15(2) 129-140, Summer 2023

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

Original Research Paper

Effect of Kombucha in aflatoxin-contaminated diets on growth performance, antioxidant status and liver function of broiler chicken

Jamshid Fazlinejhad, Babak Masouri *, Bahman Parizadian Kavan, Heshmatollah Khosravinia, Ali Forouharmehr

Department of animal science, Faculty of agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Key Words
Aflatoxin
Broiler
Kombucha
Liver health
Performance

Abstract

Introduction: liver is the main organ that processes and detoxifies mycotoxins and protects the body against their toxic effects. Aflatoxin B1 can cause unbalanced metabolism of fat and increase its size by depositing lipids in the liver and suppress the activity of antioxidant enzymes and anti-inflammatory cytokines. Kombucha has liver protection effects due to antioxidant compounds, yeasts and acid-producing bacteria.

Materials & Methods: a number of 320 male broiler chickens were used to investigate the effect of kombucha tea in reducing aflatoxin toxicity, in a 4x2 factorial arrangement based on a completely randomized design using 8 treatments, four replications and 10 broiler chicken pieces in each replication. The first factor was the amount of aflatoxin in the diet at two levels of zero and 2.5 mg per kg of diet and the second factor was Kombucha at four levels of zero, 5, 10 and 15 ml per 100 ml of drinking water.

Results: Aflatoxin significantly reduced daily weight gain, feed consumption, and production efficiency during the initial, growth, and final periods ($P<0.05$). During the growth period and at the end of level 10, kombucha had a greater daily weight gain compared to other treatments. The use of 5, 10 and 15 ml of kombucha in 100 ml of drinking water showed a significant decrease in feed consumption compared to the zero level ($P<0.05$). The use of kombucha, aflatoxin and their interaction had no significant effect on the feed conversion ratio ($P>0.05$). Kombucha had no significant effect on production efficiency index ($P>0.05$). Aflatoxin caused a significant increase in weight and percentage of liver fat in broilers ($P<0.05$). Aflatoxin significantly increased the level of aspartate-aminotransferase and decreased serum alkaline-phosphatase ($P<0.05$), but had no effect on the level of alanine-aminotransferase. Using 15 ml of kombucha in 100 ml of water showed the lowest amount of alanine aminotransferase. The use of aflatoxin in the diet significantly increased glutathione-peroxidase and the addition of kombucha to drinking water significantly decreased the level of serum glutathione-peroxidase ($P<0.05$).

Conclusion: According to the results of our research, using 5 and 10 ml of kombucha in 100 ml of drinking water can reduce the negative effects of aflatoxin.

* Corresponding Author's email: Masoori_baba@yahoo.com
Received: 2 April 2022; Reviewed: 5 May 2022; Revised: 10 July 2022; Accepted: 13 August 2022
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.347766.2825

مقاله پژوهشی

اثر استفاده از کامبوچا در جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین بر عملکرد، وضعیت آنتی‌اکسیدانی و سلامت کبد جوجه‌های گوشتی

جمشید فضلی‌نژاد، بابک ماسوری، بهمن پریزادیان کاوان، حشمت‌اله خسروی‌نیا، علی فروهرمهر*

گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

کلمات کلیدی

آفلاتوکسین
جوجه گوشتی
کامبوچا
عملکرد
سلامت کبد

چکیده

مقدمه: کبد اندام اصلی است مایکوتوکسین‌ها را پردازش و سم‌زدایی نموده و از بدن در برابر اثرات سمی آن‌ها محافظت می‌کند. آفلاتوکسین (AFB1) می‌تواند باعث متابولیسم نامتعادل چربی شده و با رسوب لیپید در کبد باعث بزرگ شدن آن شود و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و سایتوکین‌های ضدالتهابی را سرکوب کند. کامبوچا ترکیبی است که به‌دلیل ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، مخمرها و باکتری‌های تولیدکننده اسید می‌تواند اثرات محافظت کبدی داشته باشد.

مواد و روش‌ها: تعداد ۳۲۰ قطعه جوجه گوشتی نر راس ۳۰۸ برای بررسی تاثیر چای کامبوچا در کاهش درجه سمیت آفلاتوکسین، در آرایش فاکتوریل ٤×۲ بر پایه طرح کاملاً تصادفی با استفاده از ۸ تیمار، چهار تکرار و ۱۰ قطعه جوجه گوشتی در هر تکرار استفاده گردید. فاکتور اول میزان آفلاتوکسین جیره غذایی در دو سطح صفر و ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره و فاکتور دوم کامبوچا در چهار سطح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌لیتر در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب آشامیدنی بود.

نتایج: وجود آفلاتوکسین طی دوره‌های آغازین، رشد، پایانی و در کل دوره، افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و شاخص کارایی تولید را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (P<۰/۰۵). طی دوره رشد و پایانی سطح ۱۰ کامبوچا افزایش وزن روزانه بیش‌تری در مقایسه با سایر تیمارها داشت. استفاده از سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ کامبوچا در مقایسه با سطح صفر کاهش معنی‌داری در مصرف خوراک نشان داد (P<۰/۰۵). استفاده از کامبوچا، آفلاتوکسین و اثر متقابل آن‌ها تاثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراک نداشت (P>۰/۰۵). کامبوچا تاثیر معنی‌داری بر شاخص کارایی تولید نداشت (P>۰/۰۵). آفلاتوکسین باعث افزایش معنی‌دار وزن و درصد چربی کبد در جوجه‌های گوشتی شد (P<۰/۰۵). آفلاتوکسین به‌طور معنی‌داری باعث افزایش سطح آسپارتات‌آمینوترانسفراز و کاهش آلکالین‌فسفاتاز سرم گردید (P<۰/۰۵) اما تاثیری بر سطح آلانین‌آمینوترانسفراز نداشت. هرچند استفاده از ۱۵ میلی‌لیتر کامبوچا در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب آشامیدنی کم‌ترین سطح آلانین‌آمینوترانسفراز را داشت اما با سطح صفر اختلاف معنی‌دار نداشت. استفاده از آفلاتوکسین در جیره به‌طور معنی‌داری باعث افزایش سطح گلوتاتیون‌پراکسیداز و سطوح مختلف کامبوچا باعث کاهش معنی‌دار سطح گلوتاتیون‌پراکسیداز سرم شد (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به‌دست آمده استفاده از ۵ و ۱۰ میلی‌لیتر کامبوچا در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب آشامیدنی می‌تواند در کاهش اثرات منفی ناشی از استفاده از آفلاتوکسین در جیره موثر باشد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: masoori_baba@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳ فروردین ۱۴۰۱؛ تاریخ داوری: ۱۵ اردیبهشت ۱۴۰۱؛ تاریخ اصلاح: ۱۹ تیر ۱۴۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۲۲ مرداد ۱۴۰۱
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.347766.2825

