



تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۹

صفحه‌های ۵۸۱-۵۷۱

DOI: 10.22059/jap.2020.295745.623490

مقاله پژوهشی

بررسی اثر کیلات مس - متیونین و اسانس پونه کوهی بر عملکرد، کیفیت گوشت، پاسخ ایمنی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌های گوشتی

امین سعید^۱، محسن افشارمنش^{۲*}، محمد سالارمویی^۲

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

۲. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۱۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۰۸

چکیده

تأثیر کیلات مس - متیونین و اسانس پونه کوهی در مقایسه با آنتی‌بیوتیک بر عملکرد، کیفیت گوشت، پاسخ ایمنی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون با استفاده از ۲۴۰ قطعه جوجه گوشتی راس ۳۰۸ در یک آزمایش فاکتوریل ۳×۲ با سه سطح فزودنی (فاقد افزودنی، ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آنتی‌بیوتیک فلاووفسپولول و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره اسانس پونه کوهی) و کیلات مس - متیونین (صفر و ۱۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار و ۱۰ پرند در هر تکرار بررسی شد. در پایان دوره (۴۲ روزگی) از هر تکرار یک پرند نر برای انجام آزمایش‌های کیفیت گوشت، پاسخ ایمنی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون نمونه‌گیری شد. پرنده‌گانی که جیره حاوی کیلات مس - متیونین با فلاووفسپولول دریافت کردند وزن زنده بالاتری نشان دادند ($P < 0/05$). پرنده‌گانی که با جیره حاوی کیلات مس - متیونین تغذیه شدند، افزایش وزن بیشتر و ضریب تبدیل بهتری داشتند ($P < 0/05$). هم‌چنین پرنده‌گان تغذیه‌شده با جیره‌های فاقد افزودنی و آنتی‌بیوتیک با و بدون کیلات مس - متیونین در مقایسه با سایر گروه‌ها اکسیداسیون اسیدهای چرب بیشتر داشتند ($P < 0/05$). در سنین ۲۸ و ۴۲ روزگی بالاترین پاسخ ایمنی (تیترا آنتی‌بادی) در گروه کیلات مس - متیونین با اسانس پونه مشاهده شد ($P < 0/05$). نشان داده شد، اسانس پونه به ترتیب سبب کاهش و افزایش HDL و LDL خون گردید ($P < 0/05$). نتایج این پژوهش نشان داد، استفاده از کیلات مس - متیونین با آنتی‌بیوتیک، سبب بهبود بهره‌وری تولید و استفاده مکمل‌های کیلات مس - متیونین و اسانس پونه در جیره پرنده‌گان سبب بهبود کیفیت گوشت و افزایش ایمنی می‌شود.

کلیدواژه‌ها: اکسیداسیون اسید چرب، تیترا آنتی‌بادی، جوجه گوشتی، فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون، گیاه دارویی و مس آلی.

Evaluation effect of copper-methionine chelate, oregano essential oil on performance, meat quality, immune response and blood biochemical parameters of broiler chickens

Amin Saeid¹, Mohsen Afsharmanesh^{2*}, Mohamad Salarmoini²

1. Former M.Sc. Student, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

2. Associate Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Received: February 5, 2020

Accepted: April 27, 2020

Abstract

The effect of copper-methionine chelate and oregano essential oil in comparison to antibiotics on performance, meat quality, immune response and blood biochemical parameters were evaluated using 240 Ross 308 broilers in a 2×2×2 factorial experiment in a completely randomized design with four replicates and 10 birds per replicate. The treatments included three incremental levels (No additives, 500 mg/kg flavofosfolipol antibiotics and 100 mg/kg oregano essential oil of diet) and copper-methionine chelate (0 and 118 mg/kg diet). At the end of the period (42th day), one male bird was sampled from each replicate for exploring meat quality, immune response and blood biochemical parameters. Birds fed a diet containing copper-methionine chelate with flavofosfolipol showed higher live weight ($P < 0.05$). Birds fed a diet containing copper-methionine chelates had higher weight gain and better conversion ratio ($P < 0.05$). Also, birds fed diets without additives and antibiotics with and without copper-methionine chelates had more fatty acid oxidation than other groups ($P < 0.05$). At 28 and 42 days of age, the highest immune response (antibody titer) was observed in the copper-methionine chelate group with oregano essential oil ($P < 0.05$). It was shown that oregano essential oil decreased and increased LDL and HDL in the blood ($P < 0.05$), respectively. The results of this study showed that the use of copper-methionine chelate with antibiotics improved production efficiency and the use of copper-methionine chelate and oregano essential oil supplements in poultry diets improve meat quality and increased safety.

Keywords: Antibody titer, Biochemical blood parameters, Broiler chickens, Fatty acid oxidation, Herb and Organic copper.

مقدمه

صنعت طیور در قرن بیست و یکم با چالش‌های جدیدی از جمله محدودیت میزان مواد خوراکی در مقایسه با افزایش نیاز تولید مواجه است، در این رابطه سازمان غذا و کشاورزی اعلام کرده است که جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ میلادی به ۹/۳ میلیارد نفر خواهد رسید [۶]. در کنار افزایش نیاز به تولید، مهم‌ترین نگرانی مصرف‌کنندگان کیفیت و سلامت محصولات تولیدی گزارش شده است [۱۳]. آنتی‌بیوتیک‌ها به منظور کنترل بیماری‌ها و تحریک رشد مورد استفاده قرار می‌گیرند و سبب بهبود رشد و بازدهی خوراک می‌شوند، اما با وجود تمامی اثرات مثبت آنتی‌بیوتیک‌ها، بقایای آنتی‌بیوتیک‌های موجود در لاشه طیور، منجر به ایجاد سویه‌های مقاوم از جمله باکتری اشریشیاکلی و مانع از درمان بسیاری از بیماری‌ها مثل باسیلوز در طیور می‌شود [۳]. بنابراین اسیدهای آلی، عصاره‌های گیاهی، پروبیوتیک‌ها، آنزیم‌ها و پری‌بیوتیک‌ها را به عنوان جایگزین آنتی‌بیوتیک‌ها در جیره طیور مورد آزمایش قرار داده‌اند [۲۴]. فرآورده‌های گیاهی از دیرباز به دلیل در دسترس بودن، کاربرد آسان، نداشتن آثار سوء جانبی، خواص ضدباکتریایی و آنتی-اکسیدانی، برای درمان بعضی بیماری‌ها در انسان و حیوانات استفاده شده‌اند [۹].

