



تولیدات دامی

دوره ۲۳ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۰

صفحه‌های ۴۲۰-۴۰۹

DOI: 10.22059/jap.2021.314509.623577

مقاله پژوهشی

اثرات افزودن توکسین بایندها و پری‌بیوتیک، بر عملکرد جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین B₁

- دانیال محسنی سلطانی^۱، علیرضا آقاشاهی^{۲*}، حبیب اقدم شهپریار^۳، یحیی ابراهیم نژاد^۴، سیدعبدالله حسینی^۴
۱. دانش آموخته دکتری، گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر، شبستر، ایران.
۲. دانشیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر، شبستر، ایران.
۴. استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۳/۱۹

چکیده

آثار افزودن توکسین بایندها و پری‌بیوتیک به جیره بر عملکرد رشد، جمعیت میکروبی روده و شاخص‌های تنشی و آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین B₁ مورد بررسی قرار گرفت. ۶۰۰ جوجه یک‌روزه نر ماده گوشتی سویه راس ۳۰۸ در ۱۰ تیمار با شش تکرار و ۱۰ جوجه در هر تکرار شامل، شاهد منفی (بدون آفلاتوکسین) مکمل‌نشده و مکمل‌شده با توکسین بایندهای ASRII، ASRI2 و پری‌بیوتیک و شاهد‌های مثبت مکمل‌نشده و مکمل‌شده با توکسین بایندهای ASRII، ASRI2، پری‌بیوتیک، توکسین بایندها +ASRII و پری‌بیوتیک و توکسین بایندها + پری‌بیوتیک ASRI2 مورد بررسی قرار گرفتند. عملکرد، شاخص‌های تنشی تعداد هتروفیل، لنفوسیت، جمعیت باکتریایی روده و شاخص‌های اکسیدانی سوپراکسید دیسموتاز، گلوکوتایون پراکسیداز و مالون‌دی‌آلدهید بررسی شدند. افزودن آفلاتوکسین به جیره سبب افزایش هتروفیل ($P < 0.05$) و هتروفیل به لنفوسیت ($P < 0.05$) و کاهش لنفوسیت ($P < 0.05$) شد. شمار اشریشیا کولای ($P < 0.05$) و لاکتوباسیلوس‌ها ($P < 0.05$) در تیمار شاهد مثبت در مقایسه با شاهد منفی به ترتیب بیش‌تر و کم‌تر شد، ولی افزودن توکسین بایندها و پری‌بیوتیک اثرات منفی آفلاتوکسین را تخفیف داد ($P < 0.05$). غلظت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در تیمار شاهد مثبت در مقایسه با تیمار شاهد منفی پایین‌تر بود، ولی افزودن توکسین بایندها و پری‌بیوتیک به جیره، غلظت آن‌ها را بهبود بخشید ($P < 0.05$). در مجموع، آفلاتوکسین اثرات منفی روی عملکرد رشد، جمعیت میکروبی روده و شاخص‌های تنشی و آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی داشت ولی افزودن توکسین بایندها ASRII به میزان ۳ کیلو در تن نسبت به توکسین بایندها دیگر مؤثرتر بود.

کلیدواژه‌ها: آفلاتوکسین، جمعیت میکروبی روده، جوجه‌های گوشتی، شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی، شاخص‌های تنشی، هتروفیل.

The effects of toxin binders and prebiotics on performance, intestinal microbial population, stress and antioxidant indexes of broiler chicks fed diets contaminated with aflatoxin B₁

Danial Mohseni Soltani¹, Alireza Aghashahi^{2*}, Habib Aghadamshahryar³, Yahya Ebrahimnejad³, SeydAbdollah Hosseini⁴

1. Former Ph.D. Student, Department of Animal Science, Shabestar branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran.

2. Associate Professor, Animal Science Research Institute, AREEO, Karaj, Iran.

3. Associate Professor, Animal Science Department, Shabestar branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran.

4. Professor, Animal Science Research Institute, AREEO, Karaj, Iran.

Received: January 6, 2021

Accepted: June 9, 2021

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of toxin binders and prebiotics on growth performance, intestinal microbial population, stress and antioxidant indexes of broiler chicks fed diets contaminated with aflatoxin B₁. In this study, 600 1-d-old mixed broiler chicks (Ross 308) were investigated in 10 treatments with 6 replications and 10 chicks per replication. Experimental treatments included: Negative controls un-supplemented and supplemented with ASRII and ASRI2 toxin binders and prebiotic and positive groups un-supplemented and supplemented with ASRII and ASRI2 toxin binders and prebiotic, ASRII +prebiotic and ASRI2 +prebiotic. Growth performance, stress indexes of heterophile, lymphocyte, bacterial population and stress indexes of super oxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPx) and malondialdehyde (MDA) were investigated. Dietary inclusion of aflatoxin into diet increased heterophile, heterophile:lymphocyte ratio and decreased lymphocyte ($P < 0.05$), but toxin binders and prebiotic alleviated effects of aflatoxin on heterophile and lymphocyte. The population of *E. coli* and *lactobacilli* were significantly higher and lower in positive control compared to negative control ($P < 0.05$). The results also showed that the serum concentrations of antioxidant enzymes were significantly lower in negative control compared to positive control ($P < 0.05$). In sum, aflatoxin showed negative effects on growth performance, intestinal microbial populations, stress and antioxidant indexes but toxin binders and prebiotic decreased its negative effects and inclusion of ASRII (3kg/ton) was better than other toxin binders.

Keywords: Aflatoxin, Antioxidant indexes, Broiler chicks, Heterophil, Intestinal microbial population, Stress indexes.

مقدمه

محصولات شامل کربوهیدرات‌هایی از جمله نشاسته پایدار، فیبر موجود در خوراک (پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای از جمله پکتین، سلولز، همی‌سلولز، زایلان و صمغ (گوار) و الیگوساکاریدها (لاکتوز، لاکتولوز، رافینوز، استاکیوز، فروکتوز و مانان الیگوساکاریدها) و برخی پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه از جمله آنزیم‌ها و دیگر ترشحات داخلی و ترشحات باکتریایی می‌باشند [۱۴]. اکثر پری‌بیوتیک‌ها ساختمان کربوهیدراتی دارند (مانند الیگوساکاریدها) [۱۶]. به هر جهت فرض شده که پری‌بیوتیک‌ها بر افزایش برخی باکتری‌ها و یا فعالیت آن‌ها از جمله بیفیدوباکترها و باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک که دارای اثرات مفید برای میزبان هستند، مؤثرند. پری‌بیوتیک‌ها نیز به‌خاطر داشتن این ویژگی، فاکتور بیفیدوژنیک نامیده می‌شوند.

