14(4) 135-140, Winter 2023

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Effects of chitosan on growth performance, antioxidant status and some hematological and biochemical parameters of broilers

Mokhtar Fathi [*1], *Tamour Tanha* [1], *Shahriar Saeidian* [2], *Kyanosh Zarin Kavyani* [3]

[1] *Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Payam Noor University, Tehran, Iran*
[2] *Department of Biochemistry, Faculty of Basic Sciences, Payam Noor University, Tehran, Iran*
[3] *Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran*

Key Words
Antioxidant status
Blood parameters
Broilers
Chitosan
Enzyme level
Performance

Abstract

Introduction: Chitosan is one of the derivatives of marine crustacean chitin shells and a polymer of glucosamine, which is obtained from the deacetylation of chitin. The biological activities of chitosan, such as its cholesterol-lowering effects, as well as its antibacterial and antioxidant effects, are well known in some species. Therefore, this experiment was performed to investigate the effects of chitosan on antioxidant status and some biochemical parameters in broiler chickens.

Materials & Methods: For this study, 400 male broilers of Ross 308 strain were assigned to four treatments, five replications, and 20 chickens for each replication in a completely randomized design. Experimental treatments included 1) basic diet, and treatments 2, 3, and 4) were levels of 0.5, 1, and 2 g of chitosan per kg of basic diet, respectively. Blood and biochemical parameters including red blood cell count, white blood cell count, hemoglobin content, hematocrit, monocyte, heterophils and lymphocyte count, triglyceride and blood cholesterol, antioxidant enzyme activity including glutathione peroxidase, superoxide disodium, and peroxidase Plasma hepatic enzymes alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase were measured. Growth performance parameters including weight gain, feed intake and feed conversion ratio were also calculated for the whole experimental period.

Result: The results showed that different levels of chitosan significantly improved the antioxidant indices by increasing the activity of antioxidant enzymes (glutathione peroxidase, superoxide dismutase, and catalase) and reducing the levels of alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase enzymes. Growth performance parameters and other blood parameters except white blood cell count were not significantly affected by different levels of chitosan.

Conclusion: The use of chitosan significantly improved antioxidant parameters (increasing the activity of antioxidant enzymes and simultaneously decreasing the level of liver enzymes) in broilers. Therefore, the use of proposed chitosan levels in this scheme is recommended to improve the antioxidant status of broilers in conditions of oxidative stress.

* Corresponding Author's email: fathi_mokhtar@yahoo.com
Received: 19 August 2021; Reviewed: 22 September 2021; Revised: 23 November 2021; Accepted: 24 December 2022
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.316056.2691

مقاله پژوهشی

بررسی اثرات کیتوزان بر عملکرد رشد، وضعیت آنتی‌اکسیدانی و برخی فراسنجه‌های خونی و بیوشیمیایی جوجه‌های گوشتی

مختار فتحی*[۱]، تیمور تنها[۱]، شهریار سعیدیان[۲]، کیانوش زرین کاویانی[۳]

[۱] گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
[۲] گروه بیوشیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
[۳] گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

