



تأثیر سطوح مختلف کورکومینوئیدها بر عملکرد، کیفیت تخم مرغ، برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون، پاسخ سیستم ایمنی و قابلیت هضم آن در مرغ‌های تخم‌گذار

رضا دلیری^۱، حسن کرمانشاهی^۲، ابوالقاسم گلیان^۳، محمود رضا جعفری^۴ و جلیل توکل افشاری^۵

۱ و ۳- دانشجوی دکتری و استاد تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد، (نویسنده مسؤول: kermansh@um.ac.ir)
۴ و ۵- استاد، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۷

چکیده

این مطالعه با هدف ارزیابی اثر سطوح مختلف کورکومینوئیدها در جیره بر صفات تولیدی، کیفیت تخم مرغ، برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی خونی، سیستم ایمنی و قابلیت هضم آنها در مرغ‌های تخم‌گذار طی مرحله پایانی دوره تولید اجرا شد. تعداد ۱۶۰ قطعه مرغ تخم‌گذار با سن ۶۰ هفته در قالب طرحی کاملاً تصادفی مشتمل بر چهار تیمار، هر تیمار متشکل از چهار تکرار و هر تکرار شامل ده پرنده مورد استفاده قرار گرفتند. تیمارها عبارت بودند از جیره پایه فاقد کورکومینوئید (جیره شاهد) و جیره‌های حاوی ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم کورکومینوئید خالص. صفات عملکرد به صورت هفتگی و صفات کمی و کیفی تخم مرغ هر دو هفته یکبار ارزیابی شدند. افزودن کورکومینوئیدها به جیره با بهبود معنی دار ($P < 0.05$) درصد تولید همراه بود. گروه‌های دریافت کننده کورکومینوئید در قیاس با گروه شاهد، توده تخم مرغ تولیدی بیشتری را به خود اختصاص دادند. تغییرات رنگ زرده از جمله تغییرات کیفیت داخلی تخم مرغ در نتیجه افزودن کورکومینوئیدها به جیره بود که از حیث آماری از هفته اول به بعد اختلاف معنی داری را نشان داد ($P < 0.05$). در هفته ۶۴ افزایش معنی داری در فعالیت آنزیم آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) در نمونه سرم گروه‌های دریافت کننده ۱۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم نشان داده شد ($P < 0.05$). در هفته ۶۸ آزمایش، نسبت HDL:LDL در گروه‌های دریافت کننده سطح ۴۰۰ و ۸۰۰ میلی گرم کورکومینوئید نسبت به گروه شاهد بالاتر بوده و اختلاف معنی داری را نشان داد ($P < 0.05$). افزودن ۴۰۰ میلی گرم کورکومینوئیدها توانست بالاترین تیترا انتی بادی نسبت به تیمارهای دیگر را به خود اختصاص دهد، همچنین همین سطح بیشترین میزان جذب را نیز دارا بود ($P < 0.05$). استفاده از کورکومینوئیدها در سطح ۴۰۰ میلی گرم توانست در رنگ زرده را بهبود و پاسخ ایمنی ایجاد کرده، همچنین سبب کاهش LDL شده و این سطح بیشترین جذب را به خود اختصاص داد.

واژه‌های کلیدی: کورکومینوئید، پروفیل لیپیدی خون، سیستم ایمنی، قابلیت هضم، کیفیت تخم مرغ، مرغ تخم‌گذار

مقدمه

یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های پرورش‌دهندگان مرغ تخم‌گذار، کاهش کیفیت پوسته تخم مرغ با افزایش سن پرنده می‌باشد (۲،۴،۵). در واقع مرغ‌های تخم‌گذار صرف نظر از اندازه تخم مرغ مقدار مشخصی از کلسیم را به ساخت پوسته اختصاص می‌دهند، بدین ترتیب افزایش اندازه تخم مرغ در پرندگان مسن، موجب کاهش ضخامت و کیفیت پوسته می‌شود (۳۷). به همین دلیل راهکارهای مؤثر در کاهش اندازه تخم مرغ در گله‌های مسن احتمالاً موجب بهبود کیفیت پوسته نیز خواهند شد. گزارش شده است که ترکیبات آنتی اکسیدان با کاهش میزان کلسترول در ترکیبات پیش ساز زرده باعث کاهش اندازه تخم مرغ شده و در عین حال با افزایش فراهمی ترکیبات پیش ساز زرده برای فولیکول‌های تخمدان، درصد تولید تخم مرغ و در نتیجه، گرم تخم مرغ تولیدی به ازای هر مرغ (egg mass) را بهبود می‌دهند (۴۸). از سوی دیگر، تولید پوسته تخم مرغ توسط غدد پوسته ساز رحم مرغ تخم‌گذار با تولید مالون دآلدئید (MDA) از مسیر بیوسنتز پروستاگلندینها توأم بوده (۲۸) و اثر سوء MDA بر کارکرد این غدد امری محتمل است. این در حالی است که استفاده از ویتامین E باعث کاهش غلظت MDA در غدد پوسته ساز و سرم خون شد (۲۸). در سال‌های اخیر استفاده از ترکیبات گیاهی در جیره‌های طیور مورد توجه قرار گرفته است. این ترکیبات اغلب به عنوان افزودنی‌های محرک رشد، ایمنی، اشتها و نیز

آنتی اکسیدان‌های طبیعی (۴۴) به جیره اضافه می‌شوند. زردچوبه ادویه‌ای معطر بوده و به منظور بهبود فرآیند نگهداری و طعم و رنگ (۱۶) به غذا اضافه می‌شود، زردچوبه حاوی سه کورکومینوئید بنام‌های کورکومین، دمتوکسی کورکومین و بیس دمتوکسی کورکومین می‌باشد که ۳-۵٪ زردچوبه را تشکیل می‌دهند، کورکومین (دی فرولوتیل متان)، یک پلی فنل از دسته دی آریل هپتانوئیدها، مهم‌ترین جزء فعال ریشه گیاه زردچوبه (Turmeric) با نام علمی Curcuma longa متعلق به خانواده زنجبیل می‌باشد، کورکومین رنگدانه‌های زرد رنگی هستند که از پودر خشک ریشه یا ریزوم‌های گیاه زردچوبه به دست آمده و دارای طیف گسترده‌ای از قابلیت‌های بیولوژیکی هستند که از جمله آنها می‌توان به خواص آنتی اکسیدانی و ضد سرطانی (۴۱)، ضد التهابی و کاهنده لیپید و کلسترول خون (۲۶) اشاره کرد. اثر استفاده از پودر زردچوبه در جیره مرغ‌های تخم‌گذار توسط تنی چند از محققان مورد بررسی قرار گرفته است (۳۵،۳۳،۲۱). اما اطلاعات چندانی در رابطه با تأثیر کورکومینوئیدها و همچنین کورکومین که مهم‌ترین مواد مؤثره موجود در این گیاه هستند بر فراسنجه‌های یاد شده، به ویژه فراسنجه‌های کیفی پوسته، در مرغ‌های تخم‌گذار مسن وجود ندارد. به همین دلیل، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف کورکومینوئیدهای خالص بر صفات عملکردی، صفات کیفی، کمی تخم مرغ، سیستم ایمنی، برخی از فراسنجه‌های خونی در

