14(2) 221-230, Summer 2022

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

Original Research Paper

Effects of different feed additives and antibiotic growth promoter on the immune response, tibia bone characteristics, meat quality and growth performance of Ross 308 broiler chickens

Pouya Teymouri, Kaveh Jafari Khorshidi *, Vahid Rezaeipour

Department of Animal Science, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran

Key Words
Feed additives
Meat quality
Tibia
Immune response
Broiler chickens

Abstract

Introduction: The effects of different feed additives as antibiotic replacement on the growth performance, immune response, tibia characteristics and meat quality of broilers were investigated.

Materials & Methods: In this experiment, 540 one-day-old male broiler chickens of Ross 308 strain were randomly distributed into 6 treatments with 6 replicates per each. The experimental treatments were 1) a control group (corn-soybean meal diet), 2) control group + 0.25 g/kg antibiotic as growth promoter (Lincomycin), 3) control group + 1 g/kg herbal extract (contains garlic, thyme, turmeric, lemon balm), 4) control group + 3 g/kg medium chain fatty acids (contains a mixture of caproic, caprylic, capric, and lauric acids), 5) control group + a mix of 1.5 g/kg prebiotic (MHF-Y) and 0.2 g probiotic (Lactofeed) and 6) 1 ml/L essential oils in drinking water (contains ferula gummosa, eucalyptus, clove, peppermint, thyme, fennel, ajwain and satureja).

Results: The results showed that the instars of fourth larval instars of flour moth were susceptible to all isolates of *M. anisopliae*. The most virulent isolates were MTA with approximately 90% mortality on *A. kuehniella*. The most virulent isolates were MTA with 0.42×10^{6} conidia/ml LC_{50} on *A. kuehniella* while the least virulent isolate was MTV 4.3×10^{9} conidia/ml LC_{50} on *A. kuehniella*. However, the highest relative weight of spleen and total ash of tibia observed in broilers which received medium chain fatty acids. experimental treatments had no effect on the meat quality.

Conclusion: It can be concluded that feed additives may improve growth performance and some of the immune and tibia traits in broiler chickens.

* Corresponding Author's email: kaveh.khorshidi@gmail.com
Received: 24 April 2021; Reviewed: 31 May 2021; Revised: 4 August 2021; Accepted: 4 September 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.299943.2611

مقاله پژوهشی

اثرات افزودنی‌های خوراکی مختلف و آنتی‌بیوتیک محرک رشد بر پاسخ ایمنی، خصوصیات استخوان درشت‌نی، کیفیت گوشت و عملکرد رشد در جوجه‌های گوشتی راس ۳۰۸

پویا تیموری، کاوه جعفری‌خورشیدی**، وحید رضایی‌پور

گروه علوم دامی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران

کلمات کلیدی

مواد افزودنی
کیفیت گوشت
استخوان درشت‌نی
پاسخ ایمنی
جوجه‌های گوشتی

چکیده

مقدمه: در این مطالعه اثرات افزودنی‌های مختلف خوراکی جایگزین آنتی‌بیوتیک بر عملکرد رشد، پاسخ ایمنی، خصوصیات استخوان درشت‌نی و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: از ٥٤٠ قطعه جوجه گوشتی نر یک‌روزه سویه تجاری راس ۳۰۸ با ٦ گروه آزمایشی در ٦ تکرار(۱۵ قطعه جوجه در هر تکرار)، استفاده شد. گروه‌های آزمایشی شامل: ۱) جیره شاهد بر پایه ذرت و سویا، ۲) جیره شاهد حاوی ۰/۲۵ گرم در کیلوگرم آنتی‌بیوتیک محرک رشد (لینکومایسین)، ۳) جیره شاهد حاوی ۱ گرم در کیلوگرم عصاره‌های گیاهی (سیر، آویشن باغی، ملیس، گشنیز، زیره سبز،دارچین)، ٤) جیره شاهد حاوی ۳ گرم در کیلوگرم اسیدهای چرب متوسط زنجیر (اسیدهای کاپروئیک،کاپریلیک، کاپریک و لائوریک)، ٥) جیره شاهد حاوی ۱/٥ گرم در کیلوگرم پری‌بیوتیک (میتو) به‌علاوه ۰/۲ گرم پروبیوتیک (لاکتوفید)، ٦) ۱ میلی‌لیتر در لیتر اسانس‌های گیاهی مخلوط در آب آشامیدنی (اکالیپتوس، باریجه، میخک، نعناع فلفلی، رازیانه، آویشن، زنیان و مرزه) بود.

نتایج: ترکیبات افزودنی باعث تفاوت معنی‌دار ($p\leq$۰/۰٥) افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی نسبت به گروه شاهد در کل دوره آزمایش شدند. درصد هتروفیل و لنفوسیت و تیترآنتی‌بادی علیه برونشیت و گامبورو و همین‌طور صفات کیفیت گوشت در پرندگان در بین گروه‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری از خود نشان ندادند ($p>$۰/۰٥)؛ با این‌حال درصد خاکستر استخوان درشت‌نی و هم‌چنین درصد وزن طحال دارای تفاوت معنی‌داری بود که بیش‌ترین درصد خاکستر و وزن طحال در گروه اسیدهای چرب متوسط زنجیر مشاهده شد.

بحث و نتیجه‌گیری: می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افزودنی‌های مختلف خوراکی باعث بهبود عملکرد رشد، برخی از خصوصیات استخوان درشت‌نی و ایمنی در جوجه‌های گوشتی می‌شوند.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: kaveh.khorshidi@gmail.com

تاریخ دریافت: ٤ اردیبهشت ۱٤۰۰؛ تاریخ داوری: ۱۰ خرداد ۱٤۰۰؛ تاریخ اصلاح: ۱۳ مرداد ۱٤۰۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳ شهریور ۱٤۰۰
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.299943.2611