کلمات کلیدی

جوجه‌های گوشتی
فراسنجه‌های خونی
سطح آنزیمی
عملکرد
کیتوزان
وضعیت آنتی‌اکسیدانی

چکیده

مقدمه: کیتوزان یکی از مشتقات پوسته کیتینی سخت‌پوستان دریایی و پلیمری از گلوکزآمین است که از استیل‌زدایی کیتین به‌دست می‌آید. فعالیت‌های بیولوژیک کیتوزان مثل اثرات کاهش کلسترول و نیز تأثیرات ضدباکتریایی و آنتی‌اکسیدانی آن در برخی از گونه‌ها شناخته شده است. بنابراین هدف از اجرای این آزمایش برای بررسی اثرات کیتوزان بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی و برخی از فراسنجه‌های بیوشیمیایی در جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها: برای این منظور، تعداد ٤۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸، در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به چهار تیمار، پنج تکرار و ۲۰ جوجه برای هر تکرار اختصاص داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱) جیره پایه، و تیمارهای ۲، ۳ و ٤) به‌ترتیب سطوح ۰/۵، ۱ و ۲ گرم کیتوزان بر کیلوگرم خوراک جیره پایه بودند. فراسنجه‌های خونی و بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده شامل تعداد گلبول قرمز، تعداد گلبول سفید، مقدار هموگلوبین، درصد هماتوکریت، درصد مونوسیت، هتروفیل و لنفوسیت، تری‌گلیسرید و کلسترول خون، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان شامل گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز، سطوح پلاسمایی آنزیم‌های کبدی آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز اندازه‌گیری شدند. فراسنجه‌های عملکرد رشد نیز شامل افزایش وزن حاصله، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک برای کل دوره آزمایشی محاسبه گردید.

نتایج: نتایج نشان داد که سطوح مختلف کیتوزان به‌طور معنی‌داری سبب بهبود شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی شدند به‌طوری‌که سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز) شد. علاوه براین کیتوزان به‌طور معنی‌داری سبب کاهش سطح پلاسمایی آنزیم‌های آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز پلاسمای پرندگان شد. فراسنجه‌های عملکرد رشد و سایر فراسنجه‌های خونی به‌جز تعداد گلبول‌های سفید خون به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح مختلف کیتوزان قرار نگرفت.

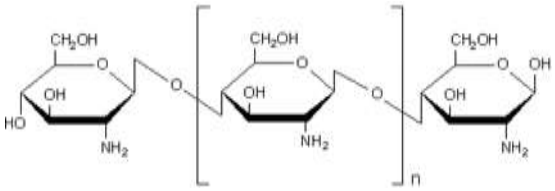
نتیجه‌گیری و بحث: استفاده از کیتوزان سبب بهبود قابل ملاحظه شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی (افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش هم‌زمان سطح آنزیم‌های کبدی) در جوجه‌های گوشتی شد. بنابراین استفاده از سطوح پیشنهادی کیتوزان در این طرح برای بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی در جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش اکسیداتیو توصیه می‌شود.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: fathi_mokhtar@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۲۸ مرداد ۱٤۰۰؛ تاریخ داوری: ۳۱ شهریور ۱٤۰۰؛ تاریخ اصلاح: ۲ آذر ۱٤۰۰؛ تاریخ پذیرش: ۳ دی ۱٤۰۰
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.316056.2691

مقدمه

جوجه‌های گوشتی سریع‌الرشد امروزی که در محیط‌های پرورشی متراکم نگه‌داری می‌شوند، با بسیاری از عوامل استرس‌زا رو به رو هستند ازجمله چالش ایمنی، استرس اکسیداتیو و استرس حمل و نقل که با اثرات منفی از قبیل افزایش حساسیت به بیماری و اختلال در عملکرد سیستم ایمنی، سبب افت عملکرد رشد در آن‌ها می‌شود (۱). علاوه بر آن، مشخص شده است که تغذیه نقش مهمی را در عملکرد سیستم ایمنی و مقاومت در برابر بیماری‌ها ایفا می‌کند. در نتیجه، کیفیت غذا و مدیریت تغذیه بسیار حساس و حائز اهمیت می‌باشد. لذا استفاده‌از محرک‌های رشد و ایمنی در جوجه‌های گوشتی در سال‌های اخیر رشد بی‌سابقه‌ای یافته است (۲). در گذشته، استرس اکسیداتیو و چالش‌های ایمنی ازقبیل سرکوب سیستم ایمنی با استفاده از محرک‌های رشد آنتی‌بیوتیکی جوجه‌های گوشتی کنترل می شدند (۳). با توجه به افزایش نگرانی‌ها در مورد امکان بقایای آنتی‌بیوتیک در محصولات حیوانی، مقاومت متقاطع در میان عوامل بیماری‌زا و خطرات بالقوه برای سلامت انسان، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان محرک رشد در اتحادیه اروپا از سال ۲۰۰۶ ممنوع شده است. بنابراین یافتن افزودنی‌های طبیعی جایگزین آنتی‌بیوتیک‌ها مانند اسیدهای آلی، پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، گیاهان دارویی و معطر یا اسانس‌های استخراج شده از این گیاهان به‌شدت سرعت بخشیده است (۴). یکی از این افزودنی‌های طبیعی، کیتوزان بوده که یک پلی‌ساکارید با خاصیت محرک رشد و ایمنی است و از نظر ساختار شیمیایی پلیمری از گلوکزآمین می‌باشد و از استیل‌زدایی کیتین به دست می‌آید. محققین زیادی تاثیر مطلوب کیتوزان را در بهبود شاخص‌های رشد گونه‌های مختلف گزارش نموده‌اند (۵، ۶، ۷)



