دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

تأثیر جیره حاوی مونوترپن‌های فنلی کارواکرول، منتول و تیمول بر عملکرد تولیدی و پاسخ ایمنی سلولی و هومورال در جوجه‌های گوشتی

آمنه رشیدیان[۱]، حشمت‌الله خسروی‌نیا[۲] و میرحسن بیرانوند[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
۲- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان (نویسنده مسوول: khosravi_fafa@yahoo.com)
۳- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، خرم آباد، لرستان
تاریخ دریافت: ۹۷/۵/۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۱۰
صفحه: ۱۰ تا ۱۸

چکیده

این مطالعه برای بررسی اثر جیره حاوی کارواکرول، منتول و تیمول به‌ترتیب با ۴۰۰، ۲۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم درکیلوگرم بر عملکرد تولیدی، پاسخ ایمنی سلولی و هومورال با استفاده از ۹۶ قطعه جوجه گوشتی نر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تکرار و هر یک شامل دو جوجه انجام شد. اثر جیره‌های آزمایشی بر افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵). افزودن منتول به جیره در دوره سنی ۱۴ تا ۴۲ روزگی مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی را در مقایسه با پرندگان شاهد و تغذیه شده با جیره‌های حاوی تیمول و کارواکرول کاهش داد (p<۰/۰۵). میانگین عیار آنتی‌بادی علیه ویروس‌های نیوکاسل و گامبورو در سن ۴۲ روزگی برای جوجه‌های دریافت کننده جیره حاوی کارواکرول، منتول و تیمول تفاوت معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵). وزن نسبی اندام‌های ایمنی شامل بورس فابریسیوس، طحال و تیموس در سن ۴۲ روزگی تحت تأثیر افزودن مونوترپن‌ها به جیره قرار نگرفت (p>۰/۰۵). درصد هتروفیل در خون جوجه‌های دریافت کننده منتول به طور معنی-داری از گروه شاهد کمتر بود (p<۰/۰۵). نسبت هتروفیل به لنفوسیت برای جوجه‌های دریافت کننده منتول نسبت به گروه شاهد کمتر بود ولی تفاوت معنی‌داری با جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی کارواکرول و تیمول نداشت (p>۰/۰۵). افزودن هر سه ترکیب منوترپن فنلی به جیره طی روزهای ۳۲ تا ۳۵ دوره پرورش، موجب کاهش التهاب ناشی از تزریق فیتوهماگلوتینین در ساعات ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ پس از تزریق شدند (p<۰/۰۵). نتیجه‌گیری شد که بر مبنای التهاب پوستی ناشی از تزریق فیتوهماگلوتینین، هر سه مونوترپن فنلی کارواکرول، منتول و تیمول، خاصیت ضد التهاب قابل توجهی بروز دادند.

واژه‌های کلیدی: ایمنی سلولی، ایمنی هومورال، جوجه گوشتی، عملکرد، مونوترپن فنلی

مقدمه

صنعت پرورش طیور نقش قابل توجهی در زنجیره غذایی و تامین نیاز پروتئینی جامعه انسانی به‌عهده دارد. در راستای ایفای این نقش، پرورش دهندگان طیور افزایش کمی و کیفی تولید و در عین حال حفظ سلامتی و کاهش تلفات پرندگان را اهداف اصلی خود می‌دانند (۱۵) درحالیکه پرورش طیور در گله‌های متراکم امکان بروز تنش و شیوع بیماری‌ها را افزایش داده است. میزان پاسخ ایمنی پرنده به هر عامل بیماری و تنش زا بر اساس تنوع ژنتیکی و محیطی که عامل تغذیه را نیز در بردارد، متغیر می‌باشد (۳۰). پاسخ ایمنی قوی‌تر نشان دهنده قدرت بیشتر در مقابله با عوامل بیماری‌زای خارجی است. معیارهای سنجش پاسخ ایمنی هومورال و با واسطه سلولی، دارای همبستگی مثبت با مقاومت عمومی در مقابل بیماری‌ها می‌باشد (۲۱).

در واحدهای پرورش طیور برای کاهش میزان وقوع بیماری‌ها و نیز کمک به افزایش رشد و بهبود صفات تولیدی از افزودنی‌های خوراک به‌خصوص مواد شیمیایی مختلف همچون آنتی بیوتیک‌ها در سطح وسیعی استفاده می‌شود (۲۴،۳۳). استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به‌منظور مبارزه با عوامل بیماری‌زا و بهبود عملکرد گله‌های طیور، علاوه بر تبعات منفی زیست محیطی، مشکلاتی همچون پدیدار شدن گونه‌های میکروبی مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها، باقیماندن بقایای آن‌ها در محصولات نهایی و اثرات سوء این مواد بر مصرف‌کنندگان را نیز به‌همراه داشته است (۱۳). لذا در آمریکا و اغلب کشورهای اروپا مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها در پرورش طیور ممنوع و در سایر کشورها نیز محدود شده‌است (۲۴). همگام با این محدودیت‌ها، تلاش برای یافتن جایگزین‌های مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها نیز افزایش یافته است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به گیاهان دارویی و مشتقات مختلف استخراج شده از آن‌ها اشاره کرد (۱،۱۲).

گیاهان دارویی به‌واسطه ترکیبات مؤثره موجود در بافت‌هایشان (فنل‌ها، پلی‌فنل‌ها، ترپنوئیدها و ...) اثرات ضد میکروبی، محرک ایمنی، محرک دستگاه گوارش و در نهایت محرک رشد دارند (۱،۲۶). در میان گونه‌های مختلف گیاهان دارویی، خانواده نعناعیان به‌طور خاص مورد توجه می‌باشند. اسانس این گیاهان حاوی طیف وسیعی از ترکیبات به‌خصوص چند مونوترپن فنولیک منتول، تیمول و کارواکرول هستند که برای آن‌ها خواص متعدد ضد میکروبی، ضد التهابی و آنتی‌اکسیدانی ذکر شده است (۲۶). کارواکرول، منتول و تیمول سه مونوترپن فنلی تک حلقه‌ای هستند که بخش اعظم اسانس گیاهان مهم خانواده نعناع مثل پونه، آویشن، مرزنجوش، مرزه، نعناع و نعناع فلفلی را تشکیل می¬دهند. غلظت کارواکرول در برخی گونه¬های گیاه مرزه تا ۹۴ درصد (۴)، غلظت تیمول در اسانس آویشن در نمونه‌های تهیه شده از مناطق مختلف ایران در دامنه¬ای از ۲/۵ تا ۷۸ درصد و غلظت منتول در اسانس نعناع نیز به‌طور میانگین، ۱۵/۷

