Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics

Print ISSN: 2345-427X
Online ISSN: 2345-4288

The effects of using Pectin and Natozyme multi-enzyme separately and in combination on blood biochemical factors in Common Carp (*Cyprinus carpio*)

Tahereh Darnahal[*1], Mohammad Reza Imanpour[2], Roghieh Safari[3]

1. Corresponding Author, Ph.D. Student of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: mahbobehdarnahal@yahoo.com
2. Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: imanpour@yahoo.com
3. Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: roghi_safari@yahoo.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 07.23.2022
Revised: 09.12.2022
Accepted: 08.28.2022

Keywords:
Blood biochemical,
Common carp,
Natozyme,
Pectin

ABSTRACT

Enzymes and immune stimulants have been the focus of researchers due to increasing growth and improving the health of fish in recent years. In this experiment, the effect of using pectin and natozyme multi-enzyme separately and in combination on blood serum biochemical indicators in common carp fry (*Cyprinus carpio*) was investigated.For this purpose, the number of 540 common carp fry with an average weight of about 10 g for 8 weeks with experimental diets with nine treatments and each treatment with three repetitions including basic diet (0), 1% pectin, 2% pectin 0.05% natozyme multi-enzyme, 0.1% natozyme multi-enzyme, combination of pectin (1%) and natozyme multi-enzyme (0.05%), pectin combination (2%) and natozyme multi-enzyme (0.05%), Pectin composition (1%) and natozyme multienzyme (0.1%), pectin composition (2%) and natozyme multienzyme (0.1%) were fed. At the end of the course, blood biochemical factors, total protein, albumin, globulin and liver enzymes (ALT, AST, ALP) were measured by spectrophotometric method. The amount of alkaline phosphatase, aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase did not show in any of the separate treatments of pectin and natozyme multi-enzyme and the combined treatment (with interaction) ($P>0.05$). The results of protein, albumin, and serum immunoglobulin of fish in the control group and fish fed with 0.05 and 0.1% natozyme multienzyme showed no significant difference with the control group and there was no interaction effect ($P\geq0.05$), and 2% pectin had a more significant difference than 1% pectin. There was also a significant difference with other groups in the diets that used 2% pectin and 0.1% natozyme ($P\leq0.05$). In general, the use of pectin and natozyme multi-enzyme separately and in combination improved blood biochemical factors as safety indicators in carp fish.

Cite this article: Darnahal, Tahereh, Imanpour, Mohammad Reza, Safari, Roghieh. 2024. The effects of using Pectin and Natozyme multi-enzyme separately and in combination on blood biochemical factors in Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 13 (3), 129-140.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/japu.2022.20450.1690
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان

شاپا چاپی: ۲۳۴۵-۴۲۷X
شاپا آنلاین: ۲۳۴۵-۴۲۸۸

اثرات به‌کارگیری پکتین و مولتی‌آنزیم ناتوزیم به‌صورت مجزا و توأم فاکتورهای بیوشیمیایی خون در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

طاهره دارنهال*[۱]، محمدرضا ایمانپور[۲]، رقیه صفری[۳]

۱. نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: mahbobehdarnahal@yahoo.com

۲. گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: imanpour@yahoo.com

۳. گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: roghi_safari@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۱
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۶

واژه‌های کلیدی:
بیوشیمیایی خون،
پکتین،
ماهی کپور،
ناتوزیم

چکیده

آنزیم‌ها و محرک‌های ایمنی به‌دلیل افزایش رشد و هم‌چنین بهبود سلامت ماهیان در طی سال‌های اخیر مورد توجه پژوهش‌گران قرار گرفته‌اند. در این آزمایش اثر به‌کارگیری پکتین و مولتی‌آنزیم ناتوزیم به‌صورت مجزا و توأم بر شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون در بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) مورد بررسی قرار گرفت. بدین‌منظور تعداد ۵۴۰ قطعه بچه‌ماهی کپورمعمولی با میانگین وزن حدود ۱۰ گرم با جیره‌های آزمایشی با نه تیمار و هر تیمار با سه تکرار شامل جیره پایه (صفر)، ۱ درصد پکتین، ۲ درصد پکتین، ۰/۰۵ درصد مولتی‌آنزیم ناتوزیم، ۰/۱ درصد مولتی‌آنزیم ناتوزیم، تلفیق پکتین (۱ درصد) و مولتی‌آنزیم ناتوزیم (۰/۰۵ درصد)، تلفیق پکتین (۲ درصد) و مولتی‌آنزیم ناتوزیم (۰/۰۵ درصد)، تلفیق پکتین (۱ درصد) و مولتی‌آنزیم ناتوزیم (۰/۱ درصد)، تلفیق پکتین (۲ درصد) و مولتی‌آنزیم ناتوزیم (۰/۱ درصد) به‌مدت ۸ هفته تغذیه شدند. در انتهای دوره فاکتورهای بیوشیمیایی خون پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین و آنزیم‌های کبدی (ALT، AST و ALP)، از روش اسپکتوفتومتری اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که میزان آلکالین فسفاتاز، آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز در هیچ‌یک از تیمارهای مجزای پکتین و مولتی آنزیم ناتوزیم و تیمار تلفیقی (با اثر متقابل) نشان نداد (P>۰/۰۵). نتایج بررسی پروتئین، آلبومین و ایمنوگلوبین سرم خون ماهیان گروه شاهد و ماهیان تغذیه شده با مولتی‌آنزیم ناتوزیم ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P≥۰/۰۵) و تیمار تغذیه شده با پکتین ۲ درصد اختلاف معنی‌دار بیش‌تری نسبت به تیمار تغذیه شده با پکتین ۱ درصد داشت هم‌چنین در جیره‌های غذایی که از

سطح پکتین ۲ درصد و ناتوزیم ۰/۱ درصد استفاده شده اختلاف معنی‌دار بیش‌تری با سایر گروه‌ها مشاهده گردید (P≥۰/۰۵). به‌طورکلی به‌کارگیری پکتین و مولتی‌آنزیم ناتوزیم به‌صورت مجزا و توأم باعث بهبود فاکتورهای بیوشیمیایی خون به‌عنوان شاخص‌های ایمنی در ماهی کپور گردید.