پونه کوهی (*Origanum vulgare*) گونه‌ای از خانواده لابیاتا می‌باشد. گونه‌های خانواده لابیاتا همانند آویشن و پونه علاوه بر خاصیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی بالا، دارای خاصیت ضدقارچی، تحریک‌کننده اشتها و بهبوددهنده وضعیت محیط دستگاه گوارش هستند. همچنین این گیاه به واسطه وجود مواد فعال مثل کارواکرول و تیمول سبب افزایش تولید صفرا، تحریک آنزیم‌های لوزالمعده (لیپاز، آمیلاز و پروتئاز) شده و برخی ترکیبات آن سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های هضم‌کننده در سلول‌های موکوسی روده می‌گردند [۱۴]. گونه‌های

خانواده لابیاتا همانند آویشن و پونه به علت دارا بودن مقادیر بالای مونوترپن‌ها، تیمول و کارواکرول خاصیت آنتی‌اکسیدانی از خود نشان داده و چربی‌ها و رادیکال‌های هیدروکسیل را به مواد پایدارتر تبدیل می‌کنند [۱۴]. پژوهش‌ها نشان داده که گونه‌های گیاهان لابیاتا و اساس استخراچی از آن‌ها موجب کاهش کلسترول خون، افزایش خوش‌خوراکی، افزایش عملکرد و تقویت سیستم ایمنی می‌شوند [۶].

مس یک آنتی‌اکسیدان قوی است و جزئی از آنزیم سوپراکسید دیسموتاز می‌باشد. این آنزیم از غشای سلول در برابر رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کند [۲]. استفاده از مکمل‌های مس در تغذیه جوجه‌های گوشتی باعث کاهش کلسترول تام سرم و عضله و افزایش سطح کلسترول HDL سرم می‌شود. همچنین تغذیه سطوح بالای مس می‌تواند موجب کاهش تری‌گلیسرید سرم شود [۲۰]. کیلات‌های آلی - معدنی مانند کیلات مس - متیونین اثرات فیزیولوژیکی مختلفی، از جمله بهبود پاسخ ایمنی را نشان داده‌اند هرچند اثرات آن در حیوانات مختلف متفاوت است، ولی برای جوجه‌های گوشتی بهبود عملکرد رشد، سلامت پرند، کیفیت گوشت، و کاهش درصد ابتلا به آسیت گزارش شده است [۱۲]. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر کیلات مس - متیونین، اساس پونه کوهی، آنتی‌بیوتیک فلاووفسفولیپول، استفاده توأم آن‌ها بر عملکرد، کیفیت گوشت، پاسخ ایمنی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌های گوشتی است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با استفاده از ۲۴۰ قطعه جوجه گوشتی راس ۳۰۸ در یک آزمایش فاکتوریل ۳×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار و ۱۰ پرنده در هر تکرار انجام شد. جیره‌های آزمایشی بر پایه ذرت و کنجاله

تولیدات دامی

بررسی اثر کیلات مس- متیونین و اسانس پونه کوهی بر عملکرد، کیفیت گوشت، پاسخ ایمنی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌های گوشتی

دقیقه). در مرحله بعد، مقدار اکسیداسیون چربی نمونه از طریق اندازه‌گیری مقدار مالون دی‌آلدهید با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Eppendorf آلمان، مدل RS 232) برآورد شد [۱۱]. برای اندازه‌گیری pH، از پنج گرم نمونه گوشت و به کمک دستگاه pH متر (ELMETRON، مدل CP103) در دمای اتاق، pH نمونه‌ها اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب یک گرم از نمونه سینه مورد آنالیز قرار گرفت [۱۱]. برای اندازه‌گیری افت خونابه یک قطعه گوشت سینه (۲/۵ سانتی‌متر) بدون چربی و بافت هم‌بند برداشته و وزن گردید (وزن اولیه) نمونه مورد نظر به مدت ۲۴ ساعت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از ۲۴ ساعت دوباره وزن گردید [۲۵].

برای اندازه‌گیری افت پس از پخت، یک سانتی‌متر مکعب از گوشت سینه بریده و وزن گردید. نمونه به مدت ۲۴ ساعت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شد، پس از آن به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و دوباره وزن گردید [۲۵]. برای اندازه‌گیری پاسخ ایمنی عیار آنتی‌بادی تولیدشده علیه گلبول قرمز گوسفند از روش هم‌آگلوتیناسیون میکروتیتر استفاده شد. به این منظور، در ۲۱ و ۳۵ روزگی یک سی‌سی از محلول به سینه چپ یا راست دو جوجه از هر قفس تزریق شد، و خون‌گیری در دو مرحله و روزهای ۲۸ (پاسخ ایمنی اولیه) و ۴۲ (پاسخ ایمنی ثانویه) از ورید بال پرند در لوله حاوی ماده ضدانعقاد انجام شد. هم‌چنین برخی اندام‌های لنفاوی از جمله طحال و بورس فابریسیوس در انتهای دوره پرورش توزین گردید. برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی، در ۴۲ روزگی از ورید بال پرند خون‌گیری شد. غلظت تری‌گلیسرید، کلسترول و لیپوپروتئین با چگالی زیاد (HDL) در سرم با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون (تهران،

سویا در دوره‌های آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)، رشد (۲۴-۱۱) و پایانی (۲۵-۲۰) برای تأمین مواد مغذی توصیه شده در دفترچه راهنمای سویه تجاری راس ۳۰۸ تنظیم شد (جدول ۱).