مقدمه

آنتی‌بیوتیک‌ها افزودنی‌های خوراکی هستند که سالیان زیادی در صنعت تغذیه طیور مورد استفاده قرار گرفتند (۱). از آن‌جایی‌که حذف آنتی‌بیوتیک‌ها از جیره دام و طیور از لحاظ اقتصادی به ضرر پرورش‌دهندگان می‌باشد، مواد افزودنی مختلفی به‌عنوان جایگزین آنتی‌بیوتیک‌ها مطرح شدند (۲). استفاده بیش از اندازه از آنتی‌بیوتیک‌ها منجر به ایجاد سویه‌های میکروبی مقاوم به آنتی‌بیوتیک و باقی‌مانده آنتی‌بیوتیک در محصولات گوشت طیور شده است که خطر جدی برای سلامتی انسان است؛ به‌همین دلیل محققین به‌دنبال استفاده از ترکیباتی که بتوانند جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها تلقی گردند، می‌باشند. در طول سال‌های اخیر، استفاده از پری‌بیوتیک‌ها، پروبیوتیک‌ها، سین‌بیوتیک‌ها، اسیدهای آلی، اسانس و عصاره‌های استخراج شده از گیاهان دارویی برای جایگزینی با آنتی‌بیوتیک‌ها افزایش یافته است. این محصولات برخلاف آنتی‌بیوتیک‌ها هیچ‌گونه عوارض زیانباری ندارند و فعالیت ضدباکتریایی را نشان داده‌اند و عملکرد رشد و پاسخ ایمنی طیور را بهبود بخشیدند (۳، ۴، ۵). گیاهان دارویی و محصولات فیتوژنیک قرن‌هاست که به‌دلیل اثرات عالی که دارند، برای درمان انواع بیماری‌های انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۶). گیاهان دارویی و مواد افزودنی خوراکی فیتوژنیک دارای ترکیبات مواد شیمیایی فعال و ترکیبات و متابولیت‌های ثانویه مانند اسیدهای آلی، ترپنوئیدها، ترکیبات فنولی و آلدئیدها هستند که می‌توانند اثرات ضدباکتریایی، ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی داشته باشند (۷). عصاره‌های گیاهی نه تنها به سلامتی طیور کمک می‌کنند، بلکه حتی سرعت رشد و ضریب تبدیل خوراک را به‌طور قابل توجهی بهبود می‌بخشند (۸). استفاده از محصولات فیتوژنیک در خوراک طیور موجب تحریک ترشح آنزیم‌های گوارشی، تنظیم متابولیسم لیپیدها و بهبود پاسخ سیستم ایمنی و عملکرد پرندگان می‌شود (۹، ۱۰، ۱۱). زنیان (منبع تیمول و گاما ترپینن) و آویشن (منبع تیمول و پی-سیمن) (۱۲) ازجمله گیاهانی هستند که به‌دلیل داشتن مواد مؤثره خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی دارند و مورد توجه صنعت طیور قرار گرفته‌اند (۱۳). گیاهان دارویی دارای ترکیبات پلی‌فنولی می‌باشند که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند و به‌همین دلیل می‌توانند مدت نگه‌داری و کیفیت گوشت را افزایش دهند (۱۴). امروزه اثر سیر بر سیستم ایمنی مورد توجه مرغداران قرار گرفته است. بیش‌تر خواص ضدمیکروبی سیر مربوط به آلیسین است که توسط آنزیم فسفو پروکسیدال آلیناز تولید می‌شود (۱۵). گزارش شده است که اسیدهای چرب متوسط زنجیر می‌توانند ترشح سکرتین و پروتون‌های آزاد را افزایش دهد و pH هضم را که باعث ترشح آنزیم‌های گوارشی می‌شود، کاهش دهد (۱۶)، هم‌چنین اسیدهای چرب متوسط زنجیر عملکرد کلی روده و قابلیت هضم مواد مغذی را بهبود می‌بخشند که منجر به عملکرد بهتر رشد پرندگان و افزایش سیستم ایمنی بدن می‌شوند (۱۷). ترکیب پروبیوتیک و پری‌بیوتیک، یکی از محبوب‌ترین مکمل‌های خوراکی در تغذیه طیور است (۱۰). پروبیوتیک‌ها مواد افزودنی خوراکی میکروبی هستند که سلامت، ایمنی و عملکرد رشد حیوان را بهبود می‌بخشند (۱۸). پری‌بیوتیک‌ها ترکیبات کربوهیدارت (بیش‌تر فیبر) غیرقابل هضمی هستند که موجب تقویت دستگاه گوارش و سیستم ایمنی می‌شوند (۱۹). ترکیب پروبیوتیک و پری‌بیوتیک در جیره‌های غذایی جوجه‌های گوشتی عملکرد رشد، استفاده از مواد مغذی و ایمنی بدن را بهبود می‌بخشد (۲۰). اگر جمعیت عوامل بیماری‌زا در دستگاه گوارش افزایش یابد، سبب ایجاد بیماری می‌شوند و اگر جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید افزایش پیدا کند، موجب بهبود سیستم ایمنی می‌شود. زمانی که عوامل بیماری‌زا زیاد باشد به پرزهای روده چسبیده و اثرات پاتولوژیک بر روده می‌گذارند و دیواره روده باریک نازک می‌شود؛ این بدان معنی است که عوامل بیماری‌زا از دستگاه گوارش وارد خون و سیستم ایمنی حیوان می‌شود و از طرفی عوامل بیماری‌زا و موتاژن نیز افزایش خواهد یافت که به احتمال زیاد اثرات منفی بر فیزیولوژی بدن حیوان خواهد گذاشت (۲۱، ۲۲). همواره از گذشته، ناهنجاری‌های پا یکی از مشکلات در پرورش طیور بود. تحقیقات زیادی در چند دهه گذشته در این زمینه انجام شده که موفقیت زیادی در برطرف کردن این مشکل نداشت (۲۳). یکی از دلایل مهم کاهش تلفات و ارزش لاشه طیور، رشد غیر طبیعی استخوان‌ها می‌باشد (۲۴، ۲۳). عوامل بسیاری در رشد غیر طبیعی استخوان‌ها دخیل هستند و هم‌چنین دلایل عدم رشد و تکامل استخوان‌ها پیچیده است. تأثیر عوامل گوناگون بر سختی پوسته تخم‌مرغ و استخوان در مرغ‌های تخم‌گذار بررسی‌های زیادی انجام گرفته است، اما در مورد جوجه‌های گوشتی تحقیقات کم‌تری به انجام رسیده است (۲۵). پرورش‌دهندگان طیور تلاش می‌کنند تا پرنده هر چه زودتر رشد کند و به وزن مورد نظر کشتار برسد. در سال‌های گذشته زمان زیادی باید صرف می‌شد (حدود ۷۵ روز) تا یک مرغ به وزن مطلوب (۱/۸ کیلوگرم) برسد ولی در حال حاضر این زمان کم شده است (حدود ۳۵ تا ۴۵ روز). این تغییر در سرعت رشد با اصلاح نژاد و روش‌های نوین تغذیه به‌دست آمده است. اثرات این رشد سریع و غیرطبیعی، فشار زیادی را بر روی استخوان‌ها وارد کرده و موجب اختلالات گوناگونی می‌شود (۲۶). استخوان‌های ضعیف باعث افزایش احتمال شکستگی می‌شوند و هم‌چنین پاهای ضعیف منجر به کاهش مصرف خوراک و در نتیجه بر افزایش وزن و ضریب تبدیل اثرگذار هستند (۲۷). به هر روی، اثرات مفید افزودنی‌های خوراکی نام برده شده، در تولید طیور همیشه سازگار نبوده است (۲۸). با توجه به این

که مطالعات مختلفی در مورد استفاده از مکمل‌های خوراکی بر روی پرندگان انجام شده ولی در بیش‌تر این مطالعات اثر این مکمل‌ها بر عملکرد طیور مورد ارزیابی قرار گرفته است و پژوهش‌های کم‌تری در مورد خصوصیات استخوانی و کیفیت گوشت طیور انجام شده است، بنابراین، تحقیقات بیش‌تری باید انجام شود تا منجر به نتایج رضایت بخش باشد؛ از این‌رو، هدف از مطالعه حاضر ارزیابی و مقایسه مکمل‌های مختلف خوراکی از جمله عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی، اسیدهای چرب متوسط زنجیر، پروبیوتیک و پری‌بیوتیک بر عملکرد رشد، پاسخ ایمنی و به‌دنبال آن خصوصیات استخوان درشت‌نی و کیفیت گوشت در جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات مکمل‌های خوراکی بر برخی از شاخص‌های ایمنی، ویژگی‌های استخوان درشت‌نی و عملکرد رشد در جوجه‌های گوشتی، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) در قفس‌هایی به ابعاد ۱ متر در ۱ متر برای شش گروه آزمایشی که دارای ۶ تکرار و ۱۵ قطعه جوجهٔ نر در هر تکرار (در مجموع بر روی ۵۴۰ قطعه جوجهٔ گوشتی نر) بود، به‌مدّت ۳۵ روز در ایستگاه تحقیقاتی علوم دامی دانشگاه آزاد واحد قائم‌شهر به اجرا گذاشته شد. در هر قفس (پن) یک دان‌خوری سطلی و یک آب‌خوری اتوماتیک قرار داده شد و کف قفس با رول بستر پوشانیده شد. جوجه‌ها مطابق برنامه (جدول ۱) واکسینه و براساس توصیه‌های احتیاجات غذایی جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ شرکت Aviagen (۲۹) تغذیه شدند (جدول ۲).

جدول ۱: برنامه و نحوهٔ واکسیناسیون در آزمایش

سن	واکسن	روش استفاده
۳	برونشیت H120 –B_1 نیوکاسل	آشامیدنی
۸	برونشیت H120 – گامبورو CH/80	آشامیدنی
۱۲	گامبورو TAD	آشامیدنی
۱۸	نیوکاسل لاسوتا	آشامیدنی
۲۲	گامبورو مرحله دوم	آشامیدنی

