Research Article

Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research
Vol. 41, No. 2, Page 252-265 (2025)

DOI:10.22092/ijmapr.2025.366129.3454

Effects of three plant growth promoters on performance, carcass traits, and immune responses of broiler chickens

Amir Hossein Alizadeh-Ghamsari[1*] and Seyed Abdullah Hosseini[2]

1*. Corresponding Author, Department of Animal and Poultry Nutrition and Physiology, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran, Email: ah.alizadeh@areeo.ac.ir
2. Department of Animal and Poultry Nutrition and Physiology, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Received: June 2024 Revised: December 2024 Accepted: April 2025

Abstract

Background and objectives: Considering the limitations on the use of growth-promoting antibiotics due to the emergence of antibiotic resistance, the use of plant-based growth promoters in the livestock and poultry industries has garnered significant attention in recent decades. These alternatives are recognized for their beneficial effects on animal growth, immune function, and physiological status. It appears that with new technologies such as nanoencapsulation, the application of plant essential oils in commercial products can become more cost-effective while enhancing performance and reducing feed costs. Therefore, this experiment investigated the effects of three commercial plant growth promoters on performance, feeding cost per kilogram of live body weight, carcass characteristics, and immune responses in broiler chickens.

Methodology: randomized design comprising five treatments with four replicates of 30 birds each. The experimental treatments were as follows: 1) a control diet (no additive), 2) a diet containing Virginiamycin (100 g per ton of feed) as a positive control, and 3 to 5) diets containing Novi-Herb®, Novi-Grow®, and Novi-Herb+® (each at 100 grams per ton of feed). Novi-Herb® included essential oils from thyme (*Thymus vulgaris*), ajwain (*Trachyspermum ammi*), and oregano (*Origanum vulgare*), along with a nanocapsulated form of chitosan. Novi-Grow® contained organic acids (lactic and formic acid), prebiotics (lactose and yeast cell wall), and plant-based compounds such as garlic powder (*Allium sativum*), turmeric powder (*Curcuma longa*), and cinnamon powder (*Cinnamomum verum*). Novi-Herb+® combines essential oils of lemon (*Citrus limon*) and yeast cell wall with other ingredients found in Novi-Herb®. Recommendations from the local veterinarian implemented the vaccination program. Data was collected on feed intake, body weight, livability, feed conversion ratio, production index, and feeding cost per kilogram of live body weight from day 1 to 42. On day 42, blood samples were taken from three birds per replicate to perform differential white blood cell counts and evaluate antibody titers against Newcastle and Influenza vaccines. Additionally, four birds per replicate, selected based on average body weight, were slaughtered. After weighing and stuffing, carcass yield and the relative weights of body components (breast, thigh, neck, back) and internal organs (liver, heart, gizzard, spleen, bursa of Fabricius, gall bladder, and proventriculus), as well as abdominal fat,

Copyright: © 2025 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by Research Institute of Forests and Rangelands (http://ijmapr.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

were measured.

Results: Including the evaluated plant growth promoters in the diet significantly improved body weight and feed conversion ratio at 42 days of age compared to the control group ($P < 0.05$). There were no significant effects of the treatments on livability, the European production index, or feed cost per kilogram of live body weight ($P > 0.05$). However, the use of Novi-Herb®, Novi-Grow®, and Novi-Herb+® led to cost reductions of 4.8%, 4.1%, and 2.7%, respectively, compared to the control group, and 3.5%, 2.8%, and 1.4%, respectively, compared to the Virginiamycin group. Among the measured traits, only the relative weight of abdominal fat showed a significant decrease with the inclusion of the plant-based growth promoters ($P < 0.05$). Dietary treatments did not significantly affect the percentage of heterophils, lymphocytes, the heterophil-to-lymphocyte ratio, or antibody titers in response to Newcastle and Influenza vaccine injections ($P > 0.05$).

Conclusion: Based on the results, the evaluated plant growth promoters can serve as effective alternatives to antibiotic growth promoters by improving broiler performance and numerically reducing feed cost per kilogram of live body weight.

Key words: plant growth promoter, feed conversion ratio, broiler, feed cost.

بررسی اثر سه نوع محرک رشد گیاهی بر عملکرد، خصوصیات لاشه و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی

امیرحسین علیزاده قمصری [۱*] و سید عبداله حسینی [۲]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات تغذیه و فیزیولوژی دام و طیور، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، پست‌الکترونیک: ah.alizadeh@areeo.ac.ir

۲- استاد پژوهشی، بخش تحقیقات تغذیه و فیزیولوژی دام و طیور، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۴۰۳ تاریخ اصلاح نهایی: دی ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۴۰۴

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به محدودیت‌های به‌کارگیری آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد به دلیل بروز مقاومت آنتی‌بیوتیکی، در دهه‌های اخیر استفاده از محرک‌های رشد گیاهی در صنعت دام و طیور به دلیل اثرهای سودمند بر رشد، ایمنی و وضعیت فیزیولوژیک حیوان مورد توجه ویژه قرار گرفته است. به نظر می‌رسد می‌توان با کمک فناوری‌های جدید (مانند نانوکپسولاسیون) مقدار مصرف اسانس‌های گیاهی در محصولات تجاری را اقتصادی کرده و ضمن بهبود عملکرد، هزینه خوراک را نیز کاهش داد. ازاین‌رو، این آزمایش با هدف بررسی اثر سه محرک رشد گیاهی تجاری بر عملکرد، هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن زنده، خصوصیات لاشه و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها: شش‌صد قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه راس ۳۰۸ (مخلوط دو جنس با نسبت مساوی) در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار ۳۰ قطعه‌ای استفاده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) جیره شاهد (فاقد افزودنی)، ۲) جیره حاوی آنتی‌بیوتیک ویرجینیامایسین (۱۰۰ گرم در تن خوراک) به عنوان کنترل مثبت و ۳ تا ۵) جیره‌های حاوی نوی‌هرب®، نوی‌گرو® و نوی‌هرب‌پلاس® (هریک به میزان ۱۰۰ گرم در تن خوراک) بودند. نوی‌هرب® حاوی اسانس آویشن (*Thymus vulgaris*)، زنیان (*Trachyspermum ammi*)، پونه کوهی (*Origanum vulgare*) و فرم نانوکپسوله کیتوزان و نوی‌گرو® حاوی اسیدهای آلی (اسیدلاکتیک، اسید فرمیک)، پری‌بیوتیک (لاکتوز + دیواره سلولی مخمر) و برخی ترکیبات گیاهی شامل: پودر سیر (*Allium sativum*)، پودر زردچوبه (*Curcuma longa*) و پودر دارچین (*Cinnamomum verum*) بود. نوی‌هرب‌پلاس® علاوه بر اجزای موجود در نوی‌هرب®دارای اسانس لیمو (*Citrus limon*) و دیواره سلولی مخمر نیز بود. برنامه واکسیناسیون مطابق توصیه دامپزشک محلی انجام شد. مقدار خوراک مصرفی، وزن بدن، ماندگاری، ضریب تبدیل غذایی، شاخص تولید و هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن زنده در دوره ۱ تا ۴۲ روزگی محاسبه شد. در سن ۴۲ روزگی، از سه پرنده به ازای هر تکرار به منظور شمارش تفریقی گلبول‌های سفید و نیز ارزیابی تیتر آنتی‌بادی در پاسخ به تزریق واکسن نیوکاسل و آنفلوآنزا خون‌گیری به‌عمل‌آمد. در این سن همچنین چهار پرنده از هر تکرار (نزدیک به میانگین وزن تکرار) کشتار شده و پس از توزین و پرکنی، درصد لاشه و وزن نسبی اجزای بدن (شامل: سینه، ران، گردن و پشت) و اندام‌ها (شامل: کبد، قلب، سنگدان، طحال، بورس فابریسیوس، کیسه صفرا، پیش معده) و نیز چربی حفره بطنی محاسبه شد.