در کل دوره پرورش آب و خوراک به صورت آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت، جیره‌ها به شکل آردی تهیه شدند. برنامه نوردهی به صورت ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی در کل دوره انجام شد. استخراج و جداسازی اسانس موجود در برگ گیاه پونه توسط دستگاه کلونجر انجام شد. کیلات مس- متیونین (EU Registration No. αBE2107) به صورت تجاری Novus[®] (Mintrex[®]Cu, Europe SA) تهیه گردید. این کیلات حاوی حداقل ۱۵ درصد مس (Cu) و ۷۸ درصد هیدروکسی آنالوگ متیونین ((2-hydroxy-4-methylthio) butanoic acid) و خلوص ۹۹/۹ درصد است.

در پایان آزمایش (۴۲ روزگی) وزن زنده اندازه‌گیری شد و افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل برای واحدهای آزمایشی محاسبه شد. از هر تکرار یک پرند نر برای انجام آزمایش‌های کیفیت گوشت (پایداری اکسیداتیو)، pH، ظرفیت نگهداری آب (Water Holding Capacity)، افت خونابه (Dripping Loss) و افت در نتیجه پخت (Cooking Loss) کشتار و از گوشت سینه نمونه برداری شد. نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایش در کیسه‌های نایلونی غیرقابل نفوذ به اکسیژن در دمای ۲۰- سانتی‌گراد نگهداری شدند [۱۲]. میزان مالون‌دی‌آلدهید نمونه‌ها به روش آزمون TBA اندازه‌گیری شد. برای این منظور، ۰/۵ گرم از نمونه سینه با ۲/۵ میلی‌لیتر محلول استاک مخلوط شد، محلول آماده شده به مدت ده دقیقه در حمام آب جوش در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. نمونه‌ها خنک و سپس سانتریفیوژ شد (سرعت ۵۵۰۰ دور در دقیقه، زمان ۲۵

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۹

16) و با استفاده از رویه GLM برای مدل (3) تجزیه و میانگین‌ها در سطح معنی‌داری پنج درصد با استفاده از آزمون توکی مقایسه شدند.

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ij} \quad (3) \text{ رابطه}$$

دراین رابطه، Y_{ij} : مقدار عددی هر مشاهده، A_i : اثر افزودنی‌ها، B_j : اثر کیلات مس-متیونین، $(AB)_{ij}$: اثر متقابل افزودنی‌ها و کیلات مس-متیونین و e_{ij} : اثر خطای آزمایش بود.

ایران) و به‌روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد. مقادیر لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL) و لیپوپروتئین با چگالی بسیار کم (VLDL) از رابطه‌های (1) و (2) محاسبه شد.

$$\text{رابطه (1)} \quad \text{LDL} = (\text{HDL}) - (\text{VLDL} - \text{کلسترول})$$

$$\text{رابطه (2)} \quad \text{VLDL} = \frac{\text{تری‌گلیسرید}}{5}$$

داده‌های آزمایش ابتدا از لحاظ نرمال‌بودن مورد بررسی قرار گرفت سپس توسط نرم‌افزار Minitab (نسخه

جدول 1. اجزا و ترکیب شیمیایی جیره‌های پایه مورد استفاده در سنین مختلف پرورش جوجه‌های گوشتی

پایانی (۲۵-۴۲ روزگی)	رشد (۱۱-۲۴ روزگی)	آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)	اجزای جیره (درصد)
۵۸/۸۵	۵۴/۰۹	۵۱/۱	دانه ذرت
۳۳/۱۵	۳۸/۴۷	۴۲/۱۵	کنجاله سویا (۴۴ درصد)
۴/۳۸	۳/۵	۲/۳۸	روغن سویا
۱/۲۳	۱/۳۳	۱/۴۴	کربنات کلسیم
۱/۱۳	۱/۳۲	۱/۵۲	دی‌کلسیم فسفات
۰/۳	۰/۳	۰/۳	نمک
۰/۳۳	۰/۳۶	۰/۴۲	DL-متیونین
۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۹	L-لیزین هایدروکلراید
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینی ^۱
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل معدنی ^۱
مواد مغذی محاسبه شده			
۳۲۰۰	۳۱۰۰	۳۰۰۰	انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری در کیلوگرم)
۱۹/۵	۲۱/۵	۲۳	پروتئین خام (درصد)
۰/۷۹	۰/۸۷	۰/۹۶	کلسیم (درصد)
۰/۳۹	۰/۴۳	۰/۴۸	فسفر قابل دسترس (درصد)
۱/۱۵	۱/۲۹	۱/۴۴	لازین (درصد)
۰/۸۵	۰/۷	۰/۷۷	متیونین (درصد)
۰/۹۱	۰/۹۹	۱/۰۸	متیونین + سیستین (درصد)
۰/۷۸	۰/۸۸	۰/۹۷	ترئونین (درصد)

۱. هر کیلوگرم جیره شامل ۱۲/۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۳۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۵۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲ میلی‌گرم ویتامین K3، ۲ میلی‌گرم ویتامین B1 (تیامین)، ۴ میلی‌گرم ویتامین B2 (ریبوفلاوین)، ۱ میلی‌گرم ویتامین B6 (پیرودوکسین)، ۰/۰۱۵ میلی‌گرم ویتامین B12 (سیانوکوبالامین)، ۵۰ میلی‌گرم ویتامین B9 (اسید فولیک)، ۱۵ میلی‌گرم ویتامین B5 (اسید پنتوتنیک)، ۶۰ میلی‌گرم کولین کلراید، ۱۰ میلی‌گرم بیوتین، ۵۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان، ۳ میلی‌گرم ید، ۲۰ میلی‌گرم سلنیوم، ۳ میلی‌گرم آهن، ۱۲ میلی‌گرم منگنز، ۱/۵ میلی‌گرم مس و ۵ میلی‌گرم روی بود.