در طول آزمایش، پرندگان به‌طور آزاد به آب و خوراک دسترسی داشتند و ۲۳ ساعت روشنایی و ۱ ساعت تاریکی برای آن‌ها در نظر گرفته شد، دمای اتاق برای ۵ روز اول در ۳۳ تا ۳۴ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد، سپس به‌تدریج به ۲۱ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت و تا پایان آزمایش ثابت ماند. جوجه‌های گوشتی در طول دوره آزمایش در سه مرحله با جیره‌های غذایی (به‌صورت خوراک مش) تغذیه شدند: آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۳۵ روزگی). ۶ گروه آزمایشی شامل: ۱) جیره شاهد بر پایه ذرت و سویا (بدون افزودنی)، ۲) جیره شاهد حاوی ۰/۲۵ گرم در کیلوگرم آنتی‌بیوتیک محرک رشد (کیمیا لینکو ۸/۸، شرکت داروسازی کیمیافام، ایران)، ۳) جیره شاهد حاوی ۱ گرم در کیلوگرم عصاره‌های گیاهی (ترکیبی از سیر، آویشن باغی، ملیس، گشنیز، زیره سبز، دارچین، بیوهربال، شرکت پارس ایمن دارو، ایران)، ۴) جیره شاهد حاوی ۳ گرم در کیلوگرم اسیدهای چرب متوسط زنجیر (سلاسید، شرکت سلکو، هلند، حاوی مخلوطی از اسیدهای کاپروئیک، کاپریلیک، کاپریک و لائوریک)، ۵) جیره شاهد حاوی ۱/۵ گرم در کیلوگرم پری‌بیوتیک به‌علاوه ۰/۲ گرم پروبیوتیک (پری‌بیوتیک MHF-Y، شرکت میتو، ژاپن؛ پروبیوتیک، لاکتوفید، شرکت تک ژن، ایران)، ۶) ۱ میلی‌لیتر در لیتر اسانس‌های گیاهی مخلوط در آب آشامیدنی (مخلوطی از اسانس‌های اکالیپتوس، باریجه، میخک، نعناع فلفلی، رازیانه، آویشن، زنیان و مرزه، آرکیا Z-9، شرکت سیمرغ بهین دارو گستر آریا، ایران) بود. خوراک مصرفی و افزایش وزن بدن در هر قفس (پن) در روزهای ۱، ۱۰، ۲۴ و ۳۵ ثبت شد و ضریب تبدیل خوراک از تقسیم مقدار خوراک مصرفی هر واحد آزمایشی بر مقدار افزایش وزن همان واحد محاسبه شد. در پایان آزمایش (روز ۳۵) از هر تکرار یک پرنده انتخاب و نمونه خون از ورید زیر بال آن‌ها گرفته و در ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ (۲۰۰۰×گرم به‌مدت ۱۰ دقیقه) گردید. به‌منظور شمارش لنفوسیت و هتروفیل، نمونه‌های خونی درون لوله‌های حاوی ۵۰ میکرولیتر ماده ضدانعقاد اتیلن‌دی‌آمین تترا استیک اسید (Ethylene Diamin Tetra acetic Acid: EDTA) قرار داده شد. شمارش گلبول‌های سفید (هتروفیل و لنفوسیت) بعد از رنگ‌آمیزی گیمسا در زیر میکروسکوپ نوری و به‌روش شمارش با چشم انجام شد (۳۰). آزمایش الایزا برای اندازه‌گیری سطح نسبی تیتر واکسن علیه بیماری‌های برونشیت و گامبورو، پس از خونگیری و جداسازی سرم، توسط کیت الایزا شرکت ID.vet فرانسه و به‌روش اسپکتروفتومتری و طبق دستورالعمل شرکت سازنده کیت اندازه‌گیری شد. در ۳۵ روزگی، جهت ارزیابی تغییرات وزن نسبی اندام‌های لمفاوی (طحال و بورس فابرسیوس) یک قطعه جوجه از هر تکرار به‌صورت صادفی کشتار و توزین شد، سپس وزن نسبی اندام‌های لنفاوی در مقایسه با وزن زنده محاسبه گردید. در پایان روز ۳۵ آزمایش از هر پن (تکرار) یک قطعه پرنده نزدیک به میانگین وزن تکرار انتخاب و پس از کشتار، استخوان درشت‌نی پای راست و چپ را از لاشه جدا کرده و پس از تمیز کردن و جدا کردن تمامی بافت‌ها، برخی خصوصیات و شاخص‌های آن مانند طول، قطر، جرم حجمی و میزان خاکستر مورد ارزیابی و سنجش قرار گرفت. طول و قطر استخوان‌ها با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۵ اندازه‌گیری گردید. میزان جرم حجمی با تقسیم وزن استخوان درشت‌نی بر حجم آن محاسبه شد (۳۱).

جدول ۲: ترکیب جیره‌های خورانده شده در دوره‌های آزمایش

اجزای جیره (٪)	مراحل		
	آغازین (۱تا۱۰روزگی)	رشد (۱۱تا۲۴روزگی)	پایانی (۲۵تا۳۵روزگی)
ذرت	۵۳/۸۸	۵۷/۳۳	۶۲/۲۰
کنجاله سویا	۴۰/۷۸	۳۶/۹۸	۳۱/۸۲
روغن سویا	۱/۱	۱/۸۴	۲/۴۱
کربنات کلسیم	۰/۸۷	۰/۸۱	۰/۷۵
دی‌کلسیم فسفات	۱/۸۴	۱/۶۴	۱/۴۷
نمک	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸
لیزین HCL	۰/۲۲	۰/۱۶	۰/۱۶
دی-ال متیونین	۰/۳۵	۰/۳۱	۰/۲۸
ال-ترئونین	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۳
مکمل معدنی[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل ویتامینی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
ترکیب شیمیایی جیره			
انرژی متابولیسمی (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۸۰۰	۲۹۰۰	۳۰۰۰
پروتئین خام (درصد)	۲۱/۴۷	۲۰/۱۱	۱۸/۲۸
لیزین (درصد)	۱/۳۶	۱/۲۲	۱/۱۰
متیونین (درصد)	۰/۶۶	۰/۶۰	۰/۵۵
متیونین+سیستئین (درصد)	۱/۰۰	۰/۹۳	۰/۸۶
ترئونین (درصد)	۰/۹۰	۰/۸۲	۰/۷۳
کلسیم (درصد)	۰/۸۹	۰/۸۲	۰/۷۵
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۰	۰/۳۶	۰/۳۳
سدیم (درصد)	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۵
کلر (درصد)	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۲۹

۱- مکمل معدنی از نوع ۲۵٪ که در هر یک کیلوگرم حاوی ترکیبات زیر بود: ۱۰۰ گرم کولین کلرید ٪۵۰، ۱۶ گرم اکسید منیزیم ٪۶۲، ۲۵ گرم سولفات آهن ٪۲۰، ۱۱ گرم اکسید روی ٪۷۷، ۲۵ گرم سولفات مس ٪۲۵، ۱۶ گرم یدات کلسیم ٪۶۲ و ۲ گرم سلنیم ٪۱ بود. ۲- مکمل ویتامینه از نوع ۲۵٪ که در هر یک کیلوگرم حاوی ترکیبات زیر بود: ۱/۸ گرم ویتامین A با غلظت ۵۰۰۰۰۰ IU/g، ۰/۱۸ گرم ویتامین B_1 ٪ ۹۸/۵۶، ۰/۸۲۵ گرم ویتامین B_2 ٪۸۰، ۱ گرم ویتامین B_3 ٪۹۸، ۰/۳ گرم ویتامین B_6 ٪۹۸/۲، ۰/۱۵ گرم ویتامین B_{12} ٪۱، ۰/۴ گرم ویتامین D_3 با غلظت ۵۰۰۰۰۰ IU/g، ۳/۶ گرم ویتامین E با غلظت ۵۰۰ IU/g، ۰/۴ گرم ویتامین K_3 ٪۵۰، ۰/۱۲۵ گرم ویتامین B_9 ٪۸۰، ۳ گرم ویتامین B_5 ٪۹۹، ۰/۵ گرم ویتامین (بیوتین) H_2 ٪۲ و ۱۰ گرم آنتی‌اکسیدان بود.

برای محاسبه میزان خاکستر، استخوان‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده سپس نمونه‌ها آسیاب شدند و در داخل بوته چینی در کوره ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و درصد خاکستر محاسبه شد (۳۲، ۳۳). در پایان دورهٔ آزمایش یک پرنده از هر تکرار برای انجام آزمایشات کیفیت گوشت کشتار گردید، سپس نمونه‌های گوشت سینه خرد شد و در عرض ۱۰ دقیقه پس از کشتار داخل کیسه‌های نایلونی غیر قابل نفوذ به اکسیژن در فریزر و دمای ۲۰- درجه‌سانتی‌گراد، منجمد گردید (۳۴). نمونه‌هابرای تعیین شاخص‌های کیفیت گوشت در سه نسخه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. pH نمونه‌های گوشت با همگن‌سازی ۵ گرم نمونه گوشت با ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر اندازه‌گیری شد و خواندن‌ها با یک pH سنج دیجیتال انجام شد(HI9023. Hanna Instruments, Padova, Italy). برای اندازه‌گیری میزان رطوبت، نمونه‌ها را قبل از گرفتن وزن‌های نهایی، در آون خلاء در دمای ۹۸ درجه سانتی‌گراد خشک کرده و در دمای اتاق در دستگاه خشک‌کن سرد گردید (۳۵). برای تعیین ظرفیت نگه‌داری آب یک گرم نمونه گوشت را داخل کاغذ صافی گاز استریل گذاشته و به‌مدت ۴ دقیقه با دور ۱۵۰۰، سانتریفیوژ و سپس درون آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد. ظرفیت نگه‌داری آب (WHC) طبق فرمول زیر محاسبه گردید (۳۶):

$$\text{ظرفیت نگهداری آب} = \frac{\text{وزن بعد از آون - وزن بعد از سانتریفیوژ}}{\text{وزن نمونه قبل از سانتریفیوژ}} \times ۱۰۰$$

