



تولیدات دامی

دوره ۲۳ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۰

صفحه‌های ۳۸۱-۳۹۲

DOI: 10.22059/jap.2021.317200.623589

مقاله پژوهشی

بررسی اثر اسیدآمینه تریپتوفان و دهنده‌های گروه متیل بر عملکرد بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده

با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین B₁

وحیده صباغی درمیان^۱، مهران مهری^{۲*}، فرزاد باقرزاده کاسمانی^۲، محمد رکوعی^۲

۱. دانش اموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۲. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۱۲/۱۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۰/۲۳

چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر تریپتوفان، ملاتونین و دی‌متیل‌گلیسین بر عملکرد رشد و کیفیت گوشت بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده با جیره‌های آلوده‌شده با سم آفلاتوکسین B₁ انجام شد. در این آزمایش تعداد ۶۸۰ قطعه بلدرچین ژاپنی از سن هفت تا ۳۵ روزگی در ۱۷ تیمار و چهار تکرار و در هر تکرار ۱۰ قطعه بلدرچین ژاپنی با استفاده از طرح مرکب مرکزی مورداستفاده قرار گرفتند. عملکرد پرندگان به صورت هفتگی محاسبه و در انتهای آزمایش میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تریپتوفان سبب افزایش معنی‌دار وزن بدن شد ($P < 0.05$) و ملاتونین تأثیر افزایشی بر مصرف خوراک داشت ($P < 0.05$). اثر اصلی تریپتوفان و همچنین اثر متقابل تریپتوفان و دی‌متیل‌گلیسین میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت را کاهش داد ($P < 0.05$). نتایج مطالعه حاضر نشان داد تریپتوفان و دهنده‌های گروه متیل دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مناسبی برای کاهش مسمومیت ناشی از آفلاتوکسین B₁ بر عملکرد رشد و میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت هستند و استفاده از این مکمل‌ها در جیره غذایی بلدرچین ژاپنی مطلوب به نظر می‌رسد.

کلیدواژه‌ها: آفلاتوکسین B₁، بلدرچین ژاپنی، تریپتوفان، دی‌متیل‌گلیسین، طرح مرکب مرکزی، مالون‌دی‌آلدهید، ملاتونین.

Effect of different level of Tryptophan and methyl group donors on the performance of Japanese quail fed diets contaminated with aflatoxin B₁

Vahideh Sabaghi-Darmiyan¹, Mehran Mehri^{2*}, Farzad Bagherzadeh-Kasmani², Mohammad Rokouei²

1. Former M. Sc. Student, Department of Animal Science, College of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.

2. Associate Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.

Received: January 12, 2021

Accepted: March 6, 2021

Abstract

The experiment was carried out to investigate the effect of tryptophan, melatonin and dimethylglycine on the growth performance and meat quality of Japanese quails fed diets contaminated with aflatoxin B₁ toxin. In this experiment, 680 Japanese quail from 7 to 35 days of age were allotted to 17 treatments and 4 replicates (10 birds per replication), and trial performed using a central composite design. The performance of birds was calculated on a weekly basis and at the end of the experiment; and the amount of malondialdehyde in meat was determined. Results showed that tryptophan increase weight gain and melatonin had an increased effect on feed intake ($P < 0.05$). The effect of tryptophan and as well as the interaction of tryptophan and dimethylglycine reduced the amount of malondialdehyde in meat ($P < 0.05$). The results obtained from this research state that dietary supplementation with tryptophan and methyl group donors have good antioxidant capacity to reduce aflatoxin B₁ poisoning on growth performance and malondialdehyde content of meat, and the use of these supplements in the diet of Japanese quails seems desirable.

Keywords: Aflatoxin B₁, Central composite design, Dimethylglycine, Japanese quail, Malondialdehyde, Melatonin, Tryptophan.

مقدمه

یکی از مایکوتوکسین‌های شایع در مواد غذایی آفلاتوکسین است که متابولیت ثانویه از قارچ *آسپرژیلوس* و به‌طور عمده گونه‌های *فلاووس* و *پارازیتیکوس* هست [۲۰]. آفلاتوکسین، یکی از مهم‌ترین مایکوتوکسین‌های موجود در خوراک دام در سراسر جهان است و یکی از قوی‌ترین عوامل سرطان‌زای کبد به‌شمار می‌رود [۶]. مسیر اصلی آلودگی آفلاتوکسین از طریق خوراک بوده و این سم در وارته‌های مختلف مواد غذایی از جمله غلات، علوفه‌ها، آجیل و ادویه‌ها مشاهده می‌شود. در میان تیمارهای آفلاتوکسین، آفلاتوکسین B₁ بسیار سمی در نظر گرفته می‌شود و آلودگی غذا با آفلاتوکسین B₁ منجر به بروز اثرات منفی بر سلامت در گونه‌های طیور می‌شود [۶]. تولید و پرورش طیور به روش‌های جدید با تنش‌های مختلف از قبیل سطوح زیاد سموم قارچی، ویتامین‌ها و عدم تعادل مواد معدنی جیره همراه است. کاهش نرخ رشد، کاهش مصرف خوراک و تنش اکسیداتیو از نشانه‌های رایج آفلاتوکسیکوزیس در طیور می‌باشد [۱۲]. آفلاتوکسین B₁ تولید رادیکال‌های آزاد و پر اکسیدهای لیپید را در بدن افزایش می‌دهد و در نتیجه به سلول آسیب می‌رساند و منجر به بروز آسیب اکسیداتیو می‌شود [۸]. امروزه تولیدکنندگان به دنبال افزایش کیفیت گوشت با تغییر در یکسری ویژگی‌های مختلف گوشت هستند. ظاهر، بافت، شادابی، لطافت، بو و عطر و طعم از مهم‌ترین و قابل‌درک‌ترین ویژگی‌های گوشت است که بر قضاوت کیفیت اولیه و نهایی توسط مصرف‌کنندگان یک فرآورده گوشتی تأثیر می‌گذارد [۱۶]. آفلاتوکسین یک خطر مهم برای سلامت عمومی به‌علت انتقال سم باقی‌مانده در تخم‌مرغ و گوشت به انسان در نظر گرفته می‌شود. تریپتوفان پیش‌ساز دو هورمون سروتونین و ملاتونین است که این دو هورمون نقش مهمی در تنظیم عملکردهای بیولوژیکی، کاهش تنش و بهبود عملکرد طیور دارد [۲].

