



اثر پروبیوتیک‌های درون‌زاد جدا شده از ماهی بر روی فاکتورهای بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

تکاور محمدیان^{۱،۵}، عبدالحسین جانگران‌نژاد^۲، احسان بدیعی^۱، حسین مؤمنی^۳، محمدرضا تابنده^۴،

سیده پروا موسوی خراسانی^۱

^۱ گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۲ گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

^۳ دانش‌آموخته بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۴ گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۵ عضو قطب بهداشت و بیماری‌های ماهیان گرمابی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۲۰ مرداد ماه ۱۳۹۹، تاریخ پذیرش: ۲ مهر ماه ۱۳۹۹



10.22059/jvr.2020.296608.3018

<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20082525.1400.76.1.4.2>

چکیده

زمینه مطالعه: پرورش متراکم آبزیان و تولید تجاری نیاز به بهبود شرایط بهداشتی ماهی دارد و پروبیوتیک‌ها به عنوان گزینه مناسب جهت دستیابی به این هدف مطرح می‌باشند.

هدف: در این مطالعه، لاکتوباسیلوس پلنتاروم و لاکتوباسیلوس پنتوسوس به عنوان مکمل‌های غذایی درون‌زاد برای بررسی بیوشیمیایی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد استفاده قرار گرفتند.

روش کار: برای این مطالعه، ۲۴۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان جوان با متوسط وزن 15 ± 2 گرم به شکل تصادفی به چهار گروه با سه تکرار تقسیم شدند. گروه ۱، ۲ و ۳ به ترتیب با جیره حاوی 10^8 CFU/g لاکتوباسیلوس پلنتاروم، لاکتوباسیلوس پنتوسوس و ترکیب دو پروبیوتیک و گروه شاهد با جیره نرمال به مدت ۶۰ روز تغذیه شدند (۲ درصد وزن بدن، سه بار در روز). نمونه‌ها در روز صفر و ۶۰ اخذ گردید، سپس ویژگی‌های بیوشیمیایی و فعالیت آنزیم‌های کبدی مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج: بیشتر فاکتورهای بیوشیمیایی با تغذیه با پروبیوتیک‌ها به ویژه در گروه لاکتوباسیلوس پلنتاروم، با تغییر مثبت همراه بودند ($P < 0.05$). همچنین، نتایج نشان دهنده کاهش معنی‌دار سطح ALP در گروه‌های پروبیوتیک به ویژه در گروه لاکتوباسیلوس پنتوسوس بود ($P < 0.05$)، اما فعالیت آنزیم AST در گروه پلنتاروم+پنتوسوس نسبت به سایر گروه‌ها بالاتر بود ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری نهایی: نتایج حاضر تأثیر غذای حاوی پروبیوتیک را از طریق کارایی پروبیوتیک در جهت بهبود فاکتورهای بیوشیمیایی و فعالیت آنزیم‌های کبدی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، *Oncorhynchus mykiss* نشان داد.

کلمات کلیدی: آبی‌پروری، پروبیوتیک، فاکتورهای بیوشیمیایی، آنزیم‌های کبدی، قزل‌آلای رنگین‌کمان

کپی‌رایت © تحقیقات دامپزشکی: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است.

نویسنده مسئول: عبدالحسین جانگران‌نژاد، گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

پست الکترونیکی: jangaran.a@lu.ac.ir

آسیب به کبد و سلول‌های آن ممکن است در خون افزایش یابد، لذا می‌توانند معیار مناسبی برای ارزیابی سلامت ماهی باشند. محققین متعدد، مطالعاتی بر روی اثرات مثبت پروبیوتیک‌ها انجام داده‌اند که از جمله می‌توان به اثر پروبیوتیک چند سویه (پریمالاک) بر عملکرد رشد، پارامترهای بیوشیمیایی خون، بازماندگی و مقاومت در برابر تنش شوری در بچه ماهیان سفید و اثر پروبیوتیک آلفامیون بر پارامترهای بیوشیمیایی خون فیل ماهی پرورشی اشاره کرد (۴،۱۲). با توجه به اهمیت پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و همچنین استفاده از محصولات بومی مانند پروبیوتیک‌های درون‌زاد و عدم انجام مطالعات بر روی اثر پروبیوتیک‌ها بر فاکتورهای بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی سرم خون ماهی قزل‌آلا، اثر پروبیوتیک‌های درون‌زاد بر روی فاکتورهای بیوشیمیایی و آنزیم‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش کار

تأمین بچه ماهی و معرفی آن‌ها به مخازن: تعداد ۲۴۰ قطعه بچه ماهی با وزن ابتدایی حدود ۱۵ گرم از مرکز تکثیر شهرستان دورود برای این آزمایش‌ها تهیه شد و با ماشین مخصوص حمل ماهی زنده به سالن تکثیر در شرکت آبی منتقل گردید. ماهی‌ها به مدت دو هفته به منظور آداپتاسیون با شرایط سالن نگهداری، با خوراک معمولی تغذیه شده و سپس برای انجام تحقیق تیمار بندی گردیدند.

تیمار بندی ماهیان: بچه ماهی‌ها به صورت کاملاً تصادفی به ۴ تیمار در سه تکرار تقسیم شده، به طوری که هر تکرار شامل ۲۰ قطعه بچه ماهی بود.

تیمار ۱: تغذیه با جیره‌ای حاوی پروبیوتیک لاکتوباسیلوس پلنتاروم به میزان 10^8 CFU/g غذا

تیمار ۲: تغذیه با جیره‌ای حاوی پروبیوتیک لاکتوباسیلوس پنتوسوس به میزان 10^8 CFU/g غذا

تیمار ۳: تغذیه با جیره‌ای حاوی پروبیوتیک لاکتوباسیلوس پلنتاروم و لاکتوباسیلوس پنتوسوس به میزان 10^8 CFU/g غذا

تیمار ۴: تغذیه با جیره حاوی غذای پایه طول دوره تحقیق دوازده هفته بوده و در روزهای صفر و ۶۰ ماهی‌ها بیومتری شده و شاخص‌های بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی آن‌ها بررسی شدند.