درصد گزارش شده است. در میان مونوترپن¬های فنلی، کارواکرول به‌عنوان ترکیبی با سمیت بسیار اندک و ایمن برای انسان و سایر گونه‌های جانوری توصیف شده است به‌طوری که افزودن اسانس مرزه خوزستانی به آب آشامیدنی تا سطح ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اثر سمی برای مرغ‌های گوشتی نداشت و سطح ۴۰۰ میلی‌گرم در هر لیتر موجب بهبود رشد، ضریب تبدیل خوراک و کاهش چربی شکمی و کلسترول گوشت ران در مرغ‌های گوشتی شد (۴). نظر به محدود بودن اطلاعات در خصوص تأثیر مونوترپن‌های موجود در گیاهان خانواده نعناعیان بر عملکرد تولیدی و پاسخ ایمنی طیور، این آزمایش جهت ارزیابی اثرات کارواکرول، منتول و تیمول بر پاسخ ایمنی سلولی و هومورال و همچنین عملکرد تولیدی در جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این آزمایش ۴۰۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ خریداری و تا سن ۱۱ روزگی روی بستر پرورش یافت. در طی دوره پرورش، برنامه نوردهی سالن به‌طور مصنوعی، به‌صورت ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی اعمال شد. میانگین دمای سالن در طول دوره، ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۵ درصد بود. جوجه‌ها به آب و دان به‌صورت آزاد دسترسی داشتند. برنامه واکسیناسیون بر اساس توصیه کارشناسان دامپزشکی، در یک و ۲۱ روزگی علیه برونشیت و نیوکاسل (سویه لاسوتا)، به‌صورت قطره‌ی چشمی اجرا شد. در سن ۱۱ روزگی جوجه‌های ماده جدا شدند و جوجه‌های با میانگین وزنی ۱۰±۳۰۰ گرم به ۴۸ گروه دو قطعه‌ای تقسیم و به ۴۸ واحد آزمایشی (قفس) انتقال یافتند. قفس‌های آزمایشی در چهار ردیف (بلوک) عمود بر جهت جریان هوای ورودی به سالن تعبیه شده بودند. برای بررسی تأثیر هر یک از چهار تیمار آزمایش ۱۲ تکرار استفاده شد. هر تکرار شامل یک قفس حاوی دو قطعه جوجه ماده بود. جوجه‌ها در سن ۱۱ روزگی قبل از قرار گرفتن در قفس، شماره بال دریافت کردند و پس از سه روز دوره عادت‌پذیری در قفس، در ابتدای روز ۱۵ توزین و مصرف جیره‌های آزمایشی را آغاز کردند. دو جیره‌ی غذایی سوپر استارتر (صفر تا ۱۱ روزگی) و پیش‌دان (۱۲ تا ۴۲ روزگی) بر اساس توصیه‌های کاتالوگ مربوط به سویه راس ۳۰۸ تنظیم گردید (جدول ۱). با افزودن منوترپن‌های فنولی مورد نظر به جیره پیش‌دان، چهار جیره‌ی آزمایشی مورد استفاده در سن ۱۵ تا ۴۲ روزگی به‌صورت زیر فراهم شد؛ ۱- جیره‌ی شاهد (بدون افزودنی)، ۲- جیره‌ی شاهد مکمل شده با ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کارواکرول، ۳- جیره‌ی شاهد مکمل شده با ۲۰۰ میلی‌گرم درکیلوگرم منتول و ۴- جیره‌ی شاهد مکمل شده با ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تیمول. دزهای مورد استفاده بر مبنای نتایج آزمایشات قبلی انتخاب شدند (۲،۱۹). مقادیر مورد نظر از اسانس‌ها، قبل از هر بار خوراک‌دهی، به جیره مصرفی جوجه‌ها اضافه شد. بر این اساس، در طول آزمایش، دز مورد نظر از هر مونوترپن فنولیک مستقیماً به خوراک افزوده گردید و در یک وعده صبح و یک وعده عصر پس از مخلوط کردن کامل و سریع با خوراک، در اختیار جوجه‌ها قرارگرفت (۴). برای محلول کردن مقادیر اولیه منتول و تیمول از یک میلی‌لیتر الکل اتیلیک استفاده شد. کارواکرول مورد استفاده با خلوص ۹۴ درصد از شرکت گیاهان دارویی خرمان، لرستان، خرم آباد و منتول و تیمول به‌صورت کریستال خالص از شرکت نگین طب، لرستان، خرم آباد تهیه شد. در سنین ۱۴ و ۴۲ روزگی رکوردهای وزن زنده پرندگان به‌صورت انفرادی ثبت شد و برای محاسبه افزایش وزن روزانه مورد استفاده گرفت. جهت سنجش وزن جوجه‌های آزمایشی ترازوی الکترونیکی با دقت یک صدم گرم به‌کار گرفته شد. میزان افزایش وزن با کم کردن میانگین وزن در اول دوره از وزن در آخر همان دوره محاسبه شد. خوراک مصرفی هر پن با کم کردن میزان خوراک باقی‌مانده در دانخوری هر قفس از مجموع خوراک ریخته شده در طی آن یک هفته محاسبه شد. برای توزین خوراک از ترازوی الکترونیکی با دقت یک صدم گرم استفاده گردید. ضریب تبدیل خوراک برای دوره سنی ۱۴ تا ۳۵ تا ۴۲ روزگی با تقسیم نمودن میزان خوراک مصرفی بر میانگین افزایش وزن دو مرغ موجود در یک قفس در هر دوره محاسبه شد (۲).