پژوهش‌گران نشان دادند تریپتوفان در پاسخ به تنش ایجادشده در جوجه گوشتی بسیار مؤثر است و منجر به بهبود عملکرد و تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ناشی از تنش گرمایی در جوجه گوشتی شد [۲۱]. ملاتونین (N استیل ۵-متوکسی تریپتامین)، مهم‌ترین هورمون تولیدشده به‌وسیله غده پینه آل است که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی دارد. ملاتونین یک آنتی‌اکسیدان قوی است و دارای خصوصیات فیزیوشیمیایی است که می‌تواند از میان غشاها و موانع عبور کند و در هسته‌ی سلول تجمع یابد و DNA سلول را از آسیب‌های اکسیداتیو حفظ کند [۱۰]. ملاتونین می‌تواند رادیکال‌های آزاد را پاک‌سازی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را فعال کند. مکمل‌سازی ملاتونین در جیره حاوی آفلاتوکسین منجر به بهبود عملکرد، پاسخ ایمنی و کیفیت گوشت در جوجه‌های گوشتی شد [۱۸]. هم‌چنین نشان داده شده است که تریپتوفان و ملاتونین مانع آسیب اکسیداتیو در جوجه گوشتی و بهبود فعالیت آنزیمی کاتالاز و سوپر اکسید دیسموتاز و عملکرد می‌شود [۱۴]. دی‌متیل گلايسين یک مولکول کوچک محلول در آب و برای عبور از غشای سلولی تا حدودی چربی‌دوست است، زمانی‌که از طریق خوراک یا از طریق آشامیدن مصرف می‌شود به‌سرعت و به‌طور کامل از طریق فرایند انتشار وارد سلول‌های بدن می‌شود [۷]. دی‌متیل گلايسين به‌دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی می‌تواند در برابر آسیب‌های ناشی از تنش اکسیداتیو در اندام‌هایی مانند روده، کبد و معده نقش داشته باشد و در نتیجه می‌تواند آسیب ناشی از آفلاتوکسین B₁ را که از طریق تولید رادیکال‌های هیدروکسیل داخل سلولی، آنیون‌های سوپراکسید و هیدروژن پروکسید ناشی می‌شود را کاهش دهد [۱۲]. طرح مرکب مرکزی از متداول‌ترین روش‌های سطح پاسخ است و یک روش مفید و کاربردی برای طراحی و مطالعه فضای آزمایش است. این روش با انجام کم‌ترین آزمایش و صرفه‌جویی در زمان و هزینه (در مقایسه با

تولیدات دامی

بررسی اثر اسید آمینه تریپتوفان و دهنده‌های گروه متیل بر عملکرد بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین B₁

استاندارد A. Parasiticus NRRL. 2999 استفاده شد. به‌منظور تولید انبوه قارچ از فلاسک‌های یک لیتری استفاده شد. به‌این‌ترتیب که در هر فلاسک مقدار ۱۵۰ گرم برنج به‌همراه ۱۵۰ میلی‌لیتر آب اتوکلاو شده و سپس سوسپانسیون قارچ (حاوی $6/5 \times 10^6$ اسپور در هر میلی‌لیتر) به داخل فلاسک‌ها اضافه شد. محتوی فلاسک‌ها بعد از پنج روز رشد در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد خشک‌شده و میزان آفلاتوکسین موجود در برنج آلوده استخراج شد. میزان سم آفلاتوکسین B₁ تولیدشده از طریق ارسال نمونه به آزمایشگاه تستا مشهود به روش کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC) اندازه‌گیری شد. سپس برنج‌های آسیاب‌شده به مقدار لازم برای تأمین سطح موردنیاز سم آفلاتوکسین B₁ تیمارها، به جیره پایه اضافه شد [۲۲].

برای محاسبه میانگین افزایش وزن بدن، از ابتدای دوره پرورش جوجه‌های هر تکرار از سن یک تا ۳۵ روزگی به‌صورت هفتگی پس از سه ساعت گرسنگی وزن‌کشی شدند. به‌منظور محاسبه خوراک مصرفی هر واحد آزمایشی، روزانه مقدار دان مشخصی به هر تکرار داده شد و در پایان هر هفته مقدار دان برگشتی وزن شد و از مقدار خوراک اختصاص یافته کسر شد. ضریب تبدیل خوراک از تقسیم خوراک مصرفی برافزایش وزن بدن محاسبه شد.

در پایان دوره به‌منظور اندازه‌گیری میزان اکسیداسیون بافتی از هر قفس دو قطعه بلدرچین ژاپنی کشتار شده و از بخش سینه هر پرنده نمونه یک گرمی گوشت جدا و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه گوشت با اتیلن دی‌آمین تترا استیک اسید (EDTA)، بوتیلات هیدروکسی تولوئن (BHT) و تری‌کلرواستیک اسید (TCA) همگن شد و نمونه‌های آماده‌شده ۱۵ دقیقه درون سانتریفیوژ با ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. مقدار یک میلی‌لیتر از قسمت مایع نمونه سانتریفیوژشده با یک میلی‌لیتر از محلول

سایر روش‌های طراحی آزمایش) توانایی بیش‌تری در پیش‌بینی پاسخ‌ها و بهینه‌سازی آن‌ها دارد. آزمایش حاضر به‌منظور بررسی اثر تریپتوفان و ملاتونین و دی‌متیل گلایسین بر عملکرد رشد و کیفیت گوشت بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده با جیره‌های آلوده‌شده با سم آفلاتوکسین B₁ طراحی و به روش سطح پاسخ انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۷ در پژوهشکده دام‌های خاص دانشگاه زابل انجام شد. به‌منظور بهینه‌سازی عملکرد رشد و کیفیت گوشت بلدرچین ژاپنی تغذیه‌شده با آفلاتوکسین B₁ از طرح مرکب مرکزی و روش سطح پاسخ استفاده شد. این طرح دارای چهار عامل ورودی شامل آفلاتوکسین (کلکسیون قارچ‌ها و باکتری‌های سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران)، تریپتوفان، ملاتونین و دی‌متیل گلایسین بود. تعداد تیمارهای طراحی‌شده در این طرح شامل ۱۷ تیمار با چهار تکرار بود. ۶۸۰ قطعه جوجه بلدرچین ژاپنی هفت‌روزه پس از توزین در ۶۸ واحد آزمایشی توزیع شدند و پرورش از هفت تا ۳۵ روزگی صورت گرفت. پرورش بر روی بستر انجام شد و دسترسی جوجه‌ها به آب و غذا در کل دوره پرورش آزاد بود. قبل از شروع پژوهش، ترکیب شیمیایی و محتوای اسید آمینه قابل‌هضم تمام مواد خوراکی در شرکت ایوانیک دگوسا (تهران) آنالیز شد. جیره‌های آزمایشی مختلف براساس مقادیر اسیده‌های آمینه کل و با اضافه کردن سطوح مختلف تریپتوفان، ملاتونین و دی‌متیل گلایسین تهیه شدند (جدول ۱). این آزمایش به‌روش طرح کاملاً تصادفی در قالب طرح مرکب مرکزی بهینه‌سازی شد.