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان جز ماهی‌های سردآبی محسوب می‌شود و در خانواده آزادماهیان قرار دارد. از خصوصیتی که این ماهی را مورد توجه قرار داده، سازش آن با شرایط پرورش متراکم است. از طرف دیگر این ماهی در انتخاب غذا زیاد سخت‌گیر نیست و از سرعت رشد خوبی نیز برخوردار است. همراه با رشد آبی‌پروری، مشکلاتی نظیر شیوع بیماری، اختلالات فیزیولوژیک، کنترل بیماری‌ها، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها، واکسن‌ها و مواد شیمیایی وجود دارد. مطالعات صورت گرفته در سال‌های اخیر نشان داده که آنتی‌بیوتیک‌ها، خود باعث بروز مشکلاتی نظیر بالا رفتن هزینه تولید، انباشتگی در بدن آبی‌زی و در نهایت ایجاد سویه‌های مقاوم در بدن میزبان می‌شوند (۱۰،۱۱،۱۹). علاوه بر موارد مذکور، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها، واکسن‌ها و مواد شیمیایی سبب استرس‌های زیاد در آبی‌زیان می‌گردد (۲۳)؛ به همین دلیل در دهه‌های اخیر به جای استفاده از داروها و آنتی‌بیوتیک‌ها در آبی‌پروری از مکمل‌های غذایی از جمله پروبیوتیک‌ها استفاده می‌شود. تحقیق بر روی کاربرد پروبیوتیک‌ها با هدف حفاظت از محیط زیست، در تغذیه حیوانات آبی‌زی افزایش یافته است. پروبیوتیک‌ها میکروب‌های زنده‌ای هستند که به صورت افزودنی غذایی استفاده می‌شوند و موجب بهبود سلامتی انسان و حیوانات اهلی می‌گردند.

امروزه در زمینه تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلا، تحقیقات زیادی صورت گرفته است، اما متأسفانه در زمینه فیزیولوژی، بیماری‌ها و تحقیقات در زمینه پاراکلینیکی، اطلاعات محدودی در مورد این گونه وجود دارد. یکی از شاخه‌های مهم پزشکی که نقش آن در تشخیص اختلالات و بیماری‌ها دارای اهمیت فراوان می‌باشد، خون‌شناسی است. به طوری که بررسی فاکتورهای خون‌شناسی و بیوشیمیایی می‌تواند در تشخیص بیماری‌های عفونی، خونی و مسمومیت‌های آبی‌زیان نقش مهمی را ایفا کند. فاکتورهای بیوشیمیایی خون، به عنوان اولین تغییرات قابل اندازه‌گیری، می‌توانند اطلاعات زیادی در رابطه با وضعیت سلامت آبی‌زیان، اثر مواد سمی بر آبی‌زیان، ارزیابی اثرات مواد مغذی و مکمل‌های تغذیه‌ای و دارویی در اختیار ما قرار دهند و به عنوان بخش اصلی بسیاری از مطالعات علوم شیلاتی محسوب می‌شوند. بررسی فاکتورهای بیوشیمیایی خون در زمینه‌های مختلف علوم شیلاتی، با استفاده از آنالیز پلاسما و یا سرم خون صورت می‌گیرد. همچنین می‌توان با اندازه‌گیری میزان برخی از آنزیم‌های کبدی از جمله ALT، AST، ALP و LDH به سلامت کبد و یا آسیب‌های کبدی پی برد. میزان این آنزیم‌ها در صورت

آنزیم‌های کبدی: اندازه‌گیری فعالیت آنزیمی سرم با استفاده از کیت‌های تهیه شده از شرکت پارس آزمون و با دستگاه اتوآنالایزر صورت گرفت. سطح فعالیت آنزیم‌های آسپارات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) سرم بر اساس مقدار مصرف NADPH و تبدیل آن به NAD⁺ در طول موج ۳۴۰ نانومتر، لاکتات دهیدروژناز (LDH)، براساس تبدیل پیروات به لاکتات در طول موج ۳۴۰ نانومتر و آلکالین فسفاتاز (ALP) بر اساس تبدیل نیتروفیل فسفات به نیتروفنول و فسفات در طول موج ۴۰۵ نانومتر تعیین و براساس میزان جذب نوری OD و فرمول ارائه شده در دستورالعمل کیت‌ها محاسبه گردید (۱۸).

سنجش کاتالاز (CAT): سنجش آنزیم کاتالاز در سرم بر اساس روش Claiborne در سال ۱۹۸۵ صورت گرفت. در این روش آمونیم مولیدات با پراکسید هیدروژن موجود در محیط کمپلکس زرد رنگی تشکیل می‌دهد که در طول موج ۴۱۰ نانومتر قابل اندازه‌گیری است. آنزیم کاتالاز موجود در نمونه با تجزیه پراکسید هیدروژن، این واکنش را مهار می‌کند (۸).

روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای آنالیز اطلاعات از نرم افزار آماری SPSS ویرایش ۱۹ استفاده شد و تأثیر پروبیوتیک بر شاخص‌های بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی بین ۴ تیمار توسط آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) یک طرفه و با ضریب اطمینان ۹۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها از آزمون تکمیلی Duncan در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ درصد استفاده شد.