برای اندازه‌گیری افت در نتیجه پخت، یک سانتی‌متر مکعب از گوشت بریده و وزن گردید. قطعهٔ جدا شده گوشت به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمّام آب گرم در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده و پخته شد، در مرحله آخر نمونه‌ها در دمای اتاق به‌مدت ۱ ساعت خنک شدند و دوباره وزن شدند. افت در نتیجه پخت براساس معادله زیر محاسبه گردید:

$$\text{افت در نتیجه پخت} = \frac{\text{وزن نهایی (گرم) - وزن اولیه (گرم)}}{\text{وزن اولیه (گرم)}} \times ۱۰۰$$

برای اندازه‌گیری افت خونابه، تقریباً ۴ گرم از نمونه گوشت در کیسه زیپ‌دار قرار داده شد و به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، نگه‌داری شد. پس از ذخیره‌سازی و نگه‌داری، رطوبت موجود در سطح نمونه گوشت با دقت برداشته شد و سپس نمونه‌ها وزن شدند؛ از وزن اولیه و نهایی هر نمونه برای محاسبه افت خونابه استفاده شد. سطح و میزان مالون‌دی‌آلدئید نمونه‌های گوشت به‌روش آزمون تیوباربیتوریک اسید (TBA) اندازه‌گیری شد و تغییر جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۳۲ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، سنجش شد (۳۷). تنظیم و دسته‌بندی داده‌های به‌دست آمده از صفات اندازه‌گیری شده، از روش GLM نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام شد (۳۸). مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد تعیین شد.

نتایج

عملکرد رشد: نتایج مربوط به عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در جدول ۳ نشان داده است. در دوره آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی) تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت، اما در طول دوره آغازین افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در تمامی گروه‌ها نسبت به گروه شاهد بهبود یافتند. در دوره رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند ولی بالاترین مقدار افزایش وزن بدن در تیمار حاوی آنتی‌بیوتیک وجود داشت. نتایج مصرف خوراک در دوره رشد نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود دارد و بیش‌ترین مقدار مصرف خوراک مربوط به تیمار عصاره‌های گیاهی بود (p=۰/۰۴). ضریب تبدیل غذایی در دوره پایانی (۲۵ تا ۳۵ روزگی) تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت (p=۰/۰۴) ولی افزایش وزن بدن و مصرف خوراک تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. در کل دوره پرورش (۱ تا ۳۵ روزگی) جوجه‌های گوشتی که با جیره حاوی آنتی‌بیوتیک تغذیه شدند، بیش‌ترین افزایش وزن بدن (p=۰/۰۰۴) و کم‌ترین درصد ضریب تبدیل غذایی (p=۰/۰۰۱) نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی را داشتند. پرندگانی که با جیره‌های حاوی اسیدهای چرب متوسط زنجیر و اسانس‌های گیاهی مخلوط در آب تغذیه شدند، افزایش وزن بیش‌تری نسبت به گروه شاهد داشتند، با این‌حال هیچ تفاوت معنی‌داری برای مصرف خوراک بین گروه‌های آزمایشی در کل دوره پرورش وجود نداشت.

جدول ۳: اثر گروه‌های آزمایشی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی (گرم به‌ازای هرجوجه در روز)

دوره‌های اندازه‌گیری	گروه‌های آزمایشی						SEM	*P*-value
	شاهد	آنتی‌بیوتیک	عصاره‌های گیاهی	اسیدهای چرب متوسط زنجیر	پروبیوتیک + پری‌بیوتیک	اسانس‌های گیاهی (در آب)		
آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)								
افزایش وزن بدن (گرم)	۲۰/۹۱	۲۶/۰۱	۲۵/۳۱	۲۴/۷۴	۲۵/۵۲	۲۴/۷۳	۱/۲۲	۰/۱۱
مصرف خوراک (گرم)	۲۳/۲۶	۲۷/۰۰	۲۵/۰۰	۲۵/۹۰	۲۷/۲۰	۲۶/۰۰	۱/۲۳	۰/۳۰
ضریب تبدیل غذایی	۱/۱۱	۱/۰۴	۰/۹۹	۱/۰۴	۱/۰۶	۱/۰۵	۰/۰۳	۰/۱۳
رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)								
افزایش وزن بدن (گرم)	۷۱/۲۴	۷۳/۵۹	۷۱/۴۳	۷۰/۶۳	۶۳/۳۱	۶۴/۸۵	۲/۶۵	۰/۱۰
مصرف خوراک (گرم)	۱۰۲/۳۱^{a}	۱۰۱/۹۲^{a}	۱۰۲/۵۶^{a}	۹۷/۹۴^{ab}	۹۰/۹۲^{b}	۹۱/۵۴^{b}	۳/۰۱	۰/۰۴
ضریب تبدیل غذایی	۱/۴۳	۱/۳۸	۱/۴۳	۱/۳۸	۱/۴۴	۱/۴۱	۰/۰۳	۰/۵۹
پایانی (۲۵ تا ۳۵ روزگی)								
افزایش وزن بدن (گرم)	۸۴/۱۳	۹۴/۶۳	۸۲/۳۶	۹۰/۵۶	۹۳/۱۶	۹۷/۷۰	۴/۶۱	۰/۲۳
مصرف خوراک (گرم)	۱۶۲/۳۷	۱۷۷/۳۳	۱۶۸/۶۷	۱۷۳/۹۷	۱۸۰/۰۰	۱۸۱/۳۳	۷/۵۰	۰/۵۴
ضریب تبدیل غذایی	۱/۹۳^{ab}	۱/۸۸^{ab}	۲/۰۵^{a}	۱/۹۲^{ab}	۱/۹۳^{ab}	۱/۸۶^{b}	۰/۰۵	۰/۰۴
کل دوره (۱ تا ۳۵ روزگی)								
افزایش وزن بدن (گرم)	۵۶/۴۷^{c}	۶۱/۸۰^{a}	۵۷/۲۹^{bc}	۵۹/۱۷^{b}	۵۷/۴۳^{bc}	۵۹/۰۷^{b}	۰/۷۵	۰/۰۰۴
مصرف خوراک (گرم)	۹۱/۰۴	۹۶/۲۴	۹۳/۴۳	۹۳/۴۸	۹۲/۹۷	۹۳/۲۴	۱/۷۳	۰/۵۵
ضریب تبدیل غذایی	۱/۶۱^{ab}	۱/۵۵^{c}	۱/۶۳^{a}	۱/۵۸^{bc}	۱/۶۲^{ab}	۱/۵۸^{bc}	۰/۰۱	۰/۰۰۱

میانگین‌های هرستون با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای تفاوت معنی‌داری هستند.

پاسخ‌های ایمنی: نتایج برخی از شاخص‌های ایمونولوژیک خون و تیتر آنتی‌بادی علیه برونشیت و گامبورو جوجه‌های گوشتی در جدول ۴ نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت، لیکن نتایج بررسی هتروفیل و لنفوسیت نشان داد که مصرف اسیدهای چرب متوسط زنجیر درصد هتروفیل را کاهش، درصد لنفوسیت را افزایش و در نتیجه موجب کاهش نسبت هتروفیل به لنفوسیت می‌شود. تیتر آنتی‌بادی علیه برونشیت از روند خاصی پیروی نکرده است، اما تیتر آنتی‌بادی علیه گامبورو در تمامی تیمارهای آزمایشی حاوی مکمل‌های خوراکی بالاتر از تیمار شاهد و در تیمارهای حاوی آنتی‌بیوتیک و عصاره‌های گیاهی از تیمارهای دیگر بالاتر بود. اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی اندام‌های لنفاوی (بورس فابرسیوس و طحال) در جدول ۵ ارائه داده شده است. تفاوت معنی‌داری در وزن نسبی بورس فابرسیوس در بین گروه‌های آزمایشی مشاهده نشد ولی تفاوت معنی‌داری در وزن نسبی طحال در بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت، وزن نسبی طحال جوجه‌های گوشتی که با جیره حاوی اسیدهای چرب متوسط زنجیر تغذیه شدند، نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی افزایش بیش‌تری داشت (p=۰/۰۱).