در واقع امروزه سعی بر این است که در مواجهه با توکسین دو مطلب مدنظر قرار بگیرد. یکی باندشدن توکسین‌ها با توکسین‌بایندرها و جلوگیری از اثرات زیان‌بار توکسین‌ها و عوامل بیماری‌زها و دیگری استحکام بیش‌تر لایه پوششی دستگاه گوارش و تقویت سیستم ایمنی می‌باشد. در این مطالعه از توکسین‌بایندری با خواص آلومینوسیلیکات‌ها و دیواره مخمر استفاده شد که در واقع توکسین‌بایندرهایی با منشأ آلی هستند [۳].

بر طبق جست‌وجوی انجام‌شده، مطالعات اندکی به بررسی اثرات افزودن توکسین‌بایندر و پری‌بیوتیک به جیره بر عملکرد رشد، جمعیت میکروبی روده و شاخص‌های تنشی و آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین B1 پرداخته‌اند. در طیور، لاکتوز می‌تواند از دسترس هضم آنزیمی توسط لاکتاز در امان بماند، زیرا در طیور این آنزیم وجود نداشته و یا در بهترین حالت به میزان بسیار جزئی وجود دارد. این دو ترکیب می‌تواند اثرات

سطح مجاز برای آفلاتوکسین در جیره طیور در مقایسه با دیگر مایکوتوکسین‌های خیلی پایین می‌باشد و پیشگیری از آلودگی خوراک طیور با آفلاتوکسین‌ها ضروری می‌باشد [۱۱]. آلودگی به آفلاتوکسین‌ها در ذرت به‌طور عمده که منبع اصلی تأمین انرژی برای طیور می‌باشد، وجود دارد [۱، ۲ و ۱۴]. رشد اسپرزیلوس فلاوس در خوراک طیور معمولاً همراه با تولید برخی متابولیت‌های سمی ثانویه همانند آفلاتوکسین B1، B2، G1 و G2 می‌باشد [۱۱]. بین این متابولیت‌ها، آفلاتوکسین B1 در طیور با تولید کم و حساسیت زیاد به بیماری مرتبط می‌شود که می‌تواند اثرات منفی روی درآمد تولیدکننده و همچنین سلامت انسان داشته باشد [۱۲ و ۱۷]. اتحادیه‌ی اروپا حد مجاز مقدار آفلاتوکسین B1 را به‌علت اثرات مضر آفلاتوکسین B1 بر سلامت انسان، حد مجاز آن را به مقدار ۲ میکروگرم/کیلوگرم محدود کرده است [۹]. آفلاتوکسین B1 از خوراک طیور به تخم‌مرغ، گوشت و دیگر بخش‌های قابل‌خوردن انتقال می‌یابد [۲۱]. در مطالعه‌ای گزارش شده که، آفلاتوکسین B1 باعث القای تنش اکسیداتیو توسط افزایش مالون‌دی‌آلدهید و کاهش در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در جوجه‌های گوشتی شد [۶]. همچنین در مطالعه‌ای، نشان دادند که آفلاتوکسین B1 اثرات منفی روی عملکرد و جمعیت میکروبی سودمند جوجه‌های گوشتی دارد. استراتژی‌های مختلفی برای تخفیف اثر آفلاتوکسین‌ها، همانند افزودن جاذب سموم به جیره وجود دارد [۱۱].

پری‌بیوتیک‌ها به‌عنوان موادی که بر تکثیر و یا حذف گروه مخصوصی از باکتری‌ها تأثیرگذارند تعریف شده‌اند و قادرند از هضم آنزیمی توسط میزبان رهایی یابند و به میزان بالایی در انتهای دستگاه گوارش میزبان به‌ویژه در روده کور در اختیار باکتری‌ها قرار گیرند [۲۰]. این

تولیدات دامی

در ادامه با استفاده از روش HPLC مقدار آفلاتوکسین جیره (شاهد مثبت) تعیین و در صورتی که مقدار آن کم‌تر از حد ۰/۵ قسمت در میلیون جیره پایه بود، مقدار آفلاتوکسینی که باید به جیره افزوده می‌شد تا به حد ۰/۵ قسمت در میلیون برسد، محاسبه شد. در مورد جیره شاهد منفی مقدار آفلاتوکسین کل در آن برابر با حد مجاز توصیه‌شده توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (استاندارد ملی ایران، کد ۲۵۸۱) و به مقدار حداکثر ۲۰ قسمت در بیلیون بر کیلوگرم خوراک (یا ۰/۰۲ قسمت در میلیون) در نظر گرفته شد. آفلاتوکسین از دوره رشد به جیره اضافه شد.

در این پژوهش، ۶۰۰ جوجه یک روزه نو ماده گوشتی سویه راس ۳۰۸ در ۱۰ تیمار و شش تکرار برای هر تیمار (۱۰ پرنده در هر تکرار) مورد بررسی قرار گرفتند. سطوح مورد استفاده براساس مطالعات پایلوت انتخاب شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- تیمار شاهد منفی (جیره پایه بدون سم)، ۲- تیمار شاهد مثبت (جیره پایه دارای سم)، ۳- تیمار شاهد منفی + توکسین بایندها ASRI1 (تولیدشده در مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور) (سه کیلو در تن)، ۴- تیمار شاهد منفی + توکسین بایندها ASRI2 (تولیدشده در مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور) (سه کیلو در تن)، ۵- تیمار شاهد منفی + پری‌بیوتیک (یک کیلو در تن)، ۶- تیمار شاهد مثبت + توکسین بایندها ASRI1 (سه کیلو در تن)، ۷- تیمار شاهد مثبت + توکسین بایندها ASRI2 (سه کیلو در تن)، ۸- تیمار شاهد مثبت + پری‌بیوتیک (یک کیلو در تن)، ۹- تیمار شاهد مثبت + توکسین بایندها ASRI1 (سه کیلو در تن) + پری‌بیوتیک (یک کیلو در تن)، و ۱۰- تیمار شاهد مثبت + توکسین بایندها ASRI2 (سه کیلو در تن) + پری‌بیوتیک (یک کیلو در تن). ترکیب جیره پایه در جدول (۱) نشان داده شده است.