وزن مطلق اندام‌های ایمنی (طحال، بورس و تیموس)، برای همه پرندگان کشتار شده در سن ۴۲ روزگی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد، و با تقسیم کردن بر وزن زنده پرنده قبل از کشتار به‌صورت درصد بیان شد. در سن ۴۲ روزگی به‌منظور شمارش سلول‌های سفید خون، از هر تیمار ۱۰ پرنده انتخاب و در زمان کشتار، از خون سرخرگ گردنی آن‌ها گسترش خونی تهیه شد.گسترش‌های خونی با روش هماتوکسیلین–ائوزین رنگ‌آمیزی وشمارش تفریقی سلول‌ها به‌منظور تعیین تعداد نسبی گلبول‌های سفید خون با میکروسکوپ نوری انجام شد. میزان حساسیت پوستی به تزریق فیتوهماگلوتینین (۳۲) به‌صورت اختلاف ضخامت پوست پرده پای راست (با تزریق ۰/۲ میلی لیتر) و پای چپ (بدون تزریق) در ساعات صفر، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸، پس از تزریق با استفاده از میکرومتر (با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر) در سن ۳۲ تا ۳۵ روزگی مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌منظور تعیین عیار آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل، برونشیت و گامبورو، طی دو مرحله، ۲۱ و ۴۲ روزگی نمونه خون تهیه و به آزمایشگاه مرجع دامپزشکی ارسال شد.

پس از اتمام آزمایش، داده‌ها با انجام تبدیلات لازم برای آنالیز آماری آماده شد و با استفاده از proc mixed در نرم‌افزار سیستم آنالیز آماری (۳۱) در قالب مدل (۱) زیر آنالیز شد.

$$Yijk = \mu + Mi + Bj + \varepsilon ijk \qquad (۱)$$

در این مدل Yijk: متغیر وابسته (صفت اندازه‌گیری شده)، μ: بیانگر میانگین جامعه برای صفت موردنظر، Mi: نماد iامین مونوترپن، Bj: jامین اثر بلوک و εijk: خطای مربوط به هر مشاهده برای هر متغیر است. در مدل فوق بلوک به‌عنوان یک فاکتور با اثر تصادفی لحاظ شد. داده‌های مربوط به عیار آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل، گامبورو و برونشیت و همچنین داده‌های مربوط به واکنش التهاب پوستی به تزریق فیتوهماگلوتینین به‌دلیل داشتن چند رکورد برای یک

پرنده، از روش اندازه‌گیری‌های تکرار شده (Repeated Measurment Design) و با استفاده از مدل خطی (۲) زیر آنالیز شدند (۲۲).

(۲)

$$Yijkl = \mu + Ti + Yij + Ak + (TA)ik + BI + eijkl$$

Y_{ijkl}: مشاهده مربوط به jامین حیوان در iامین تیمار و kامین روز آزمایش است. μ: میانگین کل، Ti: اثر ثابت iامین تیمار، A_k: اثر kامین هفته آزمایش، $(TA)_{ik}$: اثر متقابل بین iامین حیوان و kامین سن آزمایش، γ_{ij} : اشتباه تصادفی با میانگین صفر و واریانس بین حیوانات درون هر تیمار یا کوواریانس بین دو رکورد متوالی هر حیوان است، BI: اثر تصادفی مربوط به iامین بلوک کامل است. e_{ijk} اشتباه تصادفی با میانگین صفر و واریانس بین اندازه‌گیری‌های درون حیوانات است.

جدول ۱- مواد خوراکی تشکیل‌دهنده جیره‌های آزمایش (درصد)

Table 1. The composition of the ingredients of the experimental diets (%)

	آغازین	رشد
ترکیبات خوراکی (درصد)	۱ تا ۱۴ روزگی	۱۵ تا ۴۲ روزگی
ذرت	۵۱/۷۵	۵۳/۰۰
گندم	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰
روغن سویا	۲/۵۰	۲/۷۰
کنجاله سویا	۳۱/۶۵	۲۹/۶۰
کربنات کلسیم	۱/۹۰	۲/۴۹
دی کلسیم فسفات	۰/۷۵	۰/۹۰
نمک	۰/۲۹	۰/۲۹
دی–ال متیونین	۰/۳۷	۰/۳۰
ال– لیزین (منو هیدرو کلراید)	۰/۳۳	۰/۲۵
ال–ترئونین	۰/۰۵	۰/۰۵
فیتاز	۰/۰۲۵	۰/۰۲
مکمل مواد معدنی[۱]	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل ویتامینی[۲]	۰/۲۵	۰/۲۵
مواد مغذی		
انرژی قابل متابولیسم (Kcal/kg)	۳۱۲۴	۳۰۸۰
پروتئین خام (٪)	۲۰/۰۲	۱۸/۷۲
فیبر خام (٪)	۲/۳۹	۲/۳۲
لیزین (٪)	۱/۴۳	۱/۲۶
متیونین (٪)	۰/۶۴	۰/۶۱
کلسیم (٪)	۰/۹۸	۰/۹۶
فسفر قابل دسترس (٪)	۰/۵۴	۰/۵۳

۱– هر کیلوگرم مکمل ویتامینی حاوی: ویتامین A ۴۰۰۰ واحد بین المللی، کلسیفرول ۴۰۰ واحد بین المللی، ۸۰ میلی‌گرم آلفا توکوفرول استات، ۳ میلی‌گرم ویتامین K3 ، ۲/۵ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۲۵ میلی‌گرم نیکوتینیک اسید، ۴ میلی‌گرم پیرودوکسین، ۰/۰۲ میلی‌گرم کوبالامین، ۰/۳ میلی‌گرم بیوتین، ۱۰ میلی‌گرم کلسیم پنتوتنات، ۱ میلی‌گرم فولیک اسید، ۸۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید،

۲– هر کیلوگرم مکمل مواد معدنی حاوی: ۵۰ میلی‌گرم روی (اکسید روی)، ۲۰ میلی‌گرم آهن (کربنات آهن)، ۶۰ میلی‌گرم منگنز (اکسید منگنز)، ۱۲ میلی‌گرم مس (پنتاهیدرات سولفات مس)، ۰/۴۵ میلی‌گرم ید (یدات کلسیم)، ۰/۳۰ میلی‌گرم کبالت (کبالت–سولفات–هپتاهیدرات)، ۳۵/ میلی‌گرم سلنیوم (سلنات سدیم)، ۱/۳ گرم سدیم (سدیم کلراید)، ۰/۵۵ گرم منیزیم (اکسید منیزیم)

جدول ۲– اثر جیره‌های آزمایشی حاوی کارواکرول، منتول و تیمول بر افزایش وزن روزانه (گرم)، مصرف خوراک (گرم) و ضریب تبدیل خوراک (گرم: گرم)جوجه گوشتی در سن ۱۴ تا ۴۲ روزگی

Table 2. Effect of experimental diets containing carvacrol, menthol and thymol on daily weight gain (g), feed intake (g) and feed conversion ratio (g: g) in broiler chicks at the age of 14 to 42 days (in grams)

	تیمارهای آزمایشی					
پارامترها	کنترل	کارواکرول	منتول	تیمول	SEM	سطح معنی‌داری
افزایش وزن روزانه	۶۷/۵۵	۶۸/۹۴	۶۳/۹۹	۶۶/۹۰	۱/۸۲	۰/۲۷
مصرف خوراک	۱۴۱/۳۱[a]	۱۳۹/۵۷[a]	۱۳۴/۲۴[b]	۱۳۸/۵۰[a]	۱/۵۰	۰/۰۱
ضریب تبدیل خوراک	۲/۱۰	۲/۰۳	۲/۰۹	۲/۰۸	۰/۵۴	۰/۷۶

a و b: حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است.