مراحل پایانی سیکل تخم گذاری و همچنین قابلیت هضم کورکومینوئیدها در این آزمایش مورد سنجش قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه با هدف ارزیابی اثر سطوح پله‌ای نانو کورکومین‌ها در جیره بر صفات تولیدی، ویژگی‌های کمی و کیفی تخم‌مرغ، فراسنجه‌های خونی در مرغ‌های تخم‌گذار و سیستم ایمنی طی مرحله پایانی دوره تولید (۶۰ تا ۶۸ هفته) طراحی و در مزرعه تجاری مرغ تخم‌گذار ۱۰۰۰۰۰ قطعه‌ای ثامن واقع در مشهد اجرا شد. برای این منظور تعداد ۱۶۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه‌های-لین W-36 با سن ۶۰ هفته در قالب طرح کاملاً تصادفی مشتمل بر چهار تیمار، هر تیمار متشکل از چهار تکرار (هر دو قفس پنج تایی مجاور به‌عنوان یک تکرار اختصاص داده شد) و هر تکرار حاوی ده پرنده مورد استفاده قرار گرفت. جیره پایه در این آزمایش بر پایه ذرت و کنجاله سویا بود و برای تأمین حداقل احتیاجات مورد نیاز مرحله تولید مرغ‌های تخم‌گذار با سن ۶۰ هفته و بالاتر تنظیم شده (های-لین W-36 management guide، ۲۰۱۵) و به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. سه تیمار دیگر در این مطالعه با افزودن سطوح ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نانو کورکومین که این سطوح توسط دپارتمان داروسازی پژوهشکده بوعلی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، طی فناوری به نانو ذرات تبدیل و سپس به جیره پایه افزوده گردید، و طی دوره ۵۶ روزه، مورد استفاده قرار گرفتند. کورکومین خالص از شرکت سامی لب (درصد خلوص بیش از ۹۶ درصد)^۱ تهیه شد. مدیریت سالن پرورش طی دوره آزمایش، براساس توصیه‌های راهنمای مدیریت مرغ تخم‌گذار های-لین W-36 صورت گرفت (۱۸). صفات عملکردی (درصد تولید، توده تخم‌مرغ تولیدی) به‌صورت هفتگی و صفات کیفی تخم‌مرغ شامل صفات کیفی پوسته (ضخامت و استحکام پوسته) و صفات زرده (درصد وزنی و رنگ) هر دو هفته یکبار مورد ارزیابی قرار گرفتند. تخم‌مرغ‌های مربوط به هر قفس روزانه جمع‌آوری، شمارش و توزین شدند. درصد تولید تخم‌مرغ روزانه هر تکرار با محاسبه روز مرغ به‌صورت تقسیم تعداد تخم‌مرغ تولیدی در آن روز بر تعداد مرغ موجود در تکرار حاصل شد. برای محاسبه توده تخم‌مرغ تولیدی از فرمول روبرو استفاده شد (۱۲):

توده تخم‌مرغ تولیدی روزانه (گرم/مرغ/روز) = $\frac{100}{\text{میانگین وزن تخم‌مرغ (گرم)}} \times \text{درصد تولید تخم‌مرغ}$

تخم‌مرغ‌ها سپس برای ارزیابی صفات زرده، سفیده و پوسته، شکسته شدند. زرده و سفیده توسط قاشق مخصوص، از هم جدا شده و با استفاده از دستمال کاغذی، آلبومین اضافی تا حد امکان از سطح زرده گرفته شد. سپس زرده با ترازی دیجیتال وزن کشی شد. وزن پوسته نیز پس از شستشو با آب شهری و خشک شدن در معرض هوا (۴۸ ساعت)، اندازه‌گیری شد. تمامی وزن کشی‌ها با استفاده از ترازی با دقت ۰/۰۰۱ گرم صورت گرفت. قطر پوسته‌های تخم‌مرغ بعد از وزن کشی، به وسیله میکرومتر دیجیتال مدل Mitutoyo با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر از سه ناحیه وسط، بالا و پایین پوسته اندازه‌گیری شد، سپس میانگین حاصله به

عنوان ضخامت پوسته تخم‌مرغ منظور گردید (۸). برای مشخص کردن رنگ زرده از واحد رش استفاده شد، تخم‌مرغ جمع‌آوری شده از واحدهای آزمایشی بر روی ظرف شیشه‌ای شکسته شده و رنگ زرده آنها، توسط چند داور مورد ارزیابی قرار گرفته و نمرات اختصاصی توسط چند فرد به هر یک از آنها با هم جمع شده و متوسط آنها به عنوان نمره نهایی برای آن واحد آزمایشی در نظر گرفته شده و در تجزیه آماری مورد استفاده قرار می‌گرفت.

در هفته‌های ۶۴ و ۶۸ دوره آزمایش، به‌منظور بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر سطح تری‌گلیسیرید، کلسترول، HDL، LDL و نیز فعالیت آنزیم‌های آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) و آسپارات آمینو ترانسفراز (AST)، دو مرغ به‌صورت تصادفی از هر تکرار انتخاب شدند و بعد از ده ساعت گرسنگی، ۲/۵ سی‌سی خون از ورید بال به وسیله سرنگ ۵ سی‌سی استریل گرفته شد و نمونه‌های سرم پس از لخته شدن خون، جدا و تا زمان انجام سنجش‌های مربوطه در دمای ۲۰°C- ذخیره شدند. فاکتورهای تری‌گلیسیرید (روش آنزیمی GPO/Trinder و با کیت تجاری Phosphate Buffered Saline)، کلسترول (روش آنزیمی CHOD-PAP و با کیت تجاری زیست شیمی)، HDL (روش آنزیمی CHOD-PAP و با کیت تجاری زیست شیمی) (۳۴)، LDL و اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های (ALT) و (AST) سرم خون با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون صورت گرفت (۱۰). به‌منظور ارزیابی سیستم ایمنی و بررسی پاسخ پادتن، در سن ۶۶ هفتگی، به سه قطعه از هر پن مقدار ۰/۵ سی‌سی گلبول قرمز گوسفند (SRBC) ۸ درصد به داخل عضله سینه‌ی پرنده‌ها تزریق شد. از ورید زیر بال مرغ‌ها در ۶۷ و ۶۸ هفتگی خونگیری انجام شد، وضعیت تیتراژ آنتی‌بادی و ایمنوگلوبین‌های تولید شده در پاسخ به SRBC به روش همواگلوتیناسیون ارزیابی شد. برای این منظور از میکروولیت ۹۶ خانه‌ای استفاده شد. ابتدا ۵۰ میکرولیتر بافر فسفات به تمام چاهک‌ها ریخته شد سپس به ۸ چاهک اول هر ردیف مقدار ۵۰ میکرولیتر سرم ریخته شد و در نهایت از چاهک اولیه ۵۰ میکرولیتر برداشته و به چاهک دوم ریخته و فرآیند رقیق سازی را انجام می‌دهیم، مقدار ۵۰ میکرولیتر SRBC به تمام خانه‌ها ریخته و اولین خانه‌ای که رسوب تشکیل شد بعنوان تیتراژ خوانده و لگاریتم عکس آن دقت به‌عنوان تیتراژ پادتن بر ضد SRBC گزارش شد، برای تعیین تیتراژ ضد ایمنوگلوبین G به‌طور مشابه SRBC عمل شد، با این تفاوت که برای تعیین ایمنوگلوبین G از مرکاپتواتانول استفاده شد و بقیه مراحل مشابه بود و ایمنوگلوبین M نیز از تفاوت تیتراژ SRBC و IgG محاسبه شد (۳۰). در ۶۸ هفتگی مرغ‌ها برای اندازه‌گیری میزان قابلیت هضم کورکومینوئیدها، ابتدا مرغ‌ها در قفس انفرادی قرار داده و به مدت ۲۴ ساعت به آنها خوراک به صورت آزاد داده شد تا به شرایط جدید عادت کنند. سپس جهت تخلیه دستگاه گوارش ۲۴ ساعت گرسنگی داده شد. بعد از آن سینی‌هایی در زیر هر کدام از قفس‌ها قرار داده شد و خوراک‌هایی حاوی درصد‌های مختلف کورکومینوئیدها به مدت ۷۲ ساعت به پرنده خوراندند،