مقدمه

در سطح جهانی، غذا و خوراک به‌طور جدی با مایکوتوکسین‌ها آلوده هستند که در میان آن‌ها آفلاتوکسین، زیرالنون، فومونیزین، دئوکسی نیوالنول و اکراتوکسین شایع‌ترین آن‌ها هستند (۱). علاوه بر این، خوراک دام و طیور غالباً به ۲ یا چند مایکوتوکسین آلوده می‌شوند و فعل و انفعالات آن‌ها ممکن است اثرات هم‌کنش افزایی داشته باشد (۲). مصرف خوراک‌های آلوده به مایکوتوکسین منجر به کاهش جذب مواد مغذی (۳)، عملکرد ضعیف، سرکوب سیستم ایمنی، باقی‌ماندن در محصولات حیوانی (۱) و افزایش حساسیت به بیماری‌های عفونی و انگلی می‌شود (۴). این امر خود باعث مشکلات جدی تولیدمثلی شده که منجر به خسارات اقتصادی در صنعت طیور می‌شود (۵)، و در نتیجه تأثیر اقتصادی گسترده‌ای در سراسر جهان بر سلامت انسان، حیوانات و تجارت کشاورزی دارد. مایکوتوکسین‌ها بسته به گونه و حساسیت حیوان در یک گونه، اثرات حاد و مزمن مختلفی بر انسان و حیوانات (به‌ویژه تک‌معده‌ای‌ها) دارند. خطرات سلامتی مایکوتوکسین‌ها برای انسان یا حیوانات در سال‌های اخیر به‌طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است (۶). آفلاتوکسین B1 شایع‌ترین سم در ذرت مورد استفاده در خوراک جوجه‌های گوشتی است (۷). اثرات جهش‌زا، سرطان‌زا و سمی آفلاتوکسین B1 به‌خوبی شناخته شده است و کبد اندام هدف اصلی آن است (۴). تغییرات متابولیک مرتبط با آسیب کبدی، کاهش فعالیت آنزیم‌های گوارشی و سرکوب سیستم ایمنی است. اخیراً، تغییرات در بیان ژن آنزیم‌های کبدی و تغییرات در مورفولوژی و عملکرد روده نیز گزارش شده است (۱). تحقیقات گسترده‌ای برای مقابله با مایکوتوکسیکوز با روش‌های تغذیه‌ای، شیمیایی، فیزیکی یا بیولوژیکی انجام شده است (۸، ۹). پروبیوتیک‌ها افزودنی‌های حاوی قارچ‌ها و باکتری‌ها هستند که به‌طور مستقیم به جیره دام و طیور افزوده می‌شوند و تاثیر قابل توجهی بر سلامت و عملکرد آن‌ها نشان داده‌اند (۱۰). پروبیوتیک‌ها با تاثیر بر جمعیت میکروبی روده و جلوگیری از ایجاد و تاثیر فاکتورهای بیماری‌زای میکروبی باعث سلامت میزبان می‌شوند (۱۱). برای مثال پروبیوتیک *Lactobacillus Rhamnosus* به‌عنوان یک افزودنی خوراکی برای کاهش اثرات سمی آفلاتوکسین B1 و بهبود میزان بقا در ماهی استفاده شده است (۱۲). هم‌چنین گزارش شده است که لاکتوباسیل‌ها توانایی کاهش pH و مهار اثر منفی آفلاتوکسین B1 را دارند (۱۳). کامبوچا مثالی از پروبیوتیک‌ها است که اخیرا در جیره دام و طیور کاربرد پیدا کرده است. کامبوچا نتیجه همکاری برخی گونه‌های مخمر و باکتری است (۱۴). کامبوچا نوعی چای تخمیری با توده‌ای از مخمرها و باکتری‌ها (*Acetobacterxylinum*) با ترکیبات ضدمیکروبی است (۱۵). علاوه بر این حاوی ویتامین‌های گروه B و ویتامین C و برخی آنزیم‌ها (۱۰) بوده و خواص محافظت کبدی نیز دارد (۱۶). بنابراین می‌توان کامبوچا را فرآورده تخمیری تعریف نمود که به‌وسیله قارچ کامبوچا تولید می‌شود. به‌دلیل ترکیباتی مانند اسیداستیک و اسید لاکتیک و ویتامین‌های گروه B، آن اثرات درمانی مانند پیشگیری و درمان بیماری‌هایی مثل دیابت، سرطان، چربی و فشار خون و سم‌زدایی ترکیبات سمی از طریق کبد و کلیه داشته و باعث مقاومت بدن دام و طیور به بیماری‌ها می‌شود (۱۷، ۱۸). هم‌چنین، این ترکیب دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی نیز می‌باشد. مطالعات علمی نشان داده‌اند که ترکیبات موجود در این فرآورده تاثیر زیادی در سم‌زدایی بدن دارد (۱۹). هم‌چنین باعث تقویت سیستم ایمنی و پیشگیری از بیماری نیز می‌گردد. در کشورهای آسیایی از مدت‌ها قبل برای درمان بیماری‌هایی مثل فشارهای عصبی، تصلب شراعین، کم کاری شکم، نقرس و رماتیسم، همروئید و دیابت مورد استفاده قرار گرفته است. برخی مطالعات به‌منظور تاثیر کامبوچا بر کبد، بافت سلولی و آنزیم‌های کبدی در موش انجام شده و نتایج متفاوتی را نشان داده‌اند. در مطالعه‌ای تاثیر کامبوچا بر مقاومت کبد در مقابل سموم بررسی شده است و تاثیر آن بر محافظت بافت کبد را تایید کرده است (۱۰). هم‌چنین مطالعات دیگری نشان داده است که کامبوچا تاثیر مثبتی بر تنش اکسیداتیو در سلول‌های کلیه داشته و اثرات نامطلوب این تنش‌ها را کاهش داده است (۲۰). بنابراین، هدف تحقیق حاضر بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی و اثرات سم‌زدایی کامبوچا به‌عنوان یک افزودنی پروبیوتیکی در هنگام مواجهه جوجه‌های گوشتی با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین است.

مواد و روش‌ها

مدیریت پرورش و تیمارهای آزمایش: کلیه مراحل پرورش و کارهای آزمایشگاهی در مزرعه تحقیقاتی و آزمایشگاه گروه علوم دامی دانشگاه لرستان انجام گردید. میانگین وزنی جوجه‌ها در شروع آزمایش ۲±۳۹ بود. جوجه‌ها طی ۴۲ روز روی بستر پوشالی پرورش یافتند و در تمام مدت آزمایش دسترسی آزاد به آب و خوراک داشتند. برنامه نوری به‌صورت ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت خاموشی بود و شرایط استاندارد سالن (دما، نور، تهویه و واکسیناسیون) رعایت شد. به‌منظور بررسی تاثیر چای کامبوچا در کاهش درجه سمیت آفلاتوکسین، آزمایش حاضر در آرایش فاکتوریل ۴×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از ۸ تیمار، چهار تکرار و ۱۰ قطعه جوجه گوشتی در هر تکرار انجام شد. فاکتور اول میزان آفلاتوکسین جیره غذایی در دو سطح صفر و ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک

جیره غذایی و فاکتور دوم کامبوچا در چهار سطح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌لیتر در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب آشامیدنی بود. اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی تغذیه شده که براساس توصیه‌های NRC (۲۱) تنظیم شده بود، در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱: اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی تغذیه شده

اجزاء جیره	جیره پایه	جیره آزمایشی
ذرت (۸ درصد پروتئین)	۵۳/۲۳	۴۹/۸۲
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین)	۳۵	۳۵
گلوتن ذرت	۷/۶۰	۷/۵۳
برنج[1]	-	۳/۳۵
روغن آفتابگردان	۰/۶۰	۰/۷۶
دی کلسیم فسفات	۰/۹۷	۰/۹۷
کربنات کلسیم	۱/۳۷	۱/۳۶
ترئونین	۰/۱۴	۰/۱۴
ال- لیزین	۰/۲۰	۰/۱۹
جوش شیرین	۰/۱۳	۰/۱۲
نمک طعام	۰/۲۶	۰/۲۶
مکمل ویتامینه[2]	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل مواد معدنی[3]	۰/۲۵	۰/۲۵
جمع کل (کیلوگرم)	۱۰۰	۱۰۰
مقادیر مواد مغذی	**جیره پایه**	**جیره آفلاتوکسین**
انرژی قابل سوخت و ساز (Kcal/Kg)	۲۹۰۰	۲۹۰۰
پروتئین خام(٪)	۲۴	۲۴
کلسیم(٪)	۰/۸	۰/۸
فسفر غیر فیتاته(٪)	۰/۳	۰/۳
لیزین(٪)	۱/۳	۱/۳
متیونین + سیستین(٪)	۰/۷۵	۰/۷۵
ترئونین(٪)	۱/۰۲	۱/۰۲
تعادل آنیون-کاتیون (mEq/Kg)	۲۳۸	۲۳۵

[1]برنج آلوده به آفلاتوکسین، [2]مکمل ویتامینه این موارد را در هرکیلوگرم جیره تأمین نمود: ویتامین A (از vitamin A acetate)، ۱۱۵۰۰ IU؛ کوله کلسیفرول، ۲۱۰۰ IU؛ ویتامین E (از DL-α-alpha- tocopheryl acetate)، ۲۲ IU؛ ویتامین B_{12}، ۰/۶۰ mg؛ ریبوفلاوین، ۴/۴ mg؛ نیکوتین‌آمید، ۴۰ mg؛ کلسیم پنتوتنات، ۳۵ mg؛ منادیون (منادیون دی‌متیل پیریمیدینول)، ۱/۵۰ mg؛ فولیک اسید، ۰/۸۰ mg؛ تیامین، ۳ mg؛ پیریدوکسین، ۱۰ mg؛ بیوتین، ۱ mg؛ کولین کلراید، ۵۶۰ mg؛ اتوکسی‌کوئین، ۱۲۵ mg. [3]مکمل معدنی این موارد را در هر کیلوگرم جیره تأمین نمود: منگنز (از $MnSo_4.H_2O$)، ۶۵ mg؛ روی (از ZnO)، ۵۵ mg؛ آهن (از $FeSo_4.7H_2O$)، ۵۰ mg؛ مس (از $CuSO_4.5H_2O$)، ۸ mg؛ ید [از $Ca(IO_3)_2.H_2O$]، ۱/۸ mg؛ سلنیم، ۰/۳۰ mg؛ کبالت (Co_2O_3)، ۰/۲۰ mg؛ مولیبدن، ۰/۱۶ mg.

تولید سم آفلاتوکسین: جهت تولید سم آفلاتوکسین B1 از قارچ آسپرژیلوس فلاووس تهیه شده از مرکز کلکسیون قارچ و باکتری سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران استفاده شد. جهت تولید آفلاتوکسین از یک ویال سویه استاندارد NRRL. 2999 استفاده شد. به‌منظور تولید انبوه قارچ از فلاسک‌های یک‌لیتری استفاده گردید به این ترتیب که در هر فلاسک مقدار ۱۵۰ گرم برنج به همراه ۱۵۰ میلی‌لیتر آب اتوکلاو شده و سپس سوسپانسیون قارچ (حاوی $۶/۵\times۱۰^{-۶}$ اسپور در هر میلی‌لیتر) به‌داخل فلاسک‌ها اضافه شد (۲۲). محتوی فلاسک‌ها بعد از ۵ روز رشد در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد خشک شده و سطوح AFB1 در پودر برنج با کروماتوگرافی لایه نازک و HPLC به‌روش توصیف شده توسط AOAC (۲۳) و Magnoli و همکاران (۲۴) اندازه‌گیری شد. پس از تعیین میزان و نوع سم موجود در برنج‌های آلوده، مقدار مناسبی از آن برای مخلوط کردن با دان مورد استفاده در تیمارهای مورد نظر آماده شد.