استناد: دارنهال، طاهره، ایمانپور، محمدرضا، صفری، رقیه (۱۴۰۳). اثرات به‌کارگیری پکتین و مولتی‌آنزیم ناتوزیم به‌صورت مجزا و توأم فاکتورهای بیوشیمیایی خون در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). *نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان*، ۱۳ (۳)، ۱۴۰-۱۲۹.
DOI: 10.22069/japu.2022.20450.1690

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

آبزی‌پروری یکی از سریع‌ترین بخش‌های در حال رشد در جهان است و با یک سرعت قابل پیش‌بینی به رشد خود ادامه خواهد داد (۱، ۲). خوراک گران‌ترین کالا در صنعت آبزی‌پروری است، پس از آن، رشد مستمر و تشدید تولید آبزی‌پروری به توسعه منابع پروتئینی ارزان قیمت پایدار به جای پودر ماهی در آبزیان بستگی دارد که به‌طور گسترده به عنوان منبع پروتئین در صنعت آبزی‌پروری استفاده می‌شود (۳). افزایش هزینه تولید پودر ماهی به تولیدکنندگان خوراک اجازه می‌دهد تا به دنبال منابع ارزان و پایدار جایگزین پروتئین غیر از پودر ماهی مانند پروتئین گیاهی و محصولات جانبی آن‌ها باشند (٤). بااین‌حال، جایگزینی کامل پودر ماهی با پروتئین گیاهی به‌طور کلی منجر به کاهش عملکرد رشد ماهی و استفاده از خوراک به دلیل وجود عوامل ضد تغذیه‌ای مانند پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای (۵) یا عدم تعادل در اسیدهای آمینه ضروری شده است (٦). آنزیم‌های بیرونی به‌طور گسترده در صنعت خوراک برای کاهش مشکل پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای به‌ویژه در جیره‌های پروتئین گیاهی استفاده می‌شوند و در نتیجه ارزش غذایی را بهبود می‌بخشند (۷). آنزیم ناتوزیم پلاس یکی از مکمل‌های آنزیمی است که حاوی فیتاز، بتاگلوکاناز، آلفاآمیلاز، سلولاز، همی‌سلولاز، پکتیناز، آمیوگلیکوزیداز، لیپاز، زایلاناز، پروتئاز، اسیدفیتاز، اسیدفسفاتاز وپنتوزاناز می‌باشد (۸). مطالعات متعددی در زمینه اثر مولتی‌آنزیم بر عملکرد رشد و بهبود شاخص‌های ایمنی در آبزیان وجود دارند که می‌توان به آویزایم بر ماهی قزل‌آلا (*Onchorhynchus mykis*) (۹)، مولتی‌آنزیم ناتوزایم در ماهی کپور معمولی (۱۰)، مولتی‌آنزیم‌های تجاری در ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niluticus*) (۱۱)، مولتی‌آنزیم کمین بر فیل‌ماهی (*Huso huso*) (۱۲)، مولتی‌آنزیم ناتوزیم و همی سل و ترکیب این دو مولتی‌آنزیم بر ماهی آزاد (*Salmo trutta caspicus*) (۱۳)، استفاده از مولتی‌آنزیم کمبو بر شاخص‌های رشد در تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) (١٤)، بررسی اثرات استفاده از مولتی‌آنزیم آپسوزایم و بتائین در جیره بر برخی شاخص‌های خونی و ترکیب لاشه در فیل‌ماهی (۱۵) اشاره کرد. ضایعات کشاورزی و صنایع غذایی به‌دلیل افزایش سطح تولید و دامنه فعالیت‌های صنایع تبدیلی در حال افزایش است. هر چند که در جریان عمل‌آوری صنعتی مواد مغذی آن‌ها عمدتاً به‌منظور استفاده‌های انسانی از محصولات مورد فرآوری استخراج می‌گردد، ولی مقادیر قابل‌توجهی از مواد مغذی در پسماندها باقی‌مانده و استفاده از آن‌ها نه تنها موجب کاهش هزینه‌های غذایی می‌گردد، بلکه به این طریق از دفع این مواد در طبیعت و آلودگی‌های زیست‌محیطی نیز جلوگیری می‌گردد (١٦). میوه‌های تازه منابع مهم انرژی، ویتامین‌ها، مواد معدنی و فیبرها هستند. ارزش غذایی میوه‌ها عمدتاً به کیفیت این مواد مغذی و هم‌چنین کمیت آن‌ها بستگی دارد. مرکبات منبع غنی ویتامین‌ها و برخی مواد معدنی (۱۷، ۱۸). پرتقال شیرین یکی از این میوه‌هاست که سرشار از ترکیبات زیست‌فعال است، اجزای اصلی فعال زیست‌فعال پوست پرتقال شیرین پکتین، فنولیک، آلکالوئیدها، تانن‌ها و فلاونوئیدها می‌باشد (۱۹) که دارای خواص عملکردی تأثیرگذاری به عنوان محرک رشد و محرک سیستم ایمنی هستند. پکتین به میزان فراوانی در پوست مرکبات و هلو، پالپ سیب و انگور و کدو تنبل یافت می‌شود (۲۰). پکتین ماده‌ای است که به‌طور گسترده به‌عنوان عامل همبند و تثبیت‌کننده استفاده می‌گردد. از سوی دیگر از آن در فرمولاسیون داروهای مورد استفاده برای درمان اختلالات گوارشی، دیابت، کلسترول و یا فشار خون بالا استفاده می‌گردد (۲۱). اخیراً ثابت شده است که پکتین و مشتقات آن