نتایج و بحث

جیره‌های حاوی کارواکرول، منتول یا تیمول تأثیری بر افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی نداشتند (p>۰/۰۵)، با این وجود بالاترین افزایش وزن روزانه و کمترین ضریب تبدیل خوراک، به‌ترتیب به جوجه‌های دریافت کننده جیره‌ی حاوی کارواکرول تعلق داشت. اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی معنی‌دار بود(p<۰/۰۵). کمترین میزان خوراک مصرفی در جوجه‌های دریافت کننده جیره حاوی منتول دیده شد که به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر گروه‌ها بود (p>۰/۰۵). نشان داده شده است که منتول دارای اثرات ویژه‌ای بر برخی گیرنده‌های حسی پوست از جمله گیرنده‌های حساس به سرما

است و از این طریق می‌تواند بر اعصاب مرکزی و کنترل مصرف خوراک تأثیرگذار باشد (۷).

میزان مصرف خوراک جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌ی حاوی کارواکرول و تیمول مشابه و به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه شاهد بود ($p<۰/۰۵$). کارواکرول می‌تواند با تنظیم کارکرد مراکز کنترل اشتها، باعث کاهش مصرف خوراک گردد (۲۰،۱۰). گزارش شده است که استفاده از افزودنی‌های گیاهی با تاثیر منفی بر مزه خوراک موجب کاهش مصرف خوراک حیوان می‌شود (۱۹،۱۰). با توجه به تأثیر فرآورده‌های گیاهی بر عطر و طعم خوراک، روش و مدت زمان استفاده و غلظت این مواد، ممکن است کارواکرول و تیمول با تأثیر منفی بر عطر و مزه خوراک، موجب کاهش خوش‌خوراکی جیره و نهایتاً کاهش میزان مصرف خوراک شده باشند (جدول ۲). کارواکرول به‌طور واضح دارای مزه تلخ و تیز می‌باشد. مطالعات پیشین در مواردی نتایج مطالعه حاضر را تأیید و در مواردی با آن در تضاد است. در گزارشی، بیان شده است که عصاره آویشن شیرازی (حاوی مونوترپن کارواکرول) در هیچ سطحی عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی را تحت تأثیر قرار نداد. در این آزمایش نیز افزودن مونوترپن‌های کارواکرول و تیمول به جیره موجب کاهش معنی‌دار میزان مصرف خوراک در مقایسه با گروه شاهد نشد (۳). در آزمایشی مشابه، با استفاده از زنجبیل و تیمول در جیره جوجه های گوشتی، مشابه نتایج آزمایش حاضر مشاهده شد. گزارش شده است که اسانس و عصاره گیاهان دارویی ترشحات هضمی مثل آمیلاز بزاقی، اسیدهای صفراوی، گاستریک، آنزیم‌های پانکراسی (لیپاز، آمیلاز و پروتئاز) را تحریک می‌کند (۳۵). لذا ممکن است بتوان تغییرات مثبت اندک در بهبود ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی کارواکرول را به این اثرات نسبت داد. در هم‌خوانی با یافته‌های مطالعه حاضر، گزارش شده است که جیره‌های حاوی تیمول و کارواکرول به‌علت داشتن خاصیت ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانی و ضد قارچی، تحریک کننده اشتها و افزایش دهنده قابلیت هضم مواد مغذی می‌باشند و در نتیجه تأثیرات مثبتی بر عملکرد رشد در جوجه‌های گوشتی دارند (۲۵).

جدول ۳- اثر جیره‌های آزمایشی حاوی کارواکرول، منتول و تیمول بر عیار آنتی‌بادی تولیدی علیه ویروس گامبورو، نیوکاسل و برونشیت در جوجه‌های گوشتی در سن۲۱ و ۴۲ روزگی (log2).

Table 3. Effect of experimental diets containing carvacrol, menthol and thymol on production of antibodies against infectious bursal disease, Newcastle disease and bronchitis viruses in broiler chicks at days 21 to 42 of age (log2)

عیارآنتی بادی	سن (روز)	تیمارهای آزمایشی				SEM	سطح معنی‌داری
		شاهد	کارواکرول	منتول	تیمول		
گامبورو	۲۱	۹/۵۹	۹/۷۳	۱۰/۰۱	۱۰/۵۳	۰/۷۷	۰/۶۱
برونشیت	۲۱	۹/۳۵	۹/۴۰	۸/۱۹	۷/۸۷	۰/۵۱	۰/۱۴
برونشیت	۴۲	۱۵/۵۴	۱۴/۹۵	۱۴/۵۶	۱۵/۴۲	۰/۴۴	۰/۴۱
نیوکاسل	۴۲	۱/۸۲	۱/۶۹	۱/۵۶	۱/۸۱	۰/۱۳	۰/۵۱

میانگین عیار آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل و گامبورو در سن ۴۲ روزگی برای جوجه‌های دریافت کننده جیره حاوی منوترپن‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>۰/۰۵$). افزودن کارواکرول، منتول و تیمول به جیره جوجه‌های گوشتی، تأثیری بر عیار آنتی‌بادی علیه ویروس برونشیت در سن ۲۱ و ۴۲ روزگی نداشت ($p>۰/۰۵$) (جدول ۳). بر خلاف یافته‌های این تحقیق، (۹) با بررسی اثر مکمل‌سازی جیره با سطوح (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۲۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) تیمول و کارواکرول بر پاسخ ایمنی در جوجه‌های گوشتی چالش شده با کلستریدیوم پرفرنژنس، گزارش دادند تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل در جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۱۲۰ و ۲۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کارواکرول به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین، نوبخت و مهمان‌نواز (۲۵)، بیان کردند استفاده از سطوح صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌لیتر عصاره استویا در جیره جوجه گوشتی به‌منظور بررسی پاسخ ایمنی هومورال، موجب افزایش معنی‌دار عیار آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل شد. در تأیید نتایج ارائه شده (۲۵،۴) به‌ترتیب با استفاده از اسانس مرزه خوزستانی و میخک در آب و غذای مرغ گوشتی، عدم تأثیرپذیری عیار آنتی‌بادی علیه ویروس گامبورو و نیوکاسل از مصرف این مواد را اعلام کردند. در هیچ یک از گزارش‌های علمی موجود در دسترس، توضیحی در مورد سازوکار تأثیر کارواکرول و تیمول بر مسیرهای متابولیکی تولید آنتی‌بادی و یا فعالیت سلول‌های خونی تولیدکننده آنها ذکر نشده است.