نتایج

فاکتورهای بیوشیمیایی خون: نتایج به دست آمده از بررسی فاکتورهای بیوشیمیایی خون در **جدول ۱** آمده است. در خصوص میزان گلوکز، نتایج نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه پلنتاروم با سایر گروه‌ها بود ($P < 0/05$). کم‌ترین میزان گلوکز در گروه پنتوسوس مشاهده شد. بیشترین میزان کلسترول در گروه شاهد بود که این مقدار با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0/05$)، ولی با وجود این که کمترین میزان کلسترول مربوط به گروه پنتوسوس بود، بین گروه پلنتاروم و پنتوسوس اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0/05$). در انتهای آزمایش تیمار پلنتاروم-پنتوسوس با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری از نظر میزان تری‌گلیسرید نداشت ($P > 0/05$)، اما با سایر تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P < 0/05$).

جهت آماده‌سازی باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس پنتوسوس (جدا شده از ماهی شیریت و دارای پتانسیل خوب رشدی در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و تعیین هویت شده به روش مولکولی در مطالعات قبلی نگارنده) و افزودن آن‌ها به غذای ماهیان از روش توصیه شده توسط Planas و همکاران در سال ۲۰۰۴ و Vine و همکاران در سال ۲۰۰۴ استفاده شد (۲۵، ۲۰). به طور خلاصه برای هر تیمار، باکتری به طور جداگانه در محیط آبگوشت MRS در شرایط بی‌هوازی کشت داده شد. پس از رشد، باکتری‌ها با سانتریفوژ جداسازی و شستشو شده و به کمک لوله‌های استاندارد مک فارلند غلظت آن‌ها بر روی 3×10^9 CFU/g تنظیم گردید. سپس غلظت 10^8 CFU/g باکتری به هر گرم غذای تیمارها اسپری شد. جهت اطمینان از تعداد باکتری‌های زنده موجود در غذا، نمونه‌برداری و شمارش باکتریایی غذای حاصل صورت پذیرفت. بر روی غذای گروه شاهد فقط سرم فیزیولوژی استریل اسپری گردید.

تغذیه ماهی‌ها با جیره‌های آزمایشی: بچه‌ماهی‌ها در طول دوره تحقیق روزانه و در سه نوبت با خوراک ماهی با ترکیب غذایی ۴۰/۵ درصد پروتئین، ۶/۲ درصد چربی، ۵ درصد خاکستر و ۱۲/۶۲ درصد رطوبت تغذیه شدند. میزان غذادهی بر حسب ۲ درصد وزن بیوماس تنظیم شد.

نمونه‌گیری: جهت بررسی پارامترهای بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی سرم ماهی، در انتهای دوره از هر تیمار ۱۵ عدد ماهی انتخاب و پس از بیهوشی با استفاده از دو-فنوکسی اتانول به میزان ۱۰۰ ppm، خون‌گیری از ساقه دمی انجام گرفت (۱۳). مقداری از خون جهت انجام آزمایشات سرمی، در لوله‌های بدون هپارین ریخته شد و پس از سانتریفوژ (۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه) به دو فاز تقسیم گردید. نمونه‌ها جهت انجام آزمایش‌های بیوشیمیایی به آزمایشگاه دانشگاه شهید چمران اهواز منتقل شد.

اندازه‌گیری فاکتورهای بیوشیمیایی خون: اندازه‌گیری فاکتورهای بیوشیمیایی خون با استفاده از کیت‌های تهیه شده از شرکت پارس آزمون و با دستگاه اسپکتروفتومتر UV/VIS یونیکو (ساخت آمریکا) مدل ۲۱۰۰ صورت گرفت. گلوکز به روش گلوکز اکسیداز، کلسترول به روش کلسترول اکسیداز، تری‌گلیسرید به روش آنزیمی لیپاز، پروتئین کل به روش بیوره، آلبومین به روش بروموکروزول سبز و مقادیر فسفر، کلسیم، منیزیم، اوره، اوریک اسید و آهن با استفاده از کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد (۷).

جدول ۱. فاکتورهای بیوشیمیایی (میانگین \pm انحراف معیار) در سرم ماهی قزل آلی رنگین کمان بعد از تغذیه با پروبیوتیک.

پلنتاروم+پنتوسوس	لاکتوباسیلوس پنتوسوس	لاکتوباسیلوس پلنتاروم	شاهد	
۶۸/۵ + ۸/۳ ^b	۵۲/۷ + ۲/۴ ^c	۸۵/۲۱ + ۷/۲۸ ^a	۶۹/۷۴ + ۴/۹۱ ^b	گلوکز (واحد بر لیتر)
۲۳۷/۸۷ + ۴۴/۴۱ ^b	۱۷۵/۸۵ + ۲۳/۵۲ ^c	۲۲۱/۳۷ + ۳۸/۸ ^{cb}	۳۲۵/۹۱ + ۶۴/۶۷ ^a	کلسترول (واحد بر لیتر)
۲۰۷/۸۷ + ۸۵/۳ ^a	۱۲۷/۰۴ + ۹/۷۲ ^b	۱۳۹/۳۲ + ۱۸/۸۷ ^b	۱۷۹/۹۱ + ۴۵/۸۷ ^{ab}	تری گلیسرید (واحد بر لیتر)
۲/۶۸ + ۰/۰۴ ^{ab}	۲/۰ + ۵۸/۱۹ ^{cb}	۲/۴۱ + ۰/۳۴ ^c	۲/۹۱ + ۰/۰۷ ^a	آلبومین (واحد بر لیتر)
۶/۹۴ + ۳/۰۴ ^b	۱۲/۷ + ۵/۰۴ ^a	۵/۳۳ + ۰/۷۴ ^b	۵/۷۵ + ۰/۵۹ ^b	فسفر (واحد بر لیتر)
۷/۲۷ + ۱/۳۵ ^{ab}	۷/۲ + ۱/۲۳ ^{ab}	۶/۸۷ + ۱/۲۱ ^b	۸/۶۳ + ۱/۳۲ ^a	کلسیم (واحد بر لیتر)
۲/۰۷ + ۰/۱ ^b	۲/۱۸ + ۰/۰۸ ^{ab}	۲/۳۴ + ۰/۲۱ ^a	۲/۲۸ + ۰/۰۹ ^a	منیزیم (واحد بر لیتر)
۳۲ + ۳/۲ ^b	۴۰۵/۶ + ۲۹۲/۴۹ ^a	۵۴/۳ + ۳۹/۰۱ ^b	۸۸ + ۲۹/۴۵ ^b	آهن (واحد بر لیتر)
۱۰۵/۷۷ + ۵/۸۵ ^{ab}	۱۰۵/۷۷ + ۵/۸۵ ^{ab}	۱۱۱/۴۴ + ۴/۶۳ ^a	۱۰۲ + ۰/۲ ^b	اوره (واحد بر لیتر)
۳/۶۳ + ۰/۱۴ ^b	۳/۹۱ + ۰/۱۸ ^b	۳/۷۹ + ۰/۲۷ ^b	۴/۶۳ + ۰/۳۸ ^a	اوریک اسید (واحد بر لیتر)
۰/۰۰۹۶ + ۰/۰۰۱۷ ^a	۰/۰۰۹۴ + ۰/۰۰۳۵ ^a	۰/۰۰۸۳ + ۰/۰۰۱۸ ^a	۰/۰۰۵۵ + ۰/۰۰۰۶ ^b	کاتالاز (واحد بر لیتر)