به‌عنوان یک پربیوتیک بالقوه با خواص بهبود یافته مطرح است (۲۲). مطالعات قبلی در مورد اثرات احتمالی ترکیبات زیست‌فعال در پوست پرتقال بر روی گونه‌های مختلف ماهی نشان داد که پکتین به‌دست آمده از پوست مرکبات یا تفاله سیب به‌دلیل محتوای بالای ترکیبات زیست‌فعال یکی از امیدوارکننده‌ترین عوامل تعدیل‌کننده ایمنی، اثرات ضدویروسی و ضدباکتریایی محسوب می شوند (۲۳). تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه (SCFA) در نتیجه تجزیه الیگوساکاریدهای استخراج شده از پکتین توسط گروهی از باکتری‌ها در موش گزارش شده است (۲٤). اسیدهای چرب کوتاه زنجیر اثرات مثبتی بر سلامت دارند که از جمله این اثرات می‌توان به کاهش تکثیر باکتری‌های مضر اشاره کرد. الیگوساکاریدهای استخراج شده از پکتین هم‌چنین دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی نیز می‌باشد که در مهار تکثیر سلول‌های سرطانی (۲۵) و ایجاد اثرات ضدالتهابی و دفع فلزات سمی (۲٦) نیز نقش دارد. هم‌چنین تجویز خوراکی پلی‌ساکاریدهای استخراج شده از پکتین لیمو در موش منجر به افزایش ترشح GM-CSF و IL-6 و بهبود فعالیت سلول‌های ایمنی گردیده است (۲۷). فادا و همکاران در سال ۲۰۲۱، در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر ارزش غذایی پوست پرتقال خشک در تغذیه ماهی تیلاپیا نیل پرداختند (۲۸). عدم وجود مطالعه‌ای در زمینه تأثیر استفاده از مولتی‌آنزیم ناتوزایم، پکتین و اثرات استفاده توأم آن‌ها بر فاکتورهای بیوشیمیایی سرم در ماهی کپور، خلا تحقیقاتی و ضرورت مطالعه در این زمینه را نشان می‌دهد.

مواد و روش‌ها

طراحی آزمایش: در این پژوهش، ٥٤٠ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی (با وزن تقریبی ۱۰ گرم) از یکی از مراکز تکثیر و پرورش کپور معمولی تهیه و به سالن آبزی‌پروری شهید فضلی‌برآبادی انتقال یافت. پس از دو هفته سازگاری، این مطالعه در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در ۹ تیمار و برای هر تیمار ۳ تکرار (۲۰ ماهی در هر تکرار) انجام پذیرفت که شامل جیره پایه (شرکت فرادانه) (صفر)، ۱ درصد پکتین، ۲ درصد پکتین، ۰/۰۵ درصد مولتی‌آنزیم ناتوزیم، ۰/۱ درصد مولتی‌آنزیم ناتوزیم، ترکیب پکتین (۱ و ۲ درصد) و مولتی‌آنزیم ناتوزیم (۰/۰۵ درصد)، ترکیب پکتین (۱ و ۲ درصد) و مولتی‌آنزیم ناتوزیم (۰/۱ درصد) بود. جیره‌های غذایی با اسپری کردن ترکیبات مولتی‌آنزیم ناتوزیم و پکتین با ژلاتین بر جیره پایه به‌دست آمد. غذادهی به میزان ۵ درصد وزن بدن در ۳ مرحله در روز طی دو ماه انجام شد (۲۹). مولتی‌آنزیم ناتوزیم و پکتین مورد استفاده در این پژوهش به‌ترتیب از شرکت PINTALUBA و دانشگاه چیانگ مای تایلند تهیه شدند.

جدول ۱- آنالیز تقریبی غذای فرادانه.

نوع ماده	درصد موجود در غذا (درصد)
پروتئین خام	۳۵-۳۸
چربی خام	٤-۸
فیبر خام	٤-۷
خاکستر	۷-۱۱
رطوبت	۵-۱۱
فسفر	۱/۱-۵

خونگیری: یک روز قبل از خون‌گیری غذادهی تمامی ماهیان قطع شد. جهت بررسی پارامترهای خونی بچه‌ماهیان، در پایان آزمایش، ۵ ماهی از هر تکرار به‌صورت تصادفی صید و ماهیان با استفاده از عصاره گل میخک بیهوش شدند. خون‌گیری از ساقه دمی با قطع ساقه دمی صورت گرفت. بخشی از نمونه خون درون میکروتیوپ‌های بدون هپارین به‌منظور گرفتن سرم خون قرار گرفتند. سپس تمامی نمونه‌ها در کنار یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه سرم خون نیز با استفاده از سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه) جدا شد و تا زمان انجام آزمایش‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند.

سنجش پارامترهای بیوشیمیایی سرم: پارامترهای بیوشیمیایی خون شامل آنزیم‌های آلانین آمینوترانسفراز (ALT)، آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) و آلکالین فسفاتاز (ALP)، آلبومین و پروتئین کل سرم خون با استفاده از کیت‌های تجاری (پارس آزمون) به روش فتومتریک اندازه‌گیری شدند. ایمونوگلوبولین کل طبق روش سیوییکی و اندرسون اندازه‌گیری شد (۳۰).