برخی از محققین اذعان داشته‌اند که پاسخ‌های ایمنی با استفاده از پروبیوتیک‌ها، داروها و عصاره‌های گیاهی در جیره افزایش می‌یابد (۳۷،۱۷،۹). برخی محققان تاثیر اسانس و عصاره‌های گیاهی بر بهبود پاسخ ایمنی را به افزایش فعالیت ویتامین c و تأثیر آن بر فعالیت فاگوسیت‌ها نسبت داده‌اند (۸). در مطالعه‌ای به‌منظور بررسی تاثیر دانه گشنیز بر پاسخ ایمنی در مرغ گوشتی گزارش شد که بهبود قابل توجه در تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل ممکن است به‌علت اثرات ضد میکروبی مواد موثره موجود در این گیاه و کاهش جمعیت میکروبی کانال گوارش پرندگان باشد (۳۴). همچنین گزارش شده است که برخی از عصاره‌های گیاهی موجب افزایش عیار آنتی‌بادی در مرغ و بوقلمون شده و سبب افزایش رشد اندام‌های ایمنی می‌شوند (۱۶). مواد موثره موجود در گیاهان دارویی باعث بهبود ایمنی مخاطی و عمومی و مهار میکروب‌های بیماری‌زا و مضر در دستگاه گوارش و کاهش تلفات پرندگان می‌گردند (۱۸). وزن نسبی اندام‌های ایمنی جوجه‌ها در سن ۴۲ روزگی تحت تأثیر مونوترپن‌های فنولی افزوده شده به جیره قرار نگرفت ($p>۰/۰۵$) اگرچه افزودن

کارواکرول، منتول و تیمول تغییر قابل توجهی در وزن نسبی اندام‌های ایمنی در مقایسه با گروه شاهد ایجاد نکرد ولی این تفاوت برای وزن تیموس در گروه دریافت‌کننده منتول نسبت به شاهد و سایر تیمارها جالب و برعکس روند ذکر شده‌بود ($p>۰/۰۵$) (جدول ۴). اغلب محققین پیشین خلاف گزارش فوق را تأیید کرده‌اند. در این راستا، محققین در استفاده از عصاره بارهنگ در جیره و بررسی تأثیر آن بر پاسخ ایمنی دریافتند که وزن نسبی طحال افزایش یافته‌بود (۲۳). شدت پاسخ ایمنی در جوجه‌ها به میزان تکامل سیستم ایمنی، وجود عوامل تضعیف کننده ایمنی، عفونت‌های موجود در گله، وضعیت تغذیه‌ای و وجود افزودنی‌های محرک سیستم ایمنی به منابع گوناگون گیاهی بستگی دارد. تحت شرایط استرس‌زا همچون گرما، سرما، تراکم زیاد گله، غلظت زیاد آمونیاک، و نوسانات شدید جوی پاسخ ایمنی کمتر از میزان مطلوب است. این موارد نیز ممکن است سبب تفاوت‌هایی در پاسخ ایمنی به‌دست آمده از مصرف افزودنی‌های گیاهی در جیره جوجه‌های گوشتی شود (۳۶،۲۹).

تأثیرپذیری وزن نسبی بورس، طحال و تیموس در پرندگانی که جیره‌های حاوی ترکیبات تیمول و کارواکرول مصرف کرده‌اند، ممکن است ناشی از خاصیت میکروب‌کشی این مونوترپن‌ها و عدم نیاز به افزایش وزن اندام ایمنی در جهت تولید گلبول سفید بیشتر باشد (۲۸،۲۶،۱۴).

درصد لنفوسیت‌ها، مونوسیت‌ها، بازوفیل‌ها و ائوزینوفیل‌ها در خون جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر افزودن کارواکرول، منتول و تیمول به جیره تغییر نکرد ($p>۰/۰۵$). ولی درصد هتروفیل در خون جوجه‌های دریافت‌کننده جیره‌ی حاوی منتول به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه شاهد بود. همچنین نسبت هتروفیل به لنفوسیت برای جوجه‌های تغذیه شده با منتول نسبت به گروه شاهد کمتر بود ($p<۰/۰۵$)، ولی تفاوت معنی‌داری با جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی کارواکرول و تیمول نداشت. همسو با این نتایج، گزارش شده‌است که استفاده از اسانس مرزه خوزستانی در آب آشامیدنی، تأثیری بر شمارش تفریقی سلول‌های سفید خون نداشت (۱۱). افزایش هتروفیل‌ها اغلب نشانه التهاب است و درصد بالاتر آنها بیانگر کاهش مقاومت بدن در مقابل عوامل عفونت‌زا است. در صورتی‌که بالا بودن درصد لنفوسیت‌ها، دلیل بر افزایش مقاومت بدن و تولید سلول‌های با دخالت مستقیم در هر دو ساز و کار ایمنی هومورال و سلولی می‌باشد (۲۷،۵،۱۱). در آزمایش حاضر، این افزایش توأم با کاهش درصد هتروفیل‌ها را می‌توان نشانه‌ای از مقاومت بالای بدن در مقابل عوامل ایجادکننده بیماری ارزیابی کرد (۶). احتمالاً تغییر تعداد و نسبت هتروفیل و لنفوسیت در خون جوجه‌های مصرف‌کننده جیره حاوی منتول در نتیجه عملکرد شبه آنتی‌بیوتیکی این مونوترپن در جیره می‌باشد (۳۳،۱۶).