شکل ۱: ساختار ملکولی و واحدهای ساختاری کیتوزان

مطالعات قبلی نشان می‌دهد که استفاده از الیگوساکارید کیتوزان در خوراک جوجه‌های گوشتی سبب بهبود عملکرد رشد (۸)، افزایش ایمنی (۹) و هم‌چنین افزایش توان آنتی‌اکسیدانی (۱۰) شده است. علی‌رغم تحقیقات مورداشاره، پژوهش‌های اندکی در جهت به‌کارگیری کیتوزان به‌عنوان افزودنی جایگزین آنتی‌بیوتیک در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی شده‌است، بنابراین هدف اصلی از انجام این تحقیق بررسی دقیق‌تر سطوح مختلف کیتوزان بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی، فراسنجه‌های خونی و آنزیم‌های کبدی بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، تعداد ۴۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸، در یک طرح کاملاً تصادفی به ۴ تیمار، هر تیمار در ۵ تکرار دارای ۲۰ جوجه یک‌روزه، اختصاص داده‌شدند. پرندگان در قفس‌های فلزی با پوشش توری در ابعاد ۱×۱×۲ متر با بستر تراشه‌چوب نگه‌داری شدند. پرندگان در طول آزمایش، دسترسی آزاد به آب و خوراک داشتند. جوجه‌ها در دوره‌های مختلف پرورش از جیره‌های تمام آردی مطابق جدول ۱ تغذیه شدند. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- تیمار شاهد، ۲- تیمار سطح ۰/۵ گرم کیتوزان، ۳- تیمار یک گرم کیتوزان و ۴- تیمار سطح دو گرم کیتوزان در هر کیلوگرم خوراک. ماده کیتوزان مورد نیاز در این تحقیق (Aminolabs®; Award, USA) به‌حالت پودر سفیدرنگ و با درجه استیل‌زدایی ۹۱/۰۱ درصد، رطوبت ۳۴/۱ درصد، چگالی ۰/۶۱۴ گرم بر میلی‌لیتر و خاکستر ۰/۷۵ درصد استفاده گردید. پس از حل کردن کیتوزان در اسیداستیک ۱ درصد، با سطوح ۰، ۰/۵، ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم خوراک به‌ترتیب بر روی خوراک تیمارهای ۱ (گروه شاهد)، ۲، ۳ و ۴ با اسپری‌کننده‌های جداگانه اسپری گردید. سپس خوراک تهیه‌شده در دمای اتاق خشک شده و برای تغذیه تیمارها مورد استفاده قرار گرفت. مقدار خوراک مصرفی، افزایش وزن جوجه‌ها و ضریب تبدیل خوراک نیز برای کل دوره و در پایان دوره اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی مربوط به آزمایشات فراسنجه‌های بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون و توسط دستگاه اتوآنالایزر ساخت آمریکا مدل (RA1000) انجام شد. فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز با استفاده‌از خون تام دارای ماده ضدانعقاد EDTA رقیق شده با محلول درابکین و فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز نیز با کاهش در جذب در طول موج ۳۴۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتری (Jenway 6105 UV/VIS) و با استفاده از کیت‌های شرکت راندوکس-رانسود و توسط دستگاه اتوآنالایزر ساخت آمریکا مدل (RA1000) اندازه‌گیری شدند.