درصد تولید و توده تخم مرغ تولیدی بیشتری را به همراه داشتند. به علاوه، پرندگان دریافت کننده ۴۰۰ میلی گرم کورکومینوئیدها در هر کیلوگرم جیره، در هفته پایانی آزمایش، بالاترین درصد تولید تخم مرغ و میانگین توده تخم مرغ تولیدی را به خود اختصاص دادند و اختلاف مشاهده شده بین این گروه با گروه شاهد معنی دار بود ($P < 0.05$). هم سو با این یافته‌ها، افزودن پودر زردچوبه به جیره در سطوح ۱، ۲ و ۴ درصد، بهبود درصد تولید تخم مرغ در قیاس با تیمار شاهد فاقد زردچوبه را در پی داشت و بالاترین سطح زردچوبه باعث کاهش مصرف خوراک شد، حال آنکه وزن تخم مرغ تحت تأثیر سطح زردچوبه قرار نگرفت (۴۲،۳۳). در مطالعه‌ای دیگر مکمل زردچوبه در کلیه سطوح مورد بررسی (۰/۱، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد)، به بهبود معنی دار درصد تولید تخم مرغ و توده تخم مرغ تولیدی منجر شد، حال آنکه مصرف خوراک تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. در این آزمایش، پرندگان دریافت کننده بالاترین سطح زردچوبه (۰/۵ درصد) بیشترین ارقام متوسط وزن تخم مرغ‌ها را به خود اختصاص دادند. ارتقای عملکرد پرند در نتیجه استفاده از زردچوبه یا مواد مؤثره آن در جیره را تا حدودی می‌توان به بهبود فلور میکروبی دستگاه گوارش (۳۸)، بهبود فعالیت آنزیم‌های گوارشی (۳۲)، قابلیت هضم مواد مغذی (۴۵) و افزایش فراهمی ترکیبات پیش ساز زرده برای فولیکول‌های سلسله مراتبی تخمدان (۴۸)، نسبت داد. به طور کلی با افزایش سن پرند عملکرد کبد کاهش می‌یابد، پودر زردچوبه یا ماده مؤثره آن باعث بهبود فعالیت سلول‌های کبدی می‌شود و به دنبال آن با بهبود عملکرد سلول‌های کبدی رشد فولیکول‌ها و نرخ تخمک اندازی افزایش یافته و سبب بهبود تولید خواهد شد (۳۶،۱). اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های کیفی و کمی تخم مرغ در جدول ۲ خلاصه شده است، هرچند افزودن کورکومینوئیدها به جیره، با بهبود فراسنجه‌های کیفی پوسته در هفته‌های مختلف دوره آزمایش همراه بود، اما این بهبودها، در قیاس با گروه شاهد از نظر آماری معنی دار نبود ($P < 0.05$).

در دوره جمع‌آوری کود، پس از اعمال ۱۲ ساعت محرومیت از غذا سینی مخصوص جمع‌آوری کود برداشته شد، فضولات دفعی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ملایم محیط قرار گرفت تا کاملاً خشک شود شایان ذکر است فلس‌ها، پر و سایر ضایعات احتمالی جدا شد سپس در آزمایشگاه در اون قرار داد شد تا کاملاً خشک شود. مقدار جیره مصرفی هر قفس در طی سه روز آزمایش با کسر جیره باقی مانده تعیین شد، نمونه‌های مدفوع پس از جمع‌آوری، آسیاب شد سپس نمونه‌ها با متانول رقیق گردید و رسوب حاصل توسط سانتریفوژ (۱۰۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه) جداسازی شد. متانول توسط جریان گاز نیتروژن حذف گردید و مقدار ۲۰ میکرولیتر از آن به دستگاه HPLC (شیماتزو، ژاپن) تزریق شد. در این مطالعه از روش USP (فارماکوپه آمریکا) به منظور تعیین مقادیر کورکومینوئیدها مورد استفاده قرار گرفت. فازمتحرک متشکل از تتراهیدروفوران و محلول اسید سیتریک بوده و ستون کروماتوگرافی از نوع C18*4.6*250mm و در طول موج ۴۲۵ نانومتر نمونه‌ها مورد آنالیز قرار گرفت (۱۹). داده‌های خام مربوط به تمام فراسنجه‌ها پس از سازماندهی و پردازش در برنامه اکسل، با استفاده از نرم افزار آماری Minitab 17 از لحاظ وجود داده پرت و نرمال بودن توزیع داده‌ها مورد بررسی قرار گرفتند و پس از حذف داده‌های پرت احتمالی، کلیه داده‌ها در قالب طرحی کاملاً تصادفی و با استفاده از رویه مدل خطی عمومی (GLM) نرم افزار SAS (۹/۱) مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند (۴۰). برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد (۴۷).

نتایج و بحث

تأثیر سطوح مختلف کورکومینوئیدها بر درصد تولید تخم مرغ و توده تخم مرغ تولیدی معنی دار بود ($P < 0.05$). جدول ۱، به طوری که طی هفته‌های ۶۶ و ۶۷ تمامی سطوح کورکومینوئیدها، طی هفته پایانی آزمایش سطوح ۴۰۰ و ۸۰۰ میلی گرم کورکومینوئیدها، در قیاس با تیمار شاهد،

جدول ۱- تأثیر سطوح مختلف کورکومینوئیدها بر درصد تولید تخم مرغ و توده تخم مرغ تولیدی روزانه در دوره‌های زمانی مختلف
Table 1. The effect of different levels of curcuminoids on egg mass and daily egg production at different periods

P value	†SEM	سطح کورکومینوئیدهای خالص در جیره (میلی گرم در کیلوگرم)					زمان (هفته)	
		۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	صفر			
۰/۲۲۸۳	۱/۴۷۳	۸۲/۰۴	۷۶/۷۹	۸۴/۸۲	۸۲/۱۴		۶۱	درصد تولید تخم مرغ
۰/۶۱۹۶	۱/۳۷۹	۸۳/۹۳	۸۷/۵۰	۸۲/۱۴	۸۳/۹۳		۶۲	
۰/۵۱۲۱	۱/۶۵۰	۸۰/۳۶	۸۳/۹۳	۷۷/۶۸	۷۷/۴۱		۶۳	
۰/۵۲۳۵	۲/۳۶۳	۷۱/۴۳	۷۴/۸۲	۷۰/۰۰	۶۸/۶۰		۶۴	
۰/۲۷۶۷	۲/۶۸۲	۷۰/۵۴	۸۰/۳۶	۶۶/۰۷	۶۹/۰۲		۶۵	
۰/۰۱۷۸	۳/۱۹۱	۷۶/۷۹ ^a	۸۲/۱۴ ^a	۷۶/۷۹ ^a	۵۸/۰۰ ^u		۶۶	
۰/۰۱۰۹	۳/۰۳۹	۸۱/۲۵ ^a	۸۴/۸۲ ^a	۸۲/۱۴ ^a	۶۲/۷۳ ^u		۶۷	
۰/۰۱۸۳	۳/۰۲۱	۷۸/۵۷ ^{uu}	۸۶/۶۱ ^a	۸۸/۴۰ ^a	۶۶/۳۳ ^u		۶۸	
۰/۰۷۶۰	۱/۹۶۱	۴۷/۶۹	۴۲/۵۶	۴۲/۳۸	۳۷/۵۰		۶۱	توده تخم مرغ تولیدی (گرم / روز / پرند)
۰/۸۷۳۷	۱/۴۱۰	۵۴/۶۰	۵۵/۹۲	۵۲/۵۲	۵۲/۴۴		۶۲	
۰/۷۵۰۴	۱/۵۲۶	۵۲/۳۳	۵۳/۶۳	۴۹/۷۰	۴۹/۴۳		۶۳	
۰/۱۵۲۹	۱/۸۶۱	۴۶/۴۸	۵۴/۲۲	۴۸/۱۲	۴۲/۴۵		۶۴	
۰/۳۶۱۷	۱/۸۷۴	۴۵/۸۷	۵۱/۳۷	۴۲/۲۸	۴۳/۷۴		۶۵	
۰/۰۲۶۷	۲/۱۰۲	۴۸/۶۵ ^a	۵۲/۳۹ ^a	۴۹/۹۸ ^a	۳۷/۰۷ ^u		۶۶	
۰/۰۲۲۴	۰/۹۵۵	۵۱/۴۹ ^a	۵۲/۸۷ ^a	۵۴/۲۳ ^a	۴۵/۷۵ ^u		۶۷	
۰/۰۱۹۳	۲/۱۰۱	۴۹/۸۸ ^{uu}	۵۵/۳۹ ^a	۵۷/۵۰ ^a	۴۲/۲۹ ^u		۶۸	