نتایج: افزودن محرک‌های رشد گیاهی مورد ارزیابی به جیره سبب بهبود معنی‌دار وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در سن ۴۲ روزگی در مقایسه با گروه شاهد شد ($P<۰/۰۵$). درصد ماندگاری، شاخص تولید اروپایی و هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن زنده تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P>۰/۰۵$)؛ با این حال، افزودن نوی‌هرب®، نوی‌گرو® و نوی‌هرب‌پلاس® به جیره، هزینه خوراک را به‌ترتیب به میزان ۴/۸، ۴/۱ و ۲/۷ درصد در مقایسه با گروه شاهد و به میزان ۳/۵، ۲/۸ و ۱/۴ درصد در مقایسه با گروه مصرف‌کننده ویرجینیامایسین کاهش داد. از میان صفاتی مانند وزن نسبی لاشه، اجزای بدن و اندام‌ها، تنها وزن نسبی چربی حفره بطنی به دنبال افزودن محرک‌های رشد گیاهی مورد ارزیابی به جیره کاهش معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$). در عین حال، تیمارهای

آزمایشی اثر معنی‌داری بر درصد هتروفیل، درصد لنفوسیت، نسبت هتروفیل به لنفوسیت و تیتر آنتی‌بادی در پاسخ به تزریق واکسن نیوکاسل و آنفلوآنزا نداشتند ($P>۰/۰۵$).
نتیجه‌گیری: براساس این نتایج، محرک‌های رشد گیاهی مورد ارزیابی توانستند با بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی در عین کاهش عددی هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن زنده، جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک محرک رشد باشند.

واژه‌های کلیدی: محرک رشد گیاهی، ضریب تبدیل غذایی، جوجه گوشتی، هزینه خوراک.

مقدمه

ایجاد ممنوعیت و محدودیت در به‌کارگیری آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در جیره دام و طیور سبب گسترش استفاده از محصولات جایگزین در صنعت خوراک در نقاط مختلف دنیا شده است (Ayalew *et al.*, 2022). در سال‌های اخیر، انواع مختلفی از افزودنی‌های زیست‌فعال برای بهبود رشد و شرایط فیزیولوژیکی بدن طیور معرفی شده‌اند (Oladokun & Adewole, 2020).

مدت‌هاست که در جوامع بشری سنتی و حتی مدرن از ترکیبات با منشأ گیاهی به دلیل فواید سلامت‌بخش به‌عنوان دارو یا مکمل خوراکی استفاده می‌شود (Paul *et al.*, 2023). در صنعت دام و طیور نیز استفاده از محرک‌های رشد گیاهی در دهه‌های اخیر به دلیل اثرهای سودمند بر عملکرد رشد و پاسخ‌های ایمنی مورد توجه ویژه قرار گرفته است (Singh & Gaikwad, 2020). بهبود صفات تولیدی، قابلیت هضم مواد مغذی، تعادل جمعیت میکروبی روده، ارتقاء ایمنی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن پرنده در نتیجه بهره‌گیری از محصولات گیاهی در جیره طیور نشان داده شده است (Abdelli *et al.*, 2021).

عواملی مانند نوع گیاه یا اندام گیاهی استفاده شده در محصول و نیز چگونگی و مقدار افزودن آن (اسانس یا پودر گیاه در خوراک، عصاره یا اسانس یا دم‌کرده در آب آشامیدنی و یا خوراک) می‌توانند در اثرگذاری (Seidavi *et al.*, 2021) یا عدم اثرگذاری محرک‌های گیاهی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی (Şahin *et al.*, 2020) نقش داشته باشند.

اثرهای سودمند برخی گیاهان دارویی شامل آویشن، آنیسون، سیر، پونه کوهی و فلفل بر صفات تولیدی و سلامت جوجه‌های گوشتی گزارش شده است (Saleh *et al.*, 2018). نشان داده شده که استفاده توأمان از چند ترکیب زیست‌فعال گیاهی می‌تواند مؤثرتر از محصولات تک‌جزئی باشد (Khaligh *et al.*, 2011)؛ به عنوان نمونه، افزودن مخلوط گیاهی حاوی (زیره سیاه، زردچوبه و شنبلیله) نسبت به استفاده جداگانه آنها توانست به نحو مطلوب‌تری به‌عنوان جایگزین آنتی‌بیوتیک محرک رشد در جوجه‌های گوشتی عمل نماید (Yesuf *et al.*, 2023). در پژوهشی دیگر، افزودن ترکیب اسانس‌های گیاهی (استخراج شده از دارچین، میخک و زنیان) به خوراک جوجه‌های گوشتی (به نسبت وزنی ۱:۱:۱) منجر به کاهش جمعیت باکتری‌های مضر روده کور، بهبود ویژگی‌های ریخت‌شناختی روده و افزایش تیتر آنتی‌بادی در پاسخ به تزریق واکسن نیوکاسل شد (Dey *et al.*, 2023)؛ در عین حال، میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک تحت تأثیر محصول گیاهی مورد ارزیابی قرار نگرفت.

پژوهشگران نشان دادند که غلظت فراسنجه‌های خون (ازجمله پروتئین کل، کلسترول، اریتروسیت‌ها، لوکوسیت‌ها و هموگلوبین) در جوجه‌های دریافت‌کننده یک ترکیب گیاهی (حاوی زنجبیل، سیر، زردچوبه، فلفل و دارچین) در دامنه طبیعی قرار داشت (Rahayu *et al.*, 2023). در مطالعه‌ای، استفاده توأمان از پودر زردچوبه و فلفل سیاه در خوراک، سبب ارتقاء سلامت دستگاه گوارش، افزایش ماندگاری و کاهش چربی حفره بطنی در بلدرچین ژاپنی شد (Ashayerizadeh *et al.*, 2023). در پژوهشی دیگر، استفاده از مخلوط حاوی اسانس‌های پوشش‌دار شده گیاهان دارویی (حاوی تیمول و کارواکرول) و اسیدهای آلی (حاوی اسید

بنزوئیک و اسید بوتیریک) در جیره باعث تقویت پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی دچار چالش با اشرشیاکولی شد (Pham *et al.*, 2023).

