانی، م.، طاعتی، م.، نظر پور، ع.ر.، مروت، ر. ۱۳۹۰. مقایسه تأثیر باسیلوس‌های مستخرج از روده لارو ماهیان خاویاری *Acipenser persicus* و *Huso huso* با پروبیوتیک‌های تجاری بر رشد لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله تحقیقات دامپزشکی ۶۶: ۴۶-۳۹.

حسن‌پور فتاحی، ا. ۱۳۹۲. تأثیر مخمر *ساکارومایسس سرویزیا* و *آسپرژیلوس نایجر* جداسازی شده از دستگاه گوارش فیل ماهی بالغ بر عملکرد رشد و بازماندگی فیل‌ماهیان (*Huso huso*) جوان. دانشگاه گنبد کاووس. پایان‌نامه ارشد، ۱۶۶ ص.

حسن‌پور فتاحی، ا.، جعفریان، ح.، خسروی، ع.، قلی‌پور کنعانی، ح. ۱۳۹۳. تأثیر مخمر ساکارومایسس سرویزیا و آسپرژیلوس نایجر جداسازی شده از دستگاه گوارش فیل ماهی بالغ بر کارایی تغذیه و آنزیم‌های سرم خون فیل‌ماهیان جوان (*Huso huso*). مجله علوم و فنون شیلاتی ۳: ۱۳-۱.

دهقان، م. ۱۳۹۰. جداسازی و انتخاب باکتری‌های پروبیوتیک و مخمر از دستگاه گوارش بچه ماهیان انگشت قد فیل ماهی (*Huso huso*) و بررسی قابلیت غنی‌سازی با ناپلی آرتمیا اورمیانا (*Artemia urmiana*). دانشگاه گنبد کاووس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. ۱۲۳ ص.

رحمانی عسگرآباد، ف. ۱۳۹۲. بررسی عملکرد رشد و برخی معیارهای بیوشیمیایی عصاره بدن لارو ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گنبد کاووس، ۱۰۳ ص.

عبداللهی آرپناهی، د.، جعفریان، ح.، سلطانی، م.، نادری سامانی، م.، حسن پور فتاحی، ا. ۱۳۹۸. مقایسه اثر باسیلوس‌های تجاری و بومی (*Bacillus subtilis*-*Bacillus licheniformis*) بر برخی از شاخص‌های ایمنی و آنزیم‌های سرمی بدن لارو میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*). مجله تحقیقات دامپزشکی ۷۴: ۹۲-۸۳.

عسکریان، ف. ۱۳۸۷. بررسی اثرات استفاده از پروبیوتیک-های حاصل از فلور باکتریایی دستگاه گوارش بر شاخص‌های رشد دو گونه فیل ماهی (*Huso huso*) و تاسماهی ایرانی (*Acipnser persicus*). رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۲۱۸ ص.

فرامرزی، م. ۱۳۹۰. غنی‌سازی دافنی ماگنا با باسیلوس سیرکولانس و باسیلوس لیشنی‌فورمیس جهت ارتقاء معیارهای رشد و تغذیه، نرخ بقاء، مقاومت در برابر استرس‌های محیطی و کاهش ترشح میزان ازت آمونیاکی در لارو تاس ماهی ایرانی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه گنبد کاووس، ۱۳۲ ص.

Abad, S., Jafaryan, H., Harsig, M. Ghiasi, M., Jafaryan, S. 2013. The investigation of Commercial and isolated probiotic bacillus on biochemistry and immunity parameters of beluga (*Huso huso*) fingerling. 7th International Symposium on Sturgeon, July 21-25, Nanaimo, British Columbia, Canada.

Abdollahi-Arpanahi, D., Soltani, E., Jafaryan, H., Soltan, M., Naderi-Saman, M., Campa-Córdova, A.I. 2018. Efficacy of two commercial and indigenous probiotics, *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis* on growth performance, immuneo-physiology and resistance response of juvenile white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Aquaculture 496: 43-49.

Adeyemi, O.T., Osilesi, O., Adebawo, O.O., Onajobi, F.D., Oyedemi, S.O., Afolayan, A.J. 2015. Alkaline phosphatase (ALP), aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT) activities in selected tissues of rats fed on processed Atlantic horse Mackerel (*Trachurus trachurus*). Advances in Bioscience and Biotechnology 6: 139-152.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of Official analytical Chemists (AOAC). Vol. 1, 15th ed. Assoc. Official Analytical Chemists, Washington DC, 1963 p..