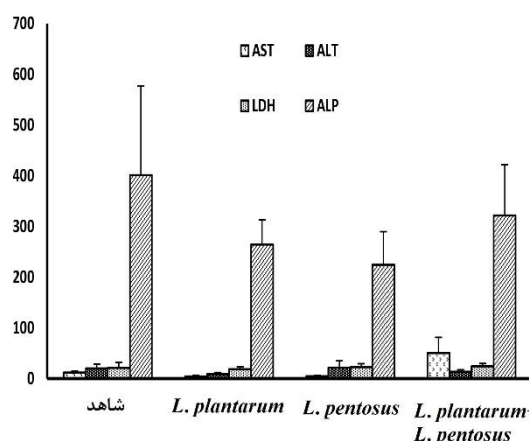
* گروه‌های دارای حروف غیرمشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

بررسی‌های صورت گرفته بر روی نمونه‌ها نشان دهنده بیشترین میزان اوره در تیمار پلنتاروم بود که با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$)، ولی بیشترین میزان اسید اوریک در گروه شاهد مشاهده شد که این میزان اختلاف قابل توجهی با سایر گروه‌ها داشت ($P < 0.05$). در خصوص کاتالاز، نتایج به دست آمده نشان‌دهنده افزایش فعالیت کاتالاز در گروه‌های پروبیوتیکی در مقایسه با گروه شاهد بود که این اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.05$).

آنزیم‌های سرم: بررسی آنزیم‌های کبدی نشان داد که بیشترین میزان فعالیت آنزیم AST در گروه پلنتاروم-پنتوسوس وجود دارد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$)، اما در سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). در خصوص آنزیم ALT و LDH اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد ($P > 0.05$)، ولی در بررسی فعالیت آنزیم ALP، به ترتیب بیشترین میزان و کمترین میزان در گروه شاهد و پنتوسوس مشاهده گردید که این دو اختلاف قابل ملاحظه‌ای با هم داشتند ($P < 0.05$). نتایج بررسی فعالیت آنزیم‌های سرمی در تصویر ۱ آمده است.

بحث

استفاده از باکتری‌های پروبیوتیک در آبزیان در حال افزایش می‌باشد و با توجه به مطالعات گسترده‌ای که بر روی پروبیوتیک‌ها صورت گرفته است، نتایج مثبتی از اثر آن‌ها بر روی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم ماهی دیده شد. در خصوص گلوکز نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از پروبیوتیک



تصویر ۱. تغییرات سطح آنزیم‌های سرمی (میانگین \pm انحراف معیار، واحد بر لیتر)، در سرم ماهی قزل آلی رنگین کمان بعد از تغذیه با پروبیوتیک.

بیشترین میزان آلبومین مربوط به تیمار شاهد بود که با تیمارهای پلنتاروم و پنتوسوس اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$)، اما با تیمار پلنتاروم-پنتوسوس اختلاف معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). بیشترین سطح فسفر مربوط به تیمار پنتوسوس بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P < 0.05$). مطابق نتایج به دست آمده، اختلاف معنی‌داری در میزان کلسیم بین تیمارهای شاهد و پلنتاروم مشاهده شد، به طوری که کمترین میزان کلسیم مربوط به گروه پلنتاروم و بیشترین میزان آن مربوط به گروه شاهد بود ($P < 0.05$). میزان منیزیم در تیمارهای شاهد و پلنتاروم با تیمار پلنتاروم-پنتوسوس اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$)، ولی اختلاف معنی‌داری با تیمار پنتوسوس مشاهده نشد ($P > 0.05$).

توسط Ahire و همکاران در سال ۲۰۱۸ بر روی جذب ریزمغذی‌ها در ماهی کاراس طلایی، استفاده از پروبیوتیک‌ها باعث افزایش جذب آن‌ها در روده می‌شود که با مطالعه حاضر تطابق داشت (۲). همچنین پروبیوتیک‌ها باعث افزایش عمق کریپت‌ها در روده و همچنین مستحکم‌تر شدن بافت پوششی روده می‌شود، در نتیجه باعث افزایش جذب کلسیم می‌گردند. از سوی دیگر، پروبیوتیک‌ها باعث افزایش تولید ویتامین‌های B₁₂، B₆ و K₂ می‌شوند و به جذب املاح معدنی مانند آهن و کلسیم کمک می‌کنند.