قابل توجهی بر کاهش سموم در روده داشته باشند و ممکن است اثرات سموم را از طریق سازوکارهای هم‌افزایی بهبود بخشند [۱۴]. بنابراین، این مطالعه به بررسی اثرات افزودن توکسین بایندها و پری‌بیوتیک به جیره بر عملکرد رشد، جمعیت میکروبی روده و شاخص‌های تنشی و آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین B1 می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از پری‌بیوتیک لاکتوز استفاده شد و از شرکت داروسازی زیست تخمیر تهیه شد. همچنین از توکسین بایندهای ASRI1 و ASRI2 ساخته‌شده توسط مؤسسه تحقیقات علوم دامی استفاده شد. توکسین بایندها ARSI₁ دارای ۴۰ درصد آلومینوسیلیکات، ۳۰ درصد دیواره‌ی مخمر و ویتامین، کربن فعال و اسیدهای آلی و ۳۰ درصد خاک دیاتومه بود. درحالی‌که توکسین بایندها ARSI₂ دارای ۴۰ درصد آلومینوسیلیکات، ۳۰ درصد دیواره‌ی مخمر و ویتامین، کربن فعال و اسیدهای آلی و ۳۰ درصد ترکیبات ضایعات لبنی خشک‌شده بود.

این آزمایش در سالن پرورش جوجه گوشتی مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور به شیوه پرورش در بستر انجام شد. دانخوری‌ها به‌صورت ناودانی و آبخوری‌ها از نوع آویز بودند. آب و خوراک به‌صورت آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت. نور سالن از طریق سه ردیف لامپ ۱۰۰ واتی تأمین شد و برنامه نوری به‌صورت هماهنگ با برنامه نوری توصیه‌شده در کاتالوگ راس ۳۰۸ بود.

آفلاتوکسین از کشت اسپرژیلوس پارازیتکوس PTCC-5286 روی بستر دانه برنج تولید شد. بعد از گذشت حدود دو هفته از رشد قارچ با استفاده از روش TLC و استاندارد آفلاتوکسین B1 [۶] از سطح آفلاتوکسین تولیدی در محیط کشت اطمینان حاصل شد.

تولیدات دامی

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

سن	دوره آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)	دوره رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)	دوره پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی)
اقلام جیره	دوره رشد	دوره رشد	دوره پایانی
ذرت	۵۱/۸۳	۵۸/۲۳	۶۲/۲۴
روغن آفتابگردان	۳/۵۳	۴/۲۶	۳/۲۲
کنجاله‌ی سویا	۳۸/۳۵	۲۹/۱۰	۳۹/۱۰
دی-ال متیونین	۰/۳۵	۰/۳۱	۰/۲۵
ال لیزین	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۱۴
ال تره اونین	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۱۴
سنگ آهک	۱/۸۰	۰/۹۷	۱/۴۳
پودر ماهی	۲/۱۱	۵/۰۰	۰/۰۰
نمک طعام	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۰
مکمل ویتامینه ویژه ^۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل مینرال ویژه ^۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی کلسیم فسفات	۰/۹۰	۱/۲۳	۰/۹۰
ترکیب محاسبه شده			
انرژی (مگاژول/کیلوگرم)	۳۰۲۵	۳۱۵۰	۳۲۰۰
پروتئین خام (درصد)	۲۳/۱۲	۲۱/۳۰	۱۹/۳۰
لیزین (درصد)	۱/۴۴	۱/۲۴	۱/۰۹
آرژنین (درصد)	۱/۳۷	۱/۲۹	۱/۴۲
تره اونین (درصد)	۰/۷۳	۰/۶۸	۰/۵۹
متیونین + سیستئین (درصد)	۱/۰۷	۰/۹۵	۰/۸۶
کلسیم (درصد)	۱/۰۵	۰/۹۰	۰/۸۵
فسفر در دسترس (درصد)	۰/۵۰	۰/۴۵	۰/۴۲

۱- هر ۲/۵ کیلوگرم از مکمل معدنی حاوی مقادیر خالص ذیل می‌باشد: منگنز ۶۶۰۰۰ میلی‌گرم، آهن ۳۳۰۰۰ میلی‌گرم، روی ۶۶۰۰۰ میلی‌گرم، مس ۸۸۰۰ میلی‌گرم، ید ۹۰۰ میلی‌گرم، سلنیم ۳۰۰ میلی‌گرم.

۲- هر ۲/۵ کیلوگرم از مکمل ویتامینه حاوی مقادیر خالص ذیل می‌باشد: ویتامین A ۷۷۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین B1 ۱۵۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B2 ۴۴۰۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B3 ۵۵۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B6 ۳۰۰۰ میلی‌گرم، ویتامین B12 ۸/۸ میلی‌گرم، ویتامین D3 ۳۳۰۰۰۰۰ میلی‌گرم، ویتامین E ۶۶۰۰ میلی‌گرم، ویتامین K3 ۵۵۰ میلی‌گرم، ویتامین B9 ۱۱۰ میلی‌گرم، ویتامین B5 ۲۲۰۰۰ میلی‌گرم، ویتامین H2 ۵۵ میلی‌گرم، کولین کلراید ۲۷۵۰۰۰ میلی‌گرم و آنتی‌اکسیدان ۱۰۰ میلی‌گرم.

هر دوره محاسبه شد. وزن لاشه تلفات همراه با روز تلف شدن پرنده‌ها ثبت و بر این اساس تصحیحات لازم در تعیین میانگین افزایش وزن و خوراک مصرفی پرنده‌گان و در نهایت ضریب تبدیل غذایی آنها انجام گرفت. شاخص تولید نیز به صورت زیر محاسبه شد:

توضیح این‌که در همه گروه‌ها جیره آغازین تا ۱۰ روزگی مشابه بود و موارد غیر از جیره پایه، در جیره‌های رشد و پایانی اعمال شد. صفات عملکردی، شامل میانگین افزایش وزن بدن، میانگین خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک در پایان

تولیدات دامی

دوره ۲۳ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۰

شاخص تولید = (درصد ماندگاری × میانگین افزایش وزن روزانه) / (ضریب تبدیل خوراک مصرفی × ۱۰)

در روز ۳۲ دوره پرورش، شش جوجه از هر تیمار (سه نر و سه ماده) به‌ازای هر محیط آزمایشی انتخاب شدند و نمونه‌های خون از ورید بال گرفته شد و خون به‌دست‌آمده از آن‌ها به لوله‌های آغشته به هیپارین انتقال یافت. پس از خون‌گیری جوجه موردنظر علامت‌گذاری شد و در نوبت بعدی (روز ۴۲) خون‌گیری نیز از همان جوجه استفاده شد. گسترش‌های خونی به‌صورت دستی تهیه و جهت شمارش تفریقی سلول‌های خونی و تعیین نسبت هتروفیل به لنفوسیت به آزمایشگاه انتقال یافت. جهت افزایش دقت تمامی نمونه‌ها توسط یک نفر شمارش شد [۱۷].