Bairagi, A., Ghosh, K.S., Sen, S.K., Ray, A.K. 2004. Evaluation of the nutritive value of *Leucaena leucocephala* leaf meal, inoculated with fish intestinal bacteria *Bacillus subtilis* and *Bacillus circulans* in formulated diets for rohu,

www.SID.ir

Archive of SID

Labeo rohita (Hamilton) fingerlings. Aquaculture Research 35: 436-446.

Balcazar, J.L., De Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., Cunningham, D., Vendrell, D., Muzquiz, J.L. 2006. The role of probiotics in aquaculture. Veterinary Microbiology 114: 173-186.

Bier, M. 1955. Lipases. Methods in Enzymology I. Academic Press, New York, 627-642.

De Silva, S.S., Anderson, T.A. 1995. Fish Nutrition in Aquaculture. Chapman & Hall, London, p. 319.

Dehghan, M., Jafariyan, H., Habibi Rezai, M., Amoozagar, M.A., Sahand, J. 2011. Potential of brine shrimp (*Artemia urmiana*) enrichment with two species of Bacillus and Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). World Journal of Fish and Marine Science. 3: 523-528.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2012. The state of world fisheries and aquaculture 2012. Food and Agriculture Organization FAO, Rome, 209 p.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018-Meeting the sustainable development goals. Rome, 210 p.

Fuller, R., Perdigon, G. 2003. Gut flora, immunity and health. Blackwell publishing, 276 p.

Ghosh, K., Sen, S.K. Ray, A.K. 2003. Supplementation of an isolated fish gut bacterium, *Bacillus circulans*, in formulated diets for Rohu, *Labeo rohita*, fingerlings. Aquaculture- Bamidgeh 55: 13-21.

Ghosh, K., Sen, S.K., Ray, A.K. 2004. Growth and survival of rohu, *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) spawn feed diets fermented with intestine bacterium, *Bacillus circulans*. Acta Ichthyologica et Piscatoria 34: 155-165.

Gomez-Gil, B., Herrera-Vega, M.A., Aberu-Grobis, F.A., Roque, A. 1998. Bioencapsulation of two different vibrio species in nauplii of the Brine shrimp (*Artemia fransiscana*). Applied and Environmental Microbiology 64: 2318-2322.

Gomez-Gil, B., Roque, A., Turnbull, J.F. 2000. The use and selection of probiotic bacteria for use in the culture of larval aquatic organisms. Aquaculture 191: 259-270.

Harikrishnan, R., Balasundaram, C., Heo, M.S. 2010. *Lactobacillus sakei* BK19 enriched diet enhances the immunity status and disease resistance to *streptococcosis* infection in kelp grouper, *Epinephelus bruneus*. Fish and Shellfish Immunology 29: 1037-1043.

Hassaan, M.S., Soltan, M.A., Ghonemy, M.M.R. 2014. Effect of synbiotics between *Bacillus licheniformis* and yeast extract on growth, hematological and biochemical indices of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). The Egyptian Journal of Aquatic Research 40: 199-208.

Hevroy, E.M., Espe, M., Waagbo, R., Sandness, K., Rund, M., Hemer, G.I. 2005. Nutrition utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed increased level of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. Aquaculture Nutrition 11: 301-313.

Jamali, H., Moghadam, H., Pariche, N., Jafaryan, H. 2015. Effects of probiotic bacteria on survival, growth and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae fed diets with various fish meal. Journal of Coastal Life Medicine 3: 91-97.

Kumaree, K.K., Akbar, A., Anal, A.K. 2015. Bioencapsulation and application of *Lactobacillus plantarum* isolated from catfish gut as an antimicrobial agent and additive in fish feed pellets. Annals of Microbiology 6: 1439-1445.

Lashkarbolouki M., Jafaryan H., Faramarzi M., Aminzadeh A., Borami A. 2011. Evaluation of resistance in *Acipenser percicus* larvae fed with bioencapsulated *Daphnia magna* via *saccharomyces cerevisiae* product (amax) against

www.SID.ir

Archive of SID

challenge test. World Journal of Fish and Marine Sciences 3: 340-345.

Lilly, D.M., Stillwell, R.H. 1965. Probiotics: growth-promoting factors produced by microorganisms. Science 147: 747-748.

Maity, J., Kundu J., Pramanik, A., Patra, B.C. 2011 Effect of cellulolytic gut bacteria as a feed supplement on the growth performance and nutrient digestibility of Asian seabass (*Lates calcarifer*). International Journal of Aquatic Science 2: 3-15.

Mulyasari, B., Widanarni, W., Suprayudi M.A., Zairin Jr.M., Sunarno M.T.D. 2016 Screening of probiotics from the digestive tract of gouramy (*Osphronemus goramy*) and their potency to enhance the growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*). AACL Bioflux 9: 1121-1132.