کلسترول یکی از لیپیدهای استروئیدی است که در غشای سلولی همه بافت‌های بدن و نیز در پلاسمای خون یافت می‌شود. کلسترول نقش مهمی در ساختار غشای سلولی و نیز بیوسنتز برخی از هورمون‌ها ایفا می‌کند. بخشی از کلسترول از طریق خوراکی و بخشی نیز از طریق سنتز در سلول‌های کبدی تأمین می‌شود. در مطالعه حاضر کاهش معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. بر اساس مطالعه پروفایل خون‌شناسی و بیوشیمیایی سرم قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با ایمنوژن به دنبال فرآیند تخمیر پروبیوتیک‌ها، متابولیت‌هایی مانند اسیدهای چرب زنجیره کوتاه در دستگاه گوارش جانوران تک معده‌ای مانند ماهی‌ها تولید و از طریق خون به کبد منتقل می‌شوند و سنتز کلسترول را کاهش می‌دهند که با مطالعه حاضر مطابقت داشت.

در رابطه با تری‌گلیسرید در تیمار تغذیه شده با لاکتوباسیلوس پلنتاروم به همراه لاکتوباسیلوس پنتوسوس افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد، اما در سایر تیمارها نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری حاصل شد.

وجود اسیدهای چرب زنجیره کوتاه، ممکن است باعث افزایش تری‌گلیسرید در تیمارهای آزمایشی شود که این حالت در تیمار تغذیه شده با پروبیوتیک‌های لاکتوباسیلوس پلنتاروم به همراه لاکتوباسیلوس پنتوسوس مشاهده شد. Bajelan در سال ۲۰۱۷ نشان داد که استفاده از سینبوتیک در جیره غذایی ماهی بنی با غلظت‌های متفاوت منجر به کاهش معنی‌دار کلسترول با چگالی کم و تری‌گلیسرید در مقایسه با گروه شاهد گردید که با سایر تیمارهای مطالعه حاضر تطابق داشت که می‌توان نتیجه گرفت که ترکیب لاکتوباسیلوس پلنتاروم و لاکتوباسیلوس پنتوسوس عملکرد بهتری در تخمیر پروبیوتیک‌ها و تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه دارند (۶).

لاکتوباسیلوس پنتوسوس در جیره غذایی ماهیان قزل‌آلا باعث کاهش معنی‌دار گلوکز در این تیمار در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد می‌شود و برخلاف آن، باکتری لاکتوباسیلوس پلنتاروم باعث افزایش معنی‌دار گلوکز نسبت به سایر تیمارها شد. افزایش گلوکز خون ممکن است نشان‌دهنده اختلال متابولیسم کربوهیدرات به واسطه افزایش تجزیه گلیکوژن کبدی باشد که احتمالاً توسط هورمون‌های آرنوکورتیکوتروپیک و گلوکاگون و کاهش فعالیت انسولین صورت می‌گیرد (۱۴). با توجه به این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که پروبیوتیک لاکتوباسیلوس پنتوسوس عملکرد بهتری در کاهش گلوکز خون نسبت به سایر پروبیوتیک‌ها داشته است. پروتئین سرمی نیز، شاخص بیوشیمیایی به نسبت ناپایداری است که تحت تأثیر شرایط خارجی و داخلی تغییر می‌کند (۲۲). افزایش سطح پروتئین‌های سرم به عنوان شاخص مناسبی برای بررسی وضعیت سلامت ماهی مطرح است. فراوان‌ترین ماده حل شده در پلاسمای گروهی از پروتئین‌های پلاسمای شامل آلبومین‌ها و گلوبولین‌ها (IgM) تشکیل می‌دهند. استفاده از پروتئین کل، آلبومین و گلوبولین سرم خون ماهیان می‌تواند به عنوان یک شاخص برای ارزیابی پاسخ‌های ایمنی مورد استفاده قرار گیرد. شدت این پاسخ در بین گونه‌های مختلف و در شرایط مختلف محیطی متفاوت می‌باشد. یکی از عوامل مهمی که می‌تواند بر میزان پروتئین‌ها تأثیرگذار باشد، فاکتورهای تغذیه‌ای است. تغییر در سطوح پروتئین‌ها سرم خون در مطالعات بسیاری به دنبال استفاده از محرک‌های ایمنی، پروبیوتیک‌ها و پریبیوتیک‌ها گزارش شده است. این ترکیب مانند آلبومین در بیماری‌های حاد و مزمن کبدی و کلیوی کاهش می‌یابد. البته برای درک بهتر از وضعیت این فاکتور، بررسی آن حتماً باید در کنار آلبومین باشد، زیرا ممکن است کاهش آلبومین با سایر پروتئین‌ها در سرم جبران شود (۲۴). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که متعاقب مصرف جیره‌های آزمایشی کاهش معنی‌داری در سطح پروتئین تام و آلبومین سرم در تیمارهای آزمایشی در روز ۶۰ نمونه‌برداری نسبت به تیمار شاهد دیده شد که احتمالاً نشان‌دهنده افزایش میزان گلوبولین است.

ریزمغذی‌هایی نظیر کلسیم، گلوکز، منیزیم، فسفر، آهن به عنوان کوفاکتور در ساختار چندین آنزیم و همچنین در ساختار واحدهای ماکرومولکول‌ها و ترکیبات موجود در مایع‌های بدن استفاده می‌شوند. بر اساس مطالعه انجام شده

و ویتامین E و اسیداوریک) به واسطه اکسیژن فعال، واکنش‌های مختلف شیمیایی را کاتالیز می‌نمایند (۱۵). سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی ابزار مفیدی برای تعیین وضعیت آنتی‌اکسیدانی و تشخیص استرس اکسیداتیو در مایعات و بافت بدن ماهی می‌باشد (۲۶).