جهت شمارش جمعیت باکتری‌های موردنظر شامل اشریشیاکلاهی و لاکتوباسیلوس‌های روده کور، در ۴۲ روزگی، از محتویات روده کور تمامی تیمارها، دو پرنده (یک نر و یک ماده) از هر تکرار (۱۲ پرنده از هر تیمار)، تحت شرایط استریل نمونه‌برداری صورت گرفته و ظروف حاوی نمونه‌های مذکور به‌سرعت به آزمایشگاه میکروبی‌شناسی منتقل شدند. در آزمایشگاه مذکور مواد دفعی موجود در روده کور تحت شرایط استریل به داخل محیط‌های کشت مخصوص برای هر باکتری انتقال یافتند و آنالیزهای میکروبی‌شناسی با استفاده از روش شمارش پلِت انجام گردید. از نمونه اولیه ۱۳ سری رقت با ضریب رقیق‌سازی ۱۰ تهیه شد [۱۵]. لاکتوباسیلوس‌ها تحت شرایط میکروآنروفلیک گرمخانه‌گذاری شدند، ولی اشریشیاکلاهی تحت شرایط هوازی کشت داده شدند. محیط کشت مورد استفاده برای لاکتوباسیلوس‌ها، محیط MRS Agar (Lactobacillus MRS Agar, No:105413, Merck, Germany) و برای اشریشیاکلاهی محیط کشت T.B.X (Tryptone Bile X-glucuronide, Merck, Germany) بود.

در روز ۴۲ دوره آزمایش، دو نمونه خون از جوجه‌های هر تکرار (یک نر و یک ماده) از تیمارهای مختلف اخذ شده (۱۲ نمونه از هر تیمار). نمونه‌ها از ورید بال گرفته شد و سپس نمونه‌های سرم در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات با ۲۵۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۲ دقیقه سانتریفیوژ شدند (D7200-Hettich, Germany) و تا زمان انجام آزمایش در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. مقادیر آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و گلوکاتایون پراکسیداز سرم توسط کیت‌های اختصاصی مربوطه (Randox Laboratories, Ardmore, Crumlin, UK) و نیز ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی سرم توسط کیت (No: NS2332, ZELLbio Germany) اندازه‌گیری شد.

داده‌های حاصل توسط نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۲) رویه GLM با استفاده از رابطه (۳)، تجزیه میانگین‌ها به‌کمک آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

رابطه (۱) $Y_{ij} = \mu + \delta_i + \varepsilon_{ij}$

که در این رابطه، Y_{ij} مشاهدات؛ μ میانگین مشاهدات؛ δ_i اثر تیمار و ε_{ij} اثر اشتباه آزمایشی است.

نتایج

نتایج برای عملکرد رشد در جدول (۲) آورده شده است. افزودن آفلاتوکسین به جیره (شاهد مثبت) توانست به‌طورمعنی داری خوراک مصرفی و افزایش وزن بدن را در دوره‌های رشد و پایانی کاهش دهد ($P < 0.05$) و ضریب تبدیل غذایی ($P < 0.05$) و خوراک مصرفی ($P < 0.05$) را در دوره‌های رشد و پایانی افزایش داد. افزودن توکسین بایندها در دوران رشد و پایانی توانست مصرف خوراک ($P < 0.05$) و وزن بدن ($P < 0.05$) را افزایش دهد و ضریب تبدیل غذایی ($P < 0.05$) را کاهش دهد.

تولیدات دامی

جدول ۲. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های عملکردی جوجه‌های سویه راس ۳۰۸ در دوره‌های، رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)

ضریب تبدیل غذایی		افزایش وزن بدن (گرم)		تیمارها
پایانی	رشد	پایانی	رشد	
۱/۸۱ ^c	۱/۸۱ ^c	۱۴۲۳/۰۰ ^a	۶۵۵/۰۰ ^a	دوره رشدی شاهد منفی
۲/۱۴ ^a	۲/۰۲ ^a	۱۰۵۶/۰۰ ^c	۴۸۱/۰۰ ^c	شاهد مثبت
۱/۸۳ ^c	۱/۸۱ ^b	۱۴۹۲/۰۰ ^a	۶۴۵/۰۰ ^a	شاهد منفی + توکسین بایندر ASRI1
۱/۸۴ ^c	۱/۸۳ ^b	۱۴۷۵/۰۰ ^a	۶۴۷/۰۰ ^a	شاهد منفی + توکسین بایندر ASRI2
۱/۸۵ ^c	۱/۹۱ ^{ab}	۱۴۴۸/۰۰ ^a	۶۳۸/۰۰ ^a	شاهد منفی + پری‌بیوتیک
۱/۹۱۰ ^c	۱/۸۲ ^c	۱۲۹۵/۰۰ ^b	۵۹۰/۰۰ ^b	شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI1
۱/۹۶ ^b	۱/۸۱ ^c	۱۲۷۳/۰۰ ^b	۵۸۹/۰۰ ^b	شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI2
۱/۹۷ ^b	۱/۸۲ ^b	۱۲۷۳/۰۰ ^b	۵۷۹/۰۰ ^b	شاهد مثبت + پری‌بیوتیک
۱/۹۲ ^b	۱/۸۶ ^b	۱۲۹۶/۰۰ ^b	۵۹۱/۰۰ ^b	شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI1 + پری‌بیوتیک
۱/۹۱ ^b	۱/۸۸ ^b	۱۳۰۱/۰۰ ^b	۵۸۱/۰۰ ^b	شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI2 + پری‌بیوتیک
۰/۰۳۲	۰/۰۳۳	۰/۰۱۱	۰/۰۲۱	ارزش معنی‌داری
۰/۰۲۱	۰/۰۴۴	۳۰/۱۵	۱۵/۲۰	اشتباه استاندارد میانگین (SEM)

a-c: تفاوت عددها در هر ستون با حروف غیر مشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۳. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر شاخص تولید جوجه‌های سویه راس ۳۰۸ در دوره‌های، رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)