اختلاف ضخامت پرده بین انگشتان دوم و سوم پای راست (با تزریق) و پای چپ (بدون تزریق)، برای جوجه‌های دریافت‌کننده جیره حاوی کارواکرول، منتول و تیمول در ساعات مختلف اندازه‌گیری پس از تزریق به‌طور معنی‌داری کمتراز گروه شاهد بود ($p<۰/۰۵$). به‌عبارت دیگر افزودن کارواکرول، منتول و تیمول به جیره مرغ موجب کاهش التهاب ناشی از تزریق فیتوهماگلوتینین در ساعات ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ پس از تزریق در روزهای ۳۲ تا ۳۵ دوره پرورش شد. نتایج آزمایش حاضر مبنی بر تاثیر مونوترپن‌های فنلی در کاهش التهاب پوست پرده پای جوجه‌ها پس از تزریق فیتوهماگلوتینین با نتایج گزارشات متعدد مبنی بر خاصیت ضد التهاب این ترکیبات به‌خصوص کارواکرول همخوانی دارد و در مواردی خلاف آن بیان شده است. محققین با استفاده از عصاره آویشن شیرازی و بررسی اثر تزریق فیتوهماگلوتینین، عدم تاثیر معنی‌دار فیتوهماگلوتینین بر شدت التهاب پوستی با تیمارهای مورد استفاده را گزارش کرده‌اند (۳) ضخامت بیشتر پرده بین انگشتان به مفهوم مهاجرت سریعتر و بیشتر سلول‌های بافت همبند همچون ماکروفاژها، فیبروبلاست‌ها، نوتروفیل‌ها، مونوسیت‌ها و غیره به محل تزریق آنتی‌ژن یا ماده حساسیت‌زا است (۳۰). دریافت منوترپن‌ها از طریق جیره باعث کاهش ضخامت پرده و یا به‌عبارت دیگر کاهش مهاجرت سلول‌های ایمنی به ناحیه تزریق شد. این موضوع به مفهوم تاخیر در بهبود ناحیه آسیب دیده و تعدیل پاسخ ایمنی در مواجهه با مشکل پیش آمده است (۳۰). پاسخ‌های اندازه‌گیری شده، پاسخ ایمنی با واسطه سلولی تلقی می‌شود که وظیفه‌اش حذف آنتی ژن‌های درون سلول است که برای رها نمودن سیتوکین توسط لمفوسیت‌های یاور T مورد نیاز می‌باشد. پاسخ ایمنی با واسطه سلولی توانایی تشخیص تعداد زیادی از آنتی‌ژن‌های درون سلولی از طریق پاسخ سلول‌های T برای حذف آنها را دارد (۳۲).

جدول ۴- اثر جیره‌های آزمایشی حاوی کارواکرول، منتول و تیمول بر وزن نسبی اندام‌های ایمنی در جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی (گرم به‌ازای هر ۱۰۰ گرم وزن بدن).

Table 4. Effect of experimental diets containing carvacrol, menthol and thymol on the weight of immune organs in broiler chicks at day 42 of age (g per 100 g body weight)

اندام	تیمارهای آزمایشی				SEM	سطح معنی‌داری
	کنترل	کارواکرول	منتول	تیمول		
طحال	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۰۷	۰/۱۴
تیموس	۰/۰۲۳	۰/۰۲۰	۰/۰۲۵	۰/۰۲۰	۰/۰۰۲	۰/۳۵
بورس فابرسیوس	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۵۳

جدول ۵- اثر جیره‌های آزمایشی حاوی کارواکرول، منتول و تیمول بر تعداد گلبول‌های سفید خون جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی (برحسب درصد)

Table 5. Effect of experimental diets containing carvacrol, menthol and thymol on proportion of white blood cells in broiler chicks at day 42 of age (in percent)

پارامترها	تیمارهای آزمایشی				SEM	سطح معنی‌داری
	کنترل	کارواکرول	منتول	تیمول		
لنفوسیت	۵۴/۲۷	۶۰/۹۱	۷۲/۰۵	۵۹/۹۰	۸/۱۵	۰/۲۹
مونوسیت	۲۷/۸۵	۱۸/۵۸	۱۸/۴۸	۳۶/۶۱	۹/۲۹	۰/۴۴
هتروفیل	۵/۰۷^{a}	۴/۰۸^{ab}	۱/۵۳^{b}	۲/۳۵^{ab}	۱/۸۳	۰/۰۵
ائوزینوفیل	۱۰/۸۰	۱۰/۵۱	۸/۹۱	۱۱/۰۴	۲/۹۰	۰/۲۱
بازوفیل	۰/۷۶	۱/۸۳	۱/۲۳	۲/۰۸	۰/۶۸	۰/۵۱
هتروفیل به لنفوسیت	۰/۱۴^{a}	۰/۰۹^{ab}	۰/۰۰۸^{b}	۰/۰۳^{ab}	۰/۳۴	۰/۰۴

حروف a و b نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است.

جدول ۶- اثر جیره‌های آزمایشی حاوی کارواکرول، منتول و تیمول بر پاسخ التهاب پوستی به تزریق فیتوهماگلوتینین در سن ۳۵ روزگی (بر حسب میلی‌متر).

Table 6. Effect of experimental diets containing carvacrol, menthol and thymol on the skin inflammatory response to phyto-hemagglutinin injection in days 32 to 35 of age [1] (in mm)

پارامترها	تیمارهای آزمایشی			
	۶ ساعت بعد از تزریق	۱۲ ساعت بعد از تزریق	۲۴ ساعت بعد از تزریق	۴۸ ساعت بعد از تزریق
شاهد	۰/۸۱^{a}	۰/۸۹^{a}	۱/۱۶^{a}	۱/۰۴^{a}
کارواکرول	۰/۰۵^{c}	۰/۰۱^{c}	۰/۱۵^{D}	۰/۱۳^{D}
منتول	۰/۲۷^{D}	۰/۱۷^{D}	۰/۱۱^{D}	۰/۱۴^{D}
تیمول	۰/۰۱^{c}	۰/۱۳^{D}	۰/۱۵^{D}	۰/۰۴^{c}
SEM	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۲۰	۰/۱۸
سطح معنی‌داری	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱

حروف a و b نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است.