در صنعت طیور، تقریباً همه تولیدکنندگان محرک‌های رشد گیاهی تجاری، ادعای اثربخشی مثبت محصولشان بر عملکرد و سلامت طیور را دارند. از سوی دیگر، پژوهش‌های تازه نشان داده که با بهره‌گیری از فناوری میکرو و نانوکپسولاسیون می‌توان اسانس‌های گیاهی را در مقادیر کمتر و به‌صورت اقتصادی‌تر تولید و به جیره افزود تا با آزادسازی تدریجی، اثر بهتری بر اندام هدف (مانند دستگاه گوارش) داشته باشند (Hosseini & Meimandipour, 2018; Amiri *et al.*, 2020). با وجود بررسی تأثیرات شماری از این محصولات، داده‌های علمی کافی برای بررسی اثر فرم‌های رایج و نوظهور (میکرو یا نانوکپسوله شده) مکمل‌های گیاهی ترکیبی وجود ندارد. بنابراین، هدف از این پژوهش، بررسی اثرهای سه نوع محصول محرک رشد گیاهی شامل: فرم‌های نانوکپسوله (نوی‌هرب و نوی‌هرب‌پلاس®) و محرک رشد نوی‌گرو® در مقایسه با گروه شاهد و یا مصرف‌کننده آنتی‌بیوتیک تجاری بر صفات تولیدی، اجزای لاشه و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در پاییز سال ۱۴۰۲ در ایستگاه تحقیقات طیور مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور به صورت طرح کاملاً تصادفی اجرا شد و شامل پنج تیمار و شش تکرار بود. در هر تکرار از ۳۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ (مخلوط دو جنس با نسبت مساوی) استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) جیره شاهد (فاقد افزودنی)، ۲) جیره حاوی ویرجینیامایسین (۱۰۰ گرم در تن خوراک) به عنوان کنترل مثبت و ۳ تا ۵) جیره‌های حاوی نوی‌هرب®، نوی‌گرو® و نوی‌هرب‌پلاس® (هریک به میزان ۱۰۰ گرم در تن خوراک) بودند. محصولات نوی‌هرب® و نوی‌گرو® تولید شرکت سروش سبز البرز (کرج، ایران) بوده که به ترتیب اولی دارای اسانس آویشن (*Thymus Vulgaris*)، زنیان (*Trachyspermum ammi*)، پونه کوهی (*Origanum vulgare*) و فرم نانوکپسوله کیتوزان و دومی حاوی اسیدهای آلی (اسید لاکتیک، اسید فرمیک)، پری‌بیوتیک (لاکتوز + دیواره سلولی مخمر) و برخی ترکیبات گیاهی شامل: پودر سیر (*Allium sativum*)، پودر زردچوبه (*Curcuma longa*) و پودر دارچین (*Cinnamomum verum*) بود. محصول گیاهی نوی‌هرب‌پلاس® تولید دیگر شرکت مذکور بود که علاوه بر اجزای موجود در نوی‌هرب® دارای اسانس لیمو (*Citrus limon*) و دیواره سلولی مخمر به عنوان پری‌بیوتیک نیز بود.

جوجه‌ها از سن ۱ تا ۴۲ روزگی با جیره‌های آردی (جدول ۱) براساس پیشنهادهای کاتالوگ پرورش سویه راس ۳۰۸ خوراک‌دهی شده و پرورش یافتند (Aviagen, 2019). برنامه واکسیناسیون نیز مطابق توصیه دامپزشک محلی انجام شد (جدول ۲). صفات تولیدی ازجمله: وزن زنده و مقدار مصرف خوراک در طول دوره پرورش یادداشت‌برداری شد. همچنین در هنگام انجام آزمایش، مرگ و میر احتمالی پرندگان به‌طور روزانه ثبت و صفات تولیدی ازجمله ضریب تبدیل غذایی بر مبنای آن تصحیح شد. شاخص تولید اروپایی (European production index) با بهره‌گیری از رابطه ۱ محاسبه شد (Wegner *et al.*, 2023).

$$\text{شاخص تولید اروپایی} = \left(\frac{\text{میانگین وزن زنده (کیلوگرم)} \times \text{ماندگاری (درصد)}}{\text{ضریب تبدیل خوراک} \left(\frac{\text{گرم}}{\text{گرم}}\right) \times \text{سن کشتار (روز)}} \right) \times ۱۰۰ \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

در سن ۴۲ روزگی، چهار قطعه پرنده از هر تکرار (دو مرغ و دو خروس) انتخاب و یک میلی‌لیتر خون به دست آمده از سیاهرگ بال چپ آنها به لوله‌های آغشته به هپارین منتقل شد. گسترش‌های خونی به صورت دستی تهیه و رنگ‌آمیزی

و برای شمارش تفریقی سلول‌های خونی و تعیین نسبت هتروفیل به لنفوسیت، به آزمایشگاه منتقل شدند. برای افزایش دقت، شمارش سلول در تمامی نمونه‌ها توسط یک نفر انجام شد (Olfati *et al.*, 2018). در همین سن، دو میلی‌لیتر دیگر از سیاهرگ زیر بال خون‌گیری شده و نمونه‌های سرم به‌دست‌آمده برای اندازه‌گیری تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس بیماری‌های نیوکاسل و آنفلوآنزا با روش مهار هماگلوتیناسیون (Hemagglutination inhibition) استفاده شدند (OIE, 2012). در پایان دوره پرورش نیز چهار پرنده از هر تکرار که نزدیک به میانگین وزن تکرار بودند کشتار شده و پس از توزین و پرکنی، درصد لاشه و وزن نسبی اجزای بدن (شامل: سینه، ران، گردن و پشت) و اندام‌ها (شامل: کبد، قلب، سنگدان، طحال، بورس فابریسیوس، کیسه صفرا، پیش معده)، چربی حفره بطنی و نیز هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن زنده محاسبه شد.

داده‌های به دست آمده در این پژوهش با بهره‌گیری از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ تجزیه‌وتحلیل آماری شدند (SAS, 2009). با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن، مقایسه میانگین‌ها در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد. مدل آماری مورد استفاده برای ارزیابی فراسنجه‌های مورد اندازه‌گیری در این تحقیق به‌شرح زیر بود (رابطه ۲).

$$X_{ij}=\mu+\delta_j+e_{ij} \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

در این فرمول، X_{ij}= مقدار مشاهده‌شده، μ= میانگین جامعه، δ_j= اثر هر تیمار و e_{ij} = اثر خطای آزمایشی بود.

جدول ۱- اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در دوره‌های مختلف پرورش

Table 1- Ingredients and nutrient composition of experimental diets in different rearing periods

Ingredients[a] (%)	Starter (day 1-14)	Grower (day 15-28)	Finisher (day 29-42)
Corn grain	57.01	56.22	59.71
Soybean meal (44% crude protein)	35.42	37.30	33.33
Corn gluten meal	3.00	-	-
Bicarbonate sodium	0.15	0.17	0.17
Common salt	0.31	0.30	0.30
Dicalcium phosphate	2.02	1.59	1.31
Premix of vitamin-mineral [a]	0.50	0.50	0.50
DL-Methionine	0.22	0.24	0.22
L-Lysine HCL	0.15	0.02	0.03
L-Threonine	0.16	0.15	0.12
Soybean oil	0.27	3.01	3.87
Limestone	0.79	0.50	0.44
Nutrient composition (calculated)			
Metabolizable energy (kcal.kg^{-1})	2850	3000	3100
Crude protein (%)	22	21	19.5
Digestible lysine (%)	1.26	1.18	1.08
Digestible methionine+cystine (%)	0.95	0.91	0.76
Calcium (%)	0.96	0.75	0.65
Available phosphorus (%)	0.50	0.42	0.36
Sodium (%)	0.18	0.18	0.18
Chlorine (%)	0.23	0.23	0.23

[a] To supply certain amount of minerals and vitamins per kilogram of diet: vitamin D3: 4400 IU, vitamin A: 18000 IU, vitamin K3: 5.5 mg, vitamin E: 36 mg, thiamine: 2.98 mg, vitamin B_{12}: 1.7 mg, niacin: 59 mg, riboflavin: 7.6 mg, pyridoxine: 4.54 mg, folic acid: 1.95 mg, biotin: 0.195 mg, ethoxyquin: 0.127 mg, pantothenic acid: 17.85 mg, cyanocobalamin: 0.03 mg, choline chloride: 488.6 mg, Fe-sulfate: 40.7 mg, Mn-sulfate: 165 mg, Zn-sulfate: 85 mg, iodine (calcium iodate): 1.28 mg, Cu-sulfate: 21 mg, and selenium (sodium selenite): 0.32 mg.