a-b میانگین‌های دارای بالاترین متفاوت در هر ردیف، دارای تفاوت معنی داری با یکدیگر می‌باشند ($P < 0.05$). SEM†: خطای معیار میانگین

استفاده از پودر ریزوم زردچوبه در سطوح صفر، ۰/۵، ۱/۵، ۲/۰ گرم در کیلوگرم جیره وزن مخصوص تخم مرغ، ضخامت پوسته و وزن مطلق و نسبی پوسته تخم مرغ را تحت تأثیر قرار نداد (۲۹). در مطالعه‌ای دیگر، استفاده از ۲ درصد پودر ریزوم زردچوبه در جیره مرغ‌های تخم‌گذار پوسته قهوه‌ای در سیکل دوم تولید تأثیری بر وزن نسبی پوسته و وزن مخصوص تخم مرغ نداشت (۲۵). به‌طور مشابهی استفاده از سطوح مختلف پودر زردچوبه (حاوی ۷/۹۷ درصد کورکومین) در جیره بلدرچین‌های تخم‌گذار تأثیری بر خواص کیفی پوسته تخم بلدرچین نداشت (۳۹). شاید بهبود نسبی نتایج به دست آمده در آزمایش حاضر با یافته‌های سایر محققان را بتوان با تفاوت موجود در نوع تیمارهای اعمال شده (کورکومین در مطالعه حاضر در برابر پودر ریزوم زردچوبه در سایر مطالعات) مرتبط دانست. هنگام استفاده از بافت‌های گیاهی، مواد مؤثره در داخل غدد و ماتریکس جامد گیاه حبس شده (۱۳) و به دلیل کوتاه بودن طول دستگاه گوارش طیور و زمان ماندگاری خوراک در مجرای گوارشی، این امکان وجود دارد که پرنده فرصت کافی برای استحصال و بهره‌گیری کامل از مواد مؤثره را نداشته باشد، به همین دلیل استفاده از مواد مؤثره به جای بافت کامل یا ماتریکس جامد گیاه در جیره طیور ممکن است نتایج متفاوتی را به همراه داشته باشد. شواهدی دال بر افزایش غلظت کلیسم در سرم خون مرغ‌های تخم‌گذار در نتیجه استفاده از ترکیبات آنتی‌اکسیدان در جیره، وجود دارد (۲۸، ۱۱). روند پاسخ درصد وزنی زرده، با افزایش سطوح کورکومینوئیدها به جیره، روند کاهشی نسبت به تیمار شاهد نشان داد هرچند این روند نیز از حیث آمار معنی‌دار نبود ($P < 0.05$)، گزارش شده است که افزودن سطوح پله‌ای ویتامین E (صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) به جیره مرغ‌های مادر گوشتی با کاهش خطی درصد وزنی زرده و درصد تولید تخم مرغ همراه بوده است (۴۸، ۳۱) در واقع، ویتامین E موجب کاهش سنتز کلسترول در کبد و کم شدن

مقدار آن در ترکیبات پیش ساز زرده شده و از این طریق توزیع و فراهمی این ترکیبات را برای فولیکول‌های سلسله مراتبی تخمدان بهبود می‌دهد، که این امر باعث کاهش وزن نسبی زرده و افزایش نرخ تخم‌گذاری می‌شود (۴۸). سیر تغییرات متغیر شاخص رنگ زرده در پاسخ به افزودن کورکومینوئیدها به جیره، در مقاطع زمانی مختلف متفاوت بود، به نحوی که در هفته ۶۲ دوره آزمایش تغییر معنی‌داری در این فراسنجه مشاهده نشد، حال آنکه در سه دوره‌ی دیگر، تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم کورکومینوئیدها در مقایسه با سایر تیمارها بالاترین رنگ زرده را به خود اختصاص داده و تفاوت معنی‌داری را از این حیث با تیمار شاهد رقم زد، اما در هفته ۶۸ دوره آزمایش این تیمار همراه با تیمار ۸۰۰ میلی‌گرم کورکومینوئیدها بیشترین شاخص رنگ زرده را به خود اختصاص دادند. بیشتر بودن رنگ در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم را شاید بتوان دلیلی بر بالا بودن میزان جذب این سطح نسبت به سایر سطوح استفاده شده اشاره کرد، همانطور که در جدول مربوطه مشاهده می‌شود با افزایش دز مصرفی کورکومین میزان رنگ زرده کاهش می‌یابد و شاید بدلیل کاهش قابلیت جذب این ماده باشد. در آزمایشی افزودن سطوح پله‌ای (صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ گرم در کیلوگرم) پودر ریزوم زردچوبه به جیره مرغ‌های تخم‌گذار، پس از چهار هفته، به بهبود غیر خطی شاخص رنگ زرده منجر شد، به‌طوری که تنها سطوح ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم این افزودنی موجب رقم خوردن تغییرات معنی‌دار در این فراسنجه شدند (۳۵). کورکومین رنگدانه‌ای طبیعی است که با افزودن آن به جیره (به‌ویژه جیره‌های بر پایه غلاتی غیر از ذرت)، شاخص رنگ زرده ممکن است تا حدودی بهبود یابد (۲۵). از سوی دیگر، کورکومین از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌های میانجی وقایع التهابی و یا از طریق افزایش سنتز گلوکوتایون، به عنوان ترکیبی آنتی‌اکسیدان عمل کرده و احتمالاً از این طریق رنگدانه‌های پیش‌ساز زرده را از گزند عوامل پراکسیدان محافظت می‌کند (۴۳).

جدول ۲- تأثیر سطوح مختلف کورکومینوئیدها بر صفات کیفی تخم مرغ در دوره‌های زمانی مختلف
Table 2. The effect of different levels of curcuminoids on egg quality traits at different periods