قارچ آسپیرژیلوس فلاووس از کلکسیون قارچ‌ها و باکتری‌های سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه شد. جهت تولید آفلاتوکسین از یک ویال با سوبه

تولیدات دامی

دوره ۲۳ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۰

نتایج

نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای مختلف برافزایش وزن بدن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی و میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت بلدرچین ژاپنی از هفت تا ۳۵ روزگی در جدول (۲) آورده شده است. بیش‌ترین افزایش وزن بدن مربوط به تیمار پنج بود (تریپتوفان ۰/۲ درصد، ملاتونین ۱۵/۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، آفلاتوکسین صفر قسمت در میلیون، دی‌متیل گلايسين ۳۰۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) و پرنده‌های تغذیه‌شده با بیش‌ترین میزان سم آفلاتوکسین B₁ (تیمار ۱۱) کم‌ترین افزایش وزن بدن را داشتند (تریپتوفان ۰/۲ درصد، ملاتونین ۱۵/۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، آفلاتوکسین ۲/۰۰ قسمت در میلیون، دی‌متیل گلايسين ۳۰۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) (P<۰/۰۵).

بیش‌ترین خوراک مصرفی مربوط به تیمار دو (تریپتوفان ۰/۱۷ درصد، ملاتونین ۶/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم، آفلاتوکسین ۰/۴ قسمت در میلیون، دی‌متیل گلايسين ۱۲۲/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود (P<۰/۰۵). پرندگان تیمار چهار (تریپتوفان ۰/۱۷ درصد، ملاتونین ۶/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم، آفلاتوکسین ۱/۶ قسمت در میلیون، دی‌متیل گلايسين ۴۷۸/۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) کم‌ترین خوراک مصرفی را داشتند (P<۰/۰۵).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر ضریب تبدیل غذایی بلدرچین‌ها نداشتند. اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). کم‌ترین میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت مربوط به تیمار پنج بود که فاقد آفلاتوکسین است (P<۰/۰۵) و بیش‌ترین میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت مربوط به تیمار چهار بود (P<۰/۰۵). براساس نتایج به‌دست‌آمده افزایش سطح آفلاتوکسین در جیره منجر به افزایش میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت شد (P<۰/۰۵).

تیوباریتوریک اسید درون میکروتیوب مخلوط شد. میکروتیوب‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از سرد شدن نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری (مدل S-2150، آمریکا) میزان جذب انجام‌شده توسط نمونه‌ها در طول موج ۵۳۰ نانومتر خوانده شد [۹]. در این پژوهش از نمودار کانتور به‌منظور بررسی اثر متقابل و هم‌زمان متغیرهای مورد مطالعه بر عملکرد رشد و کیفیت گوشت بلدرچین ژاپنی استفاده شد. نمودار کانتور، نمایش گرافیکی از روابط بین متغیرهای عددی در دو بعد است. دو متغیر برای محور X و Y و متغیر سوم Z برای سطح کانتور می‌باشد. سطوح کانتور به‌صورت منحنی رسم می‌شود و نواحی بین منحنی‌ها که مقادیر درون‌یابی هستند را می‌توان به‌صورت غیر رنگی یا رنگ‌بندی‌های مشخص نمایش داد.

روش سطح پاسخ مجموعه‌ای از روش‌های آماری است و در بهینه‌سازی فرایند به کار می‌رود که پاسخ موردنظر توسط تعدادی از متغیرها تحت تأثیر قرار می‌گیرد. با کمک چنین طرح آماری، تعداد آزمایش‌ها کاهش‌یافته و تمامی ضرایب مدل رگرسیونی درجه دوم و اثر متقابل فاکتورها، قابل برآورد هستند. در روش سطح پاسخ که در رابطه (۱) نشان داده‌شده است تابع وابستگی بین متغیر وابسته (Y) و متغیرهای مستقل با رابطه چندجمله‌ای درجه‌دو بیان می‌شود [۱۷].

رابطه (۱)
$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i < j} \beta_{ij} X_i X_j$$
 که در این رابطه، Y، پاسخ؛ k، تعداد متغیرهای مستقل؛ X_i و X_j، متغیرهای مستقل؛ β_0 ، β_i ، β_{ii} و β_{ij} ، به‌ترتیب ضرایب ثابت، خطی، درجه‌دو و اثر متقابل رگرسیون هستند. در این مطالعه عملکرد رشد و کیفیت گوشت بلدرچین‌ها در پایان آزمایش مورد بررسی قرار گرفت و داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار Expert Design (نسخه ۱۲) تجزیه شدند [۱۵].

جدول ۲. تأثیر تیمارهای مختلف برافزایش وزن بدن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی و میزان مالوندی آلدئید گوشت بلدرچین ژاپنی از هفت تا ۳۵ روزگی