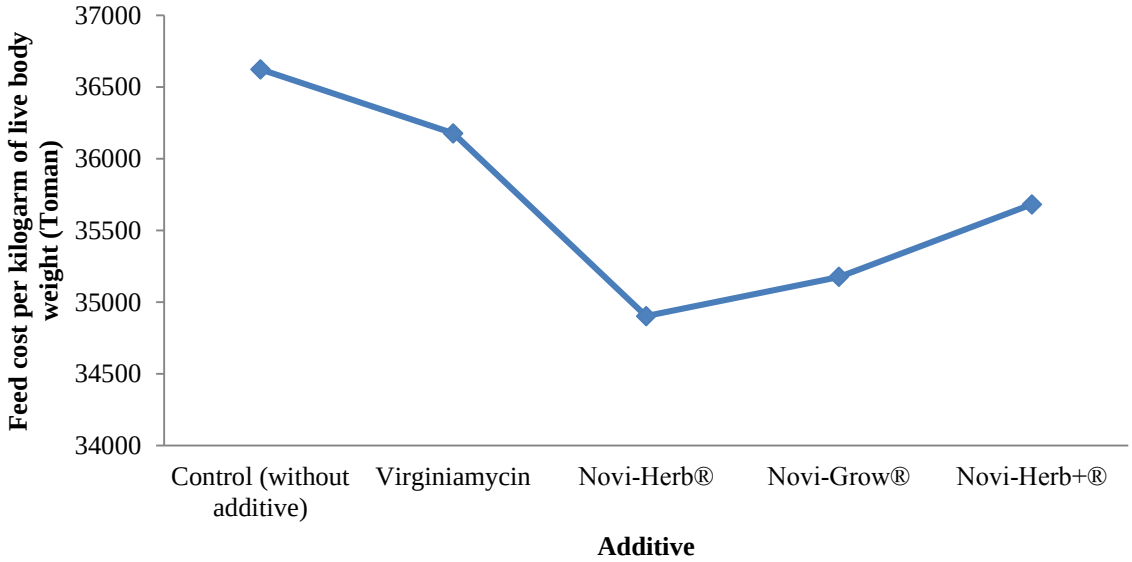
جدول ۲- برنامه واکسیناسیون پرندگان مورد آزمایش

Table 2. Vaccination program of experimental birds

Vaccine name	Age of vaccination	Vaccination method
Infectious bronchitis (1/96)	Day 1	Spray
Newcastle (B1)	Day 8	Drinking water
Dual bronchitis (H120) and Newcastle (Lasota)	Day 10	Eye drop
Dual newcastle (V4) and influenza (H9N2)	Day 11	Subcutaneous injection
Gamboro (D78)	Days 13 and 21	Drinking water
Newcastle clone vaccine (6/10) and bronchitis (H120)	Days 18 and 26	Drinking water

نتایج

اثرهای استفاده از محرک‌های رشد گیاهی مورد ارزیابی بر صفات تولیدی جوجه‌های گوشتی در پایان دوره پرورش در جدول ۳ خلاصه شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن هریک از این سه محرک رشد گیاهی سبب افزایش معنی‌دار وزن بدن پرندگان (به‌طور میانگین حدود ۳/۶ درصد) در سن ۴۲ روزگی شده ($P<۰/۰۵$) و در عین حال اثر آنها به لحاظ آماری مشابه و به لحاظ عددی حدود ۰/۴ درصد بهتر از آنتی‌بیوتیک محرک رشد ویرجینیامایسین بود. اثر محرک‌های رشد گیاهی بر مقدار خوراک مصرفی معنی‌دار نبود، اما به‌ویژه در مورد نوی‌هرب® و نوی‌گرو® منجر به بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی در پایان دوره پرورش شد ($P<۰/۰۵$). درصد ماندگاری، شاخص تولید اروپایی و هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن زنده تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P>۰/۰۵$)؛ با این حال، در هنگام استفاده از نوی‌هرب®، نوی‌گرو® و نوی‌هرب‌پلاس® کاهش هزینه خوراک به ترتیب به میزان ۴/۸، ۴/۱ و ۲/۷ درصد در مقایسه با گروه شاهد و به‌میزان ۳/۵، ۲/۸ و ۱/۴ درصد در مقایسه با گروه مصرف‌کننده ویرجینیامایسین مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۱- اثر محرک‌های رشد گیاهی بر هزینه خوراک مصرفی (تومان) به ازای هر کیلوگرم وزن زنده جوجه‌های گوشتی در انتهای دوره آزمایش (۴۲ روزگی)

Figure 1. Effects of growth plant promoters on feed cost (Toman) per kilogram of live body weight of broiler chickens at the end of the experimental period (age of 42 days)

جدول ۳- اثر محرک‌های رشد گیاهی بر صفات عملکردی جوجه‌های گوشتی در انتهای دوره آزمایش (۴۲ روزگی)

Table 3. Effects of growth plant promoters on productive traits of broiler chickens at the end of the experimental period (age of 42 days)

Parameter / Treatment	Live body weight (g)	Feed intake (g)	Feed conversion ratio	Liveability (%)	European production index	Feed cost per kg of live body weight
Control (without additive)	2446.3[b]	4071.6	1.67[a]	91.5	320.2	36622
Virginiamycin	2524.8[a]	4105.8	1.63[ab]	93.7	347.3	36176
Novi-Herb®	2523.9[a]	3986.9	1.58[b]	89.6	340.8	34902
Novi-Grow®	2524.6[a]	4047.1	1.59[b]	92.2	353.5	35175
Novi-Herb+®	2555.3[a]	4115.4	1.61[ab]	91.0	345.0	35681
SEM	12.58	55.72	0.012	3.03	11.7	473.1
P-value	0.026	0.298	0.043	0.493	0.113	0.066

In each column, means with common letters are in the same statistical group at 5% probability level (Duncan test).
SEM: Standard error of the mean

نتایج اثر افزودن محرک‌های رشد گیاهی مورد ارزیابی به جیره بر درصد لاشه و وزن نسبی اجزای بدن در سن ۴۲ روزگی در جدول ۴ نشان داده شده است. اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات مذکور به‌جز چربی حفره بطنی معنی‌دار نبود. افزودن محرک‌های رشد گیاهی به جیره سبب کاهش معنی‌دار درصد چربی حفره بطنی در مقایسه با گروه شاهد و گروه دریافت‌کننده آنتی‌بیوتیک محرک رشد شد ($P<۰/۰۵$).