تبدیل داده‌ها، طرح آزمایشی و تجزیه و تحلیل داده‌ها: داده‌ها با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (۱۱). مقایسه‌های مربوط به میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

جدول۱: ترکیب جیره غذایی و محتوای مواد مغذی محاسبه شده (٪)

مواد خوراکی (درصد)	جیره آغازین (۱۰-۱ روزگی)	جیره رشد (۲۳-۱۱ روزگی)	جیره پایانی (۴۲- ۲۴روزگی)
ذرت	۵۰/۸۹	۵۲/۳۶	۵۴/۱۷
کنجاله سویا	۴۲/۴۶	۳۹/۲۹	۳۷/۵۹
روغن سویا	۲	۴/۴۶	۴/۷۲
سنگ آهک	۱/۳۰	۱/۰۵	۱/۰۳
دی‌کلسیم فسفات	۱/۹۵	۱/۷۳	۱/۵۰
نمک	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
دی ال متیونین	۰/۳۶	۰/۲۶	۰/۱۹
ال لیزین	۰/۲۴	۰/۰۵	۰
مکمل معدنی و معدنی[1]	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری برکیلوگرم)	۲۹۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰
پروتئین خام	۲۲/۵	۲۱/۵۰	۲۰/۴۴
کلسیم	۱/۰۶	۰/۸۹	۰/۸۵
فسفر قابل دسترس	۰/۴۹	۰/۴۵	۰/۴۳
متیونین + سیستئین	۰/۹۰	۰/۸۶	۰/۸۱
لیزین	۱/۳۹	۱/۲۷	۱/۱۸
ترئونین	۰/۸۷	۰/۸۳	۰/۷۸

۱: هر کیلوگرم حاوی: ۱۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۹۷۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۲ میلی‌گرم ویتامین K_2، ۲۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۴ میلی‌گرم تیامین، ۴/۴ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۴ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۲۲ میلی‌گرم نیاسین، ۰/۰۳ میلی‌گرم بیوتین، ۱ میلی‌گرم اسیدفولیک، ۸۴۰ میلی‌گرم کولین کلراید، ۰/۰۲ میلی‌گرم B_{12}، ۰/۱۲۵ میلی‌گرم اتوکسی کوین، ۷۵ میلی‌گرم منگنز، ۶۵ میلی‌گرم روی، ۹۵ میلی‌گرم منیزیوم، ۷۵ میلی‌گرم آهن، ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم، ۶ میلی‌گرم مس، بود.

جدول ۲: فراسنجه‌های عملکردی پرندگان تغذیه شده با سطوح مختلف الیگوساکارید کیتوزان

تیمارهای آزمایشی	فراسنجه‌های عملکرد		
	افزایش وزن حاصله (گرم)	خوراک مصرفی (گرم)	ضریب تبدیل
شاهد	۱۹۸۰	۴۰۵۹	۲/۰۵
جیره پایه+ ۰/۵ گرم در کیلوگرم کیتوزان	۲۰۴۵	۴۱۷۱	۲/۰۴
جیره پایه+۱ گرم در کیلوگرم کیتوزان	۲۰۹۰	۴۱۵۹	۱/۹۹
جیره پایه+۲ گرم در کیلوگرم کیتوزان	۲۱۱۰	۴۱۷۷	۱/۹۸
SEM	۱۲۰/۷	۱۳۵/۵	۰/۱۱
P Value	۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۴۱