دوره آزمایش	صفت	سطح کورکومینوئیدها خالص در جیره (میلی‌گرم در کیلوگرم)					P Value	tSEM
		صفر	۴۰۰	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۶۰۰		
۶۲ هفته	درصد زرده	۲۷/۶۲	۲۵/۸۰	۲۵/۸۱	۲۶/۶۵	۲۶/۶۵	۰/۶۰۷۶	۰/۲۶۳۶
	رنگ زرده ^a	۷/۰۰	۷/۵۰	۷/۰۰	۶/۵۰	۶/۵۰	۰/۲۱۵۶	۰/۱۴۹۱
	ضخامت پوسته (میلی‌متر)	۰/۲۸۰	۰/۴۲۵	۰/۴۰۰	۰/۳۹۵	۰/۳۹۵	۰/۱۰۳۱	۰/۰۰۶۱
۶۴ هفته	درصد پوسته	۸/۸۸	۹/۳۲	۹/۰۳	۹/۰۲	۹/۰۲	۰/۱۸۵۶	۰/۰۵۹
	درصد زرده	۳۰/۲۹	۲۵/۵۳	۲۵/۵۴	۲۶/۸۷	۲۶/۸۷	۰/۰۵۱۴	۰/۷۳۷۲
	رنگ زرده ^a	۶/۵۰ ^b	۷/۵۰ ^a	۶/۷۵ ^b	۶/۰۰ ^d	۶/۰۰ ^d	۰/۰۰۶۲	۰/۱۷۶۱
۶۶ هفته	ضخامت پوسته (میلی‌متر)	۰/۲۸۳	۰/۴۰۸	۰/۴۰۰	۰/۴۰۷	۰/۴۰۷	۰/۲۵۰۴	۰/۰۰۴۹
	درصد پوسته	۸/۴۴	۹/۳۸	۸/۸۴	۸/۹۷	۸/۹۷	۰/۱۲۰۲	۰/۱۴۶۱
۶۸ هفته	درصد زرده	۲۸/۵۹	۲۵/۲۳	۲۵/۵۵	۲۵/۸۰	۲۵/۸۰	۰/۰۹۷۴	۰/۵۵۰۳
	رنگ زرده ^a	۶/۵۰ ^{bc}	۷/۲۵ ^b	۷/۰۰ ^{ab}	۶/۲۵ ^c	۶/۲۵ ^c	۰/۰۳۴۶	۰/۱۴۴۳
	ضخامت پوسته (میلی‌متر)	۰/۳۹۸	۰/۴۰۸	۰/۴۰۷	۰/۴۰۳	۰/۴۰۳	۰/۶۷۴۱	۰/۰۰۳۱
۶۸ هفته	درصد پوسته	۷/۷۷	۸/۳۹	۸/۱۵	۷/۹۵	۷/۹۵	۰/۱۶۹۰	۰/۳۱۰۱
	درصد زرده	۲۷/۵۵	۲۴/۸۰	۲۵/۳۱	۲۷/۴۵	۲۷/۴۵	۰/۱۷۱۳	۰/۵۵۴۷
	رنگ زرده ^a	۷/۰۰ ^a	۸/۰۰ ^d	۸/۰۰ ^d	۷/۰۰ ^a	۷/۰۰ ^a	۰/۰۰۷۲	۰/۱۶۵۲
۶۸ هفته	ضخامت پوسته (میلی‌متر)	۰/۳۹۵	۰/۴۱۵	۰/۴۰۵	۰/۴۰۷	۰/۴۰۷	۰/۶۴۱۰	۰/۰۰۶۲
	درصد پوسته	۸/۱۷	۹/۴۳	۸/۸۲	۸/۶۶	۸/۶۶	۰/۳۰۳۲	۰/۲۳۲۱

a-b: میانگین‌های دارای بالاترین تفاوت در هر ردیف، دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر می‌باشند ($P < 0.05$)، SEM⁺: خطای معیار میانگین‌ها.
^a: رنگ زرده با استفاده از شاخص رنگ سنخ رش (Rosh) اندازه‌گیری شد.

را به همراه دارد (۲۰،۱۴) با کاهش LDL احتمال بروز بیماری‌های قلبی عروقی نیز کاهش می‌یابد (۹،۶). همچنین گزارش شده است زردچوبه با افزایش فعالیت آنزیم‌های ضد اکسیدانی باعث کاهش پراکسیداسیون لیپیدها می‌شود. گروه‌های فنلی موجود در ساختار کورکومین نقش مهمی بر جلوگیری پراکسیدان لیپیدها دارد این گروه‌ها توانایی برداشت رادیکال‌های هیدروکسیل، سوپراکسیدها و اکسید نیتریک را دارد، کورکومین با افزایش فعالیت آنزیم‌هایی همچون گلوکاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دیس موتاز و همچنین کاتالازها نقش آنتی اکسیدانی خود را می‌تواند ایفا کند (۴۶). گزارش شده کورکومین توانسته حساسیت LDL را به اکسید شدن کاهش دهد. غلظت کلسترول تام، تری‌گلیسریدها، HDL و AST سرم در هیچ یک از ارزیابی‌های میان‌دوره و پایان‌دوره، تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگیرد ($P>0.05$). هم‌سو با یافته‌های ما، برخی از محققان عدم تأثیرپذیری معنی‌دار زردچوبه یا کورکومین بر غلظت کلسترول تام سرم مرغ‌های تخم‌گذار را گزارش کرده‌اند (۲۱). نتایج ناسازگار کورکومین بر غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول در گزارشات مختلف می‌تواند ناشی از مقدار کورکومین موجود در پودر زردچوبه و یا مقدار کورکومین استفاده شده در آزمایشات باشد. گزارش شده کورکومین توانایی تبدیل کلسترول به اسید صفراوی را داشته و این یکی از مهم‌ترین راه‌های برداشت کلسترول می‌باشد. کورکومین از طریق تحریک کبد به افزایش تولید آنزیم کلسترول هیدروکسیلاز توانایی تبدیل کلسترول به اسید صفراوی را افزایش می‌دهد (۴۹،۲۲،۷).

جدول ۳ تأثیر تیمارهای آزمایشی بر متغیرهای بیوشیمیایی منتخب سرم را نشان می‌دهد. در ارزیابی میان‌دوره‌ای فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم که در هفته ۶۴ دوره آزمایش به عمل آمد، استفاده از کورکومینوئیدها در بالاترین سطح (۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) به افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) در سرم خون مرغ‌های تخم‌گذار انجامید. فعالیت برخی آنزیم‌های کبدی نظیر ALT و اسپاراتات آمینو ترانسفراز (AST) به عنوان شاخص کارکرد کبد و شاخص مسمومیت سلول‌های کبدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بالا بودن فعالیت ALT نمونه سرم‌های در هفته ۶۴ دوره آزمایش تیمار ۱۲۰۰ میلی‌گرم کورکومینوئیدها و عدم مشاهده چنین اثری در پایان دوره آزمایش را شاید بتوان اینگونه تفسیر نمود که کبد پرنده در مواجهه با بالاترین دز کورکومین دچار تنش و مسمومیت شده و پاسخ ابتدایی آن به این تیمار به صورت افزایش فعالیت ALT متجلی شده است، اما به مرور زمان بدن پرنده با این تیمار سازگار شده و به همین دلیل در ارزیابی پایان دوره تفاوت معنی‌داری از این حیث بین تیمارها مشاهده نشد. با کاهش دز مصرفی کورکومینوئیدها در جیره، کاهش غلظت LDL و افزایش نسبت HDL:LDL در نمونه‌های سرم اخذ شده در انتهای دوره آزمایش (هفته ۶۸ دوره) توأم بود، به طوری که تفاوت گروه‌های ۴۰۰ و ۸۰۰ میلی‌گرم کورکومینوئیدها با گروه شاهد، از حیث نسبت HDL:LDL معنی‌دار بود ($P<0.05$). گزارش شده است ماده موثر زردچوبه (کورکومین) تأثیر کاهندگی بر LDL و افزایش آلفا توکوفرول

جدول ۳- تأثیر سطوح مختلف کورکومینوئیدها بر برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون مرغ‌های تخم‌گذار
Table 3. The effect of different levels of curcuminoids on biochemical serum characteristics in laying hens