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌های مربوط به شاخص‌های سرم خون جهت بررسی نرمالیتی با استفاده از آزمون کولوموگروف اسمیرنوف تست شد. سپس با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه در سطح اطمینان ۹۵ درصد بررسی شدند. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار نمایش داده شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام و نمودار با استفاده از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۰ ترسیم شد.

نتایج

نتایج بررسی آنزیم‌های کبدی در ماهیان گروه شاهد و ماهیان تغذیه شده با مولتی‌آنزیم ناتوزیم و پکتین پس از ۸ هفته در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان آلکالین فسفاتاز، آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز در هیچ‌یک از تیمارهای مجزای پکتین و مولتی‌آنزیم ناتوزیم و تیمار تلفیق (با اثر متقابل) نشان نداد) (P>۰/۰۵).

جدول ۲- عملکرد آنزیم‌های کبدی سرم ماهی کپور معمولی تغذیه‌شده با سطوح مختلف پکتین و مولتی‌آنزیم ناتوزیم طی ۸ هفته آزمایش.

شاخص	آلکالین فسفاتاز (ALP)	آسپارتات آمینوترانسفراز (AST)	آلانین آمینو ترانسفراز (ALT)
پکتین ۰ ناتوزیم ۰	۵۲/۵۰±۱۱۲۶/۳۳	۲/۷۶±۲۳/۳۶	۳۲/۱۴±۵۲۶/۶۶
پکتین ۰ - ناتوزیم ۰/۰۵ درصد	۵۰/۷۱±۱۱۲۲	۲/۰۸±۲۲/۶۶	۲۶/۴۵±۵۰۰
پکتین ۰ - ناتوزیم ۰/۱ درصد	۳۶/۴۷±۱۱۳۲/۶۶	۴/۸۳±۲۳/۵۳	۷۶/۳۷±۵۱۳/۳۳
پکتین ۱ درصد - ناتوزیم ۰	۵۹/۵۱±۱۱۴۹/۶۶	۲/۹۹±۲۱/۶۶	۷۵/۷۱±۵۰۶/۶۶
پکتین ۱ درصد -ناتوزیم ۰/۰۵ درصد	۲۹/۵۳±۱۱۹۷/۶۶	۳/۵±۲۳/۶۶	۵۵/۰۷±۴۷۳/۳۳
پکتین ۱ درصد -ناتوزیم ۰/۱ درصد	۵۳/۲۶±۱۱۹۷/۳۳	۴/۲۵±۲۱/۵	۵۲/۵۴±۵۲۰/۶۶
پکتین ۲ درصد - ناتوزیم ۰	۶۲/۰۵±۱۱۹۴/۳۳	۲/۸۲±۲۴/۲۶	۱۲۴/۳۸±۴۹۸
پکتین ۲ درصد -ناتوزیم ۰/۰۵ درصد	۲۸/۲۱±۱۱۹۱	۲/۹۵±۲۱/۴۶	۱۰۰/۱۶±۴۵۶/۶۶
پکتین ۲ درصد -ناتوزیم ۰/۱ درصد	۴۲/۳۲±۱۲۰۲	۲/۰۵±۲۲/۱۶۶	۳۵/۱۱±۴۷۶/۶۶
ناتوزیم	۰/۵۶	۰/۸۹	۰/۵۷
پکتین	۰/۰۰۵	۰/۸۳	۰/۵۶
ناتوزیم*پکتین	۰/۷۷	۰/۷۵	۰/۹۹

نتایج بررسی پروتئین، آلبومین و ایمنوگلوبین سرم خونی در جدول ۳ آورده شد. نتایج این بررسی نشان داد که در ماهیان گروه شاهد و ماهیان تغذیه شده با مولتی‌آنزیم ناتوزیم ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P\geq ۰/۰۵$) پکتین ۲ درصد اختلاف معنی‌دار بیش‌تری نسبت به پکتین ۱ درصد داشت هم‌چنین در جیره‌های غذایی که از سطح پکتین ۲ درصد و ناتوزیم ۰/۱ درصد استفاده شده اختلاف معنی‌دار بیش‌تری با سایر گروه‌ها مشاهده گردید ($P\geq ۰/۰۵$).

جدول ۳- عملکرد برخی فاکتورهای شیمیایی سرم ماهی کپور معمولی تغذیه‌شده با سطوح مختلف پکتین و مولتی‌آنزیم ناتوزیم طی ۸ هفته آزمایش.

شاخص	آلبومین (g/dL)	پروتئین کل (g/dL)	ایمونوگلوبین (g/dL)
پکتین ۰ ناتوزیم ۰	۰/۸۵±۰/۰۴^{c}	۳/۱۵±۰/۱۵^{c}	۱/۷۹±۰/۰۸^{c}
پکتین ۰ – ناتوزیم ۰/۰۵ درصد	۰/۸۴±۰/۰۳^{c}	۳/۱۴±۰/۱۲^{c}	۱/۷۹±۰/۰۷^{c}
پکتین ۰ – ناتوزیم ۰/۱ درصد	۰/۸۵±۰/۰۱^{c}	۳/۱۷±۰/۰۴^{c}	۱/۸۰±۰/۰۲^{c}
پکتین ۱ درصد – ناتوزیم ۰	۰/۹۳±۰/۰۱^{b}	۳/۴۵±۰/۰۵^{b}	۱/۹۶±۰/۰۳^{b}
پکتین ۱ درصد – ناتوزیم ۰/۰۵ درصد	۰/۹۳±۰/۰۶^{b}	۳/۴۷±۰/۰۲^{b}	۱/۹۷±۰/۰۱^{b}
پکتین ۱ درصد – ناتوزیم ۰/۱ درصد	۰/۹۸±۰/۰۱^{b}	۳/۶۳±۰/۰۳^{b}	۲/۰۶±۰/۰۲^{b}
پکتین ۲ درصد – ناتوزیم ۰	۰/۹۷±۰/۰۰۸^{b}	۳/۶۱±۰/۰۳^{b}	۲/۰۵±۰/۰۱^{b}
پکتین ۲ درصد – ناتوزیم ۰/۰۵ درصد	۱/۰۹±۰/۰۰۸^{a}	۴/۰۴±۰/۰۳^{a}	۲/۳±۰/۰۱^{a}
پکتین ۲ درصد – ناتوزیم ۰/۱ درصد	۱/۰۹±۰/۰۰۳^{a}	۴/۰۶±۰/۱۱^{a}	۲/۳۱±۰/۰۶^{a}
ناتوزیم	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
پکتین	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
ناتوزیم*پکتین	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