نتایج

اثر گروه‌های آزمایشی مختلف بر وزن حاصله، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک در کل دوره در جدول ۲ گزارش شده است. این نتایج نشان داد که سطوح مختلف کیتوزان تاثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های عملکردی جوجه‌های گوشتی نداشت (P>۰/۰۵). نتایج تاثیر سطوح مختلف کیتوزان بر فراسنجه فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی پلاسما شامل گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز پلاسما در جدول ۳ گزارش شده است. استفاده از سطوح ۰/۵، ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم کیتوزان در مقایسه با تیمار شاهد باعث افزایش سطح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گردید (P<۰/۰۵). نتایج تاثیر سطوح مختلف کیتوزان بر سطوح آنزیم‌های کبدی شامل آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) سرم پرندگان در جدول ۴ گزارش شده است. داده‌های این جدول نشان می‌دهد که در مقایسه با تیمار شاهد، هر سه سطح کیتوزان به‌طور معنی‌داری سبب کاهش سطح پلاسمایی فعالیت آنزیم‌های کبدی پرندگان شد (P<۰/۰۵).

جدول ۳: فعالیت پلاسمایی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان پرندگان تغذیه شده با سطوح مختلف الیگوساکارید کیتوزان

تیمارهای آزمایشی	آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی		
	گلوتاتیون پراکسیداز (واحد در لیتر)	سوپراکسید دیسموتاز (واحد در لیتر)	کاتالاز (واحد در لیتر)
شاهد	۲۵/۵۰ d	۱۷۲/۲۵ d	۴۶/۴۲ d
جیره پایه+۰/۵ گرم در کیلوگرم کیتوزان	۳۳/۶۶ c	۱۸۳/۱۸ c	۶۰/۲۵ c
جیره پایه+۱ گرم در کیلوگرم کیتوزان	۴۱/۸۹ b	۱۹۴/۳۶ b	۷۱/۲۰ b
جیره پایه+۲ گرم در کیلوگرم کیتوزان	۵۷/۴۰ a	۲۱۶/۷۲ a	۹۶/۵۰ a
SEM	۱/۵۰	۲/۲۳	۳/۴۵
P Value	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

a, b, c میانگین مقادیر در یک ستون با حروف بالا به‌طور معنی‌داری متفاوت بود (P<۰/۰۵)

جدول ۴: سطوح آنزیم‌های کبدی پرندگان تغذیه شده با سطوح مختلف الیگوساکارید کیتوزان

تیمارهای آزمایشی	آنزیم‌های کبدی	
	آلانین آمینوترانسفراز (واحد بین‌المللی در لیتر)	آسپارتات آمینوترانسفراز (واحد بین‌المللی در لیتر)
شاهد	۴/۵۰ a	۱۸۷/۵۲ a
جیره پایه+۰/۵ گرم در کیلوگرم کیتوزان	۳/۷۵ b	۱۷۹/۲۰ b
جیره پایه+۱ گرم در کیلوگرم کیتوزان	۳/۵۰ c	۱۷۰/۵۰ c
جیره پایه+۲ گرم در کیلوگرم کیتوزان	۲/۹۰ d	۱۵۹/۲۶ d
SEM	۰/۵۰	۷/۲۳
P Value	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱

a, b, c میانگین مقادیر در یک ستون با حروف بالا به‌طور معنی‌داری متفاوت بود (P<۰/۰۵)

نتایج تاثیر سطوح مختلف کیتوزان بر فراسنجه‌های خونی شامل گلبول سفید، درصد لنفوسیت، درصد هتروفیل، نسبت هتروفیل به لنفوسیت، درصد مونوسیت، تعداد گلبول قرمز، مقدار هموگلوبین، درصد هماتوکریت، مقدار تری‌گلیسیرید و کلسترول پلاسما در جدول ۵ آورده شده است. داده‌های این جدول نشان می‌دهد که به‌جز تعداد گلبول‌های سفید خون، هیچ‌کدام از فراسنجه‌های بیوشیمیایی و خونی به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح مختلف کیتوزان قرار نگرفت (P>۰/۰۵).