پایانی		رشد	تیمارها
۷۷۵/۳۰ ^a	۳۵۸/۲۰ ^a		شاهد منفی
۴۷۳/۲۰ ^c	۲۳۸/۱۱ ^c		شاهد مثبت
۷۹۰/۳۱ ^a	۳۵۳/۲۸ ^a		شاهد منفی + توکسین بایندر ASRI1
۷۸۵/۳۰ ^a	۳۵۲/۱۰ ^a		شاهد منفی + توکسین بایندر ASRI2
۷۷۱/۹۰ ^a	۳۳۱/۱۰ ^{ab}		شاهد منفی + پری‌بیوتیک
۶۶۳/۳۰ ^b	۳۱۵/۱۵ ^b		شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI1
۶۵۰/۱۵ ^b	۳۲۰/۱۸ ^b		شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI2
۶۴۵/۱۰ ^b	۳۱۵/۲۰ ^b		شاهد مثبت + پری‌بیوتیک
۶۶۵/۳۰ ^b	۳۱۷/۷۰ ^b		شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI1 + پری‌بیوتیک
۶۷۰/۳۰ ^b	۳۰۷/۸۰ ^c		شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI2 + پری‌بیوتیک
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱		ارزش معنی‌داری
۷/۲۱	۴/۷۶		اشتباه استاندارد میانگین (SEM)

a-c: تفاوت عددها در هر ستون با حروف غیر مشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

تولیدات دامی

دوره ۲۳ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۰

اثرات افزودن توکسین بایندها و پری‌بیوتیک، بر عملکرد جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین B1

بدون آفلاتوکسین نداشت، ولی توانست به‌طور معنی‌داری شمار اش‌ریشیاکالای ($P < 0/05$) و لاکتوباسیلوس‌ها ($P < 0/05$) را در تیمارهای شاهد مثبت مکمل‌شده در مقایسه با شاهد مثبت به‌طور معنی‌داری و به‌ترتیب کاهش و افزایش دهد. تأثیر تیمارهای آزمایشی روی فاکتورهای آنتی‌اکسیدانی گلوکاتایون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و مالون‌دی‌آلدهید در جدول (۶) آورده شده است. نتایج نشان داد که غلظت مالون‌دی‌آلدهید در تیمار شاهد مثبت در مقایسه با شاهد منفی به‌طور معنی‌داری بالاتر بود ($P < 0/05$)، ولی غلظت گلوکاتایون پراکسیداز ($P < 0/05$) و سوپراکسید دیسموتاز ($P < 0/05$) در تیمار شاهد مثبت در مقایسه با شاهد منفی پایین‌تر بود. نتایج نشان داد که افزودن توکسین بایندها به جیره تأثیری روی فاکتورهای آنتی‌اکسیدانی نداشت. نتایج حاکی از آن بود که افزودن توکسین بایندها و پری‌بیوتیک به جیره توانست به‌طور معنی‌داری غلظت مالون‌دی‌آلدهید را کاهش ولی غلظت گلوکاتایون پراکسیداز ($P < 0/05$) و سوپراکسید دیسموتاز ($P < 0/05$) را در مقایسه با تیمار شاهد مثبت، افزایش دهد.

پاسخ‌های بهتر در جیره‌های حاوی ASRI1 و ASRI2 (هنگامی‌که بدون پری‌بیوتیک استفاده شدند) مشاهده شد. نتایج برای شاخص تولید در جدول (۳) نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در دوره‌های رشد و پایدانی، نتایجی همسو با افزایش وزن مشاهده شد. نتایج برای هتروفیل، لئوسیت و نسبت هتروفیل به لئوسیت در جدول (۴) آورده شده است. نتایج نشان داد که افزودن آفلاتوکسین به جیره سبب افزایش هتروفیل ($P < 0/05$) و نسبت هتروفیل به لئوسیت ($P < 0/05$) و کاهش لئوسیت ($P < 0/05$) شد. در جیره‌های حاوی آفلاتوکسین، افزودن توکسین بایندها به جیره، توانست به‌طور معنی‌داری آثار منفی آفلاتوکسین را کاهش دهد ($P < 0/05$).

تأثیر تیمارهای آزمایشی روی جمعیت باکتری‌های روده‌ای در جدول (۵) آورده شده است. نتایج نشان داد که شمار اش‌ریشیاکالای ($P < 0/05$) و لاکتوباسیلوس‌ها ($P < 0/05$) در تیمار شاهد مثبت در مقایسه با شاهد منفی به‌ترتیب بیش‌تر و کم‌تر بود. نتایج نشان داد که افزودن توکسین بایندها به جیره تأثیری بر جمعیت میکروبی در تیمارهای

جدول ۴. تأثیر تیمارهای آزمایشی روی هتروفیل، لئوسیت و نسبت هتروفیل به لئوسیت

تیمارها	هتروفیل (%)	لئوسیت (%)	هتروفیل/لئوسیت
شاهد منفی	۱۸/۸۱ ^c	۶۹/۱۲ ^a	۰/۲۷ ^c
شاهد مثبت	۳۵/۱۲ ^a	۵۱/۴۰ ^c	۰/۶۸ ^a
شاهد منفی + توکسین بایندها ASRI1	۱۷/۹۲ ^c	۷۰/۱۱ ^a	۰/۲۵ ^c
شاهد منفی + توکسین بایندها ASRI2	۱۷/۷۳ ^c	۶۹/۱۳ ^a	۰/۲۵ ^c
شاهد منفی + پری‌بیوتیک	۱۸/۰۱ ^c	۷۰/۱۴ ^a	۰/۲۵ ^c
شاهد مثبت + توکسین بایندها ASRI1	۲۴/۱۱ ^b	۶۱/۲۲ ^b	۰/۳۹ ^b
شاهد مثبت + توکسین بایندها ASRI2	۲۴/۲۳ ^b	۶۲/۲۳ ^b	۰/۳۸ ^b
شاهد مثبت + پری‌بیوتیک	۲۴/۴۲ ^b	۶۴/۱۲ ^b	۰/۳۸ ^b
شاهد مثبت + توکسین بایندها ASRI1 + پری‌بیوتیک	۲۳/۹۷ ^b	۶۳/۸۶ ^b	۰/۳۷ ^b
شاهد مثبت + توکسین بایندها ASRI2 + پری‌بیوتیک	۲۳/۵۱ ^b	۶۴/۲۱ ^b	۰/۳۶ ^b
ارزش معنی‌داری	۰/۰۱۰	۰/۰۳۳	۰/۰۳۲
اشتباه استاندارد میانگین (SEM)	۰/۹۱	۱/۱۵	۰/۰۲۱

a-c: تفاوت عددها در هر ستون با حروف غیرمشابه معنی‌دار است ($P < 0/05$).