در جمع‌بندی نتایج فوق، می‌توان اذعان داشت که افزودن منوترپن‌های فنلی کارواکرول، منتول و تیمول به‌ترتیب در مقادیر ۴۰۰، ۲۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره غذایی مرغ گوشتی تاثیر بر ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن بدن مرغ گوشتی نداشت. استفاده از منتول با کاهش مصرف خوراک مرغ گوشتی شد. علی‌رغم وجود برخی شواهد مثبت، نتایج این آزمایش تاثیر مثبت منوترپن‌های فنلی مورد استفاده بر پاسخ ایمنی را تایید نکرد. بررسی ایمنی سلولی بر مبنای شمارش تفریقی گلبول‌های سفید و تعیین نسبت آن‌ها حاکی از تعدیل پاسخ ایمنی سلولی بود. این تاثیر نامطلوب با سنجش واکنش التهاب جلدی توسط تزریق فیتوهماگلوتینین نیز نشان داده شد، بطوری‌که واکنش التهاب جلدی در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی هر سه ماده به‌خصوص کاروارکرول و تیمول ضعیف‌تر بود. از آنجایی‌که، سنجش واکنش التهاب جلدی با تزریق مواد حساسیت‌زا بر مبنای تغییر ضخامت بافت‌های مشابه (اغلب پرده بین انگشتان یا پرده غبغب) با و بدون تزریق مواد انجام می‌گیرد، در مقایسه با فراسنجه‌های مربوط به ایمنی هومورال با دقت بیشتر و تکرارپذیری بالاتر قابل اندازه‌گیری است. لذا تأثیر نامطلوب مواد فیتوژنیک مورد استفاده بر ایمنی سلولی، را در مقایسه با تأثیر این مواد بر ایمنی هومورال، با اطمینان بیشتر می‌توان تأیید نمود.

منابع

1. Abdulla, A.A., M.M. Ahmed, I.M. Abaza, O.M. Aly and E.Y. Hassan. 2011. Effect of using some medical plants and their mixtures on productive and reproductive performance of gimmizah strain. Egypt Poultry Science, 31: 641-654
2. Arora, R., D. Gupta, R. Chawla, R. Sagar, A. Sharma, R. Kumar, J. Prasad, S. Singh and N. Samanta, R.K. Sharma. 2005. Radioprotection by plant products: present status and future prospects. Phytotherapy Research, 19: 1-22.
3. Barry, G.G. 2009. The sensory effects of l-menthol on human skin. Somatosensory and Motor Research, 9: 235-244.
4. Beiranvand, M., H. Khosravinia, A. Azarfar and E. Rafiei Alavai. 2017. Lipids digestibility, blood serum concentrations of fat constituents and steroid hormones, carcass fat deposition and distribution pattern in broiler chickens fed carvacrol, menthol and thymol supplemented diets. Iranian Journal of Animal Science, 48: 261-272 (In Persian).
5. Besharati, Z., M. Mohmmadi, A. Roostaei and Y. Hamid Oghly. 2015. Effect of Stevia (*Stevia rebaudiana*) alcoholic extract on performance and humoral immunity response in broiler. Research on Animal Production, 6(11): 17-25 (In Persian).
6. Cook, N.C. and S. Samman. 1996. Flavonoidschemistry, metabolism, cardiopropective effects and dietary sources. Nutrition Biochemistry, 7: 66-76.
7. Encun, D., W. Weiwei, G. Liping, L. Zhui, G. Shuangsguang and G. Yuming. 2016. Effect of thymol and carvacrol supplementation on intestinal integrity and immune responses of broiler chickens challenged with *Clostridium perfringens*. Journal of Animal Science and Biotechnology, 7: 79-87.
8. Farah, K. and A. Al-Jaff. 2011. Effect of coriander seeds as diet ingredient on blood parameters of broiler chicks raised under high ambient temperature. International Journal of Poultry Science, 10: 82-86.
9. Farzanfar, N., M. Mohammdi and M. Roostaeialimehr. 2015. Effect of essential oil of tyme in the drinking water on performance, and immune response in broiler chickens. Journal of Iranianananimal Science, 2: 141-149 (In Persian).
10. Ghazi, S., R. Mahdavi, A. Naseri and M. Habibian. 2015. Effects of supplementation of *Satureja khuzistanica* Jamzad essential oil in the drinking water on growth performance, serum metabolites and differential counts of white blood cells in broiler chickens. Journal of Livestock Science and Technologies, 3: 1-10.
11. Grashorn, M.A. 2010. Use of phytobiotics in broiler nutrition - an alternative to infeed antibiotics. Journal of Animal and Feed Sciences, 19: 338-347.
12. Grenni, P., V. Ancona and V.B. Caracciolo. 2018. Ecological effects of antibiotics on natural ecosystems: A review. Microchemical Journal, 136: 25-39.
13. Hashemipour, H., H. Kermanshahi, A. Golian and T. Veldkamp. 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: 2059-2069.
14. Heres, L., J.A. Wagenaar, F. Van Knapen and B.A. Urlings. 2003. Passage of Salmonella through the crop and gizzard of broiler chickens fed with fermented liquid feed. Avian Pathology, 33: 173-181.
15. Hernandez, F., J. Mddrir and V. Garcia. 2004. Influence of two plant extracts on broiler performance, digestibility and digestive organ size. Poultry Science, 83: 169-174.
16. Koenen, M., E.J. Karmer, R. Van der Hulst, S.H. Heres, T. Jeurissen, W.J. Boerma. 2004. Immunomodulation by probiotic lactobacill in layer and meat type chickens. British Poultry Science, 45: 355-66.
17. Lee, K.W., H. Everts and A.C. Beynen. 2004a. Essential oil in broiler nutrition. Journal of Poultry Science, 12: 738-752.
18. Lee, K.W., H. Everts, H.J. Kappert, M. Frehner, H. Wouterse and A.C. Beynen. 2004b. Cinnamanhdehyde, but not thymol, counteracts the carboxymethyl cellulose induced growth depression in female broiler chickens. Journal of Poultry Science, 3: 608-612.
19. Lee, K.W., H. Everts, H.J. Kappert, K.H. Yeom and A.C. Beynen. 2003. Dietary carvacrol lowers body weight gain but improves feed conversion in female broiler chickens. Journal Applied Poultry Research, 12: 394-399.
20. Lessard, M., D. Hutchings and A. Nik. 1997. Cell-mediated and humoral immune responses in broiler chickens maintained on diets containing different levels of vitamin A. Poultry Science, 76: 1368-1378.
21. Littell, R.C., P.R. Henry and C.B. Ammerman. 1998. Statistical Analysis of Repeated Measures Data Using SAS Procedures. Departments of Statistics and Animal Science, University of Florida, Gainesville, 32611-0339.
22. Mazhari, M., O. Esmaeili Pour, R. Mirmahmoudi and Y. Badakhshan. 2016. Comparison of antibiotic, probiotic and great plantain (*Plantago major* L.) on growth performance, serum metabolites, immune response and ileal microbial population of broilers. Poultry Science Journal, 4(2): 97-10.