بحث

یکی از شاخص‌های مهم و قابل اطمینان در بررسی وضعیت سلامتی و فیزیولوژی آبزیان بخش پارامترهای خون می‌باشد که تحت‌تأثیر عوامل گوناگونی از جمله شرایط محیطی و تغذیه می‌باشد. چنان که میزان طبیعی پارامترهای سلولی و بیوشیمیایی خون و دامنه تغییرات آن در انواع ماهیان در شرایط طبیعی یا فیزیولوژیک در دسترس باشد، بررسی فاکتورهای خون‌شناسی و بیوشیمیایی می‌تواند نقش مهمی در تشخیص بیماری‌های آبزیان ایفا کند (۳۱) آنالیز فاکتورهای ایمنی، بیوشیمیایی و آنزیمی سرم خون ماهیان با اهداف مختلفی مانند پی بردن به وضعیت تغذیه‌ای گونه، شرایط فیزیولوژیک گونه، واکنش آبزی به شرایط استرس‌زا و بسیاری از اهداف دیگر مانند مطالعات سم‌شناسی و رفتارشناسی ماهی، صورت می‌گیرد (۳۲). در مطالعه حاضر میزان پروتئین، آلبومین و ایمنوگلوبین جیره‌های غذایی که از سطح پکتین ۲ درصد و ناتوزیم ۰/۱ درصد استفاده شده اختلاف معنی‌دار بیش‌تری با سایر گروه‌ها نشان دادند هم‌چنین بهبود سطوح پروتئین، آلبومین و ایمنوگلوبین در سایر جیره‌ها نسبت به گروه شاهد مشاهده شد. محمدبیگی و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی که برروی استفاده از بتا-گلوکاناز خارجی در رژیم مبتنی بر جو و اثرات آن بر روی برخی از

پارامترهای هماتولوژیکی کپور معمولی انجام دادند، بیان نمودند که آنزیم بتا-گلوکان می‌تواند به‌طور معنی‌داری بر روی بعضی از عوامل بیوشیمیایی خون مانند آلبومین و پروتئین کل، تأثیرگذار باشد (۳۳). اوگز و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای که به بررسی اثرات بتا گلوکاناز خالص بر پارامترهای خون کپور معمولی انجام دادند، بیان نمودند که استفاده از این آنزیم باعث معنی‌داری آلبومین و پروتئین کل نسبت به گروه شاهد بود (۳٤). ال-اشری و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای در بررسی اثر مکمل غذایی زایلاناز بر عملکرد رشد، مصرف خوراک، آنزیم‌های گوارشی، ترکیب تقریبی، پارامترهای خونی و بیوشیمیایی سرمی ماهیان تیلاپیا نیل افزودن زایلاناز به‌طور قابل‌توجهی پروتئین کل، گلوبولین و آلبومین را در مقایسه با رژیم غذایی شاهد بهبود بخشید (۲). همایونی و همکاران (۱٤۰۰) در بررسی اثرات استفاده از مولتی‌آنزیم آپسوزایم و بتائین در جیره بر برخی شاخص‌های خونی و ترکیب لاشه در فیل‌ماهی در میزان پروتئین کل و آلبومین اختلاف معنی‌داری را در تیمارهای تلفیقی مولتی‌آنزیم و بتائین با گروه شاهد گزارش نمودند (۱۵). در مغایرت با نتایج پژوهش حاضر، عادلیان و همکاران (۲۰۱٦) در پژوهشی که بر استفاده از مولتی‌آنزیم ناتوزیم در جیره غذایی ماهی کپور معمولی و اثرات آن بر شاخص‌های رشد و برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی خون داشتند بیان کردند که سطوح آنزیمی مختلف بر فاکتورهای بیوشیمیایی خون (آلبومین و پروتئین کل) تأثیر معنی‌داری نداشت (۱۰). حسینی‌فر و همکاران (۱٤۰۰) در مطالعه‌ای که به بررسی پکتین حاصل از تفاله سیب درختی بر روی شاخص‌های خون‌شناسی و بیوشیمیایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرداختند افزایش معنی‌دار شاخص آلبومین و عدم اختلاف معنی‌دار را در شاخص پروتئین کل در ماهیان تغذیه‌شده با جیره حاوی پکتین و گروه شاهد گزارش نمودند (۳۵). پروتئین کل در سرم خون شامل آلبومین و گلوبولین است که عملکردهای فیزیولوژیکی گسترده‌ای را در ماهیان استخوانی بر عهده دارد. آلبومین نقش مهمی در انتقال ترکیبات مختلف همانند داروها در خون برعهده دارد بنابراین تحریک سنتز این پروتئین‌ها توسط کبد یا سایر بخش‌های سیستم ایمنی می‌تواند منجر به بهبود انتقال محرک‌های ایمنی همانند مکمل‌های گیاهی در خون شود (۳٦). افزایش میزان پروتئین کل خون در پژوهش حاضر، به جهت انجام واکنش‌های اختصاصی قوی‌تر، در ارتباط با اثر تقویتی پکتین در بهبود عملکرد اندام‌های سازنده (کبد و کلیه) آلبومین و گلوبولین ماهی می‌باشد (۳۷). هم‌چنین آنزیم‌ها با از بین بردن فاکتورهای ضد تغذیه‌ای باعث بهبود عملکرد رشد ماهیان می‌شوند. به‌کارگیری آنزیم‌ها در جیره‌های غذایی حاوی کنجاله‌های پروتئینی گیاهی، باعث افزایش قابلیت هضم آمینواسیدهای آن می‌شوند (۳۸).