جدول ۵. تأثیر تیمارهای آزمایشی روی جمعیت باکتری‌های روده‌ای در ۴۲ روزگی (لگاریتم واحد تشکیل دهنده پرگنه/گرم)

تیمارها	اشریشیا کولای	لاکتوباسیلوس
شاهد منفی	۸/۱۸ ^c	۹/۲۸ ^a
شاهد مثبت	۹/۲۲ ^a	۷/۹۸ ^c
شاهد منفی + توکسین بایندر ASRI1	۸/۲۲ ^c	۹/۲۹ ^a
شاهد منفی + توکسین بایندر ASRI2	۸/۱۸ ^c	۹/۱۳ ^a
شاهد منفی + پری بیوتیک	۸/۲۱ ^c	۹/۲۱ ^a
شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI1	۸/۵۷ ^b	۸/۵۲ ^b
شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI2	۸/۵۷ ^b	۸/۶۰ ^b
شاهد مثبت + پری بیوتیک	۸/۵۹ ^b	۸/۵۵ ^b
شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI1 + پری بیوتیک	۸/۴۳ ^{bc}	۹/۲۰ ^a
شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI2 + پری بیوتیک	۸/۴۶ ^b	۹/۱۹ ^a
ارزش معنی داری	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱
اشتباه استاندارد میانگین (SEM)	۰/۰۳۹	۰/۰۴۷

a-c: تفاوت عددها در هر ستون با حروف غیر مشابه معنی دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۶. تأثیر تیمارهای آزمایشی روی غلظت گلوکوتایون پراکسیداز (واحد/ میلی گرم هموگلوبین)، سوپراکسید دیسموتاز (واحد/ میلی گرم هموگلوبین) و مالون دی آلدئید (میلی مول/ میلی لیتر) در ۴۲ روزگی

تیمارها	مالون دی آلدئید	گلوکوتایون پراکسیداز	سوپراکسید دیسموتاز
شاهد منفی	۱/۱۸ ^c	۶۳/۲۷ ^a	۱۰۱۵/۳ ^a
شاهد مثبت	۲/۳۸ ^a	۵۰/۵۳ ^d	۷۸۶/۹۸ ^d
شاهد منفی + توکسین بایندر ASRI1	۱/۲۲ ^c	۶۲/۵۰ ^a	۱۰۲۱/۲۹ ^a
شاهد منفی + توکسین بایندر ASRI2	۱/۰۸ ^c	۶۲/۴۱ ^a	۱۰۲۶/۱۳ ^a
شاهد منفی + پری بیوتیک	۱/۱۵ ^c	۶۲/۵۸ ^a	۱۰۱۰/۲۱ ^a
شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI1	۱/۶۵ ^b	۵۶/۰۰ ^c	۹۵۸/۵۲ ^c
شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI2	۱/۷۱ ^b	۵۸/۵۸ ^b	۹۵۹/۶۰ ^c
شاهد مثبت + پری بیوتیک	۱/۶۱ ^b	۵۸/۱۶ ^b	۹۵۳/۵۵ ^c
شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI1 + پری بیوتیک	۱/۷۱ ^b	۵۶/۱۶ ^c	۹۶۶/۲۰ ^{bc}
شاهد مثبت + توکسین بایندر ASRI2 + پری بیوتیک	۱/۶۵ ^b	۵۶/۰۸ ^c	۹۵۰/۰۰ ^c
ارزش معنی داری	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
اشتباه استاندارد میانگین (SEM)	۰/۰۳۷	۰/۴۰۵	۷/۹۰

a-c: تفاوت عددها در هر ستون با حروف غیر مشابه معنی دار است (P<۰/۰۵).

بحث

نتایج نشان داد آفلاتوکسین اثرات منفی روی عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در دوره رشد و پایانی داشت، ولی توکسین بایندها و پری‌بیوتیک این اثرهای منفی را تخفیف دادند. در آزمایش حاضر، با توجه به تیمارهای شاهد مثبت و منفی و همین‌طور دارا و بدون پروبیوتیک، توکسین بایندها ASRI1 و ASRI2 با توجه به کلیه صفات اندازه‌گیری‌شده با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$). فقط ضریب تبدیل در دوره پایانی و همین‌طور شاخص تولید تحت تأثیر نوع توکسین بایندها قرار گرفت و ASRI1 توانایی بیشتری در جذب سم و همین‌طور بهبود شاخص تولید، نسبت به نوع 2 داشت. دلیل این امر می‌تواند به دلیل تفاوت در توانایی دو نوع جاذب در جذب سم و در نهایت جلوگیری از تبعات بعدی سم، باشد. از آنجایی‌که در دوره رشد و پایانی میزان مصرف خوراک افزایش می‌یابد، در نتیجه آن سم واردشده به بدن نیز، در مقایسه با دوره رشد، افزایش می‌یابد و هر جاذبی که توانایی بیشتری داشته باشد در این دوره توانایی آن بیشتر بروز خواهد کرد، چنان‌که شاخص تولید در گروه مصرف‌کننده توکسین بایندها ASRI1 در دوره رشد بالاتر بوده و این اختلاف معنی‌دار بوده است ($P < 0.05$). مطالعات دیگر گزارش کردند که سلامت و تولید طیور توسط مصرف خوراک‌های آلوده به آفلاتوکسین به شدت آسیب می‌بیند [13]. مطالعات هم‌چنین نشان دادند که آفلاتوکسین در سطوح زیاد منجر به تأخیر رشد و تلفات می‌شود [5]. پژوهش‌های متعدد در سال‌های گذشته نشان داد آلودگی منابع غذایی مورد استفاده در تغذیه طیور به آفلاتوکسین، می‌تواند باعث اثرات منفی بر فاکتورهای عملکردی و در نهایت زیان‌های اقتصادی شود [8]. آفلاتوکسین‌ها از طریق تأثیر روی سوخت‌وساز و کاهش سنتز پروتئین و لیپولیز سبب کاهش رشد می‌شوند که در

این مطالعه نیز مشاهده شد. چندین مطالعه نشان داده که اضافه‌کردن پری‌بیوتیک به جیره جوجه‌های گوشتی می‌تواند منجر به بهبود عملکرد جوجه‌ها از طریق بهبود میکروفلورای دستگاه گوارش شود [19].

در آزمایشی تغذیه مانان الیگوساکاریدها در جوجه‌های گوشتی، باعث افزایش وزن بدن و بازده خوراک از 1 تا 21 روزگی شد [19]. پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که آفلاتوکسین از طریق کاهش خوراک مصرفی، افزایش وزن بدن را کاهش می‌دهد [17]. چنین نتیجه‌ای در مطالعه حاضر یافت شد، ولی با افزودن توکسین بایندها، میزان مصرف خوراک افزایش یافت و بهبود مصرف خوراک باعث افزایش وزن بدن شد. برخی دیگر از پژوهش‌گران معتقدند که توکسین بایندها توسط افزایش دادن شیرابه‌های پانکراسی، باعث هضم بیشتر مواد غذایی و خوراک مصرفی می‌شوند و از این طریق بر عملکرد تأثیر می‌گذارند [3]. دلیل دیگر می‌تواند این باشد که توکسین بایندها از طریق افزایش پرزها و بهبود ویژگی‌های مورفولوژی روده می‌توانند عملکرد را بهبود بخشند.