تیمار	ترکیبات تیمارها							
	دی‌متیل گلايسين (میلی گرم بر کیلوگرم)	مالتونین (میلی گرم بر کیلوگرم)	تریپتوفان (درصد)	آفلاتوکسین B ₁ (قسمت در میلیون)	افزایش وزن بدن (گرم)	خوراک مصرفی (گرم)	ضریب تبدیل غذایی	مالوندی آلدئید گوشت (میلی گرم بر کیلوگرم)
۱	۳۰۰/۲۰	۱۵/۰۵	۰/۱۵	۱	۱۱۶/۱۹ ± ۳/۴۷	۶۳/۱۶ ± ۲/۸۰	۱/۸۵ ± ۱/۵۸	۰/۶۹ ± ۰/۱۰
۲	۱۲۲/۰۰	۶/۱	۰/۱۷	۰/۴	۱۱۴/۷۶ ± ۵/۰۴	۶۸/۳۵ ± ۴/۶۳	۱/۶۹ ± ۰/۰۷	۰/۹۸ ± ۰/۱۲
۳	۴۷۸/۴۰	۲۴/۰	۰/۱۷	۱/۶	۱۰۶/۹۸ ± ۳/۳۳	۶۰/۲۱ ± ۳/۷۳	۱/۷۹ ± ۰/۰۵	۱/۰۳ ± ۰/۳۱
۴	۴۷۸/۴۰	۶/۱	۰/۱۷	۱/۶	۱۰۹/۰۷ ± ۴/۵۸	۵۶/۳۸ ± ۲/۷۹	۱/۹۵ ± ۰/۱۳	۱/۲۶ ± ۰/۲۰
۵	۳۰۰/۲۰	۱۵/۰۵	۰/۲	۰	۱۲۴/۲۳ ± ۱/۱۷	۶۰/۵۶ ± ۳/۴۷	۲/۰۷ ± ۰/۱۱	۰/۵۰ ± ۰/۱۳
۶	۳۰۰/۲۰	۰	۰/۲	۱/۰	۱۲۲/۸۳ ± ۴/۴۵	۶۰/۱۹ ± ۴/۲۵	۲/۰۶ ± ۰/۱۱	۰/۸۸ ± ۰/۱۸
۷	۰	۱۵/۰۵	۰/۲	۱/۰	۱۱۶/۶۹ ± ۳/۷۸	۶۲/۷۹ ± ۴/۰۵	۱/۸۷ ± ۰/۰۷	۰/۸۲ ± ۰/۰۷
۸	۳۰۰/۲۰	۱۵/۰۵	۰/۲	۱/۰	۱۲۱/۵۲ ± ۴/۲۹	۵۷/۶۵ ± ۳/۳۵	۲/۱۳ ± ۰/۱۷	۱/۲۰ ± ۰/۲۶
۹	۵۹۹/۹	۱۵/۰۵	۰/۲	۱/۰	۱۲۳/۸۰ ± ۱۳/۰	۶۰/۰۵ ± ۲/۲۰	۲/۰۷ ± ۰/۲۳	۰/۷۱ ± ۰/۱۰
۱۰	۳۰۰/۲۰	۳۰/۱	۰/۲	۱/۰	۱۲۱/۱۰ ± ۸/۴۴	۶۴/۷۴ ± ۳/۲۰	۱/۸۹ ± ۰/۱۷	۰/۸۲ ± ۰/۲۰
۱۱	۳۰۰/۲۰	۱۵/۰۵	۰/۲	۲/۰	۹۵/۶۳ ± ۸/۷۴	۶۵/۶۲ ± ۱/۴۶	۱/۴۶ ± ۰/۱۳	۰/۸۱ ± ۰/۱۶
۱۲	۴۷۸/۴۰	۲۴/۰	۰/۲۳	۰/۴	۱۱۳/۲۱ ± ۵/۹۵	۶۵/۴۸ ± ۲/۴۲	۱/۷۳ ± ۰/۰۶	۰/۸۸ ± ۰/۳۷
۱۳	۴۷۸/۴۰	۶/۱	۰/۲۳	۰/۴	۱۱۳/۲۶ ± ۶/۳۸	۵۷/۷۶ ± ۴/۹۸	۱/۹۹ ± ۰/۱۵	۰/۸۹ ± ۰/۳۹
۱۴	۱۲۲/۰	۲۴/۰	۰/۲۳	۱/۶	۱۱۹/۰۵ ± ۴/۲۷	۶۴/۳۵ ± ۲/۱۳	۱/۸۵ ± ۰/۰۲	۰/۸۰ ± ۰/۱۶
۱۵	۱۲۲/۰	۶/۱	۰/۲۳	۱/۶	۱۱۳/۵۲ ± ۵/۳۳	۶۷/۹۳ ± ۵/۳۱	۱/۰۴ ± ۰/۱۷	۰/۵۴ ± ۰/۰۸
۱۶	۳۰۰/۲۰	۱۵/۰۵	۰/۲۵	۱/۰	۱۰۱/۰۲ ± ۸/۳۰	۶۰/۰۴ ± ۵/۲۷	۱/۷۵ ± ۰/۲۵	۰/۵۵ ± ۰/۰۶
۱۷	۱۲۲/۰	۶/۱	۰/۱۷	۰/۴	۱۲۲/۷۹ ± ۲/۰۲	۶۱/۰۷ ± ۳/۲۸	۲/۰۳ ± ۰/۱۱	۱/۱۱ ± ۰/۱۲
					۰/۸۴۶	۰/۵۱۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲
					<۰/۰۰	۰/۰۰۷	۰/۱۳۲	۰/۰۰۱
					۰/۹۷۲	۰/۵۲۳	۰/۴۵۷	۰/۰۰۱
					SEM			
					P-value			
					Lack of fit			

SEM: میانگین خطای استاندارد.

داد که اثر تریپتوفان برافزایش وزن بدن معنی‌دار بود و منجر به بهبود افزایش وزن بدن شد ($P < ۰/۰۵$). مالتونین نیز اثر معنی‌داری بر مصرف خوراک داشت و منجر به

نتایج مربوط اثر آفلاتوکسین B₁، تریپتوفان، مالتونین و دی‌متیل گلايسين بر عملکرد بلدرچین ژاپنی از هفت تا ۳۵ روزگی در جدول (۳) گزارش شده است. نتایج نشان

تولیدات دامی

دوره ۲۳ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۰

بررسی اثر اسید آمینه تریپتوفان و دهنده‌های گروه متیل بر عملکرد بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه شده با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین B₁

$$Y_2 = +9.69 + 3.43 \text{ MEL} \quad \text{رابطه ۳}$$

که در این رابطه، Y، خوراک مصرفی و MEL، ملاتونین است.

نمودار کانتور برای افزایش وزن بدن و مصرف خوراک در شکل‌های (۱) و (۲) نمایش داده شده است. اثر متقابل و هم‌زمان تریپتوفان و آفلاتوکسین B₁ را برافزایش وزن بدن در شکل (۱) نشان داده شده است. با افزایش سطح تریپتوفان و کاهش سطح آفلاتوکسین B₁، وزن بدن افزایش یافت. در شکل (۲) نمودار کانتور اثرات هم‌زمان و متقابل ملاتونین و آفلاتوکسین B₁ بر مصرف خوراک نشان داده شده است. با افزایش سطح ملاتونین و کاهش سطح آفلاتوکسین مصرف خوراک بلدرچین‌ها بهبود یافت.

بهبود مصرف خوراک بلدرچین‌های ژاپنی شد ($P < 0.05$).