تهیه چای تخمیری کامبوچا: برای تهیه یک لیتر نوشیدنی چای تخمیری کامبوچا از ۱۰۰ گرم شکر سفید، ۱۲ گرم چای سبز و ۱۲ سی‌سی سرکه سفید استفاده شد، بدین‌صورت که ابتدا آب تصفیه شده شهری جوشانده و سپس شکر به آن افزوده شده و در آب حل گردید. سپس با یک چهارم آب جوش، چای دم کرده و پس از ۲۰ دقیقه چای را صاف و باقی‌مانده آب را هم به آن اضافه و پس از سرد شدن به‌ظرفی شیشه‌ای منتقل و پس از اضافه نمودن سرکه، قارچ کامبوچا را از طرفی که سمت صاف آن رو به بالا باشد روی سطح ظرف شیشه‌ای پهن و دهانه ظرف را با پارچه‌ای سفید، تمیز و نازک طوری که هوا در جریان بوده، به‌طوری‌که گرد و خاک و اجرام وارد ظرف نشود، پوشانده و ظرف در محیطی خشک و کاملاً تاریک، با تهویه‌ای مناسب و دمایی بین ۲۴ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۴ روز انکوبه شده تا تخمیر انجام شود (۱۵).

صفات مورد ارزیابی

داده‌های عملکرد: وزن بدن زنده و خوراک مصرفی در طول دوره آغازین (۱۰-۱ روزگی)، رشد (۲۴-۱۱ روزگی)، پایانی (۴۲-۲۵ روزگی) و کل دوره (۴۲-۱ روزگی) ثبت شد و از داده‌ها برای محاسبه افزایش وزن روزانه، متوسط مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل خوراک استفاده شد. تلفات در کل دوره آزمایش ثبت شد. شاخص کارایی تولید اروپایی (EPEI=Europian Production Efficiency Index) براساس روش ارائه شده توسط Euribrid (۲۵) محاسبه شد.

شاخص کارایی تولید =

(وزن بدن(Kg) × درصد زنده‌مانی) / (سن به روز × ضریب تبدیل خوراک) × ۱۰۰

فراسنجه‌های خون: جهت ارزیابی الگوی فراسنجه‌های خون، در پایان دوره از هر تکرار ۲ پرنده به‌طور تصادفی انتخاب شد و عمل خونگیری و جداسازی سرم صورت گرفت، سرم استحصالی برای فراسنجه‌های بیوشیمیایی مثل نشانگرهای آنالیز مسمومیت کبدی مانند فعالیت آلکالین فسفاتاز سرم (ALP)، آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) با استفاده از دستگاه آنالایزر خودکار (Clima Ral. Co، بارسلون، اسپانیا) تعیین شد. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (گلوتاتیون‌پراکسیداز (GPx) و سوپراکسیددیسموتاز (SOD) بااستفاده از کیت‌های تجاری‌رانسل شرکت راندوکس بررسی شد. برای اندازه‌گیری مالون‌دی‌آلدئید، ۵۰۰ میکرو لیتر پلاسما و ۳ میلی‌لیتر اسیدفسفریک ۱ درصد مخلوط شده و بعد از ورتکس، ۱ میلی‌لیتر محلول تیوباربیتوریک‌اسید ۰/۶ درصدبه لوله آزمایش اضافه شد و به‌مدت ۴۵ دقیقـه در داخل بن‌ماری در حال جوش قرار داده شد. سپس لوله آزمایش را زیر آب سرد خنک کرده، به‌میزان ۳ میلی‌لیتر N –بوتانل اضافه نموده و به‌مدت یک الی دو دقیقه ورتکس نموده و سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ نموده و پس از جدا کردن فاز آلی (محلول رویی)، اندازه‌گیری جذب نوری در طول موج ۵۳۲ نانومتر در مقابل N –بوتانل به‌عنوان بلانک انجام گرفته و نتایج حاصل پس از انتقال به منحنی استاندارد، غلظت مالون‌دی‌آلدیید سرمی نمونه‌ها تعیین شد (۲۶، ۲۷).

اندازه‌گیری وزن و میزان چربی کبدی: در ۴۲ روزگی تمام کبدها بعد از کشتار برداشته و وزن کبد مرغ‌های موردنظر با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری و یادداشت شد. برای استخراج لیپید از نمونه‌های کبد روش Folch و همکاران (۲۸) استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: داده‌های عملکرد و مربوط به خون با استفاده از روش‌های GLM مورد تجزیه و تحلیل واریانس دو طرفه قرار گرفتند (۲۹). مدل آماری زیر برای بررسی اثرات سطوح کامبوچا، آفلاتوکسین و برهم‌کنش آن‌ها استفاده شد.

$$Y_{ijk}=\mu+K_i+A_j+(K\times A)_{ij}+e_{ijk}$$

که در آن Y_{ijk} واریانس مرتبط با پارامتر است. μ میانگین کلی است. K_i اثر سطوح مختلف کامبوچا، A_j اثر سطوح آفلاتوکسین، $(K\times A)_{ij}$ اثر متقابل و e_{ijk} اثر خطای تجربی است. مقایسه‌های چندگانه تیمارها با استفاده از آزمون توکی و سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

نتایج

جدول ۲ اثر استفاده از سطوح مختلف کامبوچا بر افزایش وزن و مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی در جیره آلوده به آفلاتوکسین را نشان می‌دهد. طی دوره‌های آغازین، رشد، پایانی و در کل دوره، آفلاتوکسین افزایش وزن روزانه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد ($P<0/05$). طی دوره رشد و پایانی سطح ۱۰ میلی‌لیتر کامبوچا افزایش وزن روزانه بیش‌تری در مقایسه با سایر تیمارها داشت. اثر متقابل آفلاتوکسین و کامبوچا در دوره آغازین و در کل دوره معنی‌دار بود ($P<0/05$). بالاترین افزایش وزن روزانه در دوره آغازین در تیمار بدون آفلاتوکسین و سطح ۵ میلی‌لیتر کامبوچا مشاهده شد. در تیمارهای آفلاتوکسین، سطح ۱۰ میلی لیتر کامبوچا بهترین افزایش وزن روزانه را داشت. استفاده از آفلاتوکسین به‌طور معنی‌داری باعث کاهش مصرف خوراک در دوره پایانی و در کل دوره پرورش گردید ($P<0/05$). استفاده از سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ کامبوچادر مقایسه با سطح صفر کاهش معنی‌داری در مصرف خوراک نشان داد ($P<0/05$). اثر متقابل آفلاتوکسین و کامبوچا در دوره رشد، پایانی و در کل دوره اختلاف معنی‌دار داشت ($P<0/05$). بیش‌ترین میزان مصرف خوراک در دوره رشد، در سطح ۵ کامبوچا و بدون آفلاتوکسین بود. در دوره پایانی بیش‌ترین میزان مصرف خوراک در تیمار بدون آفلاتوکسین و بدون کامبوچا مشاهده شد. بیش‌ترین مصرف خوراک در دوره پایانی در جیره بدون آفلاتوکسین و بدون کامبوچا بود. در جدول ۳ نتایج تاثیر کامبوچا بر ضریب تبدیل خوراک و شاخص کارایی تولید جوجه‌های گوشتی در جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین ارایه شده است. استفاده از کامبوچا، آفلاتوکسین و اثر متقابل آن‌ها تاثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراک نداشت ($P>0/05$). هرچند سطح ۱۰ کامبوچاکم‌ترین ضریب تبدیل خوراک را داشت. آفلاتوکسین به‌طور معنی‌داری باعث کاهش این شاخص در دوره‌های آغازین، رشد، پایانی و در کل دوره گردید ($P<0/05$). کامبوچا تاثیر معنی‌داری بر این شاخص نداشت ($P>0/05$). اثر متقابل آفلاتوکسین و کامبوچا بر شاخص کارایی تولید در دوره پایانی و در کل دوره معنی‌دار شد ($P<0/05$). بالاترین شاخص در تیمار با آفلاتوکسین و سطح ۱۰ کامبوچا و پس از آن در تیمار با آفلاتوکسین و سطح ۵ کامبوچا مشاهده شد. با توجه به داده‌های جدول ۴، آفلاتوکسین باعث افزایش معنی‌دار وزن کبد و درصد چربی آن در جوجه‌های گوشتی شده است ($P<0/05$). کامبوچا تاثیر معنی‌داری بر وزن و درصد چربی کبد نداشت ($P>0/05$). اثر متقابل آفلاتوکسین و کامبوچا بر وزن کبد معنی‌دار شد ($P<0/05$). سطح ۲۰ آفلاتوکسین و بدون کامبوچا بالاترین وزن کبد و تیمارهای با آفلاتوکسین و سطح ۱۵ و ۱۰ کامبوچا کم‌ترین وزن کبد را داشتند.