از طرفی دیگر بخشی از ساختار توکسین بایندها را اسیدهای آلی تشکیل می‌دهد. در مطالعه‌ای، نشان دادند که افزودن باکتری‌های اسیدلاکتیک مستخرجه از فراورده‌های لبنی، به شکل معنی‌داری میزان آفلاتوکسین را در محیط انکوباسیون کاهش داد [10]. گزارش شده است که افزودن ترکیبات مختلف منجمله باکتری‌های اسید لاکتیک، سبب می‌شود تا اثرات سم‌های دیگری همانند اکراتوکسین در خوراک، کاهش یابد. مشخص شده است که این ترکیبات و حتی افزودنی‌های گیاهی و فرآورده‌های آن‌ها زمانی بر عملکرد پرند مؤثر خواهند بود که پرندگان تحت شرایط نامطلوب پرورشی نظیر قابلیت هضم پایین جیره، بهداشتی نبودن محیط پرورشی، وجود بیماری، میکروارگانیسم‌های

تولیدات دامی

بیماری‌زا و یا وجود استرس در گله قرار بگیرند [۴].
براساس این نتایج می‌توان بیان نمود که بخشی از اثرات منفی آفلاتوکسین‌ها از طریق کاهش دادن جمعیت باکتری‌های سودمند و افزایش دادن باکتری‌های مضر باشد که هضم و جذب مواد غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و از این طریق باعث کاهش وزن و افزایش ضریب تبدیل خوراک مصرفی در شرایط چالش با آفلاتوکسین می‌شوند. توکسین‌های بایندها اثرات منفی آفلاتوکسین را بر جمعیت باکتری‌های روده‌ای کاهش دادند و از این طریق ممکن است باعث بهبود عملکرد رشد شدند.

هم‌چنین، نتایج حاکی از آن بود که در دوره رشد و پایداری، تیمار آلوده با آفلاتوکسین و عدم دریافت افزودنی‌ها، پایین‌ترین شاخص را نشان داد که دلیل آن این است که شاخص تولید متأثر از افزایش وزن و ضریب تبدیل می‌باشد. همان‌گونه که نتایج نشان داد، افزایش وزن روزانه در این تیمار پایین‌تر و ضریب تبدیل بزرگ‌تر بود که باعث کاهش شاخص تولید در این گروه شده است. آفلاتوکسین سبب افزایش هتروفیل و نسبت هتروفیل به لئوسیت و کاهش لئوسیت شد. در جیره‌های حاوی آفلاتوکسین، افزودن توکسین‌بایندها به جیره، توانست به شکل معنی‌داری اثرات منفی آفلاتوکسین را تخفیف دهد. نسبت هتروفیل به لئوسیت یکی از بهترین شاخص‌های ارزیابی تنش در طیور محسوب می‌شود. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که آفلاتوکسین، رفاه طیور را به هم می‌ریزد و سبب ایجاد تنش می‌شود، ولی افزودن توکسین‌بایندها این اثرات منفی را تخفیف داد. نتایج مشابهی توسط پژوهش‌گران دیگر گزارش شد و نشان دادند که پری‌بیوتیک‌ها شاخص‌های تنشی را به‌طور قابل‌توجهی کاهش دادند [۲۲].

نتایج نشان داد که غلظت مالون‌دی‌آلدهید در تیمار شاهد مثبت در مقایسه با شاهد منفی به‌طور معنی‌داری

بالاتر بود، ولی غلظت گلووتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در تیمار شاهد مثبت در مقایسه با شاهد منفی پایین‌تر بود. افزودن توکسین‌بایندها به جیره توانست به‌طور معنی‌داری غلظت مالون‌دی‌آلدهید را کاهش دهد ولی غلظت گلووتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز را در مقایسه با تیمار شاهد مثبت افزایش داد. در شرایط طبیعی نیمه‌عمر رادیکال‌های آزاد کوتاه و در حدود ۴ تا ۱۰ ثانیه است و به این ترتیب O_2 یا H_2O_2 هیچ‌کدام به‌تنهایی فعالیت بسیار بالایی ندارند. اما تغییرات فیزیولوژیک و بیولوژیک ایجاد شده به‌دنبال قرارگرفتن در برخی شرایط تنش‌زا مانند تنش گرمایی، چالش‌های ایمنی همانند آفلاتوکسین، تمرین‌های شدید، دیابت و عفونت‌های مزمن موجب افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و یا کاهش فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدان می‌شود [۶].

مالون‌دی‌آلدهید یا مالون‌آلدهید یکی از محصولات نهایی حاصل از پراکسیداسیون لیپیدها و به‌ویژه فسفولیپیدها (با توجه به وجود مقادیر بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در آن‌ها) است. این ترکیب به‌دنبال وقوع پراکسیداسیون چربی در همه بافت‌ها و اندام‌های داخلی بدن مانند ماهیچه، کبد، طحال، قلب، کلیه، شش‌ها و هم‌چنین گلبول‌های قرمز و یا حتی تخم‌مرغ تولید می‌شود و افزایش بیش از حد آن موجب بو و طعم نامطلوب گوشت قبل از پختن، ازدست‌دادن طعم، مزه، رنگ و استحکام گوشت و محصولات تولیدی آن و در نهایت کاهش ارزش غذایی آن‌ها خواهد شد. قرارگرفتن در شرایط چالشی یکی از مهم‌ترین عواملی است که موجب افزایش غلظت مالون‌آلدهید در ماهیچه و دیگر بافت‌های پرندگان می‌شود [۷].

افزایش تولید واسطه‌های اکسیژنی فعال موجب برهم‌خوردن تعادل بین اکسیدان‌ها و سیستم دفاعی