ضریب R² که نسبت کل تغییرات پاسخ پیش‌بینی شده توسط مدل را ارائه می‌دهد به ترتیب برای افزایش وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی ۰/۷۸، ۰/۶۴ و ۰/۶۷ است. نتایج تحلیل رگرسیون سطح پاسخ مدل درجه دو با متغیرهای مستقل پس از حذف متغیرهایی که از نظر آماری معنی‌دار نبودند در رابطه‌های (۲) و (۳) ارائه شده است که به ترتیب مربوط به افزایش وزن بدن و خوراک مصرفی است.

$$Y_1 = -68.1 + 1269.18 \text{ TRP} \quad \text{رابطه ۲}$$

که در این رابطه، Y، افزایش وزن بدن و TRP، تریپتوفان است.

جدول ۳. اثر آفلاتوکسین B₁، تریپتوفان، ملاتونین و دی‌متیل گلايسين عملکرد بلدرچين ژاپني از هفت تا ۳۵ روزگی

ضریب تبدیل غذایی					مصرف خوراک (گرم)					افزایش وزن بدن (گرم)					نوع
p-value	F-value	پدیده	درجه آزادی	میزان	p-value	F-value	پدیده	درجه آزادی	میزان	p-value	F-value	پدیده	درجه آزادی	میزان	
۰/۵۷	۰/۹۰	۰/۰۹۳۴	۱۴	۱/۳۱	۰/۰۱	۲/۵۶	۱۴۲۴/۷۹	۱۴	۱۹۹۴۷/۱۱	۰/۰۳	۱/۳۲	۲۴۸/۲۰	۱۴	۳۴۷۴/۸۲	مدل
۰/۵۴	۰/۳۹	۰/۰۴۰۳	۱	۰/۰۴۰۳	۰/۵۷	۰/۳۳	۱۸۲/۶۱	۱	۱۸۲/۶۱	۰/۸۱	۰/۰۵	۱۰/۰۷	۱	۱۰/۰۷	آفلاتوکسین
۰/۶۴	۰/۲۳	۰/۰۲۳۵	۱	۰/۰۲۳۵	۰/۰۸	۳/۱۳	۱۷۴۳/۰۸	۱	۱۷۴۳/۰۸	۰/۰۴	۴/۰۴	۷۵۷/۵۷	۱	۷۵۷/۵۷	تریپتوفان
۰/۴۶	۰/۵۶	۰/۰۵۸۲	۱	۰/۰۵۸۲	۰/۰۰	۱۰/۳۹	۵۷۷۷/۸۱	۱	۵۷۷۷/۸۱	۰/۳۰	۱/۰۸	۲۰۳/۶۰	۱	۲۰۳/۶۰	ملاتونین
۰/۷۹	۰/۰۷	۰/۰۰۷۷	۱	۰/۰۰۷۷	۰/۳۹	۰/۷۵	۴۱۶/۵۱	۱	۴۱۶/۵۱	۰/۷۱	۰/۱۴	۲۶/۳۳	۱	۲۶/۳۳	دی‌متیل گلايسين
۰/۵۰	۰/۴۶	۰/۰۴۷۸	۱	۰/۰۴۷۸	۰/۶۳	۰/۲۳	۱۲۷/۴۸	۱	۱۲۷/۴۸	۰/۳۴	۰/۹۲	۱۷۱/۸۰	۱	۱۷۱/۸۰	تریپتوفان×آفلاتوکسین
۰/۹۶	۰/۰۰	۰/۰۰۰۳	۱	۰/۰۰۰۳	۰/۴۱	۰/۶۷	۳۷۱/۴۹	۱	۳۷۱/۴۹	۰/۶۰	۰/۲۷	۵۱/۳۰	۱	۵۱/۳۰	تریپتوفان×ملاتونین
۰/۹۴	۰/۰۱	۰/۰۰۰۶	۱	۰/۰۰۰۶	۰/۰۶	۳/۷۲	۲۰۷۰/۱۷	۱	۲۰۷۰/۱۷	۰/۲۶	۱/۳۰	۲۴۴/۸۶	۱	۲۴۴/۸۶	دی‌متیل گلايسين×تریپتوفان
۰/۲۹	۱/۱۴	۰/۱۱۸۷	۱	۰/۱۱۸۷	۰/۶۹	۰/۱۶	۹۱/۳۴	۱	۹۱/۳۴	۰/۴۷	۰/۵۳	۹۸/۹۰	۱	۹۸/۹۰	آفلاتوکسین×ملاتونین
۰/۸۱	۰/۰۶	۰/۰۰۵۹	۱	۰/۰۰۵۹	۰/۶۱	۰/۲۶	۱۴۶/۳۸	۱	۱۴۶/۳۸	۰/۶۹	۰/۱۶	۳۰/۶۲	۱	۳۰/۶۲	آفلاتوکسین×دی‌متیل گلايسين
۰/۷۲	۰/۱۳	۰/۰۱۳۴	۱	۰/۰۱۳۴	۰/۴۱	۰/۷۰	۳۸۹/۱۱	۱	۳۸۹/۱۱	۰/۴۵	۰/۵۹	۱۱۰/۶۸	۱	۱۱۰/۶۸	ملاتونین×دی‌متیل گلايسين
	۰/۱۰	۵۳	۵/۵۲			۵۵۶/۲۱	۵۳	۲۹۴۷۹/۳۱			۹۹۴۹/۸۷	۱۸۷/۷۳	۵۳		باقی مانده
۰/۱۰	۲/۵۴	۰/۲۵	۲	۰/۵۰	۰/۸۹	۰/۱۲	۷۰/۱۷	۲	۱۴۰/۳۴	۰/۱۲	۲/۱۷	۳۹۰/۵۳	۲	۷۸۱/۰۷	نقص برآزش
	۰/۱۰	۵۱	۵/۰۲			۵۷۵/۲۷	۵۱	۲۹۳۳۸/۹۶			۱۷۹/۸۸	۵۱	۹۱۶۸/۸۰	خطای خالص	
		۶۷	۶/۸۳				۶۷	۴۹۴۲۶/۴۲				۶۷	۱۳۲۴/۷۰	کل	

تولیدات دامی

دوره ۲۳ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۰

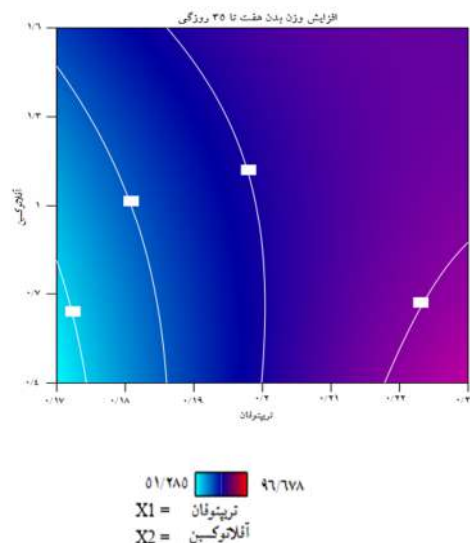
ارائه می‌دهد برای میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت ۰/۶۰۶ است. نتایج تحلیل رگرسیون سطح پاسخ مدل دو فاکتوریلی با متغیرهای مستقل با مقادیر واقعی پس از حذف متغیرهایی که ازن ظر آماری معنی‌دار نبودند در رابطه (۴) ارائه شده است که مربوط به میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت بلدرچین ژاپنی است. علامت مثبت ضرایب رگرسیون تخمین زده شده به مفهوم تأثیر مثبت متغیرهای مستقل بر متغیر پاسخ و علامت منفی مدل به مفهوم تأثیر غیرمستقیم متغیرهای مستقل بر متغیر پاسخ است. همچنین مقدار ضرایب نشان‌دهنده این است که آن متغیر مستقل بیش‌ترین تأثیر را بر متغیر پاسخ دارد [۵].