جدول ۴: اثر گروه‌های آزمایشی بر شاخص‌های ایمنی خون و تیتر آنتی‌بادی علیه برونشیت و گامبورو در پایان آزمایش

گروه‌های آزمایشی/صفات	فراسنجه‌های ایمنی			تیتر آنتی‌بادی	
	هتروفیل (درصد)	لنفوسیت (درصد)	نسبت هتروفیل به لنفوسیت	برونشیت	گامبورو
شاهد (فاقد افزودنی)	۱۹/۸۳	۴۰/۱۶	۰/۴۹	۳۶۶۶/۹	۳۶۳۸/۲
آنتی‌بیوتیک	۱۹/۸۳	۴۰/۱۶	۰/۴۹	۳۴۴۲/۲	۴۷۹۰/۲
عصاره‌های گیاهی	۱۹/۵۰	۴۰/۵۰	۰/۴۸	۳۳۱۷/۸	۴۷۳۷/۳
اسیدهای‌چرب متوسط‌زنجیر	۱۸/۶۶	۴۱/۳۳	۰/۴۵	۳۰۴۵/۴	۴۵۷۰/۴
پروبیوتیک+پری‌بیوتیک	۲۰/۰۰	۳۶/۶۶	۰/۵۹	۳۱۰۶/۰	۳۷۱۶/۶
اسانس‌های گیاهی (مخلوط در آب آشامیدنی)	۱۹/۸۳	۴۰/۱۶	۰/۴۹	۳۵۸۰/۵	۴۰۷۴/۹
خطای استاندارد میانگین	۰/۳۰	۰/۶۶	۰/۰۲	۱۳۶/۷۳	۱۷۸/۰۴
احتمال معنی‌داری	۰/۸۲	۰/۴۴	۰/۴۶	۰/۷۳	۰/۲۵

میانگین‌های هرستون با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای تفاوت معنی‌داری هستند.

جدول ۵: وزن نسبی اندام‌های مربوط به سیستم ایمنی (لنفاوی) نسبت به وزن زنده

گروه‌های آزمایشی/صفات	صفات لاشه	
	درصد طحال	درصد بورس فابرسیوس
شاهد (فاقد افزودنی)	۰/۰۹^{b}	۰/۱۰
آنتی‌بیوتیک	۰/۰۸^{b}	۰/۰۸
عصاره‌های گیاهی	۰/۰۹^{b}	۰/۰۹
اسیدهای‌چرب متوسط‌زنجیر	۰/۱۳^{a}	۰/۱۰
پروبیوتیک+ پری‌بیوتیک	۰/۰۹^{b}	۰/۱۱
اسانس‌های گیاهی (مخلوط در آب آشامیدنی)	۰/۰۸^{b}	۰/۰۷
خطای استاندارد میانگین	۰/۰۱	۰/۰۱
احتمال معنی‌داری	۰/۰۱	۰/۴۳

میانگین‌های هرستون با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای تفاوت معنی‌داری هستند.

خصوصیات استخوان درشت‌نی: نتایج خصوصیات استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی درجدول ۶ نشان داد که درصد خاکستر دارای تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی بود (p=۰/۰۰۱). بیش‌ترین درصد خاکستر در تیمار حاوی اسیدهای چرب متوسط زنجیر و کم‌ترین درصد خاکستر در تیمار حاوی عصاره‌های گیاهی مشاهده‌شد، ولی نتایج مربوط به طول، قطر و جرم حجمی استخوان درشت‌نی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجودنداشت، ولی تیمار حاوی‌اسیدهای چرب متوسط زنجیر موجب افزایش قطر استخوان درشت‌نی شد.

کیفیت گوشت: نتایج کیفیت گوشت در پایان آزمایش در جدول ۷ نشان داد که pH، رطوبت گوشت، ظرفیت نگه‌داری آب، مالون‌دی‌آلدئید، افت‌خونابه و افت درنتیجه پخت‌جوجه‌های گوشتی، تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند.

جدول ۶: اثر گروه‌های آزمایشی بر خصوصیات استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی در پایان آزمایش

گروه‌های آزمایشی/صفات	خاکستر درصد	طول نسبی میلی‌متر	قطر میلی‌متر	جرم حجمی (سانتی‌مترمکعب)
شاهد (فاقد افزودنی)	۵۰/۱۳^{b}	۹۲/۰۲	۹/۰۸	۸/۶۶
آنتی‌بیوتیک	۴۹/۹۸^{b}	۸۹/۴۷	۸/۷۳	۸/۰۰
عصاره‌های گیاهی	۴۹/۷۱^{b}	۸۹/۸۹	۸/۹۳	۸/۴۱
اسیدهای‌چرب متوسط‌زنجیر	۵۳/۸۷^{a}	۸۹/۸۳	۹/۹۶	۸/۴۱
پروبیوتیک+ پری‌بیوتیک	۵۱/۲۴^{b}	۹۱/۰۸	۸/۹۹	۸/۴۱
اسانس‌های گیاهی (مخلوط در آب آشامیدنی)	۵۰/۵۳^{b}	۹۰/۵۸	۹/۲۶	۸/۵۸
خطای استاندارد میانگین	۰/۲۱	۰/۳۶	۰/۱۵	۰/۱۷
احتمال معنی‌داری	۰/۰۰۱	۰/۳۷	۰/۹۵	۰/۹۱

میانگین‌های هرستون با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای تفاوت معنی‌داری هستند.

جدول ۷: اثر گروه‌های آزمایشی بر کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی در پایان آزمایش

گروه‌های آزمایشی/شاخص‌ها	pH	رطوبت (درصد)	ظرفیت نگه‌داری آب (درصد)	مالون‌دی‌آلدئید (MDA) (میکروگرم بر کیلوگرم)	افت خونابه (درصد)	افت پخت (درصد)
شاهد (فاقد افزودنی)	۵/۶۶	۷۴/۶۹	۵۶/۰۰	۰/۱۴	۱/۲۸	۱۷/۴۳
آنتی‌بیوتیک	۵/۶۷	۷۴/۴۳	۵۶/۲۲	۰/۱۶	۱/۲۹	۱۷/۰۶
عصاره‌های گیاهی	۵/۶۰	۷۴/۶۲	۵۵/۷۶	۰/۱۴	۱/۵۱	۱۷/۶۱
اسیدهای‌چرب متوسط‌زنجیر	۵/۶۶	۷۴/۷۲	۵۶/۳۵	۰/۱۴	۱/۳۱	۱۷/۲۸
پروبیوتیک+پری‌بیوتیک	۵/۶۷	۷۴/۷۲	۵۴/۹۲	۰/۱۷	۱/۳۶	۱۷/۹۵
اسانس‌های گیاهی (مخلوط در آب آشامیدنی)	۵/۵۵	۷۴/۸۵	۵۶/۳۸	۰/۱۵	۱/۳۱	۱۷/۰۰
خطای استاندارد میانگین	۰/۳۸	۰/۰۹	۰/۳۳	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۱۳
احتمال معنی‌داری	۰/۹۲	۰/۸۷	۰/۸۱	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۲۸

میانگین‌های هر ستون با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای تفاوت معنی‌داری هستند.

بحث

استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد به‌عنوان مواد افزودنی خوراک در سال ۲۰۰۶ توسط اتحادیه اروپا به‌دلیل مقاومت در برابر پاتوژن‌ها و هم‌چنین باقی‌ماندن در بافت‌ها ممنوع شد، بنابراین دانشمندان در جستجوی گزینه‌های ارگانیک، بی‌خطر و کاربردی برای جایگزینی آنتی‌بیوتیک‌ها هستند (۳۹). هدف از این پژوهش این بود که آیا موادافزودنی خوراکی مختلف ازجمله عصاره‌های گیاهی، اسانس‌های گیاهی مخلوط در آب آشامیدنی، اسیدهای چرب متوسط زنجیر و ترکیب پروبیوتیک و پری‌بیوتیک می‌توانند به‌عنوان یک گزینه و جایگزین امیدوار کننده برای آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد درنظر گرفته شوند و تأثیر آن‌ها را بر عملکرد رشد، ویژگی‌های استخوان درشت‌نی و برخی از پاسخ‌های ایمنی مرغ گوشتی بررسی شود.