تغییرات فیزیولوژیک در کبد به‌دلیل اثر فرآیندهای متابولیک در موجود زنده است ضایعات کبدی بیش‌تر با قابلیت نفوذپذیری غشای سلول‌های کبدی همراه بوده و باعث اختلال در ساختن آنزیم‌ها شده و در نهایت به رهاسازی برخی آنزیم‌ها به داخل پلاسما و افزایش فعالیت آن‌ها می‌گردد (۳۹). در مطالعه حاضر، میزان آلکالین فسفاتاز، آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز در هیچ‌یک از تیمارهای مجزای پکتین و مولتی‌آنزیم ناتوزیم و تیمار ترکیبی (با اثر متقابل) نشان نداد. حسینی‌فرد و همکاران (۲۰۱۳) کاربرد سطوح مختلف سویا به همراه مقادیر ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم آویزایم در قزل‌آلای رنگین‌کمان ثابت کرد که با افزایش سطح سویا در جیره میزان آنزیم‌های کبدی (ALT و AST) کاهش معنی‌داری نسبت به گروه شاهد داشتند (٤۰). کومار و همکاران (۲۰۰۹)

گزارش کردند که با افزایش آلفا-آمیلاز در جیره کپور هندی روهو (*Labeo rohita*) سبب کاهش آنزیم‌های کبدی (ALT و AST) می‌شود (٤١). همایونی و همکاران (١٤٠٠) در بررسی اثرات استفاده از مولتی آنزیم آپسوزایم و بتائین در جیره بر برخی شاخص‌های خونی و ترکیب لاشه در فیل‌ماهی تفاوت معنی‌داری بین سطوح آنزیم‌های کبدی در تیمارهای آزمایشی گزارش نکردند. ولی سطوح این آنزیم‌ها در ماهیان تغذیه شده با مکمل‌های آنزیمی اختلاف کمی نسبت به ماهیان گروه شاهد داشتند (١٥). فادا و همکاران (٢٠٢١)، در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر ارزش غذایی پوست پرتقال خشک در تغذیه ماهی تیلاپیا نیل پرداختند. آن‌ها گزارش نمودند پوست پرتقال باعث افزایش فعالیت آنزیم های کبدی می‌شود. و بیان نمودند که این یافته‌ها ممکن است به‌دلیل وجود برخی از اجزای فعال زیستی مانند فنل‌ها، اسیدهای آمینه، اسانس‌ها، پکتین، کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها باشد (٢٨). ویتامین C موجود در پوست پرتقال که اثرات عملکردی بیوشیمیایی مثبتی به عنوان عوامل آنتی‌اکسیدانی دارند (٤٢). همه این ترکیبات به طور مثبت بر فعالیت آنزیم‌ها، افزایش قابلیت هضم مواد مغذی و جذب غذا و در نتیجه بهبود رشد ماهی تأثیر گذاشته‌اند (٤٣). علاوه بر این، این مواد فعال زیستی می‌توانند فعالیت‌های بیولوژیکی را تقویت کرده و به‌عنوان ضد استرس و اشتهاآور عمل کنند و بر ارزش غذایی پوست پرتقال خشک برای تغذیه ماهی نقش خود را در تقویت سیستم ایمنی و آنتی‌اکسیدان‌ها اضافه کنند (٤٣). به‌طورکلی تفاوت در نتایج مطالعات پژوهش‌گران به عوامل مختلفی بستگی دارد، چرا که پارامترهای سرمی تحت‌تأثیر تعداد زیادی از عوامل درونی و بیرونی مانند گونه و نژاد، درجه حرارت آب، اندازه، چرخه تولیدمثلی، نرخ متابولیک، سن، استرس، دوره‌های نوری، مرحله تولید، طول دوره آداپتاسیون و پرورش، شرایط بهداشتی محیط و سیستم پرورشی، رفتارهای تغذیه‌ای، خصوصیات فیزیولوژیک، نوع مواد اولیه به‌کار رفته در تهیه جیره و کمیت و کیفیت آن‌ها، فرمولاسیون جیره‌های غذایی، نوع مکمل مصرفی و میزان مورد استفاده آن در جیره و روش‌های مختلف اضافه کردن آن به جیره در تعیین آن‌ها، نقش دارند (٣٥). به‌طورکلی نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از مولتی‌آنزیم ناتوزایم و و پکتین با از بین بردن فاکتورهای ضدتغذیه‌ای و افزایش ایمنی می‌تواند جهت بهبود وضعیت تغذیه ماهیان مورد استفاده قرار گیرند و باعث بهبود فاکتورهای بیوشیمیایی خون به‌عنوان شاخص‌های ایمنی در کپور ماهی گردد.