در مطالعه حاضر مشاهده شد که تمامی تیمارهای مورد مطالعه در رابطه با میزان کاتالاز موجود در سرم ماهی نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشتند. دلیل آن را می‌توان این گونه بیان کرد که پروبیوتیک‌ها، وضعیت استرس اکسیداتیو را در موجودات بهبود می‌بخشند و با افزایش فعالیت ضد اکسیدانی و ضد میکروبی، باعث کاهش خطر عفونی شدن در موجودات می‌شوند. از سوی دیگر، افزایش پروبیوتیک، باعث کاهش شاخص‌های استرس در خون می‌شود، همچنین در مطالعه Weifan و همکاران در سال ۲۰۱۳ و Zhang و همکاران در سال ۲۰۱۲، نشان داده شد که پروبیوتیک به عنوان یک آنتی‌ژن برای آنتی‌اکسیدان‌ها تلقی می‌شود و در نتیجه باعث افزایش ترشح آنتی‌اکسیدان‌ها و حذف رادیکال‌های آزاد اضافی تولید شده توسط سوخت و ساز بالای بدن و استرس نامطلوب زیست محیطی می‌گردد و با تنظیم تعادل رادیکال‌های بدن، بافت و اندام‌های آسیب‌دیده بدن ترمیم می‌شوند (۲۶، ۲۷).

بررسی نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر نشان‌دهنده تأثیر مثبت پروبیوتیک در اکثر شاخص‌های مورد بررسی بود که از بین تیمارها، تیمار پلنتاروم بهترین و بیشترین نتیجه را به دنبال داشت. این نتیجه حاکی از اثر مثبت این گونه پروبیوتیک بر فاکتورهای بیوشیمیایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از حمایت‌های مالی دانشگاه شهید چمران اهواز و دانشکده دامپزشکی ابراز می‌دارند.

تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده است.

آنزیم‌های ALT، AST، ALP از آنزیم‌های مهم در تعیین وضعیت سلامت ماهیان به شمار می‌آیند. سلول‌های کبدی غنی از آنزیم‌ها بوده و لاکتات دهیدروژناز نیز جهت بررسی آسیب‌های بافتی کبد مورد استفاده قرار می‌گیرند. تغییرات آنزیم‌های سرمی در انواعی از بیماری‌ها، آلودگی‌های انگلی و مسمومیت‌ها گزارش شده است (۳). نتایج این تحقیق نشان داد که میزان AST در تیمار پلنتاروم+پنتوسوس اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها دارد و دارای بیشترین میزان است. در رابطه با ALT اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد و فقط تیمار پنتوسوس افزایش جزئی نسبت به تیمار شاهد داشت. هم‌سو با نتایج مطالعه حاضر، در بررسی Alizadeh Rudposhti و همکاران در سال ۲۰۱۷، با افزودن باکتری *انتروکوکوس فکالیس* در جیره تاس‌ماهی ایرانی افزایش معنی‌دار مقادیر AST و AST سرمی نسبت به گروه کنترل مشاهده شد (۵). نتایج مطالعه Seyedi و همکاران در سال ۲۰۱۳ نیز نشان داد که با مصرف پروبیوتیک‌های *لاکتوباسیلوس کازئی* و *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* در مدل حیوانی موش، مقادیر ALT سرم به طور معنی‌دار و مقادیر AST سرم به طور غیر معنی‌داری نسبت به گروه شاهد افزایش یافته که مشابه نتایج مطالعه حاضر است (۲۱). در مطالعه‌ای که Adorian و همکاران در سال ۲۰۱۸ در خصوص اثر دو گونه از باکتری *باسیلوس* بر فاکتورهای بیوشیمیایی ماهی باس دریایی انجام دادند، نتایج نشان داد که استفاده از پروبیوتیک موجب تغییر وابسته به دوز فعالیت آنزیم‌های کبدی در این ماهی می‌شود (۱). مطالعه Mirmazloumi و همکاران در سال ۲۰۱۵ میزان آنزیم‌های ALP و AST، به دنبال مواجهه با استات سرب به مقدار ۵ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۱۵ روز افزایش معنی‌داری در بافت کبدی داشت (۱۶). از طرفی مطالعه Dai و همکاران در سال ۲۰۰۹ نشان داد که مواجهه ماهی تیلاپیا با فلز سرب در رژیم غذایی، موجب کاهش فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز کبدی و کلیوی می‌شود (۹).

مطالعات بر روی سنجش مقدار انواع اکسیدان‌ها و آنزیم‌های اکسیداز در اندام‌های مختلف، به دلیل پتانسیل بالای واکنش‌دهی آنتی‌اکسیدان‌ها به عنوان بخشی از سیستم دفاعی بدن در برابر انواع آلاینده‌ها و سموم می‌باشد.

آنتی‌اکسیدان‌های ماهی شامل آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (کاتالاز، سوپراکسیداز دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز و گلوتاتیون ردوکتاز) و آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی (ویتامین C