مرحله سنجش سن	فراسنجه‌ها	سطح کورکومینوئید خالص در جیره (میلی‌گرم در کیلوگرم)				P value	†SEM
		صفر	۴۰۰	۸۰۰	۱۲۰۰		
هفته ۶۴	کلسترول تام ($^{mg/dl}$)	۱۶۳/۵۰	۱۶۵/۰۰	۱۸۷/۷۵	۱۸۷/۷۵	۰/۳۰۱۰	۶/-۳۴۲
	تری‌گلیسرید ($^{mg/dl}$)	۳۳۰۰/۷۵	۳۲۹۳/۵۰	۳۲۹۵/۷۵	۳۲۹۵/۷۵	۰/۹۹۸۶	۱۴/۵۱۳۴
	HDL ($^{mg/dl}$)	۳۳/۷۵	۳۳/۵۰	۳۳/۵۰	۳۲/۵۰	۰/۹۲۵۱	۰/۶۴۳۶
	LDL ($^{mg/dl}$)	۱۴۰/۷۵	۱۴۱/۷۵	۱۵۷/۰۰	۱۵۷/۰۰	۰/۳۰۴۴	۴/-۵۰۵
	HDL:LDL	۰/۲۴۰	۰/۲۳۶	۰/۲۱۴	۰/۲۱۰	۰/۴۱۶۳	۰/۰۰۶۵
	AST ($^{U/L}$)	۱۹۴/۵۰	۱۶۱/۲۵	۱۳۲/۰۰	۱۲۲/۰۰	۰/۲۱۴۲	۱۲/۱۱۴۲
هفته ۶۸	ALT ($^{U/L}$)	۱۷/۷۵ ^d	۲۴/۵۰ ^{ab}	۲۴/۵۰ ^{ab}	۲۸/۲۵ ^a	۰/۳۰۰۵	۱/۳۶۷۷
	کلسترول تام ($^{mg/dl}$)	۱۸۵/۲۵	۱۷۱/۰۰	۱۷۵/۰۰	۱۷۸/۰۰	۰/۹۵۴۸	۸/۳۶۴۴
	تری‌گلیسرید ($^{mg/dl}$)	۳۲۷۹/۸۰	۳۲۱۴/۰۰	۳۲۱۹/۳۰	۳۲۲۲/۵۰	۰/۹۳۷۴	۳۸/۱۲۴۱
	HDL ($^{mg/dl}$)	۳۱/۷۵	۳۲/۷۵	۳۲/۵۰	۳۲/۰۰	۰/۹۳۲۹	۰/۵۵۱۵
	LDL ($^{mg/dl}$)	۱۸۳/۷۵	۱۵۷/۷۵	۱۶۰/۷۵	۱۶۹/۷۵	۰/۰۶۱۸	۳/۹۱۱۵
	HDL:LDL	۰/۱۷۳ ^d	۰/۲۰۸ ^a	۰/۲۰۳ ^a	۰/۱۹۰ ^{ab}	۰/۰۴۰۲	۰/۰۰۵۱
	AST ($^{U/L}$)	۲۰۲/۲۵	۱۶۱/۰۰	۱۵۰/۰۰	۱۳۲/۰۰	۰/۲۶۰۴	۱۲/۷۰۴۸
	ALT ($^{U/L}$)	۲۲/۰۰	۲۲/۵۰	۲۴/۰۰	۲۵/۵۰	۰/۱۲۴۳	۱/۴۵۸۷

a-c: میانگین‌های دارای بالانویس متفاوت در هر ردیف، دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر می‌باشند ($P<0.05$). †SEM: خطای معیار میانگین

کورکومینوئیدها دارای اثرات ضد التهابی و آنتی اکسیدانی و همچنین بهبود دهنده سیستم ایمنی می‌باشد. گزارش شده که پودر زردچوبه می‌تواند باعث بهبود فعالیت لنفوسیت‌های T و B، ماکروفاژها و نوتروفیل‌ها شود که نتیجه چنین بهبودی تولید آنتی‌بادی بیشتر شده و در نهایت پاسخ ایمنی افزایش می‌یابد، این بهبود یاد شده که مطابق با نتایج این آزمایش نیز می‌باشد توسط کرمانشاهی و همکاران (۱۴) گزارش شد به نحوی که بهبودی در میزان تیترا IgM و IgG در روزهای

جدول ۴ تأثیر سطوح مختلف کورکومینوئید بر سیستم ایمنی همورال مرغ‌های تخم‌گذار را در این آزمایش نشان می‌دهد. میزان ایمنوگلوبولین IgM در مرغان تغذیه شده با سطح ۴۰۰ میلی‌گرم در مقایسه با گروه‌های دیگر در هفته ۶۷ اختلاف معنی‌داری را از خود نشان داد ($P<0.05$). عیار کل آنتی‌بادی تولیدی علیه SRBC، IgG در هفته ۶۸ آزمایش در سطح ۴۰۰ میلی‌گرم بالاترین پاسخ سیستم ایمنی همورال را در تمام صفات نشان داد ($P<0.05$). کورکومین موجود در

۲۱ و ۴۲ جوجه‌های تغذیه شده با کورکومین دیده شد. جوجه‌های تغذیه شده با سطح ۰/۸ درصد پودر زردچوبه دارای پادتن بهتری نسبت به سطح ۰/۴ نشان دادند. در مطالعه‌ی استفاده از پودر زردچوبه در سطوح مختلف اثر بخشی در پاسخ آنتی‌بادی بر علیه ویروس نیوکاسل از خود نشان داد. در تحقیق دیگری نشان داده شد که استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی نظیر زردچوبه میتواند عیار آنتی‌بادی را افزایش دهد (۳،۲۳،۲۴،۲۹).

جدول ۴- تأثیر سطوح مختلف کورکومینوئیدها بر پاسخ ایمنی همورال مرغان تخم‌گذار (\log_2)
Table 4. The effect of different levels of curcuminoids on humoral immune response in laying hens

P Value	SEM	سطح کورکومینوئیدها خالص در جیره (میلی گرم در کیلوگرم)				سن	فراسنج‌ها
		۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	صفر		
۰/۱۸۸۲	۰/۱۳۱	۹/۰۰	۹/۱	۹/۵	۸/۷	۶۷ هفته	Total-Anti SRBC
۰/۵۷۲۳	۰/۰۹۵	۷/۰	۷/۰	۷/۲	۶/۸۰		IgG
۰/۰۱۰۷	۰/۰۴۹	۲/۰ ^D	۲/۱ ^{ad}	۲/۳ ^a	۱/۹ ^D		IgM
۰/۰۰۰۱	۰/۱۲۷	۹/۷ ^D	۱۰/۰ ^{ad}	۱۰/۳ ^a	۹/۱ ^C	۶۸ هفته	Total-Anti SRBC
۰/۰۱۷۸	۰/۰۹۵	۷/۱ ^D	۷/۴ ^{ad}	۷/۷ ^a	۷/۰ ^D		IgG
۰/۰۸۳۱	۰/۰۸۳	۲/۶	۲/۶	۲/۵	۲/۱		IgM

a-c: میانگین‌های دارای بالانویس متفاوت در هر ردیف، دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر می‌باشند ($P < 0.05$). SEM⁺: خطای معیار میانگین‌ها

کورکومینوئیدها به طور ضعیفی توسط دستگاه گوارش انسان و یا پرند جذب می‌شوند چرا که آنها به سختی در آب حل می‌شوند و محدودیت اصلی استفاده از آنها، حل شدن ضعیف و متابولیسم سریع آنها است به علاوه جذب آنها از طریق معده و روده بسیار ضعیف است، یک لایه سطحی آب بر روی لایه اپیتلیال روده وجود داشته که مواد برای جذب شدن باید در این لایه حل شده و سپس عبور کنند کورکومین یک ماده لیوفیک بوده و به مقدار ناچیز در این لایه حل و در نهایت جذب می‌شود، یافته‌های ما نیز تأییدی بر این یافته‌ها بوده و مطابق با نتایج سایر محققین می‌باشد (۱۵،۱۷،۲۷،۴۱).