رابطه (۴) $Y = +0.560 + 0.308 \text{ TRP} + 0.401 \text{ TRP} \times \text{DMG}$ که در این رابطه، Y میزان مالون‌دی‌آلدهید؛ TRP تریپتوفان؛ $\text{AFB} \times \text{DMG}$ اثر متقابل تریپتوفان و دی‌متیل گلایسین است.

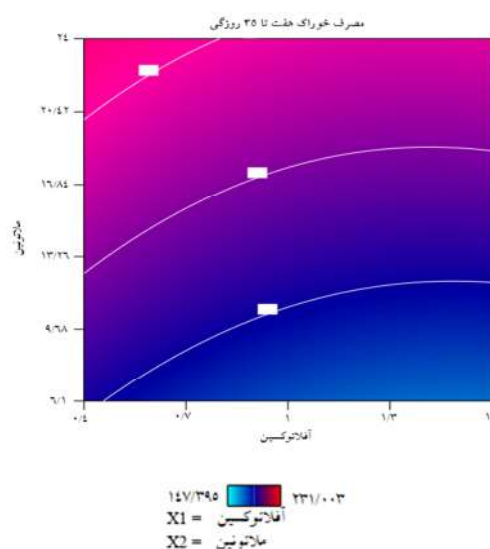
اثر متقابل و هم‌زمان تریپتوفان و دی‌متیل گلایسین را بر میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت در شکل (۳) نمایش داده شده است. با کاهش سطح تریپتوفان و دی‌متیل گلایسین، میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت کاهش یافت. در سطوح بیش‌تر از ۰/۲۳ درصد تریپتوفان میزان مالون‌دی‌آلدهید کاهش و با افزایش میزان دی‌متیل گلایسین، میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت افزایش یافت.

بحث

کاهش مصرف خوراک و میزان رشد در گونه‌های طیور تغذیه شده با آفلاتوکسین B_1 اولین نشانه‌های مسمومیت آفلاتوکسین است که در مطالعه حاضر و سایر گزارش‌ها مشاهده شده است [۱]. در مطالعه‌ای نشان داده شد افزودن یک قسمت در میلیون سم آفلاتوکسین در جیره جوجه‌های گوشتی منجر به کاهش خوراک مصرفی، وزن بدن و افزایش ضریب تبدیل خوراک می‌شود [۱۶].



شکل ۱. نمودار کانتور افزایش وزن بدن



شکل ۲. نمودار کانتور مصرف

خوراک

نتایج مربوط به اثر آفلاتوکسین B_1 ، تریپتوفان، ملاتونین و دی‌متیل گلایسین بر میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت بلدرچین ژاپنی از هفت تا ۳۵ روزگی در جدول (۴) گزارش شده است. تریپتوفان و اثر متقابل تریپتوفان و دی‌متیل گلایسین سبب کاهش میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت شد ($P < 0.05$). ضریب R^2 که نسبت کل تغییرات پاسخ پیش‌بینی شده توسط مدل را

تولیدات دامی

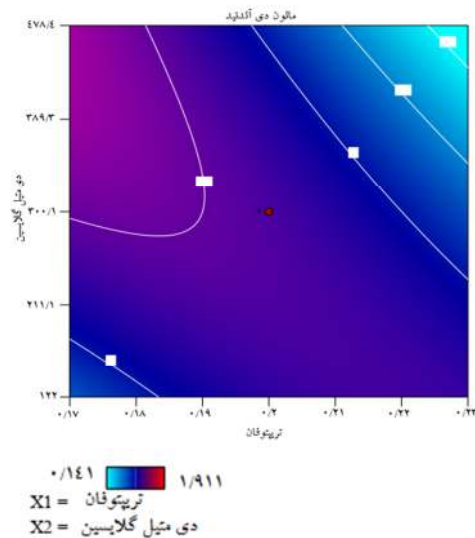
بررسی اثر اسید آمینه تریپتوفان و دهنده‌های گروه متیل بر عملکرد بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه شده با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین B₁

جدول ۴. تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) مربوط به میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت بلدرچین ژاپنی (میلی گرم بر کیلوگرم)

منابع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F-value	p-value
مدل	۱/۰۹	۱۴	۰/۰۷۷۸	۴/۲۴	<۰/۰۰۰۱
آفلاتوکسین	۰/۰۲۹۶	۱	۰/۰۲۹۶	۱/۶۱	۰/۲۰۹۷
تریپتوفان	۰/۱۳۸۰	۱	۰/۱۳۸۰	۷/۵۳	۰/۰۰۸۳
ملاتونین	۰/۰۱۸۵	۱	۰/۰۱۸۵	۱/۰۱	۰/۳۲۰۲
دی‌متیل گلايسين	۰/۰۲۷۷	۱	۰/۰۲۷۷	۱/۵۱	۰/۲۲۴۴
تریپتوفان × آفلاتوکسین	۰/۰۵۵۱	۱	۰/۰۵۵۱	۳/۰۱	۰/۰۸۸۷
آفلاتوکسین × ملاتونین	۰/۰۰۸۲	۱	۰/۰۰۸۲	۰/۴۴۸۲	۰/۵۰۶۱
تریپتوفان × ملاتونین	۰/۰۱۵۸	۱	۰/۰۱۵۸	۰/۸۶۰۶	۰/۳۵۷۸
تریپتوفان × دی‌متیل گلايسين	۰/۲۶۱۵	۱	۰/۲۶۱۵	۱۴/۲۷	۰/۰۰۰۴
آفلاتوکسین × دی‌متیل گلايسين	۰/۰۰۱۰	۱	۰/۰۰۱۰	۰/۰۵۲۵	۰/۸۱۹۷
ملاتونین × دی‌متیل گلايسين	۰/۱۰۸۰	۱	۰/۱۰۸۰	۵/۸۹	۰/۰۶۸۶
باقی مانده	۰/۹۷۱۶	۵۳	۰/۰۱۸۳		
نقص برازش	۰/۲۳۸۸	۲	۰/۱۱۹۴	۸/۳۱	۰/۰۰۰۸
خطای خالص	۰/۷۳۲۸	۵۱	۰/۰۱۴۴		
کل	۲/۰۶	۶۷			

افزودن ۲۶ درصد پروتئین خام به جیره غذایی می‌تواند سبب کاهش اثرات سمی آفلاتوکسین B₁ و هم‌چنین بهبود قابلیت هضم مواد غذایی و در نتیجه بهبود خوراک مصرفی و وزن بدن در پرندگان شود [۶].