References

- Ahire, J.J., Mokashe, N.U., Chaudhari, B.L., Adorian, T.J., Jamali, H., Ghafari Farsani, H., Darvishi, P., Hasanpour, S., Bagheri, T., Roozbehfar, R. (2018). Effects of probiotic bacteria *Bacillus* on growth performance, digestive enzyme activity, and hematological parameters of Asian sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch). *Probiotics Antimicrob Proteins*, 11(1), 248–255. <https://doi.org/10.1007/s12602-018-9393-z>
- Ahire, J.J., Mokashe, N.U., Chaudhari, B.L. (2018). Effect of dietary probiotic *Lactobacillus helveticus* on growth performance, antioxidant levels, and absorption of essential trace elements in goldfish (*Carassius auratus*). *Probiotics Antimicrob Proteins*, 11(2), 559–568. <https://doi.org/10.1007/s12602-018-9428-5>
- Akrami, R., Ghelichi, A., Ahmadifar, E. (2011). Effect of dietary prebiotic inulin on hematological and biochemical parameters of cultured juvenile beluga (*Huso huso*). *J Vet Res*, 66(2), 131–136
- Alizadeh Nozari, M., Shapoori, M. (2016). Effects of dietary alphanion probiotic on growth, hematological indices and proximate composition of *Huso huso*. *Iran Sci Fish J*, 4, 151–159. <https://doi.org/10.22092/ISFJ.2017.113935>
- Alizadeh Rudposhti, M., Shenavar Masouleh, A., Masoumzadeh, M., Jalilpoor, J., Bazari Moghaddam, S., Yeganeh, H., Aziz Zadeh, L. (2017). Effect of lactic acid bacteria *Enterococcus faecalis* as a probiotic on blood biochemical and serum factors in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) Fingerlings. *J Aquac Dev*, 11(1), 89–103.
- Bajelan, B., Zakeri, M., Mousavi, S.M., Yavari, V., Rajab Zadeh, E. (2017). Combinatory effects of dietary Inulin and *Enterococcus faecium* in Benni, *Mesopotamichthys sharpeyi* on some hematological parameters, serum biochemical and resistance to environmental stress. *Iran Vet J*, 14(2), 25–38. <https://doi.org/10.22055/ivj.2017.65672.1825>
- Borges, A., Scotti, L.V., Siqueira, D.R., Jurinitz, D.F., Wassermann, G.F. (2004). Hematologic and serum biochemical values for jundia (*Rhamdia quelen*). *Fish Physiol Biochem*, 30(1), 21–25. <https://doi.org/10.1007/s10695-004-5000-1>
- Claiborne, A. (1985). Catalase activity. In: *Handbook of Methods for Oxygen Free Radical Research*. Greenwald, R.A. (ed.). (1st ed.) CRC Press, Boca Raton, Florida. USA. p. 283–284.
- Dai W., Fu, L., Du, H., Jin, C., Xu, Z. (2009). Changes in growth performance, metabolic enzyme activities, and content of Fe, Cu, and Zn in liver and kidney of tilapia (*Oreochromis niloticus*) exposed to dietary Pb. *Biol Trace Elem Res*, 128(2), 176–183. <https://doi.org/10.1007/s12011-008-8259-8>
- Das, A., Nakhro, K., Chowdhury, S., Kamilya, D. (2013). Effects of potential probiotic *Bacillus amyloliquifaciens* FPTB16 on systemic and cutaneous mucosal immune responses and disease resistance of catla (*Catla catla*). *Fish Shellfish Immunol*, 35(5), 1547–1553. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2013.08.022>
- He, X., Zou, Y., Yoon, W.B., Park, S.J., Park, D.S., Ahn, J. (2011). Effects of probiotic fermentation on the enhancement of biological and pharmacological activities of *Codonopsis lanceolata* extracted by high pressure treatment. *J Biosci Bioeng*, 112(2), 188–193. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2011.04.003>
- Imanpour, M.R., Roohi, Z. (2015). Effect of a multi-strain probiotic (Primalac) on growth performance, some blood biochemical parameters, survival and stress resistance on Caspian kutum (*Rutilus kutum*) fry. *Iran Sci Fish J*, 24(2), 95–102. <https://doi.org/10.22092/ISFJ.2015.103133>
- Jahanbakhshi, A.R., Ahmadnia Motlagh, H.R., Javadi Moosavi, M., Rahimikia, E. (2015). Effects of garlic (*Allium sativum*) extract on growth performance, survival rate, some hematological and biochemical indices of gourami (*Trichogaster trichopterus*). *Iran J Anim Sci*, 7(2), 218–224.
- Martinez, C., Nagae, M., Zaia, C., Zaia, D. (2004). Acute morphological and physiological effects of lead in the neotropical fish *Prochilodus lineatus*. *Braz J Biol*, 64(4), 797–807. <https://doi.org/S1519-69842004000500009>
- Martínez-Álvarez, R.M., Morales, A.E., Sanz, A. (2005). Antioxidant defenses in fish: biotic and abiotic factors. *Rev Fish Biol Fisher*, 15(1-2), 75–88. <https://doi.org/10.1007/s11160-005-7846-4>
- Mirmazloomi S., Shahsavani, D., Baghshani H. (2015). Studies on the protective effects of ascorbic acid and thiamine on lead induced lipid and protein oxidation as well as enzymatic alterations in some tissues of *Cyprinus carpio*. *Comp Clin Pathol*, 24(5), 1231–1236. <https://doi.org/10.1007/s00580-015-2065-4>
- Mohammadian, T., Alishahi, M., Tabandeh, M.R., Ghorbanpoor, M., Gharibi, D., Tollabi, M., Rohanzade, S. (2016). Probiotic effects of *Lactobacillus plantarum* and *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* on some immune-related parameters in *Barbus grypus*. *Aquac Int*, 24(1), 225–242. <https://doi.org/10.1007/s10499-015-9921-8>
- Moss, D.W., Henderson, A.R. (1999). *Clinical enzymology*. In: Tietz's Textbook of Clinical Chemistry. Burtis, C.A., Ashwood, E.R. (eds.). (3rd ed.) WB. Saunders Company. Philadelphia, USA. p. 617–721.
- Nikkhoo, M., Yousefian, M., Safari, R., Nikkhoo, M. (2010). The influence probiotic of Aqualase on the survival, growth, intestinal microflora and challenge infection in wild carp (*Cyprinus carpio* L.). *Res J Fish Hydrobiol*, 5(2), 168–172.
- Planas M., Vazquez, J.A., Marques, J., Peres-Lomba, R., Gonzalez M.P., Murado, M. (2004). Enhancement of rotifer (*Brachionus plicatilis*) growth by using terrestrial lactic acid bacteria. *Aquaculture*, 240(1-4), 313–329. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.07.016>
- Seyedi, B., Heidary, R., Tukmechi, A. (2013). Dietary effect of *L. casei* and *L. paracasei* as probiotic bacteria with Raftilose as peribiotic on the growth and liver enzymes in rat. *Razi J Med Sci*, 20(107), 1–9.
- Shalaby, A.M., Khattab, Y.A., Abdel Rahman, A.M. (2006). Effects of Garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *J Venom Anim Toxins Incl Trop Dis*, 12(2), 172–201. <http://doi.org/10.1590/S1678-91992006000200003>
- Son, V.M., Chang, C.C., Wu, M.C., Guu, Y.K., Chiu, C.H., Cheng, W. (2009). Dietary administration of the probiotic, *Lactobacillus plantarum*, enhanced the growth, innate immune responses, and disease resistance of the grouper *Epinephelus coioides*. *Fish Shellfish Immunol*, 26(5), 691–698. <http://doi.org/10.1016/j.fsi.2009.02.018>
- Toutou, M.M., Soliman, A.A.A., Farrag, M.M.S., Abouelwafa, A.E. (2016). Effect of probiotic and symbiotic food supplementation on growth performance and healthy status of grass carp, *Ctenopharyngodon Idella* (Valenciennes,