میزان قابلیت هضم کورکومینوئیدها در جدول ۵ نشان داده شده است، همانطور که مشاهده می‌شود سطح ۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم دارای بیشترین سطح جذب بوده و از حیث آماری نسبت به تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$). سطوح ۸۰۰ و ۱۲۰۰ میلی‌گرم از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشت. داده‌ها نشان می‌دهد با افزایش دز مصرف میزان قابلیت هضم کورکومینوئیدها نیز کاهش می‌یابد. مطالعات حیوانی متعددی نشان داده که کورکومینوئیدها در بدن سریعاً متابولیزه، در کبد کونجوجه و سپس عمدتاً از طریق مدفوع و مقداری نیز از راه ادرار به دلیل زیست فراهمی پایین کورکومینوئیدها دفع می‌شود.

جدول ۵- میزان قابلیت هضم کورکومینوئیدها به روش جمع‌آوری کل مدفوع در مرغان تخم‌گذار
Table 5. Digestibility of curcuminoids using total excreta collection in laying hens

P value	SEM	سطح کورکومینوئیدها خالص در جیره (میلی گرم در کیلوگرم)				
		۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	صفر	
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۵۲۸	۰/۰۳۹۴ ^B	۰/۰۳۹۵ ^B	۰/۰۵۴۵ ^a	۰/۰ ^C	هضم کورکومینوئید
		%۳/۹۴	%۳/۹۵	%۵/۴	۰/۰	درصد هضم

a-c: میانگین‌های دارای بالانویس متفاوت در هر ردیف، دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر می‌باشند ($P < 0.05$). SEM⁺: خطای معیار میانگین‌ها

گردید، که این فاکتورها می‌تواند دلیلی برای کاهش بیماری‌های قلبی عروقی و همچنین جلوگیری از چربی‌دار شدن کبد باشد. افزودن کورکومینوئیدها در سطح ۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم توانست بیشترین پاسخ سیستم ایمنی رو به خود اختصاص دهد همچنین همین سطح بیشترین جذب را نسبت به تیمارهای دیگر دارا بود. مطالعات بیشتری لازم است تا اثرات بیشتر کورکومینوئیدها به جیره مرغان تخم‌گذار در سلامتی انسان مشخص شود.

استفاده از کورکومینوئیدها به‌ویژه در سطوح ۴۰۰ و ۸۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره موجب بهبود عملکرد شد، در حالی‌که اثرات مثبت مشاهده شده در خواص کیفی پوسته در پاسخ کورکومینوئید جیره پایدار نبودند، کورکومینوئیدها همچنین در سطح ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در قیاس با سطح صفر آن توانست رنگ زرده را بهبود بخشد. کورکومینوئیدها در سطح ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره موجب کاهش LDL و افزایش نسبت HDL:LDL سرم

منابع

- Aggarwal, B.B., C. Sundaram, N. Malani and H. Ichikawa. 2007. Curcumin: The Indian Solid siold. *Advance in Experimental and Medicine and Biology*, 595: 1-75.
- Albatshan H.A., S.E. Scheideler, B.L. Black, J.D. Garlich and K.E. Anderson. 1994. Duodenal calcium-uptake, femur ash and eggshell quality decline with age and increase following molt. *Poultry Science*, 73: 1590-1596.
- AL-Sultan, S.I. 2003. The Effect of Curcuma longa (Tumeric) on overall performance of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 2: 351-353.
- American Council on Science and Health. 2002. The Role of Eggs in the Diet: Update Prepared for the American Council on Science and Health. American Council on Science and Health, 1995 Broadway, 2nd Floor, New York, NY.
- Arpasova, H., M. Halaj and P. Halaj. 2010. Eggshell quality and calcium utilization in feed of hens in repeated laying cycles. *Czech Journal of Animal Science*, 55: 66-74.
- Asai, A., K. Nakagawa and T. Miyazawa. 1999. Antioxidative effects of turmeric rosemary and capsicum extracts on membrane phospholipids peroxidation and liver lipid metabolism in mice. *Bio sci Biotech Biochem*, 63(12): 2118-22.
- Asai, A. and T. Miyazawa. 2001. Dietary curcuminoids prevent highfat diet-induced lipid accumulation in rat liver and epididymal Adipose tissue. *Journal of Nutrition*, 131: 2932-2935.
- Asmundson, V.S. and G.A. Baker. 1940. Percentage shell as a function of shell thickness, egg volume, and egg shape. *Poultry Science*, 19(4): 227-232.
- Babu, P.S., K. Srinivasan. 1997. Hypolipidemic action of curcumin the activity principle of turmeric in streptozotocin induced diabetic rats. *Mol Cell Biochem*, 166(1-2): 169-175.
- Bergmeyer, H.U., M. Grassl Walter, H.E. Hexokinase. In *Methods of Enzymatic Analysis*, 3rd edn, vol II, Bergmeyer HU, Bergmeyer J, Grassl M (eds). VCH Verlagsgesellschaft: Weinheim: 222-223.
- Bollengier-Lee, S., M.A. Mitchell, D.B. Utomo, P.E.V. Williams and C.C. Whitehead. 1998. Influence of high dietary vitamin E supplementation on egg production and plasma characteristics in hens subjected to heat stress. *British Poultry Science*, 39(1): 106-112.
- Dikmen, B.Y., A. Ipek, U.S. Ahan, M. Petek and A. Sözcü. 2016. The egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range). *Poultry Science*, 1-9.
- Dorman, H.J.D. and S.G. Deans. 2000. Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88: 308-316.
- Emadi, M., H. Kermanshahi and E. Maroufy. 2007. Effect of varying levels of turmeric rhizome powder on some blood parameters of broiler chickens fed corn soybean meal based diets. *International journal of Poulrty science*, 6(5): 345-348.
- Garcea, G., D.J. Jones, R. Singh, A.R. Dennison, P.B. Farmer, R.A. Sharma, W.P. Steward, A.J. Gescher and D.P. Berry. 2004. Detection of curcumin and its metabolites in hepatic tissue and portal blood of patients following oral administration. *British Journal of Cancer*, 90(5): 1011-1015.
- Govindarajan, V.S. 1980. Turmeric-chemistry, technology and quality. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 12: 199-301.
- Hoehle, S.I., E. Pfeiffer, A.M. Solyom and M. Metzler. 2006. Metabolism of curcuminoids in tissue slices and subcellular fractions from rat liver. *J. Agric. Food Chem*, 54(3): 756-64.
- Hy-Line International. 2015. Hy-Line W-36 Commercial layer Management Guide. Hy-Line International, Des Moines, IA.
- Jayaprakasha, G.K., L.J.M. Rao and K.K. Sakariah. 2005. Chemistry and Biological activities of C. longa. *Trends in Food Science & Technology*, 16: 533-548.
- Kamal-Eldin, A., J. Frank, A. Razdan, S. Tengblad, S. Basu and B. Vessby. 2000. Effects of dietary phenolic compounds on tocopherol, cholesterol, and fatty acids in rats. *Lipids*, 35(4): 427-35.
- Keshavarz, K. 1976. The influence of turmeric and curcumin on cholesterol concentration of eggs and tissues. *Poultry Science*, 55: 1077-1083.
- Kim, M. and Y. Kim. 2010. Hypocholesterolemic effects of curcumin via up-regulation of cholesterol 7 α -hydroxylase in rats fed a high fat diet. *Nutrition Research and practice*, 4(3): 191-5.
- Kumar, M., R.S. Choudhary and J.K. Vaishnav. 2005. Effect of supplemental prebiotic, probiotic and turmeric in diet on the performance of broiler chicks during summer. *Indian Journal of Poultry Science*, 40: 137-141.
- Kumari, P., M.K. Gupta, R.K. Ranjan, K.K. Singh and R. Yadava. 2007. Curcuma longa as feed additive in broiler birds and its pathophysiological effects. *Indian Journal of Experimental Biology*, 45: 272-277.
- Laganá, C., C.C. Pizzolante, P.H.N. Turco, J.E. de Moraes and É.S.P.B. Saldanha. 2012. Influence of the natural dyes bixin and curcumin in the shelf life of eggs from laying hens in the second production cycle. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 34(2): 155-159.
- Lantz, R.C., G.J. Chen, A.M. Solyom, S.D. Jolad and B.N. Timmermann. 2005. The effect of turmeric extracts on inflammatory mediator production. *Phytomedicine*, 12(6-7): 445-452.
- Marczylo, T.H., R.D. Verschoyle, D.N. Cooke, P. Morazzoni, W.P. Steward and A.J. Gescher. 2007. Comparison of systemic availability of curcumin with that of curcumin formulated with phosphatidylcholine. *Cancer Chemother. Pharmacol*, 60(2): 171-7.
- Mézes, M. and A. Hidas. 1992. Is there lipid peroxidation induced malondialdehyde production during egg shell formation? *Acta Veterinaria Hungarica*, 40(4): 297-301.
- Namagirilakshmi, S. 2005. Turmeric (Curcuma longa) as nutraceutical to improve broiler performance. M.V.Sc., thesis submitted to Tamil Nadu Veterinary and Animal Sciences University, Chennai-51.