جدول ۲: اثر استفاده از سطوح مختلف کامبوچا بر متوسط افزایش وزن روزانه (ADG، گرم) و متوسط مصرف خوراک روزانه (ADFI، گرم) جوجه‌های گوشتی در جیره آلوده به آفلاتوکسین

		۱-۱۴ روزگی		۱۵-۲۸ روزگی		۲۹-۴۲ روزگی		۱-۴۲ روزگی	
		ADG	ADFI	ADG	ADFI	ADG	ADFI	ADG	ADFI
آفلاتوکسین									
صفر		۱۸/۱۷^{a}	۲۴/۵۲	۳۶/۵۵^{a}	۶۱/۲۳	۷۷/۶۶^{a}	۱۴۲/۳۲^{a}	۴۲/۶۲^{a}	۷۴/۴۷^{a}
۲/۵		۱۷/۰۴^{b}	۲۳/۷۱	۳۳/۶۲^{b}	۵۸/۶۵	۵۷/۶۹^{b}	۱۱۰/۷۱^{b}	۳۷/۴۵^{b}	۶۵/۴۰^{b}
SEM		۰/۳۹۳	۰/۷۰۲	۱/۳۲۶	۲/۲۶	۴/۶۴	۳/۰۴۷	۱/۴۰	۲/۱۷۷
کامبوچا									
صفر		۱۶/۸۸	۲۳/۴۸	۳۲/۳۴^{b}	۵۷/۸۳	۷۵/۰۲^{a}	۱۴۶/۹۶^{a}	۴۱/۱۶	۷۵/۴۳^{a}
۵		۱۸/۲۰	۲۴/۸۶	۳۵/۴۷^{ab}	۶۲/۰۰	۶۵/۰۳^{b}	۱۲۲/۸۸^{b}	۳۹/۴۷	۶۹/۷۳^{ab}
۱۰		۱۷/۹۹	۲۴/۳۰	۳۷/۵۸^{a}	۶۲/۳۱	۶۵/۹۶^{ab}	۱۱۴/۸۴^{b}	۴۰/۴۹	۶۷/۱۲^{b}
۱۵		۱۷/۳۵	۲۳/۸۰	۳۴/۹۵^{ab}	۵۷/۶۰	۶۴/۷۱^{b}	۱۲۱/۳۹^{b}	۳۹/۰۲	۶۷/۴۸^{b}
SEM		۰/۴۲۰	۰/۴۹۶	۰/۸۷۵	۱/۶۰۲	۲/۳۴۹	۲/۲۷۶	۰/۹۹۲	۱/۵۴
آفلاتوکسین×کامبوچا									
صفر	صفر	۱۵/۸۴^{c}	۲۳/۱۷	۳۱/۱۳	۵۴/۸۵^{b}	۷۵/۱۷^{a}	۱۴۶/۵۳^{a}	۴۰/۶۷^{abc}	۷۴/۶۰^{ab}
صفر	۵	۱۹/۵۱^{a}	۲۶/۲۳	۳۸/۸۶	۶۶/۸۹^{a}	۵۳/۲۷^{b}	۱۰۵/۱۳^{b}	۳۷/۱۸^{bc}	۶۶/۰۰^{bc}
صفر	۱۰	۱۸/۶۴^{ab}	۲۴/۴۰	۳۷/۳۰	۶۱/۵۱^{ab}	۴۸/۸۰^{b}	۱۰۶/۶۳^{b}	۳۴/۹۱^{c}	۶۰/۵۰^{c}
صفر	۱۵	۱۸/۷۰^{ab}	۲۴/۲۷	۳۸/۹۱	۶۱/۶۵^{ab}	۵۳/۵۴^{b}	۹۶/۶۰^{b}	۳۷/۰۵^{bc}	۶۰/۵۰^{c}
۲/۵	صفر	۱۷/۹۲^{abc}	۲۳/۷۸	۳۳/۵۴	۶۰/۸۲^{ab}	۷۴/۸۷^{a}	۱۴۷/۳۹^{a}	۴۱/۶۵^{ab}	۷۶/۲۷^{a}
۲/۵	۵	۱۶/۸۸^{abc}	۲۳/۵۰	۳۲/۰۷	۵۷/۱۲^{ab}	۷۶/۷۹^{a}	۱۴۰/۶۳^{a}	۴۱/۷۷^{ab}	۷۳/۴۵^{ab}
۲/۵	۱۰	۱۷/۳۴^{abc}	۲۴/۲۰	۳۷/۸۶	۶۳/۱۰^{ab}	۸۳/۱۲^{a}	۱۳۴/۰۸^{a}	۴۶/۰۷^{a}	۷۳/۷۳^{ab}
۲/۵	۱۵	۱۶/۰۱^{bc}	۲۳/۳۴	۳۰/۹۹	۵۳/۵۴^{b}	۷۵/۸۷^{a}	۱۴۷/۱۸^{a}	۴۰/۹۹^{abc}	۷۴/۴۵^{ab}
SEM		۰/۲۱۳	۰/۸۱	۱/۳۵۲	۲/۲۶۶	۳/۳۲۱	۵/۰۳۲	۱/۴۰۳	۰/۳۶۰
					P-Value				
آفلاتوکسین		۰/۰۱۲	۰/۱۱۵	۰/۰۳۷	۰/۱۲۰	۰/۰۰۷	۰/۰۲۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
کامبوچا		۰/۱۳۲	۰/۲۴۳	۰/۰۷۲	۰/۰۷۸	۰/۰۱۳	۰/۰۱۳	۰/۴۲۹	۰/۰۰۳
آفلاتوکسین×کامبوچا		۰/۰۰۱	۰/۱۳۱	۰/۰۲۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۱۰	۰/۰۳۲

SEM: خطای معیار میانگین، a-c: حرف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵)

جدول ۳: نتایج تاثیر کامبوچا بر ضریب تبدیل خوراک (FCR) و شاخص کارایی تولید (PEI) جوجه‌های گوشتی در جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین

		۱-۱۴ روزگی		۱۵-۲۸ روزگی		۲۹-۴۲ روزگی		۱-۴۲ روزگی	
		FCR	PEI	FCR	PEI	FCR	PEI	FCR	PEI
آفلاتوکسین									
صفر		۱/۳۵۳	۱۵۵/۷^{a}	۱/۶۸۸	۳۴۲/۸^{a}	۱/۸۴۲	۷۱۹/۴^{a}	۱/۷۵۵	۲۴۷/۶^{a}
۲/۵		۱/۴۰۶	۱۴۲/۵^{b}	۱/۷۵۷	۳۰۴/۷^{b}	۱/۹۴۸	۶۰۷/۲^{b}	۱/۷۵۲	۲۱۹/۶^{b}
SEM		۱/۵۱	۳/۶۸۶	۰/۰۶۹	۲۲/۷۶	۰/۱۳۲	۲۸/۲۶	۰/۰۷۱	۱۱/۱۱
کامبوچا									
صفر		۱/۳۹۵	۱۴۰/۳	۱/۸۱۲	۲۸۹/۷	۱/۹۶۰	۶۵۰/۲	۱/۸۳۶	۲۲۷/۲
۵		۱/۳۶۸	۱۵۳/۷	۱/۷۶۱	۳۲۲/۹	۱/۹۱۷	۶۴۴/۱	۱/۷۷۲	۲۲۸/۲
۱۰		۱/۳۵۴	۱۵۳/۶	۱/۶۵۸	۳۵۰/۶	۱/۷۹۳	۷۰۹/۶	۱/۶۶۹	۲۴۸/۴
۱۵		۱/۴۰۱	۱۴۸/۸	۱/۶۵۸	۳۳۱/۸	۱/۹۰۹	۶۴۹/۲	۱/۷۳۶	۲۳۰/۴
SEM		۰/۰۵۳	۴/۱۴	۰/۰۶۸	۱۶/۱۰	۰/۰۹۴	۲۳/۳۴	۰/۰۱۳	۱۱/۳۹
آفلاتوکسین×کامبوچا									
صفر	صفر	۱/۴۶۳	۱۲۷/۴	۱/۷۸۹	۲۸۰/۴	۱/۹۵۰	۶۴۲/۳^{ab}	۱/۸۳۷	۲۲۳/۸^{ab}
صفر	۵	۱/۳۴۱	۱۶۶/۴	۱/۷۲۶	۳۵۶/۱	۱/۹۹۷	۵۸۵/۴^{b}	۱/۷۷۸	۲۱۴/۵^{b}
صفر	۱۰	۱/۳۱۱	۱۶۳/۷	۱/۶۵۰	۳۵۴/۹	۱/۹۷۳	۵۴۹/۱^{b}	۱/۷۳۷	۲۰۶/۱^{b}
صفر	۱۵	۱/۲۹۸	۱۶۵/۴	۱/۵۸۷	۳۷۹/۹	۱/۸۷۱	۶۵۲/۰^{ab}	۱/۶۵۴	۲۳۳/۹^{ab}
۲/۵	صفر	۱/۳۲۷	۱۵۳/۳	۱/۸۳۵	۲۹۹/۱	۱/۹۷۰	۶۵۸/۱^{ab}	۱/۸۳۵	۲۳۰/۶^{ab}
۲/۵	۵	۱/۳۹۵	۱۴۱/۰	۱/۷۹۵	۲۸۹/۶	۱/۸۳۷	۷۰۲/۸^{ab}	۱/۷۶۶	۲۴۱/۹^{ab}
۲/۵	۱۰	۱/۳۹۷	۱۴۳/۵	۱/۶۶۷	۳۴۶/۳	۱/۶۱۳	۸۷۰/۲^{a}	۱/۶۰۰	۲۹۰/۸^{a}
۲/۵	۱۵	۱/۵۰۴	۱۳۲/۱	۱/۷۳۰	۲۸۳/۶	۱/۹۴۶	۶۴۶/۴^{ab}	۱/۸۱۷	۲۲۶/۹^{ab}
SEM		۰/۰۴۷	۳/۲۷	۰/۰۷۱	۲۳/۶۵	۰/۱۱۵	۳۱/۰۱	۰/۰۶۷	۱۸/۰۲
					P-Value				
آفلاتوکسین		۰/۲۹۷	۰/۰۴۱	۰/۱۷۷	۰/۰۲۶	۰/۲۶۹	۰/۰۱۳	۰/۹۵۲	۰/۰۲۲
کامبوچا		۰/۸۹۵	۰/۳۹۳	۰/۰۹۱	۰/۰۸۴	۰/۶۳۴	۰/۶۵۲	۰/۱۴۶	۰/۵۲۲
آفلاتوکسین×کامبوچا		۰/۱۳۶	۰/۰۱۰	۰/۸۲۷	۰/۰۷۱	۰/۳۶۹	۰/۰۴۱	۰/۲۳۵	۰/۰۴۴

SEM: خطای معیار میانگین، a-b: حرف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵)

جدول ۴: نتایج تاثیر کامبوچا بر وزن (گرم) و درصد چربی کبد جوجه‌های گوشتی در جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین

			چربی	وزن
آفلاتوکسین				
صفر			۲/۸۹۷ b	۵۱/۶۷ b
۲/۵			۳/۶۷۵ a	۶۶/۸۸ a
SEM			۰/۳۲۷	۳/۴۸
کامبوچا				
صفر			۳/۶۰۴	۵۶/۵۸
۵			۳/۴۳۴	۵۴/۰۲
۱۰			۳/۱۸۱	۵۹/۴۰
۱۵			۲/۹۲۵	۶۷/۰۸
SEM			۰/۸۳۳	۵/۵۸
آفلاتوکسین×کامبوچا				
صفر	صفر		۳/۰۲۴	۵۷/۰۰ a b c
صفر	۵		۲/۹۸۶	۶۱/۸۱ a b c
صفر	۱۰		۲/۸۶۰	۵۸/۰۰ a b c
صفر	۱۵		۲/۷۱۸	۵۶/۶۲ a b c
۲/۵	صفر		۴/۱۸۳	۷۷/۵۵ a
۲/۵	۵		۳/۸۸۲	۷۰/۱۶ a b
۲/۵	۱۰		۳/۵۰۱	۵۰/۰۵ b c
۲/۵	۱۵		۳/۱۳۲	۴۸/۰۱ c
۲/۵			۰/۴۶۲	۱/۳۶
		P-Value		
آفلاتوکسین			۰/۰۰۳	۰/۰۰۱
کامبوچا			۰/۲۰۶	۰/۱۱۰
آفلاتوکسین×کامبوچا			۰/۶۹۷	۰/۰۴۷

SEM: خطای معیار میانگین، a-c: حرف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵)

جدول ۵، تاثیر کامبوچا بر سطح آنزیم‌های کبدی سرم خون جوجه‌های گوشتی در جیره‌های آلوده به آفلاتوکسن را نشان می‌دهد. آفلاتوکسین به‌طور معنی‌داری باعث افزایش سطح آسپارتات‌آمینو ترانسفراز و کاهش آلکالین‌فسفاتاز سرم گردید (P<۰/۰۵) اما تاثیری بر سطح آلانین‌آمینوترانسفراز نداشت. هرچند استفاده از ۱۵ کامبوچا کم‌ترین سطح آلانین‌آمینوترانسفراز را داشت‌اما با سطح صفر اختلاف معنی‌دار نداشت. اثر متقابل آفلاتوکسین و کامبوچا برای آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین‌آمینوترانسفراز معنی‌دار شد(P<۰/۰۵). بالاترین سطح آلانین‌آمینوترانسفراز در تیمار با آفلاتوکسین و بدون کامبوچا دیده‌شد. با افزایش سطح کامبوچاسطح آسپارتات‌آمینوترانسفراز سرم در تیمارهای با آفلاتوکسین کاهش یافت. هم‌چنین در تیمارهای با و بدون آفلاتوکسین، باافزایش سطح کامبوچا سطح آلانین‌آمینوترانسفراز سرم کاهش نشان داد.

جدول ۵: نتایج تاثیر کامبوچا بر آنزیم‌های کبدی (u/L) جوجه‌های گوشتی در جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین

			AST	ALT	ALP
آفلاتوکسین					
صفر			۲۴۱/۲ b	۱۵/۰۰	۳۶۰۳ a
۲/۵			۲۶۳/۲ a	۱۵/۵۶۳	۲۸۹۷ b
SEM			۲/۴۳	۳/۹۸	۱۱۲/۵
کامبوچا					
صفر			۲۵۱/۴	۱۶/۰۰۱ ab	۳۴۰۶
۵			۲۳۹/۰	۱۸/۲۵۰ a	۲۴۱۶
۱۰			۲۵۷/۴	۱۴/۸۷۵ ab	۳۴۸۹
۱۵			۲۶۱/۰	۱۲/۰۲۱ b	۳۶۸۹
SEM			۲/۸۳	۱/۰۷	۵۲۲/۷
آفلاتوکسین×کامبوچا					
صفر	صفر		۲۷۱/۳ ab	۱۳/۰۳۶ ab	۳۷۰۳
صفر	۵		۲۳۶/۰ ab	۱۴/۷۵۰ ab	۳۰۳۱
صفر	۱۰		۲۴۱/۳ ab	۱۳/۵۰۰ ab	۳۲۶۳
صفر	۱۵		۲۱۶/۳ b	۱۲/۲۵۰ b	۴۴۱۴
۲/۵	صفر		۲۸۶/۵ a	۱۹/۰۰۰ a	۳۱۰۹
۲/۵	۵		۲۷۳/۵ ab	۱۸/۷۵۰ a	۳۱۰۱
۲/۵	۱۰		۲۴۲/۰ ab	۱۶/۲۵۰ ab	۳۷۱۵
۲/۵	۱۵		۲۵۰/۸ ab	۱۷/۷۵۰ ab	۲۹۶۴
SEM			۴/۷۶	۱/۱۰	۳۳۷/۷۹
			P-Value		
آفلاتوکسین			۰/۰۴۶	۰/۶۹۳	۰/۰۴۵
کامبوچا			۰/۴۷۹	۰/۰۳۴	۰/۰۵۵
آفلاتوکسین×کامبوچا			۰/۰۳۳	۰/۰۴۶	۰/۰۶۹

SEM: خطای معیار میانگین، a-b: حرف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵)

نتایج تاثیر کامبوچا بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی سرم خون جوجه‌های گوشتی در جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین در جدول ۶ آورده شده است. از بین شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی سرم فقط سطح گلوتاتیون‌پراکسیداز تحت تاثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت. استفاده از آفلاتوکسین در جیره به‌طور معنی‌داری باعث افزایش سطح گلوتاتیون پراکسیداز شد (P<۰/۰۵). سطوح مختلف کامبوچا باعث کاهش معنی‌دار سطح گلوتاتیون‌پراکسیداز سرم شد (P<۰/۰۵). هم‌چنین اثر متقابل آفلاتوکسین و کامبوچا تفاوت معنی‌داری در سطح گلوتاتیون پراکسیداز سرم ایجاد کرد (P<۰/۰۵). تیمار با آفلاتوکسین و بدون کامبوچا بالاترین سطح گلوتاتیون‌پراکسیداز و تیمار با آفلاتوکسین و کامبوچا در سطح ۱۵ کم‌ترین میزان گلوتاتیون‌پراکسیداز را نشان دادند.

جدول ۶: نتایج تاثیر کامبوچا بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی در جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین

		Gpx (u/g Hb)	TP (g/dL)	SOD (u/g Hb)	TAC (mmol/L)	MDA (nm/mL)
آفلاتوکسین						
صفر		۹/۶۶۱ b	۳/۳۷۰	۳۵/۷۲	۱۴۱/۵	۱/۴۸۶
۲/۵		۱۳/۷۴۳ a	۳/۶۴۳	۳۲/۰۸	۱۷۷/۳	۱/۸۱۵
SEM		۱/۰۲	۰/۲۱۴	۳/۸۷	۲۴/۸۶	۰/۲۳۹
کامبوچا						
صفر		۱۵/۳۲۴ a	۳/۴۲۸	۳۷/۱۱	۱۴۵/۵	۱/۶۳۵
۵		۱۱/۹۶۵ a b	۳/۳۹۱	۳۱/۷۷	۱۳۰/۱	۱/۹۱۰
۱۰		۸/۹۴۶ b	۳/۵۸۷	۳۲/۰۶	۱۷۵/۱	۱/۶۰۶
۱۵		۱۰/۵۷۲ a b	۳/۶۱۹	۳۴/۶۶	۱۸۷/۰	۱/۴۵۰
SEM		۰/۵۶۳	۰/۸۹۱	۲/۳۶	۱۵/۲۸	۰/۲۶۹
آفلاتوکسین×کامبوچا						
صفر	صفر	۱۲/۵۰۸ ab	۳/۵۱۵	۳۵/۴۴	۱۶۵/۵	۱/۷۶۵
صفر	۵	۹/۵۷۸ a b	۳/۳۳۰	۳۷/۶۵	۱۰۹/۷	۱/۷۴۲
صفر	۱۰	۸/۶۳۶ ab	۳/۲۴۲	۳۰/۶۷	۱۵۴/۷	۱/۲۰۷
صفر	۱۵	۶/۷۲۳ b	۳/۳۹۳	۳۹/۱۴	۱۳۶/۳	۱/۲۲۸
۲/۵	صفر	۱۴/۳۵۲ a	۳/۳۴۰	۳۸/۷۸	۱۲۵/۵	۱/۵۰۵
۲/۵	۵	۱۳/۷۰۸ ab	۳/۴۵۳	۲۵/۹۰	۱۵۰/۵	۲/۰۷۷
۲/۵	۱۰	۱۱/۱۷۰ ab	۳/۹۳۳	۳۳/۴۶	۱۹۵/۵	۲/۰۰۵
۲/۵	۱۵	۱۰/۹۴ ab	۳/۸۴۵	۳۰/۱۸	۲۰۵/۶	۱/۶۷۳
SEM		۲/۱۴	۰/۷۲۸	۳/۴۸	۱۳/۳۶	۰/۱۳۹
			P-Value			
آفلاتوکسین		۰/۰۰۹	۰/۰۸۵	۰/۱۹۵	۰/۲۱۱	۰/۰۹۷
کامبوچا		۰/۰۲۹	۰/۶۴۶	۰/۴۸۷	۰/۴۶۲	۰/۴۰۷
آفلاتوکسین×کامبوچا		۰/۰۴۹	۰/۲۲۶	۰/۱۳۴	۰/۳۷۴	۰/۲۸۸