منابع

1. FAO. (2018). Food Agriculture Organization of the United Nations: The State of World Fisheries and Aquaculture. Meeting the Sustainable, Rome, Italy.
2. El-ashry, M. A., Radwan, A. A., El-Sayed, A. I., Soltan, M. A., & Mehrim, A.I. (2021). Effect of Dietary Xylanase on Growth Performance, Digestive Enzymes and Physiological Responses of Nile Tilapia, Oreochromis Niloticus Fingerlings Fed Plant-Based Diets. *Annals of Agricultural Science Moshtohor*. 59 (2), 71-80.
3. Hassaan, M. S., Mahmoud, S. A., Jarmolowicz, S., El-Haroun, E. R., Mohammady, E. Y., & Davies, S. J. (2018). Effects of dietary baker's yeast extract on the growth, blood indices and histology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fingerlings. *Aquaculture nutrition*. 24 (6), 1709-1717.
4. Tacon, A. G., & Metian, M. (2015). Feed matters: Satisfying the feed demand of aquaculture. *Reviews in Fisheries Science and Aquaculture*. 23 (1), 1-10.

5. Sinha, A., Kumar, V., Makkar, H., De Broeck, G., & Becker, K. (2011). Non-starch polysaccharides and their role in fish nutrition – A review. *Food Chemistry*. 127, 1409-1426.
6. Cheng, W., Chiu, C. S., Guu, Y. K., Tsai, S. T., & Liu, C. H. (2013). Expression of recombinant phytase of Bacillus subtilis E20 in Escherichia coli HMS 174 and improving the growth performance of white shrimp, Litopenaeus vannamei, juveniles by using phytase-pretreated soybean meal-containing diet. *Aquaculture Nutrition*. 19, 117-127.
7. Forster, I., Higgs, D. A., Dosanjh, B. S., Rowshandeli, M., & Parr, J. (1999). Potential for dietary phytase to improve the nutritive value of canola protein concentrate and decrease phosphorus output in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) held in 11 °C fresh water. *Aquaculture*. 179, 109-125.
8. Yaqoubfar, A., Sharifi, D., & Golestani Milano, G. (2015). The Effect of Natuzyme Plus on Metabolizable Energy and Protein Digestibility of Diets Containing Wheat Grain and Canola Meal in Broiler Chickens. *Research on Animal Production (Scientific and Research)*. 10 (5), 57-68.
9. Ghobadi, S., Metinfar, A., Nizami, S. A., & Soltani, M. (2018). Influence of Supplementary Enzymes Avizyme on Fish Meal Replacement by Soy Bean Meal and Its Effects on Growth Performance and Survival Rate of Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*). Azadshahr Azad University Fisheries Journal. *Third year New Technologies in Aquaculture Development*. 2, 2-11.
10. Adelian, M., Imanpour, M., & Mazandarani, M. (2016). Utilizing Natuzyme multi-enzyme in the diet and their effects on growth and some blood biochemical factors of common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Animal Environment*. 1, 250-260.
11. Lin, S., Kngsen, M., & Tan, B. (2007). Effects of exogenous enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. *Aquaculture Research*. 38 (15), 1645-1653.
12. Ghomi, M. R., Shahriari, R., Faghani Langroudi, H., & Nikoo, M. (2012). The Effects of Dietary Enzyme on Some Blood Biochemical Parameters of the Cultured Great Sturgeon *Huso Huso* Juveniles. *Comparative Clinical Pathology*. 21, 201-204.
13. Zamini, A., Kanani, H., Esmaeili, A. Ramezani, S., & Zorie Zahara, S. (2012). Effects of two dietary exogenous multi-enzyme supplementation, Natuzyme® and beta-mannanase (Hemicell®), on growth and blood parameters of Caspian salmon (*Salmo truttacaspius*). *Comparative Clinical Pathology*. 55, 1-6.
14. Ghasemzadeh, P., Zemini, A. A., & Vahabzadeh, H. (2016). Investigating the effects of different levels of multi-enzyme combo on feeding efficiency, growth performance and liver enzymes of (*Acipenser baerii*). The 5th Iran National Fisheries Conference. 231-238.
15. Homayouni, M., Safary, R., Imanpour, M. R., Kiapour, F., Sanchuli, H., & Shokuhian, B. (2020). Effects of the use of multi enzyme Apsozyme and Betaine in the diet on some of the blood biochimical parameters and body composition in (*Hosu hosu*). *Journal of Animal Environment*. 12 (2), 123-128.
16. Ghaemi, H., Nobakht, A., & Razzagzadeh, S. (2014). The effect of apple pulp and multi enzyme on performance and blood parameters in native laying hens, *J. Farm Anim. Nutr. Physiol*. 9, 10-21.
17. Hornick, B. A., & Weiss, L. (2011). Comparative nutrient analysis of commonly consumed vegetables. *Nutr. Today*. 46, 130-7.
18. Fadda, S. H., Attalla, R. F., & Zaher, M. M. (2021). Impact of Food Values of Dried Orange Peel in Feeding the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*. 25 (5), 447-461.
19. Anwar, F., Naseer, R., Bhanger, M., Ashraf, S., Talpur, F. N., & Aladedunye, F. A. (2008). Physico-chemical characteristics of citrus seeds and seed oils from Pakistan. *J. Am. Oil Chem. Soc*. 85, 321-330.