تولیدات دامی

منابع مورد استفاده

1. Abbasi F, Liu, J, Zhang, H, Shen, X and Luo, X (2018) Effects of feeding corn naturally contaminated with aflatoxin on growth performance, apparent ileal digestibility, serum hormones levels and gene expression of Na⁺, K⁺-ATPase in ducklings. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 31: 91–97.
2. Abdallah MF, Girgin G, Baydar T, Krska R and Sulyok, M (2017) Occurrence of multiple mycotoxins and other fungal metabolites in animal feed and maize samples from Egypt using LC-MS/MS. *Journal of Food Science and Agriculture*, 97: 4419–4428.
3. Agboola AF, Omidwura B, Odu O, Odupitan F and Iyayi E (2015) Effect of probiotic and toxin binder on performance, intestinal microbiota and gut morphology in broiler chickens. *Journal of Animal Science Advances*, 5(0): 1369-1379. Doi: 10.5455/jasa.20150709085312
4. Akbari M, Toriki M and Kaviani K (2015) Single and combined effects of peppermint and thyme essential oils on productive performance, egg quality traits, and blood parameters of laying hens reared under cold stress condition (6.8±3 °C). *International Journal of Biometeorology*. 10: 52-64. feed and feedstuffs in Turkey. *Pakistan Veterinary Journal*, 34: 459–63.
6. Chen J, Chen K, Yuan S, Peng X, Fang J, Wang F, Cui H, Chen Z, Yuan J and Geng Y. (2011). Effects of aflatoxin B1 on oxidative stress markers and apoptosis of spleens in broilers. *Toxicology and Industrial Health*, 14: 1-7.
7. Dröge W (2002) Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiology Review*, 82: 47-95.
8. Denli M, Blandon JC, Guynot ME, Salado S and Perez JF (2009). Effects of dietary Afla Detox on performance, serum biochemistry, histopathological changes, and aflatoxin residues in broilers exposed to aflatoxin B₁. *Poultry Science*, 88: 1444–1451.
9. European Commission. Commission Regulation (EU) No 165/2010 of 26 February 2010 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards aflatoxins. *Off. J. Eur. Union* 2010, L50/8–L50/12.
10. Fazeli MR, Hajmohammadali M, Moshkani A, Samadi N, Jamalifar H, Khoshayand M, Vaghari E and Pouragahy, S. (2009) Aflatoxin B1 binding capacity of autochthonous stains of Lacticacid bacteria. *Journal of food protection*, 72(1): 189-192.

آنتی‌اکسیدان و بروز شرایطی موسوم به تنش اکسیداتیو می‌شود. لازم به ذکر است که آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز مهم‌ترین خط دفاعی بدن را در برابر عوامل پراکسیدان تشکیل می‌دهند [۱۸]. اگرچه سازوکار پری‌بیوتیک در بهبود دادن خاصیت آنتی‌اکسیدانی مشخص نیست، ولی توکسین بایندها احتمالاً از طریق داشتن ترکیبات فعال (آلومینوسیلیکات، دیواره مخمر و ۲۰ درصد ترکیبات گیاهی) باعث بهبود خاصیت آنتی‌اکسیدانی شده‌اند [۴]. در مجموع این نتایج نشان می‌دهد که توکسین بایندها و پری‌بیوتیک‌ها از طریق بهبود دادن خاصیت آنتی‌اکسیدانی باعث کاهش مالون‌دی‌آلدهید می‌شوند و در شرایط چالشی به بهبود غلظت آنزیم‌ها کمک می‌کنند. هر دو توکسین بایندها اثرات نسبتاً مشابهی داشتند و تغییر دادن اجزا و ترکیبات مختلف تأثیری روی فراسنجه‌ها نداشته است.

با توجه به نتایج به دست آمده، در شرایط درگیری با آفلاتوکسین، افزودن توکسین بایندها (۳ کیلو در تن توکسین بایندها ASRI1 به‌ویژه در دوره رشد) می‌تواند اثرات منفی آفلاتوکسین را کاهش دهد و به بهبود رشد کمک کند. افزودن پری‌بیوتیک‌ها در شرایط آزمایش حاضر بر شاخص‌های فیزیولوژیکی مؤثر بود ولی تأثیر مثبتی بر شاخص تولید نداشت.

تشکر و قدردانی

از هیأت مدیران وقت و همکاران مؤسسه تحقیقات علوم دامی که در انجام این پژوهش ما را همراهی نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافی توسط نویسندگان وجود ندارد.

11. Fouad AM , Ruan D, Kasem El-Senousey HA, Chen W, Jiang S and Zheng C (2019) Harmful effects and control strategies of aflatoxin B1 produced by *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* strains on poultry: review. *Toxins*, 11:176; doi:10.3390/toxins11030176.
12. Hussain Z, Khan MZ, Khan A, Javed I, Saleemi MK and Mahmood S (2010) Residues of aflatoxin B1 in broiler meat: Effect of age and dietary aflatoxin B1 levels. *Food Chemistry Toxicology*, 48: 3304–3307.
13. Khan A, Aalim MM, Khan MZ, Saleemi MK, He C, Khatoon A and Gul ST (2017) Amelioration of immunosuppressive effects of aflatoxin and ochratoxin A in White Leghorn layers with distillery yeast sludge. *Toxin Review*, 1: 1-7.
14. Kim GB, Seo YM, Kim CH and Paik IK (2011) Effect of dietary prebiotic supplementation on the performance, intestinal microflora, and immune response of broilers. *Poultry Science*, 90: 75–82.
15. Langrová I, Chodová D, Tůmová T, Horáková B, Krejčířová R and Šašková M (2019) Assessment of low doses of *Eimeria tenella* sporulated oocysts on the biochemical parameters and intestinal microflora of chickens. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 43(1): 76-81.
16. Lee SI, Park SH and Ricke SC (2016) Assessment of cecal microbiota, integron occurrence, fermentation responses, and *Salmonella* frequency in conventionally raised broilers fed a commercial yeast-based prebiotic compound. *Poultry Science*, 95: 144–53.
17. Mahmood, S, Younus M, Aslam A and Anjum AA (2017) Toxicological effects of aflatoxin b1 on growth performance, humoral immune response and blood profile of Japanese quail. *Journal of Animal and Plant Science*, 27: 833-840.
18. Milinkovik-Thur S, Stogective Z, Prisljin J, Zdelar-Tuk M, Poljicak-Milas N, Ljubic BB and Gradinski-Vrbance B (2007) Effect of refeeding on the antioxidant system in cockerels and pullets. *Acta Veterinaria Hungarica*, 55: 181-188.
19. Pelicano ER, Souza P, Souza H, Figueiredo F, Boiogo M, Carvalho S and Bordon V (2005) Intestinal mucosa development in broiler chickens fed natural growth promoters. *Revista Brasileira Ciencenc Avic*. 7(4):12-20.
20. Pourabedin M and Zhao X (2015) Prebiotics and gut microbiota in chickens. *FEMS Microbiology Letter*, 362:fnv122.
21. Salehimanesh A, Mohammadi M and Roostaei-Ali Mehr M (2016). Effect of dietary probiotic, prebiotic and synbiotic supplementation on performance, immune responses, intestinal morphology and bacterial populations in broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100: 694–700.
22. Salem, R, El-Habashi N, Fadl SE, Sakr OA and Elbaly ZI (2018) Effect of probiotic supplement on aflatoxicosis and gene expression in the liver of broiler chicken. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 60: 118–127.