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۹

بررسی اثر کیلات مس - متیونین و اسانس پونه کوهی بر عملکرد، کیفیت گوشت، پاسخ ایمنی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌های گوشتی

نتایج و بحث

نتایج مربوط به وزن زنده ۴۲ روزگی، افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل غذایی در (جدول ۲) گزارش شده است. نتایج نشان داد وزن زنده ۴۲ روزگی در گروه‌های تغذیه‌شده با کیلات مس - متیونین، آنتی‌بیوتیک با و بدون کیلات مس - متیونین به طور معنی‌داری از سایر گروه‌ها بیش‌تر بود. اثرات اصلی فاکتور کیلات مس - متیونین نشان داد افزودن کیلات مس - متیونین به جیره پایه، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی را در مقایسه با جیره فاقد کیلات مس - متیونین به‌طور معنی‌داری بهبود بخشید. مصرف خوراک تحت تأثیر فاکتورهای آزمایشی قرار نگرفت. میانگین وزن بالاتر در گروه‌های تغذیه‌شده با کیلات مس را می‌توان مربوط به بهبود ضریب تبدیل غذایی و ایمنی بالا ایجادشده در اثر مصرف کیلات مس - متیونین دانست. احتمالاً ایمنی ایجاد در زمان استفاده از کیلات مس - متیونین در اثر تعدیل کلی جمعیت میکروبی روده، بهبود سیستم آنتی‌اکسیدانی آنزیمی (به‌خصوص آنزیم سوپراکسید دیسموتاز) و هم‌چنین افزایش کارایی ویتامین‌های آنتی‌اکسیدان به خصوص ویتامین C دانست [۲۳].

در راستای تأیید نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، طی آزمایشی نشان داده شد جوجه‌های تغذیه‌شده با کیلات مس از افزایش وزن بیش‌تر و ضریب تبدیل بهتر در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بودند. این عملکرد بهتر را می‌توان ناشی از هضم، جذب و مورد استفاده قرارگرفتن بهتر منابع آلی درمقایسه با شکل معدنی آن‌ها دانست. هم‌چنین نشان داده شده عنصر مس در مسیرهای بیوشیمیایی مختلف از جمله سنتز پروتئین، سنتز ترکیبات مهمی مثل هم، طیف وسیعی از مکانسیم‌های حیاتی بدن مانند، سیستم ایمنی، هورمونی، آنزیمی، تولیدمثلی، تولید خون و سنتز ویتامین‌ها نقش دارد، بنابراین گزارش شد که اضافه‌کردن کیلات مس

به جیره جوجه‌های گوشتی سبب بهبود ضریب تبدیل و افزایش وزن روزانه گردید [۱۹]. افزودن مس در خوراک تأثیر مثبتی بر افزایش وزن و اصلاح میکروفلور دستگاه گوارش دارد [۱۵]. البته در تضاد با نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر گزارش شد که اضافه‌کردن کیلات مس - متیونین در سطوح پایین‌تر از ۱۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره تأثیر مثبتی بر افزایش وزن و وزن نهایی ندارد، که ممکن است به‌دلیل رسوب‌کردن مس در روغن در نتیجه زیاد شدن چسبندگی اجزای جیره و کاهش خوش‌خوراکی باشد [۲۱]. هم‌چنین، گزارش شده اضافه‌کردن ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آنتی‌بیوتیک سبب بهبود افزایش وزن به‌میزان ۲/۱ درصد، کاهش تلفات و افزایش درصد وزن لاشه می‌شود [۱۷].

نتایج مربوط به کیفیت گوشت در جدول ۳ نشان داده شده است. میزان TBA در گروه‌های فقط کیلات مس - متیونین، آنتی‌بیوتیک با کیلات مس - متیونین، اسانس پونه با و بدون کیلات مس - متیونین در مقایسه با سایر گروه‌ها کم‌تر بود ($P < 0.01$). pH گوشت، ظرفیت نگهداری آب، افت در نتیجه پخت و افت خونابه تحت تأثیر فاکتورهای آزمایشی قرار نگرفت. سطح پایین‌تر اکسیداسیون اسیدهای چرب گوشت در گروه‌های تغذیه‌شده با اسانس پونه احتمالاً به‌دلیل وجود مواد فعال گیاهی (فیتوژنیک) مثل تیمول و کارواکرول باشد.

مشخص شد که گونه‌های تیره چتریان و نعنایان ویژگی آنتی‌اکسیدانی بالایی دارند [۷]. اغلب افزودنی‌های گیاهی به‌دلیل دارابودن ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی قادرند با بهبود پایداری اکسیداتیو گوشت و تخم مرغ، عمر نگهداری آن‌ها را افزایش دهند [۴]. سوپراکسید دیسموتاز یکی از قوی‌ترین آنتی‌اکسیدان‌هایی است که در داخل بدن علیه رادیکال‌های آزاد مقابله می‌کند. مس یک آنتی‌اکسیدان قوی است که در حضور آنزیم آنتی‌اکسیدان سوپراکسید دیسموتاز شروع به فعالیت می‌کند تا از غشای

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۹

سیستم آنتی‌اکسیدانی - آنزیمی، با اثر بر ویتامین‌هایی که نقش آنتی‌اکسیدانی دارند، به‌ویژه ویتامین C موجب کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی بدن می‌گردد. به همین دلیل گزارش شده، استفاده از منابع آلی مواد معدنی که زیست‌فراهمی بالاتری در مقایسه با منابع معدنی دارند سبب بهبود دسترسی به مس (ارگانیک) شده و این امر بهبود عملکرد سیستم آنتی‌اکسیدانی را در پی خواهد داشت [۲۳].