20. Ovodov, Y. S. (2009). Current views on pectin substances. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 35 (3), 269-279.
21. Matsumoto, K., Hwang, Y. S., Lee, C. H., & Huber, D. J. (2010). Changes in firmness and pectic polysaccharide solubility in three cultivars of strawberry fruit following short-term exposure to high pCO_2. *Journal of food quality*. 33 (3), 312-328.
22. Gómez, B., Gullón, B., Yáñez, R., Schols, H., & Alonso, J. L. (2016). Prebiotic potential of pectins and pectic oligosaccharides derived from lemon peel wastes and sugar beet pulp: A comparative evaluation. *Journal of Functional Foods*. 20, 108-121.
23. Debbarma, P., Kishore, B. B., Nayak, N., & Kannuchamy, V. (2013). Gudipati, Antibacterial activity of ginger, eucalyptus and sweet orange peel essential oils on fish-borne bacteria. *J. Food Process. Preserv.* 37, 1022-1030.
24. Gullón, B., Gómez, B., Martínez-Sabajanes, M., Yáñez, R., Parajó, J. C., & Alonso, J. L. (2013). Pectic oligosaccharides: Manufacture and functional properties. *Trends in food science & technology*. 30 (2), 153-161.
25. Jackson, C. L., Dreaden, T. M., Theobald, L. K., Tran, N. M., Beal, T. L., Eid, M., Gao, M. Y., Shirley, R. B., Stoffel, M. T., Kumar, M. V., & Mohnen, D. (2007). Pectin induces apoptosis in human prostate cancer cells: correlation of apoptotic function with pectin structure. *Glycobiology*. 17 (8), 805-819.
26. Burana-osot, J., Soonthornchareonnon, N., Chaidedgumjorn, A., Hosoyama, S., & Toida, T. (2010). Determination of galacturonic acid from pomelo pectin in term of galactose by HPAEC with fluorescence detection. *Carbohydrate Polymers*. 81 (2), 461-465.
27. Suh, D. C., Kim, Y., Kim, H., Ro, J., Cho, S. W., Yun, G., Choi, S. U., & Lee, J. (2014). Enhanced in vitro skin deposition properties of Retinyl palmitate through its stabilization by pectin. *Biomolecules & therapeutics*. 22 (1), 73-84.
28. Fadda, S.H., Attalla, R. F., & Zaher, M. M. (2021). Impact of food values of dried orange peel in feeding the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*. 25, 447-461.
29. Van Doan, H., Hoseinifar, S. H., Elumalai, P., Tongsiri, S., Chitmanat, C., Jaturasitha, S., & Doolgindachbaporn, S. (2018). Effects of orange peels derived pectin on innate immune response, disease resistance and growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured under indoor biofloc system. *Fish and shellfish immunology*. 80, 56-62.
30. Siwicki, A. K., Anderson, D. P., & Rumsey, G. L. (1994). Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects non-specific immunity and protection against furunculosis. *Veterinary immunology and immunopathology*. 41 (1-2), 125-139.
31. Orum, I. M., & Dorucu, H. Y. (2003). Haematological parameters of three cyprinidae fish species from karakaya Darn Lake, Turkey. *Online Journal of Bio1ogical Science*. 3 (3), 320-328.
32. Lupi, P., Vigiani, V., & mecatti, M. (2006). Contribution to the definition of metabolic profile of farmed rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Italian Journal of Animal Science*. 5, 63-71.
33. Mohammadbeygi, M., Imanpour, M. R., Taghizadeh, V., & Shabani, A. (2013). Endo 1-3 (4) Beta-glucanasesupplementation of Barley Based Diet and Its Effect on Some Hematological Parameters of Common Carp. *Global Veterinaria*. 1, 4-13.
34. Oguz, M. N., & F. K. O. E. (2011). Kavuzu Al nm þ Arpan n B ld rc nlarda Performans ve Baz Kan Parametreleri Üzerine Etkisi.
35. Hoseinifar, S. H., Soltani, M., Rashidian, G., Ghafari Farsani, H., & Jahazi, M. A. (2021). The effect of different levels of pectin from Malus Pumila pomace on hematological and biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*. 10 (1), 59-70.

36. Sandnes, K., & Waagb, R. (1988). Normal ranges of some blood chemistry Parameters in adult farmed Atlanic salmon, Salmo salar. *J. Fish Biol*. 32, 129-136.
37. Metwally, M. A. (2009). Effect of garlic (*Allium sativum*) on some antioxidant activities in tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*). *Fish and Marine Science*. 1, 56-64.
38. Soltan, M. A. (2009). Effect of Dietary Fish Meal Replacement by Poultry By-Product Meal with Different Grain Source and Enzyme Supplementation on Performance, Feces Recovery, Body Composition and Nutrient Balance of Nile Tilapia. *Pakistan Journal of Nutrition*. 8 (4), 395-407.
39. Shi, X., Li, D., Zhuang, P., Nie, F., & Long, L. (2006). Comparative blood biochemistry of *Amur sturgeon, Acipenser schrenckii* and *Chinese sturgeon, Acipenser sinensis*. *Fish Physiology and Biochemistry*. 32, 63-66.
40. Hosseinifard, S. M., Ghobadi, S. H., Khodabakhsh, E., & Razeghi Mansour, M. (2013). The effect of different levels of soybean meals and avizyme enzyme supplement on hematological and biochemical parameters of serum in rainbow trout. *Iranian Veterinary Journal*. 9 (3), 43-53.
41. Kumar, S., Sahu, N., Pal A., Sagar, V., Sinha, A. K., & Baruah, K. (2009). Modulation of key metabolic enzyme of *Labeo rohita* (Hamilton) juvenile: effect of dietary starch type, protein level and exogenous α-amylase in the diet. *Fish Physiology and Biochemistry*. 35, 301-315.
42. Assini, J. M., Mulvihill, E. E., & Huff, M. W. (2013). Citrus flavonoids and lipid metabolism Curr. *Opin. Lipidol*. 24 (1), 34-40.
43. Raky, F. A., Fadda, S. H., & Salah El-Dein, S. A. (2021). Effects of some feed additives on growth performance and physiological parameters of *Oreochromis niloticus*. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*. 25 (4), 807-821.