عملکرد: براساس یافته‌های به‌دست آمده در این مطالعه، استفاده از افزودنی‌های خوراکی آنتی‌بیوتیک محرک رشد، اسیدهای چرب متوسط زنجیر و اسانس‌های گیاهی مخلوط در آب آشامیدنی در تغذیه جوجه‌های گوشتی باعث افزایش وزن بدن و کاهش ضریب تبدیل غذایی شد. برخی از مطالعات نشان داده است که افزودن محصولات گیاهی مانند اسانس‌های گیاهی به آب آشامیدنی مرغ گوشتی باعث بهبود افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با گروه شاهد می شود (۴۰). نتایج مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی در تحقیق حاضر نشان داد که استفاده عصاره‌های گیاهی در دورهٔ رشد سبب افزایش مصرف خوراک نسبت به تیمار شاهد شد. نتایج حاکی از بهبود راندمان مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی در تحقیق حاضر در اثر مصرف این افزودنی مفید (ترکیبات گیاهی) به‌علّت افزایش قابلیت هضم مواد مغذی جیره و افزایش باکتری‌های مفید دستگاه گوارش‌است (۴۱). هم‌سو با نتایج تحقیق حاضر، نتایج چندین مطالعه روی جوجه‌های گوشتی نشان داد که افزودن ترکیبات گیاهی در جیره سبب بهبود مصرف خوراک در جوجه‌های گوشتی شد (۴۲، ۴۳). این بهبود عملکرد رشد به‌دلیل وجود ترکیبات زیست‌فعال موجود در محصولات فیتوژنیک است که در تحریک ترشح آنزیم‌های هضم کننده پانکراس مانند آمیلاز، مالتاز و تریپسین نقش دارند (۴۴). اسیدهای چرب متوسط زنجیر دارای دو منبع اصلی است: شیر و روغن نارگیل. گزارش شده که مکمل اسیدهای چرب متوسط زنجیر در جیره‌های غذایی جوجه‌های گوشتی اثرات مثبتی بر عملکرد رشد دارد (۴۵) که به فعالیت ضد میکروبی اسیدهای آلی مربوط می‌شود که به کاهش عوامل بیماری‌زا کمک کرده و از این‌رو در دسترس بودن مواد مغذی غذایی برای حیوانات افزایش می‌یابد (۴۶). در پژوهش حاضر، استفاده از مکمل ترکیب پروبیوتیک و پری‌بیوتیک، اثر معنی‌داری بر صفات عملکردی نداشت. چندین مطالعه وجود دارد که هیچ اثر مثبتی از مکمل ترکیب پروبیوتیک و پری‌بیوتیک بر عملکرد رشد را نشان نمی‌دهند (۴۷، ۴۸).

پاسخ‌های ایمنی: یافته‌های ما در اندازه‌گیری میزان آنتی‌بادی‌های برونشیت و گامبورو، بیانگر عدم اثرگذاری معنی‌دار افزودنی‌های خوراکی بر تغییر سطح آنتی‌بادی‌های برونشیت و گامبورو بود. این بدین معناست که بر طبق یافته‌های این پژوهش استفاده از افزودنی‌های خوراکی نمی‌تواند در افزایش سطح سرمی آنتی‌بادی بیماری‌های برونشیت و گامبورو به‌طور معنی‌دار مؤثر باشد، هرچند تیتر آنتی‌بادی علیه گامبورو در تمامی تیمارهای آزمایشی بالاتر از تیمار شاهد بود. نتیجه یک مطالعه روی جوجه‌های گوشتی نشان داد که در روز ۳۲ در گروه دریافت کننده پروبیوتیک، در تیتر آنتی‌بادی علیه بیماری گامبورو تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت (۴۹). Reissy و همکاران، نیز گزارش دادند که دوره‌های زمانی مصرف پودر گیاه دارویی در جوجه‌های گوشتی هیچ اثر معنی‌داری بر تیتر آنتی‌بادی گامبورو بین تیمارهای آزمایشی نداشت (۵۰). در این تحقیق، مکمل خوراکی اسیدهای چرب متوسط زنجیر باعث افزایش

رشد طحال شد. طحال عضوی از سیستم ایمنی است و اندازه گیری وزن آن روشی متداول برای ارزیابی وضعیت ایمنی جوجه‌هاست (۴۵). اندام‌های ایمنی همراه با اندام‌های لنفاوی و سلول‌های ایمنی، سیستم ایمنی بدن را تشکیل می‌دهند. تکثیر، تمایز و بلوغ سلول‌های ایمنی معمولاً در تیموس، طحال و بورس اتفاق می‌افتد (۵۱). بنابراین، وزن اندام‌های لنفاوی نشان دهنده توانایی بدن در تأمین سلول‌های لنفاوی در هنگام پاسخ ایمنی است. روند افزایش رشد طحال در این مطالعه مشاهد شد که تا حدی نشان داد، جوجه‌های تیمار اسیدهای چرب متوسط زنجیر، ایمنی بیش‌تری نسبت به گروه شاهد دارند؛ بنابراین فرض می‌کنیم که افزایش درصد لنفوسیت، کاهش درصد هتروفیل و در ادامه کاهش درصد نسبت هتروفیل به لنفوسیت در تیمار حاوی اسیدهای چرب متوسط زنجیر می‌تواند به‌دلیل افزایش رشد طحال باشد. بالاترین میزان گلبول‌های سفید خون در ماکیان را لنفوسیت‌ها تشکیل می‌دهند و برای ایجاد پاسخ ایمنی، تأثیر متقابل لنفوسیت‌های گروه B و T و نیز ماکروفاژها ضروری است، بنابراین بالا رفتن تعداد لنفوسیت‌ها در خون در پی افزایش تعداد گلبول‌های سفید می‌تواند در تقویت سیستم ایمنی بدن اثرگذار باشد. در پرندگان سالم تعداد لنفوسیت‌ها بیش‌تر از سایر گلبول‌های سفید است. عوامل استرس‌زا با تحریک ترشح هورمون ACTH و هورمون‌های غدد فوق کلیوی باعث بالارفتن تعداد هتروفیل و لنفوسیت در پرندگان می‌شوند. بدین‌ترتیب، شمارش هتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها و تعیین نسبت هتروفیل به لنفوسیت در خون پرندگان به عنوان شاخص مهمی برای تخمین میزان تنش در آن‌ها بیان شده است (۵۲، ۵۳).

خصوصیات استخوان درشت‌نی: در این تحقیق، محتوای خاکستر در تیمار حاوی اسیدهای چرب متوسط زنجیر دارای بیش‌ترین مقدار بود. هم‌سو با این نتایج Capdevielle و همکاران، بیان نمودند جیره‌های اسیدی باعث افزایش خاکستر استخوان درشت‌نی می‌شود (۵۴). Sacakli و همکاران، نشان دادند که اضافه کردن اسیدهای آلی زنجیره کوتاه (لاکتیک و فرمیک اسید) به جیرهٔ غذایی بلدرچین باعث بهبود استفاده از فسفر جیره و افزایش خاکستر استخوان درشت‌نی شد (۵۵). Mutus و همکاران، گزارش کردند که خاکستر استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی که با مکمل پروبیوتیکی تغذیه شده بودند نسبت به تیمار شاهد بیش‌تر بود (۵۶)، هم‌چنین Lotfan و همکاران، نیز بیان کردند که منابع و سطوح مختلف پری‌بیوتیک باعث افزایش معنی‌دار درصد خاکستر پنجهٔ پا گردید (۵۷). در تحقیق Jamali و همکاران، قطر اپی‌فیز، قطر خارجی، قطر داخلی، وزن و ضخامت استخوان درشت‌نی مرغان تخم‌گذار تحت تأثیر سطوح مختلف پودر گیاه دارویی قرار نگرفت، اما حجم، ماده خشک و خاکستر استخوان درشت‌نی متأثر از تیمارهای آزمایشی بود (۵۸). بررسی خصوصیات استخوان یکی از معیارهای مرسوم برای ارزیابی کیفیت جیره‌های غذایی طیور از نظر مواد معدنی ازجمله کلسیم و فسفر است. افزایش مواد معدنی در استخوان بر استحکام استخوان‌ها تأثیر دارد و کاهش مواد معدنی باعث افزایش خطر شکستگی استخوان می‌شود. مشخص شده است که استخوان‌بندی ضعیف باعث کاهش مصرف خوراک و در نتیجه بر وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی اثر می‌گذارد. وضعیت استخوان به‌ویژه استخوان ساق پا (درشت‌نی، ران و متاتارس) ممکن است به‌طور مستقیم بر کیفیت گوشت مرغ تأثیر داشته باشد (۲۷). روش‌های مختلفی برای سنجش مینرالیه شدن استخوان‌ها وجود دارد که می‌توان به تعیین خاکستر استخوان، نقطه شکست، وزن استخوان، حجم استخوان و میزان جذب فوتونی (تعیین چگالی استخوان) اشاره کرد (۵۹).