SEM: خطای معیار میانگین، a-b: حرف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵)

بحث

تاثیر کامبوچا بر مقاومت کبد در مقابل سموم بررسی شده و تاثیر آن بر محافظت بافت کبد تایید شده است (۱۰). هم‌چنین مطالعات دیگری نشان داده است که کامبوچا تاثیر مثبتی بر تنش اکسیداتیو سلول‌های کلیه داشته و اثرات نامطلوب این تنش‌ها را کاهش داده‌است (۲۰). یکی از روش‌های ارزیابی عملکرد کبد، بررسی سطح آنزیم‌های کبدی در سرم خون می‌باشد که برای تعیین میزان آسیب سلول‌های کبدی، توانایی کبد برای سنتز پروتئین و هم‌چنین توانایی کبد برای عملکرد ترشحی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳۰، ۳۱). آنزیم‌های کبدی مانند آلانین‌آمینوترانسفراز (ALT)، آسپارتات‌آمینو ترانسفراز (AST)، آلکالین‌فسفاتاز (ALK) و لاکتات‌دهیدروژناز (LDH) در سیتوپلاسم و میتوکندری سلول‌های کبدی حضور دارند (۳۲). علت افزایش غلظت آنزیم‌های کبدی در سرم خون این است که آفلاتوکسین

به‌عنوان یک عامل ایجادکننده استرس اکسیداتیو با برهم‌زدن یکپارچگی و انسجام غشاهای سلولی و افزایش نفوذپذیری غشای سلول‌های کبدی و آسیب به آن‌ها باعث آزاد شدن و خروج آنزیم‌های کبدی به داخل خون می‌شود (۳۳). در مطالعه حاضر تیمار آفلاتوکسین باعث افزایش سطح آسپارتات‌آمینوترانسفراز و آلانین‌آمینوترانسفراز گردید اما تاثیری بر سطح آلکالین‌فسفاتاز نداشت. مطالعات گذشته، نتایج تحقیق حاضر در افزایش سطح ALT (۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷) و AST (۳۸، ۳۹، ۴۰) را تایید می‌کنند. در مطالعه Mesgar و همکاران (۴۱) و Manafi (۴۲) استفاده از جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین باعث افزایش سطح آلکالین‌فسفاتاز سرم خون جوجه‌های گوشتی شده است که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی ندارد. در تحقیق حاضر با افزایش سطح کامبوچا در تیمارهای با و بدون آفلاتوکسین سطح آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات‌آمینوترانسفراز به‌طور معنی‌دار کاهش یافت که با برخی تحقیقات قبل هم‌خوانی دارد (۴۳، ۴۴). در تحقیق ما جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین باعث کاهش مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه و شاخص کارایی تولید گردید، اما تاثیری بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی نداشت. اغلب نتایج این آزمایش در خصوص تأثیر آفلاتوکسین بر عملکرد طیور با نتایج اکثر محققین هم‌خوانی دارد (۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸). البته Manafi (۴۲) گزارش داد که آفلاتوکسین در سطح ۱/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم باعث افزایش مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در بلدرچین‌های تخم‌گذار گردید. در اکثر تحقیقات نشان داده شده است که عملکرد طیور به شدت تحت تأثیر آفلاتوکسین قرار گرفته و کاهش می‌یابد. آفلاتوکسین باعث کاهش طول پرزهای روده (۴۹)، کاهش جذب مواد مغذی (۵۰، ۵۱)، کاهش طول لوله گوارشی (۵۲، ۵۳)، باعث کاهش اشتها در پرنده (۵۴)، تاخیر در تخلیه معده (۵۵) و کاهش فعالیت آنزیم‌های هضمی (مانند لیپاز، آمیلاز و کیموتریپسین) در دستگاه گوارش شده و مانع هضم و جذب مواد مغذی می‌گردد (۵۶). ساکارز یک منبع کربن تخمیر شده در محیط کشت کامبوچا است که توسط اینورتاز مخمرها هیدرولیز می‌شود. مخمرها گلوکز و فروکتوز را به اتانول تخمیر می‌کنند که سپس توسط باکتری‌ها به اسیداستیک اکسید می‌شود. اسیداستیک، اتانول و اسیدگلوکونیک محصولات اصلی قارچ چای هستند (۵۷). گونه‌های مخمر *Kombucha consantrum* همراه با باکتری‌های اسیداستیک از گونه‌های استوباکتر، گلوکوناستوباکتر و گونه‌های لاکتوباسیلوس از طریق تغییرات اسیدیته و تغییر در جمعیت میکروبی روده پرندگان بر عملکرد آن‌ها تاثیر دارند (۵۸). در پژوهش اخیر سطوح ۵ و ۱۰ درصد کامبوچا باعث افزایش مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه گردید. اما تاثیری بر ضریب تبدیل خوراک نداشت. هم‌چنین سطح ۱۰ درصد بهترین شاخص عملکرد را نشان داد. در تایید نتایج حاضر می‌توان به گزارش Salehi و همکاران (۴۴)، Afsharmanesh و Sadeghi (۱۹)، Khazaei و همکاران (۵۹) و Heidari Sharif Abad و همکاران (۶۰) اشاره کرد. در این پژوهش جیره آلوده به آفلاتوکسین باعث افزایش وزن و درصد چربی کبد در جوجه‌های گوشتی گردید که با نتایج اکثر مطالعات قبلی مطابقت دارد (۶۱، ۶۲). این موضوع را می‌توان چنین توجیه نمود که اندام‌هایی مانند کبد و کلیه که به‌طور مستقیم در سم‌زدایی بدن نقش مؤثری دارند به‌علت افزایش فعالیت سم‌زدایی و هم‌چنین افزایش التهاب در آن‌ها، دچار افزایش وزن می‌شوند. از طرفی آفلاتوکسین با برهم زدن یکنواختی و نفوذپذیری غشای سلولی باعث نفوذ چربی به‌داخل سلول‌های کبدی شده و افزایش وزن کبد را به‌دنبال دارد (۶۳). کم‌ترین وزن و درصد چربی کبد در تیمارهای با و بدون آفلاتوکسین در سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد کامبوچا مشاهده شد که بیانگر اثرات مفید کامبوچا بر سلامت کبد است. در مطالعه حاضر به‌کارگیری آفلاتوکسین در جیره باعث افزایش سطح گلوتاتیون‌پراکسیداز سرم گردید اما تاثیری بر سایر آنزیم‌ها نداشت. نتایج ما با برخی مطالعات انجام شده هم‌خوانی دارد. مایکوتوکسین‌ها با کاهش گلوتاتیون احیاء استرس اکسیداتیو ایجاد می‌کنند (۶۴). علاوه بر این، قرار گرفتن در معرض آفلاتوکسین B1 می‌تواند منجر به تولید بیش از حد گونه‌های اکسیژن‌واکنش‌گر در طول فعال‌سازی زیستی باعث کاتالیز آنزیم‌های سیتوکروم (CYP450) شده و در نتیجه باعث ایجاد استرس اکسیداتیو می‌شود (۶۵). محققین مختلفی نشان دادند که آفلاتوکسین B1 قادر به افزایش غلظت محصولات آسیب اکسیداتیو از جمله مالون دی‌آلدئید در بافت‌ها است. کاهش غلظت گلوتاتیون احیاء و فعالیت گلوتاتیون ترانسفراز، سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز، همراه با افزایش غلظت مالون‌دی‌آلدئید در جوجه‌های گوشتی در معرض آفلاتوکسین B1 در مطالعات قبلی مشاهده شد (۶۶، ۶۷، ۶۸، ۶۹). در تحقیق حاضر استفاده از ۱۵ میلی‌گرم کامبوچا در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب آشامیدنی (۱۵ درصد) در تیمارهای با و بدون آفلاتوکسین باعث کاهش سطح گلوتاتیون‌پراکسیداز سرم خون گردید. بسیاری از اثرات مفید کامبوچا برای سلامتی مانند کاهش التهاب و آرتریت، پیشگیری از سرطان و تقویت سیستم ایمنی ممکن است به فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن مرتبط باشد و این اثرات به وجود پلی‌فنول‌ها، اسیدهای آلی خاص نیز که در طی تخمیر تولید می‌شوند، نسبت داده می‌شود (۷۰). هم‌چنین Srihari و Satyanarayana دریافتند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی به‌تدریج با زمان تخمیر افزایش می‌یابد، ترکیبات فنلی به‌دلیل توانایی آن‌ها در از بین بردن رادیکال‌های آزاد و گونه‌های اکسیژن فعال به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های سطح بالا در نظر گرفته می‌شوند (۷۱). گزارش

Rahmani و همکاران (۷۲) و Salehi و همکاران (۴۴) فعالیت بالاتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را هنگام مصرف عصاره کامبوچا تایید می‌کنند. با توجه به نتایج به‌دست آمده استفاده از کامبوچا در سطوح ۵ و ۱۰ میلی‌لیتر در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب آشامیدنی می‌تواند در کاهش اثرات منفی‌ناشی از استفاده‌از آفلاتوکسین در جیره‌موثر باشد.

تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی دانشگاه لرستان برای حمایت مالی از پروژه حاضر قدردانی می‌شود.