جدول ۴- اثر محرک‌های رشد گیاهی بر وزن نسبی لاشه و اجزای آن به‌صورت درصدی از وزن زنده جوجه‌های گوشتی در انتهای دوره آزمایش (۴۲ روزگی)

Table 4. Effects of growth plant promoters on the relative weight of carcass and its components as a percentage of live body weight of broiler chickens at the end of the experimental period (age of 42 days)

Parameter / Treatment	Carcass (%)	Thigh (%)	Breast (%)	Back and neck (%)	Abdominal fat (%)
Control (without additive)	73.8	21.4	28.4	24.4	1.33[a]
Virginiamycin	73.7	20.5	28.4	22.7	1.26[a]
Novi-Herb®	73.2	20.6	29.6	22.7	0.79[b]
Novi-Grow®	73.9	20.2	29.6	23.8	1.05[b]
Novi-Herb+®	72.8	21.4	28.0	24.0	0.96[b]
SEM	1.22	0.56	1.29	0.20	0.050
P-value	0.923	0.268	0.665	.501	0.33

In each column, means with common letters are in the same statistical group at 5% probability level (Duncan test).
SEM: Standard error of the mean

اثرهای افزودن محرک‌های رشد گیاهی مورد ارزیابی به جیره بر وزن نسبی برخی اندام‌های بدن در سن ۴۲ روزگی در جدول ۵ نشان داده شده است. اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات مورد اشاره معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$).

اثرهای افزودن محرک‌های رشد گیاهی مورد ارزیابی به جیره بر درصد هتروفیل، لنفوسیت، نسبت هتروفیل به لنفوسیت و تیتر آنتی‌بادی در پاسخ به تزریق واکسن‌های نیوکاسل و آنفلوآنزا در سن ۴۲ روزگی در جدول ۶ نشان داده شده است. البته استفاده از محصولات گیاهی مورد ارزیابی در این آزمایش و یا آنتی‌بیوتیک اثر معنی‌داری بر فراسنجه‌های مذکور نداشت ($P>۰/۰۵$).

جدول ۵- اثر محرک‌های رشد گیاهی بر وزن نسبی اندام‌های بدن به‌صورت درصدی از وزن زنده جوجه‌های گوشتی در انتهای دوره آزمایش (۴۲ روزگی)

Table 5. Effects of growth plant promoters on the relative weight of body organs as a percentage of live body weight of broiler chickens at the end of the experimental period (age of 42 days)

Parameter / Treatment	Liver (%)	Heart (%)	Gizzard (%)	Spleen (%)	Bursa of Fabricius (%)	Gall bladder (%)	Proventriculus (%)
Control (without additive)	2.27	0.46	2.16	0.10	0.09	0.06	0.58
Virginiamycin	2.21	0.47	2.32	0.13	0.10	0.06	0.39
Novi-Herb®	2.08	0.51	2.24	0.12	0.09	0.08	0.42
Novi-Grow®	2.70	0.54	2.00	0.13	0.08	0.07	0.46
Novi-Herb^{+}®	2.90	0.55	2.10	0.13	0.09	0.07	0.46
SEM	0.420	0.051	0.190	0.021	0.020	0.010	0.071
P-value	0.092	0.090	0.070	0.08	0.112	0.090	0.115

SEM: Standard error of the mean

جدول ۶- اثر محرک‌های رشد گیاهی بر درصد هتروفیل، لنفوسیت، نسبت هتروفیل به لنفوسیت و تیتر آنتی‌بادی (برحسب لگاریتم پایه ۲) در پاسخ به واکسن‌های نیوکاسل و آنفلوآنزا در جوجه‌های گوشتی در انتهای دوره آزمایش (۴۲ روزگی)

Table 6. Effects of growth plant promoters on percentage of heterophil, lymphocyte, heterophils to lymphocyte ratio, and antibody titer (log_2) in response to newcastle and influenza vaccines in broiler chickens at the end of experimental period (age of 42 days)

Parameter / Treatment	Heterophil (%)	Lymphocyte (%)	Heterophil to lymphocyte ratio	Antibody titters against Newcastle	Antibody titters against influenza (log_2)
Control (without additive)	25.17	65.80	0.386	7.75	6.00
Virginiamycin	28.70	62.50	0.470	7.50	6.50
Novi-Herb®	27.20	63.40	0.434	8.00	6.50
Novi-Grow®	27.50	64.20	0.429	8.00	6.25
Novi-Herb^{+}®	31.20	57.70	0.542	7.50	6.25
SEM	2.861	2.900	0.041	0.630	0.370
P-value	0.181	0.068	0.142	0.654	0.713

SEM: Standard error of the mean

بحث

استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد یکی از قدیمی‌ترین راهکارهای بهبود صفات تولیدی در جوجه‌های گوشتی به‌شمار می‌رود (Gupta *et al.*, 2021). پژوهشگران نشان دادند که افزودن آنتی‌بیوتیک‌های بهبوددهنده رشد به جیره می‌تواند سبب افزایش وزن بدن و بهبود ضریب تبدیل غذایی طیور در پایان دوره پرورش شود (Gadde *et al.*, 2018). در پژوهشی استفاده از ویرجینامایسین منجر به بهبود صفات تولیدی جوجه‌های گوشتی شد (Sarchahi *et al.*, 2022) که هم‌راستا با نتایج این تحقیق است. به نظر می‌رسد سازوکارهای اثرگذاری آنتی‌بیوتیک‌ها شامل: کاهش استفاده میکروارگانیسم‌ها از مواد مغذی، کاهش تولید متابولیت‌های باکتریایی، افزایش جذب و استفاده از مواد مغذی با کم کردن ضخامت دیواره روده پرنده و در نهایت کاهش شیوع عفونت‌های تحت بالینی است (Miyakawa *et al.*, 2024).

پس از ایجاد محدودیت‌های قانونی برای استفاده از محرک‌های رشد آنتی‌بیوتیکی، ترکیبات جایگزین از قبیل: پری‌بیوتیک‌ها، پروبیوتیک‌ها، اسیدهای آلی و فیتوبیوتیک‌ها برای این منظور معرفی شدند (Oladokun & Adewole, 2020). نتایج این پژوهش در مورد اثرهای مثبت محرک‌های رشد گیاهی بر صفات عملکردی ازجمله

وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی با گزارش‌های پیشین همخوانی داشت (Singh & Gaikwad, 2020؛ Abdelli *et al.*, 2021).

خواص تحریک‌کننده رشد و ضد باکتریایی گیاهانی مانند پونه کوهی، زنیان و آویشن که در نوی‌هرب® و نوی‌هرب‌پلاس® وجود دارد، توسط محققان دیگر گزارش شده است (Attia *et al.*, 2017; Ardestani *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2021). به نظر می‌رسد وجود برخی از مواد مؤثره در این محصولات از قبیل γ- ترپینن (γ-Terpinene)، کارواکرول (Carvacrol)، p- سیمن (p-Cymene) و تیمول (Thymol) از منشأ گیاه آویشن (Mandal & DebMandal, 2016)، کارواکرول، تیمول، p- سیمن و کاریوفیلن (Caryophyllene) از منشأ گیاه پونه کوهی (Han *et al.*, 2017) و تیمول، γ- ترپینن، β-پینن (β-Pinene) و p- سیمن از منشأ گیاه زنیان (Ardestani *et al.*, 2020) عامل اثرهای مثبت این محصولات باشد. ضمن اینکه کیتوزان موجود در آنها نیز دارای ویژگی ضد باکتریایی است (Meimandipour *et al.*, 2017). در نتیجه این محصولات احتمالاً قابلیت جایگزینی با آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد را دارند.