کیفیت گوشت: با وجود مطالعات بی‌شمار در مورد تأثیر افزودنی‌های خوراکی طبیعی مانند سین‌بیوتیک، اسیدهای چرب متوسط زنجیر و عصاره‌های گیاهی، بر عملکرد تولیدی طیور، اطلاعات کمیابی در مورد اثرات این افزودنی‌ها بر کیفیت گوشت منتشر شده است. برخی مطالعات مزایای سین‌بیوتیک، اسیدهای چرب متوسط زنجیر و عصاره‌های گیاهی را بر ترکیبات شیمیایی گوشت، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی گزارش کرده‌اند (۱۷، ۶۰، ۲۰)، درحالی‌که برخی دیگر هیچ اثر مفیدی را گزارش نکردند (۴۵، ۶). یافته‌های ما نشان داد که افزودنی‌های خوراکی آزمایش شده هیچ اثری بر کیفیت گوشت مرغ‌های گوشتی ندارند. صفات و ویژگی‌های کیفیت گوشت از عوامل مهم در کمک به پذیرش مصرف‌کننده است. اگر کیفیت گوشت مرغ با کیفیت نرمال و مورد انتظار متفاوت باشد، ممکن است توسط مصرف‌کنندگان پذیرفته نشود. در مطالعه حاضر، ما هیچ‌گونه تجزیه و تحلیل حسی انجام ندادیم و بنابراین، تحقیقات بیش‌تر با تمرکز بیش‌تر بر کیفیت، بافت و طعم گوشت مرتبط با این مواد افزودنی توصیه می‌شود. براساس نتایج مطالعه حاضر، می‌توان نتیجه گرفت که مکمل‌های خوراکی، به‌ویژه اسیدهای چرب متوسط زنجیر (MCFA)، می‌توانند به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای آنتی‌بیوتیک (AGP) در مرغ‌های گوشتی استفاده شود.

منابع

1. **Mountzouris, K.C., Paraskevas, V. and Fege, K., 2009.** Phytogenic compounds in broiler nutrition. In: T. Stiener (Ed), Phytogenic in Animal Nutrition. Nottingham University press. Notingham, UK. 97-111.
2. **Hertrampf, J.W., 2001.** Alternative antibacterial performance promoters. International Journal of Poultry Science. 40: 50-52.

2014. Evaluation of a commercially available organic acid product on body weight loss, carcass yield, and meat quality during preslaughter feed withdrawal in broiler chickens: a poultry welfare and economic perspective. Poultry Science. 93(2): 448-455.

18. **Al-Khalaifah, H.S., 2018.** Benefits of probiotics and/or prebiotics for antibiotic-reduced poultry. Poultry science. 97(1): 3807-3815.
19. **Pourabedin, M. and Zhao, X., 2015.** Prebiotics and gut microbiota in chickens. FEMS Microbiology Letters. 362(15): fnv122.
20. **Dev, K., Mir, N.A., Biswas, A., Kannoujia, J., Begum, J., Kant, R. and Mandal, A., 2020.** Dietary synbiotic supplementation improves the growth performance, body antioxidant pool, serum biochemistry, meat quality, and lipid oxidative stability in broiler chickens. Animal Nutrition. 6: 325-332.
21. **Bozkurt, M., Kucukyimaz, K., Cath, A.U. and Cinar, M., 2009.** The effect of single or combined dietary supplementation of Prebiotics, organic acid and probiotics on performance and slaughter characteristics of broilers. South African Journal of Animal Science. 39: 197-205.
22. **Bielecka, M., Biedrzycka, E. and Majkowska, A., 2016.** Selection of probiotics and prebiotics for synbiotics and confirmation of their in vivo effectiveness. Feed Research International. 35: 125-131.
23. **Boren, B., 1992.** Nutritional aspects of leg weakness. Poultry International. 31: 24-35.
24. **Galian, A., Salar Moeini, M. and Mazhari, M., (Translation). 2013.** Poultry nutrition. Publications of Kausar Agricultural Research and Development Company. 444 p. (In Persian)
25. **Guinotte, F. and Nys, Y., 1991.** The effect of particle size and origin of calcium carbonate on performance and ossification characteristics in broiler chicks. Poultry science. 70: 1908-1920.
26. **Rath, N.C., Balog, J.M., Huff, W.E., Huff, G.R., Kulkarni, G.B. and Tierce, J.F., 1999.** Comparative difference in the composition and biomechanical properties of tibiae of seven-and seventy-two-week-old male and female broiler breeder chickens. Poultry Science. 78: 1232-1239.
27. **Orban, J.I., Adeola, O. and Stroshine, R., 1999.** Microbial phytase in finisher diets of White Microbial phytase in finisher diets of White Pekin ducks: Effect on growth performance, plasma phosphorus concentration and leg bone characteristics. Poultry Science. 78: 366-377.
28. **Nosrati, M., Javandel, F., Camacho, L.M., Khusro, A., Cipriano, M., Seidavi, A. and Salem, A.Z.M., 2017.** The effects of antibiotic, probiotic, organic acid, vitamin C, and Echinacea purpurea extract on performance, carcass characteristics, blood chemistry, microbiota, and immunity of broiler chickens. Journal of Applied Poultry Research. 26(2): 295-306.
29. **Aviagen. 2018.** Broiler Nutrition Specification Ross 308. Aviagen, Huntsville, Alabama.
30. **Grass, W.B. and Siegel, H.S., 1983.** Evaluation of the heterophile/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. Avian Disease. 27: 927-979.
31. **Zhang, B. and Coon, C.N., 1997.** The relationship of various tibia bone measurements in hens. Poultry Science. 76: 1698-1701.
32. **Zyła, K., Mika, M., Stodolak, B., Wikiera, A., Koreleski, J. and Swiatkiewicz, S., 2004.** Towards complete dephosphorylation and total conversion of phytates in poultry feeds. Poultry Science. 83: 1175-1186.
33. **Shalaei, M. and Hosseini, S.M., 2016.** Acidity of gastrointestinal tract and tibia characteristics of laying hens fed diets supplemented with antibiotic, organic acid,

3. **Huyghebaert, G., Ducatelle, R. and van Immerseel, F., 2011** An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers Review of Veterinary Journal. 187(2): 182-188.
4. **Hassig, A., Liang, W.X., Schwabl, H. and Stampfli, K., 1999.** Flavonoids & tannins: plant-based antioxidants with vitamin character. Medical Hypotheses. 52(5): 479-481.
5. **Gadde, U., Kim, W.H., Oh, S.T. and Lillehoj, H.S., 2017.** Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. Animal Health Research Reviews. 18(1): 26-45.
6. **Park, J.H. and Kim, I.H., 2018.** Effects of a protease and essential oils on growth performance, blood cell profiles, nutrient retention, ilea microbiota, excreta gas emission, and breast meat quality in broiler chicks. Poultry Science. 97(8): 2854-2860.
7. **Sharma, M.K., Dinh, T., Adhikari, P.A., 2020.** Production performance, egg quality, and small intestine histomorphology of the laying hens supplemented with phytogenic feed additive. Journal of Applied Poultry Research. 29: 362-371.
8. **Tahami, Z. and Hosseini, S.M., 2021.** Effect of *Cinnamomun cassia*, *Origanum vulgare* and *Capsicum annuum* extracts in first period on performance, carcass characteristics and blood parameters of Broiler chickens. J of Animal Environment. 13(1): 173-182. (In Persian)
9. **Kolbadinejad, A. and Rezaeipour, V., 2020.** Efficacy of ajwain (*Trachyspermum ammi L.*) seed at graded levels of dietary threonine on growth performance, serum metabolites, intestinal morphology and microbial population in broiler chickens. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 00: 1-10.
10. **Hazrati, S., Rezaeipour, V. and Asadzadeh, S., 2019.** Effects of phytogenic feed additives, probiotic and mannan-oligosaccharides on performance, blood metabolites, meat quality, intestinal morphology, and microbial population of Japanese quail. British poultry science. 60: 1-8.
11. **Hajiaghapour, M. and Rezaeipour, V., 2018.** Comparison of two herbal essential oils, probiotic, and mannan-oligosaccharides on egg production, hatchability, serum metabolites, intestinal morphology, and microbiota activity of quail breeders. Livestock Science. 210: 93-98.
12. **Gilani, A.H., Jabeen, Q., Ghayur, M.N., Janbaz, K.H. and Akhtar, M.S., 2005.** Studies on the antihypertensive, antispasmodic, bronchodilator and hepatoprotective activities of the *Carum copticum* seed extract. Journal of Ethnopharmacology. 98: 127-135.
13. **Aeschbach, B., Loliger, J., Scott, B.C., Musica, A., Bulter, J. and Halliwell, B., 1994.** Antioxidant action of thymol, carvacrol, 6 gingerol, zinezerone and hydroxy tyrosol. Food and Chemical Toxicology. 32: 31-36.
14. **Hasani Sorkhani, E., Afsharmanesh, M., Salarmoini, M., Ebrahimnejad, H. and Khajeh Bami, M., 2012.** Evaluation of the effects of different levels of Pennyroyal essential oil and probiotic containing *Bacillus coagulens* on performance, carcass characteristics and meat quality of broiler chickens. Journal of Animal Environment. 13(1): 163-172. (In Persian)
15. **Yoshida, S., Kasuga, S., Hayashi, N., Ushiroguchi, T., Matsuura, H. and Nakagawa, S., 1987.** Antifungal Activity of Ajoene Derived from Garlic Applied and Environmental Microbiology. 53(3): 615-617.
16. **Shabani, A., Ashayerizadeh, A. and Barekatain, R., 2019.** Inclusion of fish waste silage in broiler diets affects gut microflora, cecal short-chain fatty acids, digestive enzyme activity, nutrient digestibility, and excreta gas emission. Poultry Science. 98(10): 4909-4918.
17. **Menconi, A., Kuttappan, V.A., Hernandez-Velasco, X., Urbano, T., Matté, F., Layton, S. and Vicente, J.L.,**