جدول ۵: فعالیت پلاسمایی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان پرندگان تغذیه شده با سطوح مختلف الیگوساکارید کیتوزان

تیمارهای آزمایشی	فراسنجه‌های خونی و بیوشیمیایی									
	گلبول سفید (cells/ml)	هتروفیل (٪)	لنفوسیت (٪)	هتروفیل/لنفوسیت	مونوسیت (٪) نسبتی	گلبول قرمز $\times 10^6$	هموگلوبین (gr/dl)	هماتوکریت (٪)	تری‌گلیسرید (mg/dL)	کلسترول (mg/dL)
شاهد	۸۰۵۲ b	۶۶/۱۵	۳۲/۲۰	۲/۰۵	۲/۱۰	۲/۱۰	۸/۱۲	۲۴/۵۰	۶۷/۲۰	۱۲۴/۵۰
جیره پایه+۰/۵ گرم در کیلوگرم کیتوزان	۸۳۱۰ b	۷۶/۲۱	۳۱/۹۰	۲/۱۰	۲/۳۰	۲/۱۵	۸/۵۰	۲۳/۹۵	۶۹/۲۵	۱۲۲/۲۵
جیره پایه+۱ گرم در کیلوگرم کیتوزان	۸۷۹۰ b	۶۸/۲۵	۳۱/۲۵	۲/۱۹	۲/۵۹	۲/۲۱	۸/۹۰	۲۴/۲۰	۷۱/۲۰	۱۲۰/۴۵
جیره پایه+۲ گرم در کیلوگرم کیتوزان	۹۷۵۰ a	۶۸/۴۵	۳۱/۹۵	۲/۱۵	۳/۵۰	۲/۲۰	۸/۲۵	۲۳/۸۰	۷۲/۵۲	۱۱۹/۲۶
SEM	۷۵۰	۳/۴۵	۱/۴۵	۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۲۰	۰/۵۲	۰/۷۵	۴/۵۰	۵/۵۰
PValue	۰/۰۰۱	۰/۴۵	۰/۳۹	۰/۵۲	۰/۴۶	۰/۳۵	۰/۵۹	۰/۴۵	۰/۶۲	۰/۲۹

a, b, c میانگین مقادیر در یک ستون با حروف بالا به‌طور معنی‌داری متفاوت بود (P<۰/۰۵)

بحث

این مطالعه نشان داد که مکمل‌سازی کیتوزان در سطوح ۱ و ۲ گرم بر کیلوگرم خوراک جوجه‌های گوشتی، سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز شد. گزارشاتی وجود دارد که کیتوزان می‌تواند سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در خوک (۱۰)، گاوهای شیری (۱۳) و در ماهی قزل‌آلا (۱۴) شود. مکانسیم احتمالی برای اثرات آنتی‌اکسیدانی کیتوزان، توانایی مهار بالای (۸۳/۴٪) رادیکال‌های آزاد به‌دلیل وجود گروه‌های یون آمونیوم (NH_3^+) موجود در ساختار کیتوزان است (۱۵). گروه‌های آمین (NH_3) کیتوزان و یون‌های هیدروژن (H^+) در محلول‌های اسیدی واکنش داده و یون آمونیوم (NH_3^+) شکل می‌گیرد. رادیکال‌های آزاد که مولکول‌هایی بسیار ناپایدارند، می‌توانند با یون هیدروژن واکنش دهند و سپس به شکل پایداری تغییر یابند (۱۶، ۱۷، ۱۸). در این آزمایش سطوح ۰/۵، ۱ و ۲ گرم کیتوزان به‌طور هم‌زمان با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، سبب کاهش سطح سرمی آنزیم‌های کبدی شدند. مطالعاتی وجود دارد که کیتوزان از طریق اعمال اثرات آنتی‌اکسیدانی و حفاظت از اکسیداسیون لیپیدی و جلوگیری از تخریب بافت کبد، به‌طور معنی‌داری سبب کاهش آزادسازی آنزیم‌های کبدی و سرازیری آن‌ها به جریان خون می‌شود (۱۹، ۲۰، ۲۱، ۷). نتایج حاصل از کیتوزان بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی و خونی جوجه‌های گوشتی نشان داد که مکمل‌سازی سطح ۱ و ۲ گرم کیتوزان، به‌طور معنی‌داری سبب افزایش تعداد گلبول‌های سفید خون این پرندگان شد. گزارشاتی هم وجود دارد که نشان می‌دهد کیتوزان در ماهیان باعث بهبود و ارتقای پاسخ‌های ایمنی مانند افزایش تعداد کل گلبول‌های سفید خون (۲۲، ۲۳) می‌شود. علاوه بر این، نشان داده شد که کیتوزان سبب افزایش تعداد گلبول‌های سفید خون مرغان تخم‌گذار (۲۴) و جوجه‌های گوشتی شد (۲۵). با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، مصرف خوراکی کیتوزان در جوجه‌های گوشتی در سطوح استفاده‌شده در این تحقیق، می‌تواند سبب بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی و افزایش توان عملکردی سیستم ایمنی شود.