Munirasu, S., Ramasubramanian, V., Arunkumar, P. 2017. Effect of Probiotics diet on growth and biochemical performance of freshwater fish *Labeo rohita* fingerlings. Journal of Entomology and Zoology Studies 5: 1374-1379.

Nobahar, Z., Rahmani, F., Jafaryan, H. 2015. The changes of enzymes and immunity factors in body extract of Common Carp (*Cprinus carpio*) larvae via supplementation diets with probiotic bacilli. International conference on sustainable development, with a focus on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism. 24-26 Feb, Tabriz, Iran.

Rawling, M., Merrifield, D.L., Davies, S.J. 2009. Preliminary assessment of dietary supplementation of Sangrovit® on red tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and health. Aquaculture 294: 118-122.

Rengpipat, S., Phianphak, W., Piyatiratitivorakul, S., Menasveta, P. 1998. Effects of a probiotic bacterium on black tiger shrimp *Penaeus monodon* survival and growth. Aquaculture 167: 301-313.

Robyt, J.F., Whelan, W.J. 1968. The h-amylases. In: Radley, J.A. (Ed.), Starch and Its Derivates. Academic Press, London, 477-497.

Tovar, D., Zombonino-Infante, J.L., Cahu, C., Gatesoupe, F.J., Vazquez, R., Lesel, R. 2002. Effect of live yeast incorporation in compound diet digestion enzymes activity in sea bass larvae. Aquaculture 204: 113-123.

Ueberschär, B. 1993. Measurement of proteolytic enzyme activity: significance and application in larval fish research. In: Walther, B.T., Fhyn, H.J. (Eds.), Physiological and Biochemical Aspects of Fish Development. University of Bergen, Norway, 355 p.

Vergio, F. 1954. Anti-Und Probiotika. Hippokrates 25: 16-119.

Verma, G., Gupta, A. 2015. Probiotics application in aquaculture: improving nutrition and health. Journal of Animal Feed Science and Technology 3: 53-64.

www.SID.ir

Archive of SID

The effect of isolated bacteria from the intestine of Beluga (*Huso Huso*) on some growth indices, amylase and lipase activity in body extract and carcass composition of the common carp (*Cyprinus carpio*) larvae

Mohsen Poorabasali[1*], Hojatollah Jafaryan[1], Mitra Esmaeli[2], Shayan Ghobadi[3]
1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Gonbad-e Kavous University, Gonbad-e Kavous, Golestan, Iran
2- Department of Fisheries, Islamic Azad University, Azad Shahr, Golestan, Iran
3- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Mazandaran, Iran

Received 03 May 2019; accepted 15 September 2019

Abstract
The aim of this study was to investigate the effect of probiotics isolated from the intestine of Beluga (*Huso huso*) fingerlings on growth factors, activity of digestive enzymes and carcass composition of common carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758) larvae. Three hundred and sixty larvae with an average weight of approximately 200 mg after one-week adaptation to the new conditions, were fed with supplemented diets with blend of *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis* and *Saccharomyces cerevisiae* in concentrations of 1.5×10^6 (T_1), 3×10^6 (T_2) and 4.5×10^6 (T_3) CFU/100 g diet, respectively for 45 days. In control group, larvae were fed with diet without any supplementation. The experiment was carried out in a completely random design. At the end of the experiment, the results revealed that the highest final weight (35 ± 0.12 mg) and specific growth rate (0.94 ± 0.66%/day) were measured in T3. The highest feed conversion efficiency (46.52 ± 19.02%), protein efficiency ratio (0.37 ± 0.41), lipid efficiency ratio (1.22 ± 1.34), retained protein (0.0018 mg/day) and net protein utilization (0.0058%) were found in T3, while the lowest feed conversion ratio (2.34 ± 0.61) was obtained in T3. All of the above factors had significantly difference with control group ($p<0.05$). The maximum level of carcass crude protein (72.33 ± 0.68%) and crude lipid (13.43 ± 0.32%) were measured in T3. The dry mater, crude energy and carcass ash levels did not exhibit significant differences in all the treatments compared to the control group ($p>0.05$). Amylase and lipase levels in the body extracts raised in the experimental treatments in comparison with the control group. However, only the amylase level displayed significant difference in comparison with control ($p<0.05$). The experiment indicated that the blend of Bacillus and yeast at different concentrations displayed different effects on carcass analyses and feeding indices in this fish and the best results were obtained in T3 (4.5×10^6 CFU/100g diet).

Keywords: Common carp, Probiotic, *Bacillus* sp., Yeast, Growth indices, Enzyme.

Corresponding author: mpourabasali@gmail.com

www.SID.ir