سلول در برابر رادیکال‌های آزاد مراقبت کند [۲]. آنزیم‌های سرولوپلاسمین و سوپراکسید دیسموتاز در سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن نقش اساسی به‌عهده دارند، بنابراین کاهش آن‌ها بدن را به اثر پرواکسیدان‌ها و تنش اکسیداتیو حساس می‌کند. مس به‌همراه منگنز و روی از مواد معدنی آنتی‌اکسیدان می‌باشند، زیرا در ساخت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان شرکت می‌کنند [۱۸]. در صورت کمبود مس خوراک علاوه بر کاهش کارایی

جدول ۲. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در کل دوره پرورش (یک تا ۴۲ روزگی)

گروه‌های آزمایشی	وزن زنده ۴۲ روزگی (گرم)	افزایش وزن روزانه (گرم/پرنده/روز)	مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز)	ضریب تبدیل غذایی (گرم/پرنده/روز)
افزودنی (میلی‌گرم در کیلوگرم جیره)				
فاقد افزودنی	۲۲۴۴ ^{ab}	۵۱/۹۳	۹۴/۴۶	۱/۸۳۵
آنتی‌بیوتیک (۵۰۰)	۲۳۷۷ ^a	۵۲/۳۷	۹۲/۹۰	۱/۷۸۷
اسانس پونه (۱۰۰)	۲۱۵۵ ^b	۴۹/۶۱	۸۸/۴۷	۱/۷۹۵
SEM	۴۸/۹۱	۱/۴۵۵	۱/۶۵۸	۰/۰۴۳
P-Values	۰/۰۱۶	۰/۳۷۴	۰/۰۵۱	۰/۷۰۹
کیلات مس - متیونین (میلی‌گرم در کیلوگرم جیره)				
صفر	۲۱۷۴ ^b	۴۸/۸۰ ^b	۹۱/۸۷	۱/۸۹۰ ^a
۱۱۸	۲۳۴۳ ^a	۵۳/۸۱ ^a	۹۲/۰۱	۱/۷۲۱ ^b
SEM	۳۹/۹۴	۱/۱۸۸	۱/۳۵۷	۰/۰۳۵
P-Values	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۹۴۳	۰/۰۰۳
افزودنی				
کیلات مس - متیونین				
فاقد افزودنی	۲۰۹۲ ^b	۴۷/۹۲	۹۲/۷۲	۱/۹۴۱
فاقد افزودنی	۲۳۹۵ ^{ab}	۵۵/۹۴	۹۶/۲۱	۱/۷۲۸
آنتی‌بیوتیک (۵۰۰)	۲۲۵۹ ^{ab}	۴۹/۱۵	۹۱/۱۱	۱/۸۵۴
آنتی‌بیوتیک (۵۰۰)	۲۴۹۶ ^a	۵۵/۶۰	۹۴/۶۸	۱/۷۲۰
اسانس پونه (۱۰۰)	۲۱۷۲ ^b	۴۹/۳۳	۹۱/۷۹	۱/۸۷۴
اسانس پونه (۱۰۰)	۲۱۳۸ ^b	۴۹/۸۸	۸۵/۱۴	۱/۷۱۶
SEM	۶۹/۱۸	۲/۰۵۷	۲/۳۴۴	۰/۰۶۱
P-Values	۰/۰۴۸	۰/۱۸۹	۰/۰۶۸	۰/۸۰۳

a,b: در هر ستون اعدادی که با حروف غیر مشترک نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند ($P < 0/05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۹

بررسی اثر کیلات مس - متیونین و اسانس پونه کوهی بر عملکرد، کیفیت گوشت، پاسخ ایمنی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌های گوشتی

جدول ۳. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر پارامترهای کیفی گوشت جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

افزودنی (میلی گرم در کیلوگرم جیره)	TBA (میلی گرم / کیلوگرم)	pH	ظرفیت نگهداری آب (درصد)	افت در نتیجه پخت (درصد)	افت خونابه (درصد)
افزودنی (میلی گرم در کیلوگرم جیره)					
فاقد افزودنی	۰/۹۵۴ ^b	۵/۷۳۰	۵۶/۳۶	۳۷/۲۵	۹/۱۸۴
آنتی‌بیوتیک (۵۰۰)	۱/۱۱۴ ^a	۵/۷۳۳	۵۸/۲۱	۳۵/۹۲	۱۰/۵۲۶
اسانس پونه (۱۰۰)	۰/۷۳۰ ^c	۵/۶۹۳	۵۶/۹۱	۳۳/۲۴	۱۰/۳۲۳
SEM	۰/۰۴۳	۰/۰۴۰	۰/۸۲۰	۱/۲۳۰	۰/۴۶۹
P-Values	<۰/۰۰۰۱	۰/۷۴۹	۰/۲۸۶	۰/۰۹۰	۰/۱۲۱
کیلات مس - متیونین (میلی گرم در کیلوگرم جیره)					
صفر	۱/۰۸۳ ^a	۵/۷۲۹	۵۶/۴۸	۳۵/۱۹	۹/۸۷۶
۱۱۸	۰/۷۸۲ ^b	۵/۷۰۹	۵۷/۴۸	۳۵/۷۴	۱۰/۱۵۵
SEM	۰/۰۳۵	۰/۰۳۳	۰/۶۷۰	۱/۰۰۵	۰/۳۸۳
P-Values	<۰/۰۰۰۱	۰/۶۷۶	۰/۱۶۶	۰/۷۰۴	۰/۶۰۲
کیلات مس - متیونین					
افزودنی	کیلات مس - متیونین				
فاقد افزودنی	صفر	۱/۱۴۹ ^{ab}	۵/۶۹۳	۵۷/۵۰	۳۸/۸۴
فاقد افزودنی	۱۱۸	۰/۷۵۹ ^c	۵/۶۶۱	۵۴/۷۷	۱۰/۲۴۸
آنتی‌بیوتیک (۵۰۰)	صفر	۱/۳۲۰ ^a	۵/۶۹۴	۵۷/۱۶	۱۰/۳۹۹
آنتی‌بیوتیک (۵۰۰)	۱۱۸	۰/۹۰۹ ^{bc}	۵/۶۹۴	۵۶/۳۲	۹/۴۳۶
اسانس پونه (۱۰۰)	صفر	۰/۷۸۱ ^c	۵/۷۹۹	۵۹/۲۶	۸/۹۳۲
اسانس پونه (۱۰۰)	۱۱۸	۰/۶۷۹ ^c	۵/۷۷۲	۵۷/۹۵	۹/۹۱۸
SEM		۰/۰۶۱	۰/۰۵۷	۱/۱۶۱	۰/۶۶۳
P-Values		۰/۰۳۸	۰/۱۸۸	۰/۱۷۵	۰/۴۴۱

a,b: در هر ستون اعدادی که با حروف غیر مشترک نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی گردید [۱]. امام نتایج حاصل از پژوهشی نشان داد که استفاده از پودر پونه به مقدار ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره نتوانست درصد افت خونابه و افت در نتیجه پخت را تحت تأثیر قرار دهد [۲۲].