منابع

1. **Lin, H., Decuypere, E. and Buyse, J., 2006**. Acute heat stress induces oxidative stress in broiler chickens. Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol. 144: 11-17.
2. **Esmaeili Rad, A., Alishahi, M., Ghorbanpourm M. and Zarei, M., 2014**. The effects of oral administration of extracted chitosan from white leg shrimp **(***Litopenaeus vannamei*) on hematological and growth indices in common carp (*Cyprinus carpio*). Journal of Veterinary Research. 69(4): 385-393.
3. **Williams, B.A., Verstegen, M.W.A. and Tamminga, S., 2001**. Fermentation in the large intestine of single stomached animals and its relationship to animal health. Nutr. Res. Rev. 14: 207- 227.
4. **Arsalan, C. and Tufan, T., 2018.** Effects of chitosan oligosaccharides and L-carnitine individually or concurrent supplementation for diets on growth performance, carcass traits and serum composition of broiler chickens. Revue Méd. Vét. 169(4-6): 130-137**.**
5. **Teimouri, H., Rezaei, M. and Tabarsa, M., 2020.** Compare antioxidant activity properties of oligosaccharides derived from waste of (cultured white leg shrimp (*Litopenaeus vannami*), Indian Squid (*Uroteuthis oluvaucelii*) and blue crab (*Portunus pelagicus*). Journal of Animal Environment. 12(1): 345-352. (In Persian)
6. **Kim, S.K. and Rajapakes, N., 2005**. Enzymatic production biological activities of Chitosanoligosacharides (COS): A review. Carbohydrate polymers. 62: 357-368.
7. **Rezaei Koochacksaraei, R., Dastar, B., Samadi, F. and Ebrahimi, P., 2020**. Investigating of Antioxidant Protective Effects of Shrimp Shells Extracted Chitosan in Broiler Chickens. Poult. Sci. J. 8(1): 77-81.
8. **Huang, R., Mendis, E. and Kim, S.K., 2005**. Factors affecting the free radicals scavenging behavior of chitosan sulfate. Int. J. Biol. Macromol. 36: 120-127.
9. **Xiao, D., Tang, Z., Yin, Y., Zhang, B., Hu, X., Feng, Z. and Wang, J., 2013**.Effects of dietary administering chitosan on growth performance, jejunal morphology, jejunal mucosal sIgA, occluding claudin-1 and TLR4 expression in weaned piglets challenged by enterotoxigenic *Escherichia coli*. Int. Immunopharmacol. 17: 670-676.
10. **Niu, L.Y., Jiang, S.T. and Pan, L.J., 2013**. Preparation and evaluation of antioxidant activities of peptides obtained from defatted wheat germ by fermentation. J. Food Sci. Technol. 50: 53-61.
11. **SAS (Statistical Analysis System). 2003**. SAS/STAT®. User's Guide. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina.
12. **Li, J.L., Shi, B.L., Yan, S.M., Jin, L., Li, T.Y., Xu, Y.Q. and Guo, Y.W., 2013**. Effects of dietary supplementation of chitosan on stress hormones and antioxidative enzymes in weaned piglets. J. Anim. Vet. Adv. 12: 650–654.
13. **Li, T., Na, R., Yu, P., Shi, B.L., Yan, S.M., Zhao, Y.G. and Xu, Y.Q., 2015**. Effects of dietary supplementation of chitosan on immune and antioxidative function in beef cattle. Czech J. Anim. Sci. 60: 38–44
14. **Tafi, A.A., Meshkini, S. and Tokmechi A., 2014.** Study of effects of chitosan on some immune responses of rainbow trout and enhance resistance against *Aeromonas hydrophila* challenge. Anim. res. J. 26(4): 468-477.
15. **Xing, R., Yu, H., Liu, S., Zhang, W., Zhang, Q., Li, Z. and Li, P., 2005**. Antioxidative activity of differently regioselective chitosan sulfates in vitro. Bioorganic and Medicinal Chemistry. 13: 1387-1392.
16. **Xie, W., Xu, P. and Liu, Q., 2001**. Antioxidant activity of water-soluble chitosan derivatives. Bioorganic and Medical Chemistry Letters. 11: 1699-1701.
17. **Fenga, T.Y., Du, J., Li, J. Hu, Y. and Kennedy, J.F., 2008**. Enhancement of antioxidant activity by irradiation. Carbohydr. Polym. 73: 126-132.
18. **Tanha, N., Karimzadeh, K. and Zahmatkesh, A., 2018.** An investigation of antioxidant properties of chitosan