منابع

1. **Qu, D., Huang, X., Han, J. and Man, N., 2017.** Efficacy of mixed adsorbent in ameliorating ochratoxicosis in broilers fed ochratoxin-A contaminated diet. Ital Jour Anim Sci. 16: 573-579. Doi.org/10.1080/1828051X.2017.1302822.
2. **Resanovic, R. and Sinovec, Z., 2006.** Effects of limited feeding of aflatoxin B1 contaminated feed on the performance of broilers. Mycot Resea. 22: 183-188.
3. **Verma, J., Swain, B.K. and Johri, T.S., 2002.** Effect of various levels of aflatoxin and ochratoxin A and combinations thereof on protein and energy utilisation in broilers. Jour Sci Food Agri. 82: 1412-1417. Doi.org/ 105713/ajas.20031015.
4. **Ma, Q., Li, Y., Fan, Y., Zhao, L., Wei, H., Ji, C. and Zhang, J., 2015.** Molecular mechanisms of lipoic acid protection against aflatoxin B1-induced liver oxidative damage and inflammatory responses in broilers. Toxins. 7: 5435-5447. Doi.org/10.3390/toxins7124879
5. **Wade, M.R., Sapcota, D. and Verma, U., 2017.** Ameliorating aflatoxicosis in commercial broiler chickens by dietary Mycosorb: Heamato-Biochemical studies. Indi Jour Anim Resea. 52: 46-50.
6. **Barati, M., Chamani, M., Mousavi, S.N., Hoseini, S.A. and Taj Abadi Ebrahimi, M., 2018.** Effects of biological and mineral compounds in aflatoxin-contaminated diets on blood parameters and immune response of broiler chickens. Journal of Applied Animal Research. 46: 707-713. Doi.org/10.1080/09712119.2017.1388243
7. **Whitlow, L.W. and Hagler, W.M., 2005.** Mycotoxins in feeds. Feedstuffs. 77: 69-79.
8. **Murugesan, G.R., Ledoux, D.R., Naehrer, K., Berthiller, F., Applegate, T.J., Grenier, B., Phillips, T.D. and Schatzmayr, G., 2015.** Prevalence and effects of mycotoxins on poultry health and performance and recent development in mycotoxin counteracting strategies. Poul Sci. 94: 1298-1315.
9. **Rotimi, O.A., Rotimi, S.O., Duru, C.U., Ebebeinwe, O.J., Abiodun, A.O., Oyeniyi, B.O. and Faduyile, F.A., 2017.** Acute aflatoxin B1 induced hepatotoxicity alters gene expression and disrupts lipid and lipoprotein metabolism in rats. Toxic Rep. 4: 408-414. Doi.org/10.1016/j.toxrep.2017. 07.006
10. **Murugesan, G.S., Sathishkumar, M., Jayabalan, R., Binupriya, A.R., Swaminathan, K. and Yun, S.E., 2009.** Hepatoprotective and curative properties of kombucha tea against carbon tetrachlorideinduced toxicity. Jour microb biotech. 19(4): 397-402.
11. **Jin, L.Z., Ho, Y.W., Abdullah, N. and Jalaludin, S., 1998.** Growth performance, intestinal microbial population, and serum cholesterol of broilers fed diets containing Lactobacillus cultures. Jour Poul Sci. 77: 1259-1263. Doi. org/10.1093/ps/77.9.1259
12. **Sadeghi, N., Bahadori, R. and Ojagh, S.M., 2021.** Effect of dietary Lactobacillus rhamnosus on blood biochemical indices and some digestive enzymes activity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed with aflatoxin B1. Jour Anim Envir. 12(2): 154-160. (In Persian)
13. **Nemati, Z. and Besharati, M., 2020.** Study of the effect of *Lactobacillus buchneri* supplementation to dairy diet contaminated with Aflatoxin B1 on in vitro gas production parameters. Jour Anim Envir. 12(2): 37-44. (In Persian)
14. **Blanc, P., 1995.** Research on tea fung. Draft of research article posted to Kombucha discussion List.
15. **Adriani, L., Mayasari, N. and Kartasudjana, R., 2011.** The effect of feeding fermented kombucha tea on HLD, LDL and total cholesterol levels in the duck bloods. Biotechnol Anim Husbandry. 27(4): 1749-1755. DOI: 10. 2298/BAH1104749A.
16. **Jayabalan, R., Baskaran, S., Marimuthu, S., Swaminathan, K. and Yun, S.E., 2010.** Effect of Kombucha Tea on Aflatoxin B*1* Induced Acute Hepatotoxicity in Albino Rats, prophylactic and Curative Studies. Jour Korean Soc Appl Biol Chem. 53(4): 407-416.
17. **Perron, J., 1992.** Kombucha what it is and how it works, All Natural Health. New York.
18. **Hoffman, N., 1998.** Basic Building Blocks, Nutrients and growth factor what the Kombucha culture needs to survive. Academic Press.
19. **Afsharmanesh, M. and Sadaghi, B., 2014.** Effects of dietary alternatives (probiotic, green tea powder, and Kombucha tea) as antimicrobial growth promoters on growth, ileal nutrient digestibility, blood parameters, and

20. **Gharib, O.A., 2009.** Effects of Kombucha on oxidative stress induced nephrotoxicity in rats. Chinese medic. 4(1): 23.

21. **NRC. 1994.** Nutrient requirements of poultry, 9th rev. ed. Washington, DC: Natl. Acad. Press.

22. **Nazar, F.N., Magnoli, A.P., Dalcero, A.M. and Marin, R.H., 2012.** Effect of feed contamination with aflatoxin B_1 and administration of exogenous corticosterone on Japanese quail biochemical and immunological parameters. Poul Sci. 91: 47-54. Doi.org/10.3382/ps.2011-01658

23. **AOAC International. 2005.** Official methods of analysis, 18th ed. Washington, DC: AOAC International.

24. **Magnoli, A.P., Monge, M.P., Miazzo, R.D., Cavaglieri, L.R., Magnoli, C.E., Merkis, C.I., Cristofolini, A.L., Dalcero, A.M. and Chiacchiera, S.M., 2011.** Effect of low levels of aflatoxin B1 on performance, biochemical parameters, and aflatoxin B1 in broiler liver tissues in the presence of monensin and sodium bentonite. Poult Sci. 90: 48-58.

25. **Euribrid, B.V., 1994.** Technical information for Hybro broilers, Euribrid Poultry Breeding farm, Boxmeer, The Netherlands. 22 p.

26. **Iqbal, M.D., Cawthon, K., Beers, R., Wideman, F. and Bottje, W.G., 2002.** Antioxidant enzyme activities and mitochondrial fatty acids in pulmonary hypertension syndrome (phs) in broilers. Poult Sci, 81: 252-260.

27. **Faix, S., Faixova, Z., Placha, I. and Koppel, J., 2009.** Effect of cinnamomumzeylanicum essential oil on antioxidative status in broiler chickens. Acta Veter Brun. 78: 411-417.

28. **Folch, J., Lees, M.G. and Stanley, H.S., 1956.** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Jour Biol Chem. 226: 497-509.

29. **SAS Institute. 2003.** SAS/STAT user's guide: version 9.1. Cary, NC: SAS Inst. Inc.

30. **Pratt, D.S. and Kaplan, M., 2000;** Evaluation of abnormal liver enzyme results in asymptomatic patients. The New Engl Jour Medi. 342: 1266-1271. DOI: 10.1056/NEJM 200004273421707

31. **Giannini, E.G., Testa, R. and Savarino, V., 2005.** Liver enzyme alteration: a guide for clinicians. CMAJ. 172: 367-379.

32. **El-Nekeety, A.A., Mohamed, S.R., Hathout, A.S., Hassan, N.S., Aly, S.E. and Abdel Wahhab, M.A., 2011.** Antioxidant properties of thymus vulgaris oil against aflatoxin induced oxidative stress in male rats. Toxicon, 57: 984-991.

33. **Saad, M.M. and Abdel-Fattah, S.M., 2008.** A food additive formula to minimize the negative effects due to ingesting aflatoxin(s) contaminated food. Jour Saudi Soci Food Nutr. 3: 17-31.

34. **Jassar, B.S. and Singh, B., 1993.** Biochemical changes in experimental aflatoxicosis in broiler chickens. Indian Jour Anim Sci. 63: 847-848.

35. **Bagherzadeh Kasmani, F., Karimi Torshizi, M.A., Allameh, A. and Shariatmadari, F., 2012.** A novel aflatoxin-binding Bacillus probiotic: Performance, serum biochemistry, and immunological parameters in Japanese quail. Poult Sci. 91: 1846-1853. Doi: 10.3382/ps.2011.01830.

36. **Amiri dumari, H., Sarir, H., Fani makki, O. and Afzali, N., 2013.** Effects of milk thistle seed against aflatoxin B. Jour Resea in Medic Sci. 18(9): 786-790.

37. **Bagherzadeh Kasmani, F. and Mehri, M., 2015.** Effects of a multi-strain probiotics against aflatoxicosis in growing Japanese quails. Lives Sci. 177: 110-116.

38. **Mani, K., Sundaresan, K. and Viswanathan, K., 2000.** Performance of commercial broiler strains under experimental aflatoxicosis. Indi Jour Poul Sci. 35: 176-180.

39. **Aravind, K.L., Patil, V.S., Devegowda, G., Umakantha, B. and Ganpule, S.P., 2003.** Efficacy of modified glucomannan to counteract mycotoxicosis in naturally contaminated feed on performance, serum biochemical and hematological parameters in broilers. Poult Sci. 82: 571-576.

40. **Rizzi, M., Simioli, P., Roncada, A. and Zaghini, B., 2003.** Aflatoxin B1 and clinoptilolite in feed for laying hens: Effects on egg quality, mycotoxin residues in livers and hepatic mixed function oxidase activities. Journal of Food Prot. 66: 860-865.