اثرات آفلاتوکسین‌ها روی مصرف خوراک و افزایش وزن بدن احتمالاً نتیجه بی‌اشتهایی، بی‌میلی و جلوگیری از سنتز پروتئین‌ها و چربی‌ها می‌باشد [۳]. سموم قارچی باعث اختلال در عملکرد آنزیم‌های گوارشی و حامل‌های مواد غذایی شده که منجر به اختلال در عملکرد روده می‌شود و در نتیجه آن موجب کاهش جذب برخی از مواد غذایی و کاهش رشد حیوان و کمبودهای تغذیه‌ای می‌شوند [۴]. آفلاتوکسین‌ها قسمت‌های ابتدایی دستگاه گوارش را درگیر کرده و باعث تغییرات پاتولوژیکی می‌شوند. این تغییرات قابلیت هضم و جذب مواد غذایی را کاهش می‌دهد که می‌تواند توجیه‌کننده کاهش وزن بدن



شکل ۳. نمودار کانتور میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت

هم‌چنین گزارش شده است تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره حاوی ۱/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آفلاتوکسین B₁ به‌طور قابل توجهی عملکرد رشد را مختل می‌کند، اما

در نتیجه استفاده از آفلاتوکسین B₁ در جیره بلدرچین‌های ژاپنی در مطالعه حاضر باشد. در مطالعه‌ای نشان داده شد تغذیه بلدرچین‌ها با ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آفلاتوکسین B₁ منجر به اختلال در عملکرد رشد می‌شود اما افزودن ۰/۴۹ درصد تریپتوفان به جیره می‌تواند عملکرد رشد را بهبود بخشد. هم‌چنین بیان شد تریپتوفان به‌واسطه سنتز سروتونین و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌تواند سبب کاهش فعالیت سیتوکروم P450 و کاهش مسمومیت ناشی از سم آفلاتوکسین B₁ شود [۱۲]. هم‌چنین نشان داده شد جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با یک قسمت در میلیون آفلاتوکسین B₁ مصرف خوراک و وزن بدن کم‌تری نسبت به تیمار شاهد داشتند و مکمل‌سازی ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ملاتونین در جیره غذایی منجر به بهبود مصرف خوراک و وزن بدن پرندگان شد [۱۳]. برخی از مواد مغذی در جیره غذایی مانند تریپتوفان از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر مصرف خوراک و وزن بدن هستند. تریپتوفان از طریق افزایش ترشح هورمون گرلین از دستگاه گوارش که مهم‌ترین هورمون تنظیم‌کننده مصرف خوراک در تک‌معه‌ای‌ها است، منجر به بهبود مصرف خوراک می‌شود. هم‌چنین با حفظ ترشح انسولین از سلول‌های بتا پانکراس در حیوانات در حال رشد منجر به افزایش متابولیسم مواد مغذی و افزایش وزن بدن می‌شود که می‌تواند توجیه‌کننده بهبود ایجادشده در وزن بدن و مصرف خوراک توسط تریپتوفان در مطالعه حاضر باشد [۲۵].

افزودن ۲/۵ قسمت در میلیون آفلاتوکسین B₁ منجر به افزایش معنی‌دار سطح مالون‌دی‌آلدهید گوشت بلدرچین ژاپنی شد و مکمل‌سازی ۰/۴۹ درصد تریپتوفان در جیره غذایی منجر به کاهش سطح مالون‌دی‌آلدهید شد [۱۲]. در مطالعه‌ای دیگر، مکمل‌سازی جیره با ۰/۷۸ درصد تریپتوفان میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت را به‌طور معنی‌داری کاهش داد [۱۴]. در حقیقت در طی

متابولیسم شدن آفلاتوکسین B₁ در داخل سلول رادیکال‌های آزاد و پر اکسیدهای لیپید تولید می‌شوند و سمیت آفلاتوکسین را افزایش می‌دهند. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌توانند به جلوگیری از آسیب‌های ناشی از اکسیداسیون کمک کرده و نقش مهمی در کاهش سطح رادیکال‌های آزاد داشته باشند. برخی از آنزیم‌های متابولیسم‌کننده مانند ۲، ۳ دی‌اکسیژناز که از مشتقات تریپتوفان است دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی است و با مصرف آنیون سوپراکسید به‌عنوان یک عامل اکسیداتیو، واکنش اکسیژناسیون تریپتوفان را کاتالیز می‌کند و مانع پراکسیداسیون لیپید در کبد می‌شود و در نتیجه میزان مالون‌دی‌آلدهید تولیدشده را کاهش می‌دهد [۸]. گزارش شده است مکمل‌کردن جیره با ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ملاتونین از آثار مخرب تغذیه جوجه‌های گوشتی با ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آفلاتوکسین جلوگیری کرده و موجب بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت می‌شود [۱۹]. استفاده از مکمل ملاتونین به‌دلیل دارابودن خواص آنتی‌اکسیدانی منجر به حذف رادیکال‌های آزاد می‌شود و اثر مهارکننده ملاتونین در برابر تنش اکسیداتیو گزارش شده است [۲۴]. در آزمایش انجام‌شده روی جوجه گوشتی تغذیه‌شده با یک قسمت در میلیون آفلاتوکسین مشاهده شد مکمل‌سازی جیره با ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ملاتونین می‌تواند میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت را به‌طور معنی‌داری کاهش دهد [۲۳]. در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد افزودن ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بتائین (تری‌متیل‌گلايسين) در جیره جوجه گوشتی منجر به کاهش میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت شد. تری‌متیل‌گلايسين، به‌عنوان یک دهنده گروه متیل، به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان برای جلوگیری از تنش اکسیداتیو عمل کند و رادیکال‌های آزاد را حذف می‌کند [۱۱].