تأثیر فاکتورهای آزمایشی بر میزان تیتراژ آنتی‌بادی علیه گلبول قرمز گوسفند در سنین ۲۸ و ۴۲ روزگی و وزن نسبی بورس فابریسیوس و طحال در جدول (۴) آورده شده است. در سنین ۲۸ (پاسخ اولیه) و ۴۲ (پاسخ ثانویه)

فعالیت پونه به‌خاطر ترکیبات اصلی تیمول و کارواکرول آن می‌باشد، موادی که نفوذپذیری غشا سلول باکتری‌ها را تغییر می‌دهند و با چربی‌ها و رادیکال‌های هیدروکسیل واکنش داده و آن‌ها را به محصولات پایدار تبدیل می‌کنند [۲۵]. پژوهش‌گران نشان دادند، افزودن اسانس پونه در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در به تأخیر انداختن اکسیداسیون چربی نسبت به گروه شاهد مؤثر می‌باشد [۱۶]. نشان داده شده استفاده از مواد فعال گیاهی در زمان وجود تنش، سبب کاهش اثر تنش بر افت

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۹

کیلات مس متیونین به طور معنی داری افزایش یافت ($P < 0/05$).

میزان آنتی بادی های به وجود آمده بر علیه گلبول قرمز گوسفند نشان دهنده وضعیت سیستم ایمنی هومورال است. در آزمایشی استفاده از سطوح مختلف مخلوط تیمول و کارواکرو (60، 100 و 200 میلی گرم در کیلوگرم جیره) در تغذیه جوجه های گوشتی، سبب افزایش IgG و تیترا آنتی بادی بر علیه SRBC شد [8]. نتایج حاصل از پژوهشی دیگر نشان داد، استفاده از سطوح مختلف پودر گیاه پونه (0/5، 1، 1/5 و 2 درصد) در جیره جوجه های گوشتی سبب بهبود تیترا آنتی بادی بر علیه ویروس نیوکاسل شد.

روزگی بالاترین پاسخ ایمنی (تیترا آنتی بادی در برابر گلبول های قرمز گوسفند) در جیره حاوی کیلات مس- متیونین با اسانس پونه مشاهده شد، که به طور معنی داری از سایر گروه ها بیش تر بود. در هر دو سن افزودن کیلات مس- متیونین به اسانس پونه سبب افزایش معنی دار پاسخ ایمنی گردید و به عبارتی افزودن کیلات مس- متیونین به اسانس سبب تشدید تأثیر مثبت اسانس پونه بر پاسخ ایمنی گردید ($P < 0/05$). وزن نسبی بورس فابریسیوس تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ولی اثرات اصلی فاکتور کیلات مس- متیونین نشان داد وزن نسبی طحال با افزودن کیلات مس- متیونین نسبت به گروه فاقد

جدول ۴: تأثیر تیمارهای آزمایشی بر تیترا آنتی بادی بر علیه گلبول قرمز گوسفند (Log_2) و وزن نسبی اندام های لفاوی (درصد وزن بدن)

بورس	طحال	پاسخ ثانویه (۴۲ روزگی)	پاسخ اولیه (۲۸ روزگی)	گروه های آزمایشی
0/191	0/118	3/370 ^b	3/384 ^c	افزودنی (میلی گرم در کیلوگرم جیره)
0/190	0/120	4/572 ^c	3/675 ^b	فاقد افزودنی
0/218	0/126	7/835 ^a	6/800 ^a	آنتی بیوتیک (500)
0/015	0/004	0/048	0/051	اسانس پونه (100)
0/350	0/421	<0/0001	<0/0001	SEM
				P-Values
0/207	0/115 ^b	5/768 ^b	4/106 ^b	کیلات مس- متیونین (میلی گرم در کیلوگرم جیره)
0/193	0/128 ^a	6/083 ^a	5/133 ^a	صفر
0/012	0/003	0/039	0/042	118
0/448	0/019	<0/0001	<0/0001	SEM
				P-Values
0/198	0/109	5/470 ^c	3/467 ^d	افزودنی
0/183	0/127	5/270 ^c	3/300 ^d	کیلات مس- متیونین
0/205	0/116	4/435 ^d	3/550 ^{cd}	صفر
0/176	0/124	4/708 ^d	3/800 ^c	118
0/217	0/118	7/400 ^b	5/300 ^b	صفر
0/220	0/134	8/270 ^a	8/300 ^a	118
0/021	0/006	0/068	0/072	اسانس پونه (100)
0/767	0/703	<0/0001	<0/0001	اسانس پونه (100)
				SEM
				P-Values

a,b: در هر ستون اعدادی که با حروف غیر مشترک نشان داده شده اند، دارای اختلاف معنی داری می باشند ($P < 0/05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین ها.

بررسی اثر کیلات مس - متیونین و اسانس پونه کوهی بر عملکرد، کیفیت گوشت، پاسخ ایمنی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌های گوشتی

آنتی‌اکسیدانی مس باشد. در دوره دوم پایین‌ترین پاسخ سیستم ایمنی به تزریق گلبول‌های قرمز گوسفند مربوط به تیمارهای دریافت‌کننده آنتی‌بیوتیک بود. در پژوهش‌های زیادی به این نکته اشاره شده که استفاده از آنتی‌بیوتیک به دلیل از بین بردن باکتری‌های مفید دستگاه گوارش میزان تولید IgG را کاهش داده و در نتیجه سبب کاهش پاسخ سیستم ایمنی به محرک‌ها می‌گردد [۳]. در پرندگان، با استفاده از اندازه و وزن بورس فابریسیوس، به دلیل محل بلوغ لنفوسیت‌های T و B، می‌توان اطلاعاتی مربوط به بلوغ و ساختار سیستم ایمنی به دست آورد [۷].