- 1844). *Int J Ecotoxicol Ecobiol*, 1(3), 111–117. <http://doi.org/10.11648/j.ijee.20160103.18>
25. Vine, N.G., Leukes, W.D., Kaiser, H., Daya, S., Baxter, J., Hecht, T. (2004). Competition for attachment of aquaculture candidate probiotic and pathogenic bacteria on fish intestinal mucus. *J Fish Dis*, 27(6), 319–326. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2004.00542.x>
26. Weifen, L., Xiaoping, Z., Wenhui, S., Bin, D., Quan, L., Luoqin, F., Jiajia, Z., Yue, W., Dongyou, Y. (2012). Effects of *Bacillus* preparations on immunity and antioxidant activities in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Fish PhysiolBiochem*, 38, 1585–1592. <http://doi.org/10.1007/s10695-012-9652-y>
27. Zhang, C.N., Li, X.F., Xu, W.N., Jiang, G.Z., Lu, K.L., Wang, L.N. Liu, W.B. (2013). Combined effects of dietary fructooligosaccharide and *Bacillus licheniformis* on innate immunity, antioxidant capability and disease resistance of triangular bream (*Megalobrama terminalis*). *Fish Shellfish Immunol*, 35(5), 1380–1386. <http://doi.org/10.1016/j.fsi.2013.07.047>



Effect of Autochthonous Probiotics, Isolated from Fish Intestine on Biochemical Parameters and Hepatic Enzymes in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Takavar Mohammadian^{1,5}, Abdolhossein Jangaran Nejad², Ehsan Badiei¹, Hossein Momeni³,
Mohammadreza Tabandeh⁴, Seyedeh Parva Mousavi Khorasani¹

¹ Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

² Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Lorestan University, Khorramabad, Iran

³ Graduated from the Aquatic Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

⁴ Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

⁵ Member of Excellence Center of Warm Water Fish Health, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

doi [10.22059/jvr.2020.296608.3018](https://doi.org/10.22059/jvr.2020.296608.3018)

Received: 10 August 2020, Accepted: 23 September 2020

Abstract

BACKGROUND: Intensive aquaculture and commercialization production are believed to be needed for improving fish health status and probiotics are candidates to achieve this goal.

OBJECTIVES: In this study, we utilized *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus pentosus* as autochthonous food supplementation for biochemical investigation in rainbow trout.

METHODS: In the current study, 240 juvenile rainbow trout with an average weight of 15 ± 2 g were randomly divided into four groups with three replications. Group 1, 2, and 3 were fed with 10^8 CFU/g of *L. plantarum*, *L. pentosus*, and the combination of these two probiotics, respectively. The control group was fed with the normal diet, for 60 days (2 % of body weight, 3times per day). Samples were taken at days 0 and 60 and biochemical parameters and hepatic enzymes activity were then investigated.

RESULTS: Most biochemical factors had positive changes in the fish fed with probiotics, particularly in *L. plantarum* group ($P < 0.05$). Furthermore, the results exhibited a significant decrease in ALP level in the probiotic groups, particularly in *L. pentosus* group ($P < 0.05$). Meanwhile, AST enzyme activity in plantarum+pentosus group was higher than that in the other groups ($P < 0.05$).

CONCLUSIONS: The present results indicated the effectiveness of food supplementation with probiotics in fish diet with the preference of probiotic to improve the biochemical factors and hepatic enzymes activity of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*.

Keywords: Aquaculture, Probiotics, Biochemical parameters, Hepatic enzymes, Rainbow trout

Copyright © 2020. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution- 4.0 International License which permits Share, copy and redistribution of the material in any medium or format or adapt, remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.

Corresponding author's email: jangaran.a@lu.ac.ir Tel/Fax: 066-33120109/066-33120109

How to cite this article:

Mohammadian, T., Jangaran Nejad, A., Badiei, E., Momeni, H., Tabandeh, M., Mousavi Khorasani, S. (2021). Effect of Autochthonous Probiotics, Isolated from Fish Intestine on Biochemical Parameters and Hepatic Enzymes in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). J Vet Res, 76(1), 22-30. <https://doi.org/10.22059/jvr.2020.296608.3018>

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Biochemical parameters (Average \pm Standard deviation) in rainbow trout serum post probiotics feeding.

Figure 1. Changes in serum enzymatic level (Average \pm Standard deviation, unit per liter) in rainbow trout serum post probiotics feeding.