41. **Mesgar, A., Aghdam Shahryar, H., Bailey, C.A., Ebrahimnezhad, Y. and Anand Mohan, A., 2022.** Effect of Dietary L-Threonine and Toxin Binder on Performance, Blood Parameters, and Immune Response of Broilers Exposed to Aflatoxin B1. Toxins. 14(3): 192. Doi. 10.3390/ toxins14030192

42. **Manafi, M., 2018.** Toxicity of aflatoxin B_1 on laying Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). Jour Appl Anim Resea. 46: 953-959. Doi.org/10.1080/09712119. 2018.1436550

43. **Yazdani Arani, M., Hemati, B. and Zarei, A., 2014.** The effect of using kombucha on blood antibody level and proventriculus and gizzard tissue cells in broiler chicks. Biology. DAMA Inter. 3:131-145.

44. **Salehi, S., Sadeghi, A. and Karimi, A., 2021.** Growth performance, nutrients digestibility, caecum microbiota, antioxidant status and immunity of broilers as influenced by immune response of broiler chickens. Compa Clinic Patho. 23: 717-724.

54. **Rauber, R.H., Dilkin, P., Giacomini, L.Z., de Almeida, C.A. and Mallmann, C.A., 2007.** Performance of turkey poults fed different doses of aflatoxins in the diet. Poul Sci. 86: 1620-1624. Doi.org/10.1093/ps/86.8.1620

55. **Rotter, B.A., Prelusky, D.B. and Pestka, J.J., 1996.** Toxicology of deoxynivalenol (vomitoxin). Jour Toxico Envir Health. 48: 1-34. Doi.org/10.1080/009841096161447

56. **Matur, E., Ergul, E., Akyazi, I., Eraslan, E. and Cirakli, Z.T., 2010.** The effects of Saccharomyces cerevisiae extract on the weight of some organs, liver, and pancreatic digestive enzyme activity in breeder hens fed diets contaminated with aflatoxins. Poultry Science. 89: 2213-2220. Doi.org/10.3382/ps.2010-00821

57. **Sievers, M., Lanini, C., Weber, A., Schuler-Schmid, U. and Teuber, M., 1995.** Microbiology and fermentation balance in Kombucha beverage obtained from a tea fungus fermentation. Syst Appl Microb. 18: 590-594.

58. **Jayabalan, R., Malini, K., Sathishkumar, M., Swaminathan, K. and Yun, S.E., 2014.** Biochemical Characteristics of Tea Fungus Produced During Kombucha Fermentation. Food Sci Biotech. 19(3): 843-847.

59. **Khazaei, A., Sarir, H., Montazer Torbati, M.B. and Farhangfar, S.H., 2016.** Assessment the possibility of using Kombucha fermented tea in the diet on performance and some biochemical parameters in broiler. Lives Resea. 5(3,4): 61-68. (In Persian)

60. **Heidari Sharif Abad, R., Hemati, B. and Zarei, A., 2015.** The effect of kombucha (borage, citrus, thyme and valerian leaves) on the immune system and growth of broilers. Anim Sci Resea Jour. 21: 65-76. (In Persian)

61. **Sehu, A., Akir, S.C., Cengiz, O. and Essiiz, D., 2005.** Mycotox and aflatoxicosis in quails. Brit Poult Sci. 46: 520-524. Doi.org/10.3945/jn.115.224626

62. **Siloto, E.V., Oliveira, E.F., Sartori, J.R., Fascina, V.B., Martins, B.A., Ledoux, D.R., Rottinghaus, G.E. and Sartori, D.R., 2013.** Lipid metabolism of commercial layers fed diets containing aflatoxin, fumonisin, and a binder. Poul Sci. 92: 2077-2083.

63. **Santurio, J.M., Mallmann, C.A., Rosa, A.P., Appel, G., Heer, A., Dageforde, S. and Bottcher, M., 1999.** Effect of sodium bentonite on the performance and blood variables of broiler chickens intoxicated with aflatoxins. Brit Poult Sci. 40: 115-119. DOI:10.1080/00071669987935

64. **Guilford, F.T. and Hope, J., 2014.** Deficient glutathione in the pathophysiology of mycotoxin-related illness. Toxins. 6(2): 608-623.

65. **Marin, D.E. and Taranu, I., 2012.** Overview on aflatoxins and oxidative stress. Toxin Reviews. 31(3-4): 32-43.

kombucha fermented on white sugar or sugar beet molasses. Ital Jour Anim Sci. 20(1): 1770-1780. doi:10.1080/1828051X.2021.1941335

45. **Jahanian, E., Mahdavi, A.H., Asgary, S. and Jahanian, R., 2017.** Effects of dietary inclusion of silymarin on performance, intestinal morphology and ileal bacterial count in aflatoxin-challenged broiler chicks. Jour Anim Physio Anim Nutri. l (101): 43-54.

46. **Mahmood, S., Younus, M., Aslam, A. and Anjum, A.A., 2017.** Toxicological effects of aflatoxin B1 on growth performance, humoral immune response and blood profile of Japanese quail. Jour Anim Plant Sci. 27: 833–840.

47. **Hernández-Ramírez, J.O., Merino-Guzmán, R., Téllez Isaías, G., Vázquez-Durán, A. and Méndez-Albores, A., 2021.** Mitigation of AFB1-Related Toxic Damage to the Intestinal Epithelium in Broiler Chickens Consumed a Yeast Cell Wall Fraction. Fronti Veteri Sci. Animal Nutrition and Metabolism. Doi.org/10.3389/fvets.2021.677965.

48. **Damiano, S., Jarriyawattanachaikul, W., Girolami, F., Longobardi, C., Nebbia, C., Andretta, E., Lauritano, C., Dabbou, S., Avantaggiato, G., Schiavone, A., Badino, P. and Ciarcia, R., 2022.** Curcumin Supplementation Protects Broiler Chickens Against the Renal Oxidative Stress Induced by the Dietary Exposure to Low Levels of Aflatoxin B1. Front Veter Sci. 8: 822227. doi: 10.3389/fvets.2021.822227

49. **Javed, T., Bunte, R.M., Dombrink-Kurtzman, M.A., Richard, J.L., Bennett, G.A., Cote, L.M. and Buck, W.B., 2005.** Comparative pathologic changes in broiler chicks on feed amended with *Fusarium proliferatum* culture material or purified fumonisin B_1 and moniliform. Mycophat. 159: 553-564.

50. **Awad, W.A., Beohm, J., Razzazi-Fazeli, E., Hulan, H.W. and Zentek, J., 2004.** Effects of deoxynivalenol on general performance & electrophysiological properties of intestinal mucosa of broiler chickens. Poult Sci, 83: 1964-1972.

51. **Awad, W.A., Ghareeb, K., Bohm, J., Razzaz, E., Helllweg, P. and Zentek, J., 2008.** The impact of fusarium toxin deoxyni-valenol on poultry. Interna Jour Poult Sci. 7: 827-842.

52. **Bouhet, S., Hourcade, E., Loiseau, N., Fikry, A., Martinez, S., Roselli, M., Galtier, P., Mengheri, E. and Oswald, I.P., 2004.** The mycotoxin, fumonisin B_1 alters the proliferation and the barrier function of porcine intestinal epithelial cells. Toxico Sci. 77: 165-171.

53. **Bouhet, S. and Swald, I.P.O., 2007.** The intestine as a possible target for fumonisin toxicity. Molecu Nutri Food Resea, 51: 925-931. Doi.org/10.1002/mnfr.200600266

66. **Sun, L.H., Zhang, N.Y., Zhu, M.K., Zhao, L., Zhou, J.C. and Qi, D.S., 2015.** Prevention of aflatoxin B1 hepatoxicity by dietary selenium is associated with inhibition of cytochrome P450 isozymes and up-regulation of 6 selenoprotein genes in chick liver. Jour Nutr. 146(4): 655-661.

67. **Zhang, N.Y., Qi, M., Zhao, L., Zhu, M.K., Guo, J., Liu, J., Gu, C.Q., Rajput, S., Krumm, C. and Qi, D.S., 2016.** Curcumin prevents aflatoxin B1 hepatoxicity by inhibition of cytochrome P450 isozymes in chick liver. Toxins. 8(11): 327-336.

68. **Khanian, M., Karimi-Torshizi, M.A. and Allameh, A., 2019.** Alleviation of aflatoxin-related oxidative damage to liver and improvement of growth performance in broiler chickens consumed *Lactobacillus plantarum* 299v for entire growth period. Toxicon. 158: 57-62. Doi.org/10.1016/j. toxicon.2018.11.431

69. **Xiaoli, W., Haoran, J., Huimin, M., Zhengfeng, Y., Ning, L., Xiaoshua, C. and Yuanjing, C., 2022.** Lycopene alleviates aflatoxin B1 induced liver damage through inhibiting cytochrome 450 isozymes and improving detoxification and antioxidant systems in broiler chickens. Italian Journal of Animal Science. 21(1): 31-40. doi:10. 1080/1828051X.2021.2017803.

70. **Vijayaraghavan, R., Singh, M., Rao, P., Bhattacharya, R., Kumar, P., Sugendran, K., Kumar, O., Pant, S. and Singh, R., 2000.** Subacute (90 days) oral toxicity studies of Kombucha tea. Biomed Envir Sci. 13: 293-299.

71. **Srihari, T. and Satyanarayana, U., 2012.** Changes in free radical scavenging activity of Kombucha during fermentation. International Jour Pharma Sci Resea. 4: 1978-1981.

72. **Rahmani, R., Beaufort, S., Villarreal-Soto, S.A., Taillandier, P., Bouajila, J. and Debouba, M., 2019.** Kombucha fermentation of African mustard (*Brassica tournefortii*) leaves: chemical composition and bioactivity. Food Biosci. 30: 100414.