23. Mohmmadi, Z., S.H. Ghazanfari and M. Adibmoradi. 2014. Effect of clove essential oil on performance, carcass characteristics and immune system in broiler chickens. Veterinary Journal (Pajouhesh and Sazandegi), 102: 67-76 (In Persian).
24. Moser, M., R. Messikommer, H.P. Pfirter and C. Wenk. 2003. Influence of the phytogenic feed additive sangrovit on zootechnical effects in broilers in field trials. International Proceeding.14th European Symposium, on Poultry Nutrition, August, Lillehammer. Norway,205 pp.
25. Nobakht, A and Y. Mehmannavaz. 2010. Investigation the effects of using of Thymus vulgaris, Lamiaceae menthapiperita, Oreganum valgare medicinal plants on performance, egg quality, blood and immunity parameters of laying hens. Iranian Journal of Animal Science, 41: 129-136.
26. Ocack, N., G. Erender, A.K. Burak, F.M. Sungu, A. Altop and A. Ozmen. 2008. Performance of broiler fed diets supplemented with dry peppermint or thyme (*Thymus Vulgaris* L) leaves as growth promoter source. Czech Journal of Animal Science, 53(4): 169-175
27. Parvar, R., H. Khosravinia and A. Azarfar. 2013. Effect of supplementation of Satureja essential oils in drinking water on immune performance of broiler chickens reared under heat stress. Journal of Celland Animal Biology, 7(10): 121-124.
28. Rahimi, S., Z. Teymourizadeh, M.A. Karimi, R. Omidbaigi and H. Rokni. 2011. Effect of the three herbal extracts on growth performance, immune system, blood factors and intestinal selected bacterial population in broiler chicken. Journal of Agriculture Science and Technology, 13: 527-539.
29. Rezaei, E., S. Tabatabaei-Vakili, K. Mirzadeh, S. Salary and M. Zarei. 2016. Effect of anise seed (Pimpinella anisum L.) on performance, immune system, antioxidant activity and blood estrogen level in broiler chickens. Journal of Animal Production, 18(1): 151-160.
30. Sarv, T and P. Horak. 2009. Phytohaemagglutinin injection has a long-lasting effect on immune cells. Journal of Avian Biology, 40: 569-571.
31. SAS Institute. 2003. SAS/STAT, Guide for personal computers. Version 9.2 Edition. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
32. Silva, I.C.M., A.M.L. Ribeiro, C.W. Canal, M.M. Vieira, C.C. Pinheiro, T. Gonçalves, M.L de Moraes and V.S. Ledur. 2011. Effect of vitamin E levels on the cell-mediated immunity of broilers vaccinated against coccidiosis. Brazilian Journal of Poultry Science, 13(2): 53-56.
33. Sturkie, P.D. 1995. Avian physiologhy (4th ed), Springer Verlag. New York, 115-270.
34. Sunbul, J., E. Hamodi, H. Al-Mashhadani, K. Farah, A. Al- Jaff, E. Hanan and Al- Mashhadani. 2010. Effect of Coriander Seeds (*Coriandrum sativum* L.) as diet ingredient on broiler performance under High Ambient Temperature. International Journal of Poultry Science, 9: 968-971.
35. Zidan, E., A. Khaled, A.H. Kahilo, E. Far and M.S. Kadry. 2016. Ginger (*Zingiber officinale*) and thymol dietary supplementation improve the growth performance, immunity and antioxidant status in broilers. Global Veterinaria, 16(6): 530-538.
36. Vahdatpour, T. 2019. Effects of feed additives on biochemical and immunological indices of blood and performance of Japanese quails (*Coturnix coturnix* Japonica). Research on Animal Production, 9(22): 40-51 (In Persian).
37. Yeganeparast, M., A.R. Jafari Arvari, M. Khojastekei, S.M. Hashemi. 2018. Effects of savory essential oil and flavomycin on performance and immune parameters in broiler chicks. Research on Animal Production, 10(23): 1-8 (In Persian).

The Effect of Diet Containing Inclusion of Phenolic Monoterpenes Carvacrol, Menthol and Thymol on Cellular and Humoral Immune Response in Broilers

Ameneh Rashidian[1], Heshmatollah Khosravinia[2] and Mir Hassan Beiranvand[3]

1- M.Sc. Student, Animal Science Deptartment. Agriculture Faculty, Lorestan University
2- Professor, Animal Science Deptartment. Agriculture Faculty, Lorestan University
(Corresponding author: khosravi_fafa@yahoo.com)
3- Academic stuff, Research Center for Agriculture and Natural Resources, Khorramabad, Loresatn.
Received: July 23, 2018 Accepted: October 2, 2019

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of diet containing inclusion of carvacrol, menthol and thymol at 400, 200 and 200 mg/kg, respectively, on performance, cell-mediated and humoral immune response using 96 broiler chicks in a completely randomized block design in 12 replicates of 2 birds each. Feed intake reduced in birds received diet containing menthol during days 14 to 42 of age ($P<0.05$). No change in weight gain and feed conversion ratio were observed in birds fed with supplemented diets compared with control birds ($P>0.05$). Mean antibody titer against infectious Bursal and Newcastle viruses was not differ for the chicks received diets supplemented with carvacrol, menthol and thymol at day 42 of age ($P>0.05$). Proportional weight of immune organs including the bursa of fabricius, spleen and thymus was not affected by the addition of monoterpens in diet at day 42 of age ($P>0.05$). The percentage of heterophils in blood was lower in birds grown on menthol-added diets than in control chicks ($P<0.05$). The experimental diets reduced the inflammation induced by phytohemagglutinin (PHA) injection at 6, 12, 24 and 48 hours after injection during days 32 to 35 of age ($P <0.05$). Based on dermal inflammation caused by PHA injection, carvacrol, menthol and thymol did not stimulate cellular immunity but showed significant anti-inflammatory activity.

Keywords: Broiler Chicken, Cellular Immune, Humoral Immune, Phenolic Monoterpens