extracted from Prawn (*Macrobrachium nipponense*) shells**.** Journal of Animal Environment. 9(4): 323-332. (In Persian)

19. **Subhapradha, N., Saravanan, R., Ramasamy, P., Srinivasan, A., Shanmugam, V. and Shanmugam, A., 2014.** Hepatoprotective effect of β-Chitosan from Gladius of Sepioteuthis lessoniana against carbon tetrachloride-induced oxidative stress in Wistar rats. Appl. Biochem. Biotech. 172: 9-20.
20. **Ramasamy, P., Subhapradha, N., Shanmugam, V. and Shanmugam, A., 2014.** Protective effect of chitosan from Sepia kobiensis (Hoyle 1885) cuttlebone against CCL4 induced hepatic injury. Inte. Jou.Bio. Macro. 65: 559-563.
21. **Subhapradha, N., Shanmugam, V. and Shanmugam, A., 2017**. Chitosan nanoparticles from marine squid protect liver cells against N-diethylnitrosoamineinduced hepatocellular carcinoma. Carbohydrate Polymers. 171: 18-26.
22. **Akbary, P. and Unesi, A., 2017**. Effect of dietary supplementation of Chitosan on growth, hematology and innate immunity of grey Mullet. Veterinary Researches & Biological Products. 116: 194-203.
23. **Meshkini, S., Tafy, A.A., Tokmechi, A. and Farhangpajouh, F., 2012.** Effect of chitosan on hematological parameters and stress resistance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Veterinary Research Forum. 3(1): 49-54.
24. **Meng, Q.W., Yan, L., Ao, X., Jang, H.D., Cho, J.H. and Kim, I.H., 2010**. Effects of chito-oligosaccharide supplementation on egg production, nutrient digestibility, egg quality and blood profiles in laying hens. Asian-Aust J Anim Sci. 23: 1476-1481.
25. **Nuengjamnong, C. and Angkanaporn, K., 2017**. Efficacy of dietary chitosan on growth performance, haematological parameters and gut function in broilers. Italian Journal of animal science. https://doi.org/10.1080/1828051X.2017. 137360.