دو ماده مؤثره اصلی موجود در اسانس پونه کوهی و آویشن (کارواکرول و تیمول) بر وضعیت فیزیولوژیکی جوجه‌های گوشتی اثر هم‌کوشی (Synergistic) دارند (Hashemipour *et al.*, 2013). علاوه بر این، ترکیب پاراسیمن در گیاه زنیان به عنوان پیش‌ساز کارواکرول عمل نموده و اثرگذاری مثبتی بر نحوه عملکرد بخش لیپوزومی غشای سلول‌های بدن دارد. سیمن از این طریق احتمالاً می‌تواند به‌راحتی کارواکرول را به سلول‌ها منتقل کند، ازاین‌رو زمانی که این دو ترکیب با هم در بدن وجود داشته باشد، اثرهای هم‌کوشی مشاهده می‌شود (Zeng *et al.*, 2015).

محصول نوی‌گرو® متشکل از دیواره سلولی مخمر، اسیدهای آلی، لاکتوز و گیاهانی مانند سیر، زردچوبه و دارچین آسیاب شده است. هم‌راستا با نتایج این تحقیق، بهبود صفات تولیدی جوجه‌های گوشتی با استفاده از محصول حاوی دیواره مخمر گزارش شده است (Sedghi *et al.*, 2022). از سوی دیگر، اسیدهای آلی نیز دارای خواص تقویت‌کننده رشد بوده و می‌توانند به عنوان جایگزین آنتی‌بیوتیک استفاده شوند (Dai *et al.*, 2021). همچنین قابلیت لاکتوز به عنوان یک پری‌بیوتیک برای بهبود معنی‌دار وزن جوجه بوقلمون‌ها در سن ۳۵ روزگی نشان داده شده است (Torres-Rodriguez *et al.*, 2007). محققان همچنین گزارش کردند که استفاده از پودر سیر در جیره (با توجه به داشتن ماده مؤثره آلیسین) سبب بهبود رشد و در عین حال کاهش هزینه پرورش جوجه‌های گوشتی شد (Kairalla *et al.*, 2022). در تحقیقات دیگر، بهبود ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی در نتیجه افزودن پودر دارچین (Behera *et al.*, 2020) و زردچوبه (Daramola *et al.*, 2020) گزارش شده است. براساس نتایج کسب شده در این پژوهش، به نظر می‌رسد که نوی‌گرو® نیز می‌تواند به عنوان یک جایگزین برای آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد عمل نماید.

مخلوط کردن اسانس‌های گیاهی به عنوان روشی برای کاهش حداقل غلظت موردنیاز برای اثرگذاری محصول به‌ویژه مقابل عوامل پاتوژن (Minimum inhibitory concentration یا MIC) شناخته می‌شود. برای نمونه، اسانس آویشن به دلیل داشتن کمترین شاخص MIC، در هنگام مخلوط شدن با سایر اسانس‌های گیاهی باعث کاهش MIC ترکیب حاصل می‌شود (Garcia-Dieza *et al.*, 2017). توانایی محصولاتی مانند نوی‌هرب®، نوی‌گرو®و نوی‌هرب‌پلاس® برای جایگزین شدن با آنتی‌بیوتیک را هم می‌توان به احتمال هم‌افزایی مواد مؤثره موجود در آنها و سازوکار مورد اشاره در بالا نسبت داد.

هرچند اثر محرک‌های رشد گیاهی مورد ارزیابی در این پژوهش بر هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن زنده معنی‌دار نشد، با این حال در نتیجه استفاده از این محصولات، کاهش بین ۲/۶ تا ۴/۸ درصدی شاخص مذکور در مقایسه با گروه شاهد و کاهش بین ۱/۳ تا ۳/۵

درصدی در مقایسه با گروه دریافت‌کننده آنتی‌بیوتیک مشاهده شد. این نتیجه با یافته‌های پژوهشگران قبلی هم‌سویی داشته (Nono *et al.*, 2017; Akhsan *et al.*, 2020; Kairalla *et al.*, 2022) و می‌توان نتیجه گرفت که با تأثیر مثبت این محصولات گیاهی بر عملکرد رشد پرنده در ارتباط است. از سوی دیگر، به نظر می‌رسد استفاده از فناوری نانوکپسولاسیون در این پژوهش نیز توانست با اقتصادی کردن مقدار مصرف اسانس‌های گیاهی (Amiri *et al.*, 2020) و کاهش قیمت تمام شده محصولات، اثر کاهشی خود را بر هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن زنده هرچند به صورت عددی نشان دهد.

در این پژوهش از میان صفاتی مانند وزن نسبی لاشه، اجزای بدن و اندام‌ها، تنها وزن نسبی چربی حفره بطنی در نتیجه استفاده از محرک‌های رشد گیاهی کاهش معنی‌داری را نشان داد. این یافته با گزارش قبلی هم‌خوانی داشت (Rajput *et al.*, 2013; Ashayerizadeh *et al.*, 2023). این نتایج با یافته‌های پژوهشگران قبلی همخوانی داشت، به‌طوری‌که نشان دادند برخی مواد مؤثره موجود در گیاهان دارویی (ازجمله کورکومین و کارواکرول) دارای اثرهای مهارکننده بر آنزیم مسئول سنتز کلسترول در کبد (HMG-CoA ردوکتاز) هستند (Bölükbasi *et al.*, 2008; AL-Kassie *et al.*, 2011) که نتیجه آن می‌تواند علاوه بر کاهش سطح کلسترول سرم، تحریک هضم چربی و کاهش ذخیره آن در بدن در قالب چربی حفره بطنی باشد. از سوی دیگر، کاهش چربی بطنی می‌تواند به دلیل وجود ترکیبات ساپونین در آویشن باشد که تأثیرات بازدارندگی بر لیپوژنز دارند (Abbasi *et al.* 2021). همچنین این فرضیه مطرح شده که استفاده از گیاهان دارویی در جیره می‌تواند با کمک به کاهش جمعیت میکروبی مضر دستگاه گوارش، سبب بهبود قابلیت هضم و جذب پروتئین و اسیدهای آمینه شود، ازاین‌رو تبدیل پروتئین به چربی و در ادامه آن تجمع چربی در بدن کاهش می‌یابد (Mohammad Nejad *et al.* 2022).