گیاهان دارویی به دلیل بهبود فعالیت لنفوسیت‌ها و ماکروفاژها سبب افزایش فاگوسیتوز و تحریک تولید ایتترفرون می‌شوند که در نهایت منجر به بهبود عملکرد سیستم ایمنی می‌شوند [۵]. نتایج پژوهشی نشان داد که مکمل‌سازی جیره غذایی با مس هیچ تأثیر معنی‌داری بر تیترا آنتی‌بادی در جوجه‌های گوشتی نداشت و همچنین موجب تغییر معنی‌داری در اندازه اندام‌های لنفاوی نشد [۱۰]. استفاده هم‌زمان کیلات مس و اسانس پونه موجب ایجاد بالاترین تیترا آنتی‌بادی گردید، که علاوه بر آثار ذکر شده اسانس پونه، ممکن است به علت وجود اثرات

جدول ۵. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون (میلی‌گرم در دسی‌لیتر خون)

VLDL	LDL	HDL	CHOL	TG	گروه‌های آزمایشی	
					افزودنی (میلی‌گرم در کیلوگرم جیره)	
۱۰/۸۰	^a ۴۵/۰۳	^b ۶۴/۷۵	۱۲۱/۳	۵۴/۰۰	بدون افزودنی	
۱۳/۴۰	^a ۴۱/۰۹	^{ab} ۶۸/۶۳	۱۲۸/۴	۶۷/۰۰	آنتی‌بیوتیک (۵۰۰)	
۱۶/۶۳	^b ۳۴/۱۳	^a ۷۴/۸۴	۱۳۹/۶	۸۳/۱۲	اسانس پونه (۱۰۰)	
۱/۶۴۹	۱/۸۵۸	۲/۲۴۸	۵/۰۵۷	۸/۲۴	SEM	
۰/۰۶۸	۰/۰۰۲	۰/۰۱۹	۰/۰۵۸	۰/۰۶۸	P-Values	
					کیلات مس - متیونین (میلی‌گرم در کیلوگرم جیره)	
۱۳/۳۳	۴۱/۴۴	۶۸/۱۵	۱۲۹/۸	۶۶/۶۷	صفر	
۱۳/۸۸	۳۸/۷۳	۷۰/۶۷	۱۲۹/۷	۶۶/۴۲	۱۱۸	
۱/۳۴۶	۱/۵۱۷	۱/۸۶۵	۴/۱۲۹	۶/۷۳۰	SEM	
۰/۷۷۶	۰/۲۲۳	۰/۳۵۲	۰/۹۷۸	۰/۷۷۶	P-Values	
					کیلات مس - متیونین	
۱۰/۰۰	۴۳/۶۲	۶۵/۵۰	۱۲۶/۳	۵۰/۰۰	صفر	افزودنی
۱۱/۶۰	۴۶/۴۴	۶۴/۰۰	۱۱۶/۳	۵۸/۰۰	۱۱۸	بدون افزودنی
۱۲/۷۰	۴۳/۶۹	۶۸/۵۰	۱۲۸/۰	۶۳/۵۰	صفر	آنتی‌بیوتیک (۵۰۰)
۱۴/۱۰	۳۸/۵۰	۶۸/۷۵	۱۲۸/۷	۷۰/۵۰	۱۱۸	آنتی‌بیوتیک (۵۰۰)
۱۷/۳۰	۳۷/۰۰	۷۰/۷۴	۱۳۵/۳	۸۶/۵۰	صفر	اسانس پونه (۱۰۰)
۱۵/۹۵	۳۱/۲۵	۷۹/۲۵	۱۴۴/۰	۷۹/۷۵	۱۱۸	اسانس پونه (۱۰۰)
۲/۳۳۱	۲/۶۲۷	۳/۲۳۰	۷/۱۵۲	۱۱/۶۵۷		SEM
۰/۷۸۱	۰/۲۱۸	۰/۲۵۹	۰/۴۳۸	۰/۷۸۱		P-Values

a,b: در هر ستون اعدادی که با حروف غیر مشترک نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

تولیدات دامی

دوره ۲۲ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۹

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع مورد استفاده

1. Ali FH and Zahran DA (2010). Effect of growth enhancers on quality of chicken meat during cold storage. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 2(4): 219-226.
2. Arias VJ and Koutsos EA (2006) Effects of copper source and level on intestinal physiology and growth of broiler chickens. *Poultry Science*, 85(6): 999-1007.
3. Demir E, Sarica, Ş, Özcan, MA, and Sui Mez M (2003) The use of natural feed additives as alternatives for an antibiotic growth promoter in broiler diets. *British Poultry Science*, 44(S1): 44-45.
4. Durape NM (2007) Phytochemicals improve semen quality and fertility. *Mortality*, 3: 2-4b.
5. Galal AA, El-Araby IE, Hassanin, O and Omar AE (2016) Positive impact of oregano essential oil on growth performance, humoral immune responses and chicken interferon alpha signalling pathway in broilers. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 4(4): 57-65.
6. Ghazi S, Amjadian, T and Norouzi S (2015) Single and combined effects of vitamin C and oregano essential oil in diet, on growth performance, and blood parameters of broiler chicks reared under heat stress condition. *International Journal of Biometeorology*, 59(8): 1019-1024.
7. Grashorn MA (2010). Use of phytobiotics in broiler nutrition—an alternative to infeed antibiotics. *Journal of Animal and Feed Science*, 19: 338-347.
8. Hashemipour H, Kermanshahi H, Golian A and Veldkamp T (2013) Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry science*, 92(8): 2059-2069.
9. Hernandez F, Madrid J, Garcia V, Orengo J and Megias MD (2004) Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility and digestive organ size. *Poultry Science*, 83(2): 169-174.
10. Hosseini S, Arshami J and Torshizi ME (2010) Immunomodulatory effects of graded copper and zinc on SRBC titer and lymphoid organs in broiler chicks. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(11), 1650-1653.