با توجه به نتایج این پژوهش، تریپتوفان، ملاتونین و دی‌متیل‌گلايسين مسمومیت ناشی از آفلاتوکسین B₁ را بر

8. Essiz DI, Altintas L and Das YK (2006) Effects of aflatoxin and various adsorbents on plasma malondialdehyde levels in quails. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 50(4): 585-590.
9. Faix Š, Faixová Z, Plachá I and Koppel J (2009) Effect of *Cinnamomum zeylanicum* essential oil on antioxidative status in broiler chickens. *Acta Veterinaria Brno*, 78(3): 411-7.
10. Hussein MR, Ahmed OG, Hassan AF and Ahmed MA (2007) Intake of melatonin is associated with amelioration of physiological changes, both metabolic and morphological pathologies associated with obesity: an animal model. *International Journal of Experimental Pathology*, 88(1): 19-29.
11. Ifeanyichukwu CE, Joseph OA, Mohammed UK and Aliyu M (2017) Ameliorative effects of betaine and ascorbic acid on erythrocyte osmotic fragility and malondialdehyde concentrations in broiler chickens during the hot-dry season. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1): 380-385.
12. Khanipour S, Mehri M, Bagherzadeh-Kasmani F, Maghsoudi A and Assadi Soume E (2019) Excess dietary tryptophan mitigates aflatoxicosis in growing quails. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103(5): 1462-73.
13. Kim K, Oh CM, Ohara-Imaizumi M, Park S, Namkung J, Yadav VK, Tamarina NA, Roe MW, Philipson LH, Karsenty G and Nagamatsu S (2015) Functional role of serotonin in insulin secretion in a diet-induced insulin-resistant state. *Endocrinology*, 156(2): 444-52.
14. Liu Y, Yuan JM, Zhang LS, Zhang YR, Cai SM, Yu JH and Xia ZF (2015) Effects of tryptophan supplementation on growth performance, antioxidative activity, and meat quality of ducks under high stocking density. *Poultry Science*, 94(8): 1894-901.
15. Mehri M (2014) Optimization of response surface and neural network models in conjugation with desirability function for estimation of nutritional needs of methionine, lysine, and threonine in broiler chickens. *Poultry Science*, 93(7): 1862-1867.
16. Mir NA, Rafiq A, Kumar F, Singh V and Shukla V (2017) Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 54(10): 2997-3009.
17. Montgomery DC (2008) *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley and Sons, Inc New York, USA. pp. 300-301.

عملکرد رشد و میزان مالون‌دی‌آلدهید گوشت کاهش می‌دهد و استفاده از این مکمل‌ها در جیره غذایی بلدرچین ژاپنی مطلوب به نظر می‌رسد.

تشکر و قدردانی

از پرسنل پژوهشکده دام‌های خاص دانشگاه زابل که امکان اجرای این طرح را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع مورد استفاده

1. Bagherzadeh-Kasmani F and Mehri M (2015) Effects of a multi-strain probiotics against aflatoxicosis in growing Japanese quails. *Livestock Science*, 177: 110-116.
2. Bai M, Liu H, Xu K, Oso AO, Wu X, Liu G, Tossou MC, Al-Dhabi NA, Duraipandiyan V, Xi Q and Yin Y (2017) A review of the immunomodulatory role of dietary tryptophan in livestock and poultry. *Amino Acids*, 49(1): 67-74.
3. Bravo R, Matito S, Cubero J, Paredes SD, Franco L, Rivero M, Rodríguez AB and Barriga C (2013) Tryptophan-enriched cereal intake improves nocturnal sleep, melatonin, serotonin, and total antioxidant capacity levels and mood in elderly humans. *Age*, 35(4): 1277-85.
4. Chen J, Chen K, Yuan S, Peng X, Fang J, Wang F, Cui H, Chen Z, Yuan J and Geng Y (2016) Effects of aflatoxin B1 on oxidative stress markers and apoptosis of spleens in broilers. *Toxicology and Industrial Health*, 32(2): 278-84.
5. Chen X, Du W and Liu D (2008) Response surface optimization of biocatalytic biodiesel production with acid oil. *Biochemical Engineering Journal*, 40(3): 423-9.
6. Chen X, Naehrer K and Applegate TJ (2016) Interactive effects of dietary protein concentration and aflatoxin B1 on performance, nutrient digestibility, and gut health in broiler chicks. *Poultry Science*, 95(6): 1312-25.
7. Cupp MJ and Tracy TS (2003) *Dimethylglycine (N, N-Dimethylglycine)*. Dietary supplements: Springer. pp. 149-60.

18. Myers RH and Montgomery DC (2009) Response surface methodology: process and product optimization under designed experiments. 3rd ed. Wiley and Sons, New York. pp. 255-280.
19. Patil RJ, Sirajudeen M, Tyagi JS, Moudgal RP and Mohan J (2013) In vivo Efficacy of Melatonin and L-Tryptophan Against Aflatoxin Induced Endogenous Toxicities in Broiler Chickens. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 13(1): 117-124.
20. Pierron A, Alassane-Kpembi I and Oswald IP (2016) Impact of mycotoxin on immune response and consequences for pig health. *Animal Nutrition*, 2(2): 63-68.
21. Rosebrough RW (1996) Crude protein and supplemental dietary tryptophan effects on growth and tissue neurotransmitter levels in the broiler chicken. *British Journal of Nutrition*, 76(1): 87-96.
22. Salem R, El-Habashi N, Fadel SE, Sakr OA and Elbially ZI (2018) Effect of probiotic supplement on aflatoxicosis and gene expression in the liver of broiler chicken. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 60: 118-127.
23. Sirajudeen M, Kandasamy G, Jagbir ST, Ram Phal M, Jag M and Ram S (2009) Protective Effects of Melatonin in Reduction of Oxidative Damage and Immunosuppression Induced by Aflatoxin B1-Contaminated Diets in Young Chicks. *Environmental Toxicology*, 26(2): 153-160.
24. Turkoz Y, Celik O, Hascalik S, Cigremis Y, Hascalik M, Mizrak B and Yologlu S (2004) Melatonin reduces torsion-detorsion injury in rat ovary: biochemical and histopathologic evaluation. *Journal of Pineal Research*, 37(2): 137-41.
25. Zhang H, Yin J, Li D, Zhou X and Li X (2007) Tryptophan enhances ghrelin expression and secretion associated with increased food intake and weight gain in weanling pigs. *Domestic Animal Endocrinology*, 33: 47-61.