اثر محرک‌های رشد گیاهی مورد ارزیابی در این تحقیق بر درصد هتروفیل، درصد لنفوسیت، نسبت هتروفیل به لنفوسیت و تیتر آنتی‌بادی در پاسخ به تزریق واکسن‌های نیوکاسل و آنفلوآنزا معنی‌دار نبود. این در حالی است که پژوهشگران اثر مثبت مخلوط اسانس‌های گیاهی پوشش‌دار شده (حاوی تیمول و کارواکرول) و اسیدهای آلی (حاوی اسید بنزوئیک و اسید بوتیریک) را بر پاسخ‌های ایمنی مانند تیتر ایمونوگلوبولین G و تخفیف پاسخ‌های التهابی بدن (ازجمله غلظت اینترلوکین-۱۲) در جوجه‌های گوشتی دچار چالش با اشرشیاکولی گزارش کرده‌اند (Pham *et al.*, 2023). در پژوهشی دیگر نیز استفاده از شربت سرفه کودکان (حاوی عصاره آویشن) به میزان ۰/۲ درصد در آب آشامیدنی جوجه‌های گوشتی سبب بهبود معنی‌دار تیتر آنتی‌بادی در پاسخ به تزریق واکسن آنفلوآنزا شد (Talazadeh & Miahi, 2017). در مقابل، استفاده از ترکیب عصاره‌های گیاهی حاوی (آویشن و نعناع) به میزان ۰/۱ درصد جیره اثر معنی‌داری بر درصد هتروفیل، لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت نداشت که با نتایج این پژوهش مشابهت دارد (Alempour *et al.*, 2013). نوع صفات ایمنی مورد ارزیابی، گونه گیاهان دارویی استفاده شده در محصول، نحوه تولید و غلظت مواد مؤثره آن و در نهایت طریقه استفاده (خوراکی یا آشامیدنی) و میزان مصرف می‌تواند از عوامل ایجاد تنوع در نتایج گزارش باشد. از سوی دیگر، ممکن است که برقراری شرایط بهینه پرورش در این آزمایش (عدم وجود چالش میکروبی، محیطی و ...) در عدم مشاهده اثر معنی‌دار بر پاسخ‌های ایمنی مؤثر باشد.

به عنوان نتیجه‌گیری کلی، باید گفت که محرک‌های رشد گیاهی مورد ارزیابی توانستند با بهبود صفات تولیدی جوجه‌های گوشتی در عین کاهش عددی هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن زنده، جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک محرک رشد باشند.

References

- Abbasi, M.A., Ghazanfari, S., Sharifi, S.D. and Ahmadi Gavlighi, H., 2021. Effect of different levels of rapeseed oil and garden thyme essential oil on performance, immune traits, and intestinal morphology of broiler chickens. Animal Production,

23(3):395-408. https://doi.org/10.22059/jap.2021.306922.623549
- Abdelli, N., Solà-Oriol, D. and Pérez, J.F., 2021. Phytogenic feed additives in poultry: Achievements, prospective and challenges. Animals, 11(12): 3471. https://doi.org/ 10.3390/ani11123471.
- Adedokun, S.A. and Olojede, O.C., 2019. Optimizing gastrointestinal integrity in poultry: the role of nutrients and feed additives. Frontiers in Veterinary Science, 5: 348-357. https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00348
- Akhsan, F., Harifuddin, H. and Irwan, M., 2020. Performance of Cobb strain broiler chickens given the herbal turmeric. Tropical Animal Science, 2(2): 43-48. https://doi.org/10.36596/tas.v2i2.376
- Alempour, M., Rahimi, S. and Karimi-Torshizi, M., 2013. Comparison of the effect of five herbal extracts and virginiamycin on serum lipids and heterophil/lymphocyte ratio in broilers. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 29(1): 1-10. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2013.2808
- Amiri, N., Afsharmanesh, M., Salarmoini, M., Meimandipour, A., Hosseini, S.A. and Ebrahimnejad, H., 2020. Effects of nanoencapsulated cumin essential oil as an alternative to the antibiotic growth promoter in broiler diets. Journal of Applied Poultry Research, 29(4): 875-885.
- Ardestani, M.M., Aliahmadi, A., Toliat, T., Dalimi, A., Momeni, Z. and Rahimi, R., 2020. Evaluation of antimicrobial activity of *Trachyspermum ammi* (L.) sprague essential oil and its active constituent, thymol, against vaginal pathogens. Traditional and Integrative Medicine, 5(2): 49-58. https://doi.org/10.18502/tim.v5i2.3625
- Ashayerizadeh, O., Dastar, B., Shams Shargh, M., Soumeh, E.A. and Jazi, V., 2023. Effects of black pepper and turmeric powder on growth performance, gut health, meat quality, and fatty acid profile of Japanese quail. Frontiers in Physiology, 14: 1218850. https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1218850.
- Attia, Y.A., Bakhashwain, A.A. and Bertu, N.K., 2017. Thyme oil (*Thyme vulgaris L.*) as a natural growth promoter for broiler chickens reared under hot climate. Italian Journal of Animal Science, 16(2): 275-282. https://doi.org/ 10.1080/1828051X.2016.1245594
- Aviagen. 2019. Ross 308: Broiler Nutrition Specifications. [Accessed on 12 April 2020]. http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross308BroilerNutritionSpecs2019-EN.pdf.
- Ayalew, H., Zhang, H., Wang, J., Wu, S., Qiu, K., Qi, G., Ayalew, T., Wassie, T. and Chanie, D., 2022. Potential feed additives as antibiotic alternatives in broiler production. Frontiers in Veterinary Science, 9: 916473. https://doi.org/10.3389/fvets.2022.916473.
- Behera, S., Behera, K., Babu, L., Sethy, K., Nanda, S.M. and Biswal, G., 2020. Effect of supplementation of cinnamon powder on growth performance in broiler chickens. International Journal of Livestock Research, 10(10): 225-229. https://doi.org/10.5455/ijlr.20200212053303
- Bölükbasi, Ş.C., Erhan, M.K. and Kaynar, Ö., 2008. The effect of feeding thyme, sage, and rosemary oil on laying hen performance, cholesterol and some proteins ratio of egg yolk, and *Escherichia coli* count in feces. European Poultry Science, 72(5): 231-237. https://doi.org/10.1016/S0003-9098(25)00907-5
- Dai, D., Qiu, K., Zhang, H.J., Wu, S.G., Han, Y.M., Wu, Y.Y., Qi, G.H. and Wang, J., 2021. Organic acids as alternatives for antibiotic growth promoters alter the intestinal structure and microbiota and improve the growth performance in broilers. Frontiers in Microbiology, 11: 618144. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.618144.
- Daramola, O.T., 2020. Growth performance and serum metabolites of broiler chickens fed turmeric (*Curcuma longa*) powder supplemented diets. Livestock Research for Rural Development, 32: 188. http://www.lrrd.org/lrrd32/12/alaju32188.html.
- Dey, S., Padhan, S., Samanta, I., Das, P. and Mandal, G.P., 2023. Effect of feeding an essential oil blend on growth performance, nutrient utilization, intestinal health and humoral immunity in broiler chicken. Animal Nutrition and Feed Technology, 23(3): 539-552. https://doi.org/10.1590/1806-9061-2023-1853
- Gadde, U.D., Oh, S., Lillehoj, H.S. and Lillehoj, E.P., 2018. Antibiotic growth promoters, virginiamycin and bacitracin methylene disalicylate, alter the chicken intestinal metabolome. Scientific Reports, 8(1): 3592. https://doi.org/10.1038/s41598-018-22004-6
- AL-Kassie, G.A.M., Mohseen, M.A. and Abd-AL-Jaleel, R.A., 2011. Modification of productive performance and physiological aspects of broilers on the addition of a mixture of cumin and turmeric to the diet. Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences, 1(1): 31-34. https://doi.org/10.4236/ojas.2020.104049
- Garcia-Dieza, J., Alheiroa, J., Pintoa, A.L., Falcob, V., Fraquezac, M.J. and Patarata, L., 2017. Synergistic activity of essential oils from herbs and spices used on meat products against foodborne pathogens. Natural Product Communications, 12(2): 281-286. https://doi.org/10.1177/1934578X1701200236