تأثیر فاکتورهای آزمایشی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون در (جدول ۵) گزارش گردید. فراسنجه‌های تری‌گلیسرید، کلسترول و لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. البته آثار اصلی فاکتور اسانس پونه نشان داد جیره حاوی اسانس پونه سبب افزایش معنی‌دار مقدار HDL و کاهش مقدار LDL در مقایسه با جیره فاقد اسانس گردید.

گزارش شده که اسانس پونه به‌طور معنی‌داری سبب افزایش میزان تری‌گلیسرید و کاهش کلسترول و LDL شده است و در عین حال باعث بهبود نسبی عملکرد از طریق کاهش فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون و ارتقای سیستم ایمنی می‌شود. بنابراین با توجه به اثرات آنتی‌اکسیدانی و مفید گیاهان دارویی بر عملکرد طیور، به‌نظر می‌رسد استفاده از این گیاهان در شرایط تنش بسیار کمک‌کننده باشد [۸]. اضافه کردن ویتامین C و اسانس پونه به جیره می‌تواند به‌طور معنی‌داری سطح کلسترول و LDL را کاهش و سطح HDL را افزایش دهد [۶]. البته یافته‌ها در سایر مطالعات روی اسانس پونه متناقض می‌باشد، به‌طوری‌که برخی مطالعات کاهش و برخی افزایش و سایرین تأثیر غیر معنی‌دار این افزودنی را بر فراسنجه‌های سرم گزارش کردند. با این وجود گزارش‌هایی مبنی بر اثرات غیرمعنی‌دار اسانس پونه بر کلسترول، تری‌گلیسرید و LDL نیز وجود دارد [۳].

نتایج این پژوهش نشان داد کیلات مس- متیونین و آنتی‌بیوتیک سبب بهبود پارامترهای عملکرد رشد گردید. نشان داده شد که مکمل‌های کیلات مس- متیونین و اسانس پونه به‌وسیله تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی باعث بهبود پاسخ ایمنی و کاهش اکسیداسیون اسیدهای چرب گوشت گردید. با توجه به این نتایج و پتانسیل بالای این مکمل‌ها و در عین حال عدم مشاهده اثرات سوئی نظیر ایجاد مقاومت باکتریایی استفاده از این مکمل‌ها مطلوب به‌نظر می‌رسد.

بررسی اثر کیلات مس - متیونین و اسانس پونه کوهی بر عملکرد، کیفیت گوشت، پاسخ ایمنی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌های گوشتی

11. Jang A, Liu XD, Shin MH, Lee BD, Lee SK, Lee JH and Jo C (2008) Antioxidative potential of raw breast meat from broiler chicks fed a dietary medicinal herb extract mix. *Poultry Science*, 87: 2382-2389.
12. Kim GB, Seo YM, Shin KS, Rhee AR, Han J and Paik IK (2011) Effects of supplemental copper-methionine chelate and copper-soy proteinate on the performance, blood parameters, liver mineral content, and intestinal microflora of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 20(1), 21-32.
13. Lennernäs M, Fjellström C, Becker W, Giachetti I, Schmitt A, De-Winter, AM and Kearney M (1997) Influences on food choice perceived to be important by nationally-representative samples of adults in the European Union. *European Journal of Clinical Nutrition*, 41: S8-S15.
14. Luna A, Lábaque MC, Zygadlo JA and Marin RH (2010) Effects of thymol and carvacrol feed supplementation on lipid oxidation in broiler meat. *Poultry Science*, 89: 366-370.
15. Makarski B, Polonis A, Czech A and Sembratowicz I (2002) Effect of copper deriving from inorganic form and chelats on the components of blood and performance of turkeys. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska (sectio EE)*, 41, 287-293.
16. Marcincak S, Cabadaj R, Popelka P and Soltysova L (2008) Antioxidative effect of oregano supplemented to broilers on oxidative stability of poultry meat. *Slovak Veterinary Medicine*, 45, 61-66.
17. Miles RD, Butcher GD, Henry PR and Littell RC (2006). Effect of antibiotic growth promoters on broiler performance, intestinal growth parameters, and quantitative morphology. *Poultry Science*, 85(3), 476-485.
18. Muhammad SA, Bilbis LS, Saidu Y and Adamu Y (2012) Effect of antioxidant mineral elements supplementation in the treatment of hypertension in albino rats. *Oxidative Medicine and Ccellular Longevity*, 17 Jul 2012. <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2012/134723/>
19. Paik I (2001) Application of chelated minerals in animal production. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 14(SPI), 191-198.
20. Paik IK, Seo SH, Um JS, Chang MB and Lee BH (1999) Effects of supplementary copper-chelate on the performance and cholesterol level in plasma and breast muscle of broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 12(5), 794-798.
21. Pesti GM and Bakalli RI (1996). Studies on the feeding of cupric sulfate pentahydrate and cupric citrate to broiler chickens. *Poultry Science*, 75(9), 1086-1091.
22. Rimini S, Petracci M and Smith DP (2014) The use of thyme and orange essential oils blend to improve quality traits of marinated chicken meat. *Poultry Science*, 93(8), 2096-2102.
23. Underwood EJ (1999) The Mineral Nutrition of Livestock. *International Cabi publishing*. British Library. Londen. UK. ISBN 0 85199 128 9.
24. Windisch W, Schedle K, Pletzner C and Kroismayr A (2008) Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*, 86(suppl_14), E140-E148.
25. Yanishlieva NV and Marinova EM (2001) Stabilisation of edible oils with natural antioxidants. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 103(11), 752-767.