probiotic and prebiotic. Animal Production Research. 5(2): 1-11. (In Persian)

34. **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: 2059-2069.

35. **Qiao, M., Fletcher, D.L., Smith, D.P. and Northcutt, J.K., 2001.** The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. Poultry science. 80(5): 676-680.

36. **Castellini, C., Mugnai, C. and Dal Bosco, A., 2002.** Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. Meat Science. 60: 219-225.

37. **Reitznerová, A., Šuleková, M., Nagy, J., Marcincák, S., Semjon, B., Certík, M. and Klempová, T., 2017.** Lipid Peroxidation Process in Meat and Meat Products: A Comparison Study of Malondialdehyde Determination between Modified 2-Thiobarbituric Acid Spectro photometric Method & Reverse-Phase High-Performance Liquid Chromatography. Molecules. 22: 1988.

38. **SAS Institute. 2003.** User's Guide: Statistics, Version 9.1. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA

39. **Klose, V., Mohnl, M., Plail, R., Schatzmayr, G. and Loibner, A.P., 2006.** Development of a competitive exclusion product for poultry meeting the regulatory requirements for registration in the European Union. Molecular nutrition and food research. 50(6): 563-571.

40. **Adaszyńska-Skwirzyńska, M. and Szczerbińska, D., 2019.** The effect of lavender (*Lavandulaangustifolia*) essential oil as a drinking water supplement on the production performance, blood biochemical parameters, and ilealmicroflora in broiler chickens. Poultry science. 98(1): 358-365.

41. **Pedroso, A., Menten, J., Lambais, M., Racanicci, A., Longo F. and Sorbara, J., 2006.** Intestinal bacterial community and growth performance of chickens fed diets containing antibiotics. Poultry Science. 85: 747-752.

42. **Lee, K.W., Kappert, H.J., Frehner, M., Losa, R. and Beynen, A.C., 2003.** Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. British Poultry Science. 44: 450-457.

43. **Jamroz, D., Wiliczkiewicz, A., Wertelecki, T., Orda, J. and Sukorupinska, J., 2005.** Use of active substances of planorigin in chicken diets based on maizet and locally grown cereals. British poultry science. 46: 485-493.

44. **Barbarestani, S.Y., Jazi, V., Mohebodini, H., Ashayerizadeh, A., Shabani, A. and Toghyani, M., 2020.** Effects of dietary lavender essential oil on growth performance, intestinal function, and antioxidant status of broiler chickens. Livestock Science. 233: 103958.

45. **Nguyen, D.H., Lee, K.Y., Mohammadigheisar, M. and Kim, I.H., 2018.** Evaluation of the blend of organic acids and medium-chain fatty acids in matrix coating as antibiotic growth promoter alternative on growth performance, nutrient digestibility, blood profiles, excreta microflora, and carcass quality in broilers. Poultry science. 97(12): 4351-4358.

46. **Lee, S.I., Kim, H.S. and Kim, I., 2015.** Micro encapsulated organic acid blend with MCFAs can be used as an alternative to antibiotics for laying hens. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences. 39(5): 520-527.

47. **Erdoğan, Z., Erdoğan, S., Aslantaş, Ö. And Çelik, S., 2010.** Effects of dietary supplementation of synbiotics & phytobiotics on performance, caecal coliform population and some oxidant/antioxidant parameters of broilers. J of Animal Physiology and Animal Nutrition. 94(5): 40-48.

48. **Mookiah, S., Sieo, C.C., Ramasamy, K., Abdullah, N. and Ho, Y.W., 2014.** Effects of dietary prebiotics, probiotic and synbiotics on performance, caecal bacterial populations and caeca fermentation concentrations of broiler chickens. Journal of the Science of Food and Agriculture. 94(2): 341-348.

49. **Maghsoudi, N., Hosseini, S., Jafari, P., Hosseini Dost, S., Tajabadi Ebrahimi, M., Tavasoli, P. and Khani, M., 2018.** Investigating the effect of native probiotic *Lactobacillus brevis* on weight gain and immune response in broiler chickens vaccinated with Bursa Fabricius vaccine. Animal Physiology and Development. 5(4): 43-48. (In Persian)

50. **Reissy M., Eusat Hosseini Aliabad, S., Pashazanousi, M. and Roufchaei, A., 2018.** Effect of duration and amount of garlic powder use on growth and antibody titer against Newcastle and Gambro vaccine in broiler chickens. Herbal Drugs. 2(4): 275-285. (In Persian)

51. **Brekelmans, P. and Van Ewijk, W., 1990.** Phenotypic characterization of murine thymic microenvironments. In Seminars in immunology. 2(1): 13-24.

52. **Amini, K., Mahmoudi, R., Tajdar, A. and Khayati, M., 2014.** Improvement of breeding conditions of broilers using synbiotic and cardamom seed extract in diet. Livestock and Poultry Research Journal. 3(1): 1-13.

53. **Najafi, P., 2017.** The effect of adding essential oils of thyme, cinnamon and clove to the diet on performance, carcass parameters, serum metabolites, viscosity of ileum contents and humoral immune response of broiler chickens, Master's thesis, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah. (In Persian)

54. **Capdevielle, M.C., Hart, L.E., Goff, J. and Scanes, C.G., 1998.** Aluminum and acid effects on calcium and phosphorus metabolism in young growing chickens (*Gallus gallusdomesticus*) and mallard ducks (*Anas platyrhynchos*). Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 35: 82-88.

55. **Sacakli, P., Sehu, A., Ergun, N.A., Genc, B. and Selcuk, Z., 2006.** The effect of phytase and organic acid on growth performance, carcass yield and tibia ash in quails fed diets with low levels of non-phytate phosphorus. Asian Australasian Journal of Animal Sciences. 19: 198-202.

56. **Mutus R., Kocabagl N., Alp M., Acar N., Eren M. and Gezen S.S., 2006.** The effect of dietary probiotic supplementation on tibial bone characteristics & strength in broilers. Poultry Science Association. 85: 1621-1625.

57. **Lotfan, M., Ebrahimnejad, Y., Nazer Adl, K. and Moghadam, M., 1389.** The effect of different sources and levels of prebiotics on blood metabolites, bone ash of the paw and the morphology of the small intestine of broiler chickens. Animal Science Research Journal. 4/20(1): 31-43. (In Persian)

58. **Jamali, M., Ghorbani, M., Tatar, A., Salari, S. and Chaji, M., 2016.** The effects of different levels of purslane powder on microbial population, blood biochemical parameters and characteristics of tibia of laying hens. Iranian Veterinary Journal. 4: 31-42.

59. **Rao, S.K.; West, M.S.; Frost, T.J.; Orban, J.I.; Bryant, M.M. and Roland, D.A.S., 1993.** Sample size required for various methods of assessing bone status in commercial leghorn hens. Poultry Science. 72: 229-235.

60. **Hernández-Coronado, A.C., Silva-Vázquez, R., Rangel Nava, Z.E., Hernández-Martínez, C.A., Kawas-Garza, J.R., Hume, M.E. and Méndez-Zamora, G., 2019.** Mexican oregano essential oils given in drinking water on performance, carcass traits, and meat quality of broilers. Poultry Science. 98(7): 3050-3058.