30. Nelson, N.A., N. Lakshmanan and S.J. Lamont. 1995. Sheep red blood cell and Brucella abortus antibody responses in chickens selected for multitrait immunocompetence. *Poultry Science*, 74: 1603-1609.
31. Park, S.S., J.M. Kim, E.J. Kim, H.S. Kim, B.K. An and C.W. Kang. 2012. Effects of dietary turmeric powder on laying performance and egg qualities in laying hens. *Korean Journal of Poultry Science*, 39(1): 27-32.
32. Platel, K. and K. Srinivasan. 2000. Influence of dietary spices and their active principles on pancreatic digestive enzymes in albino rats. *Nahrung*, 44(1): 42-46.
33. Rahardja D.P., M.R. Hakim and V.S. Lestari. 2015. Egg production performance of old laying hen fed dietary turmeric powder. *International Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 2(7): 264 (Abstract).
34. Richmond, W. 1973. Preparation and properties of a cholesterol oxidase from *Nocardia* sp. and its application to the enzymatic assay of total cholesterol in serum. *Clinical Chemistry*, 19: 1350-1356.
35. Riasi, A., H. Kermanshahi and A.H. Mahdavi. 2012. Production performance, egg quality and some serum metabolites of older commercial laying hens fed different levels of turmeric rhizome (*Curcuma longa*) powder. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(11): 2141-2145.
36. Rivera-Espinoza, Y. and P. Muriel. 2009. Pharmacological actions of curcumin in liver diseases or damage. *Liver International*, 29: 1457-1466.
37. Rolan D.A. 1980. The Ability of Young and Old Hens to Change Shell Deposition with Sudden Natural Drastic Changes in Egg Size. *Poultry Science*, 59: 924-926.
38. Samarasinghe, K.C., S.T. Wenk, K.F. Silva and J.M.D.M. Gunasekera. 2003. Turmeric (*Curcuma longa*) root powder and mannanoligosaccharides as alternatives to antibiotics in broiler chicken diets. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 16(10): 1495-1500.
39. Saraswati, T.R., W. Manalu, D.R. Ekastuti and N. Kusumorini. 2013. The role of turmeric powder in lipid metabolism and its effect on quality of the first quail's egg. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 38(2): 123-130.
40. SAS Institute. 2005. SAS Users guide: Statistics. Version 9.12. SAS Institute Inc., Cary, NC. pp: 126-178.
41. Sharma, R.A., A.J. Gescher and W.P. Steward. 2005. Curcumin: The story so far. *European Journal Cancer*, 41: 1955-1968.
42. Sharif, H. 2016. Effects of adding different dietary levels of turmeric (*Curcuma longa* Linn) on productive performance and egg quality of laying hens. *International Journal of Poultry Science*, 15 (4): 156-160.
43. Sreejayan, N. and M.N. Rao. 1996. Free radical scavenging activity of curcuminoid. *Drug Research*, 46: 169-171.
44. Steiner, T. 2006. Natural Growth Promoters as a Key to Animal Performance. Nottingham University Press, Nottingham, United Kingdom.
45. Sundari, S., Z. Zuprizal, T. Yuwanta and R. Martien. 2014. The effect nanocapsule of turmeric extracts in rations on nutrient digestibility of broiler chickens. *Animal Production*, 16(2): 107-113.
46. Toda, S., M. Ohnishi, M. Kimura, K. Nakashima. 1988. Action of curcuminoids on the hemolysis and lipid peroxidation of mouse erythrocytes induced by hydrogen peroxide. *J Ethnopharmacol*, 23(1): 105-8.
47. Vlizadeh, M. and M. Moghaddam. 1984. Experimental designs in agriculture. Pistaz Elem Press, 1: 90-105.
48. Zaghari, M., V. Sedaghat and M. Shivazad. 2013. Effect of vitamin E on reproductive performance of heavy broiler breeder hens. *Journal Apply Poultry Reserch*, 22: 808-813.
49. Zuprizal, Z., T. Yuwanta, S. Supadmo, A. Kusmayadi, A.K. Wati, R. Martien and S. Sundari. 2015. Effect of liquid nanocapsule level on broiler performance and total cholesterol. *International Journal of Poultry Science*, 14(7): 403-406.

The Effect of Different Levels of Curcuminoids on Performance, Egg Quality, Some Biochemical Blood Indices, Immune System Response and their Digestibility in Laying Hens

Reza Daliri¹, Hasan Kermanshahi², Abolghasem Gholiyan³, Mohmod Reza Jafari⁴ and Jalil Tavakol Afshari⁵

1 and 3- Ph.D Student and Profesor, Poultry Nutrition, Department of Animal Science, Ferdowsi University of Mashahd

2- Profesor, Poultry Nutrition, Department of Animal Science, Ferdowsi University of Mashahd

(Corresponding author: Kermansh@um.ac.ir)

4 and 5- Profesor Medical Science, University of Mashahd

Received: August 12, 2017

Accepted: February 26, 2018

Abstract

This experiment was conducted to evaluate the effect of graded dietary levels of pure curcuminoid on productive performance, egg quality traits, some biochemical blood parameters, immune response and its digestibility in the late phase of production of laying hens. A total of 160 sixty-weeks-old Hy-Line (W-36) laying hens were used in a completely randomized design, including 4 treatments in four replicates of 10 hens each. Dietary treatments diets contained 0 (control), 400, 800 and 1200 mg curcumin per kg of diet. Performance traits were assessed weekly and egg quality variables were measured bi-weekly. Adding curcuminoids to the diet caused a significant increase in production percentage ($p < 0.05$). The hens receiving curcuminoid had more egg mass values. Changes in yolk color index as one of the internal egg quality traits were significant after the first week of experiment ($P < 0.05$). Significant increase in ALT activity was observed in the group supplemented with 1200 mg in week 64 ($P < 0.05$). In week 68, the ratio of HDL: LDL was significantly higher in the treatments that supplemented with 400 and 800 mg curcuminoids ($P < 0.05$). Adding 400 mg curcuminoid resulted in the highest immune response and also the highest amount of absorption ($P < 0.05$). Using 400 mg curcuminoid changed yolk color improved immune response and decreased LDL and the highest level of absorption was also observed in 400 mg curcuminoid.

Keywords: Curcuminoid, Lipid profile, Immune response, Digestibility, Egg quality, Laying hens