- Gupta, C.L., Blum, S.E., Kattusamy, K., Daniel, T., Druyan, S., Shapira, R., Krifucks, O., Zhu, Y.G., Zhou, X.Y., Su, J.Q. and Cytryn, E., 2021. Longitudinal study on the effects of growth-promoting and therapeutic antibiotics on the dynamics of chicken cloacal and litter microbiomes and resistomes. Microbiome, 9: 178. https://doi.org/10.1186/s40168-021-01136-4.
- Han, F., Ma, G.Q., Yang, M., Yan, L., Xiong, W., Shu, J.C., Zhao, Z.D. and Xu, H.L., 2017. Chemical composition and antioxidant activities of essential oils from different parts of the oregano. Journal of Zhejiang University Science, 18(1): 79-84. https://doi.org/10.1631/jzus.B1600377
- Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A. and Veldkamp, T., 2013. Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. Poultry Science, 92(8): 2059- 2069. https://doi.org/10.3382/ps.2012-02685
- Hosseini, S. and Meimandipour, A., 2018. Feeding broilers with thyme essential oil loaded in chitosan nanoparticles: an efficient strategy for successful delivery. British Poultry Science, 59(6): 669-678. https://doi.org/10.1080/00071668.2018.1521511
- Kairalla, M.A., Alshelmani, M.I. and Aburas, A.A., 2022. Effect of diet supplemented with graded levels of garlic (*Allium sativum L.*) powder on growth performance, carcass characteristics, blood hematology, and biochemistry of broilers. Open Veterinary Journal, 12(5): 595-601. https://doi.org/10.5455/OVJ.2022.v12.i5.1
- Khaligh, F., Sadeghi, G., Karimi, A. and Vaziry, A., 2011. Evaluation of different medicinal plants blends in diets for broiler chickens. Journal of Medicinal Plants Research. 5(10): 1971-1977. https://doi.org/10.5897/JMPR.9000622
- Mandal, S. and DebMandal, M., 2016. Thyme (*Thymus vulgaris L.*) oils: 825-834. In: Preedy, V.R., (Ed.). Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety. Academic Press. Cambridge, 895p.
- Meimandipour, A., Emamzadeh, A.N. and Soleimani, A., 2017. Effects of nanoencapsulated aloe vera, dill and nettle root extract as feed antibiotic substitutes in broiler chickens. Archives Animal Breeding, 60: 1-7. https://doi.org/10.5194/aab-60-1-2017
- Miyakawa, M.E.F., Casanova, N.A. and Kogut, M.H., 2024. How did antibiotic growth promoters increase growth and feed efficiency in poultry? Poultry Science, 103(2): 103278. https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103278.
- Mohammad Nejad, M., Rezaei, M., and Kazemi-Fard, M., 2022. Effect of dietary protein lowering and supplementation of Peppermint extract on yield, carcass, blood parameters and microbial population of broiler chickens. Research on Animal Production, 13(37): 52-63. https://doi.org/10.52547/rap.13.37.52
- Nono, F., Yulianti, D.L. and Krisnaningsih, A.T.N., 2017. The effect of using herbal ingredients as feed additives on the incoming feed costs of broiler chickens. Jurnal Sains Peternakan, 5(2): 100-105. https://doi.org/ 10.21067/jsp.v5i2.3160
- OIE. 2023. Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals: mammals, birds and bees. 12th edition. World Organization for Animal Health. [Accessed on 12 July 2023]. https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/A_summry.htm
- Oladokun, S. and Adewole, D.I., 2020. *In ovo* delivery of bioactive substances: an alternative to the use of antibiotic growth promoters in poultry production- a review. Journal of Applied Poultry Research, 29(3): 744-763. https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.06.002
- Olfati, A., Mojtahedin, M., Sadeghi, T., Akbari, M. and Pastor, F.M., 2018. Comparison of growth performance and immune responses of broiler chicks reared under heat stress, cold stress and thermoneutral conditions. Spanish Journal of Agricultural Research. 16(2): e0505. https://doi.org/ 10.5424/sjar/2018162-12753.
- Paul, A., Chakraborty, N., Sarkar, A., Acharya, K., Ranjan, A., Chauhan, A., Srivastava, S., Singh, A.K., Rai, A.K., Mubeen, I. and Prasad, R., 2023. Ethnopharmacological potential of phytochemicals and phytogenic products against human RNA viral diseases as preventive therapeutics. BioMed Research international, 2023: 1977602. https://doi.org/10.1155/2023/1977602.
- Pham, V.H., Abbas, W., Huang, J., Guo, F., Zhang, K., Kong, L., Zhen, W., Guo, Y. and Wang, Z., 2023. Dietary coated essential oil and organic acid mixture supplementation improves health of broilers infected with avian pathogenic *Escherichia coli*. Animal Nutrition, 12: 245-262. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.09.010
- Rahayu, I.D., Mahmud, A., Widodo, W., Sutanto, A., Anggraini, A.D., Siskawardani, D.D., Nurcahyo, W. and Untari, T., 2023. The effects of herbs as feed additives through feed and drinking water on broiler blood parameters. Advances in Animal and Veterinary Sciences, 11(9): 1524-1531. https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2023/11.9.1524.1531
- Rajput, N., Muhammad, N., Yan, R., Zhong, X. and Wang, T., 2013. Effect of dietary supplementation of

curcumin on growth performance, intestinal morphology and nutrients utilization of broiler chicks. The Journal of Poultry Science, 50(1): 44-52. https://doi.org/10.2141/jpsa.0120065
- Şahin, T., Sural, T., Ölmez, M. and Karadağoğlu, Ö., 2020. Effects of herbal extract mixtures on performance, carcass yield and some internal organ weight in broilers. Veteriner Hekimler Dernegi Dergisi, 91(2): 137-146. https://doi.org/10.33188/vetheder.685635
- Saleh, A.A., Ebeid, T.A. and Abudabos, A.M., 2018. Effect of dietary phytogenics (herbal mixture) supplementation on growth performance, nutrient utilization, antioxidative properties, and immune response in broilers. Environmental Science and Pollution Research, 25(15): 14606-14613. https://doi.org/10.1007/s11356-018-1685-z.
- Sarchahi, A., Ghazvinian, K., Kafshdoozan, K. and Jamshidi, R., 2022. Effects of virginiamycin and galbanum (*Ferula gummosa boiss*) on performance, carcass traits, immune system and blood parameters of broiler chickens. Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias, 35(4): 191-204. https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v35n3a03
- SAS. 2009. User's guide: Statistics Version 9.2. Statistical Analysis Software Institute, Cary, North Carolina.
- Sedghi, M., Mohammadi, I., Sarrami, Z., Ghasemi, R. and Azarfar, A., 2022. Effects of a yeast cell wall product on the performance of broiler chickens and PGC-1α, TLR4, IL-10 and PPARγ genes expression. Italian Journal of Animal Science, 21(1): 263-278. https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.2025161
- Seidavi, A., Tavakoli, M., Slozhenkina, M., Gorlov, I., Hashem, N.M., Asroosh, F., Taha, A.E., Abd El-Hack, M.E. and Swelum, A.A., 2021. The use of some plant-derived products as effective alternatives to antibiotic growth promoters in organic poultry production: a review. Environmental Science and Pollution Research, 28(35): 47856-47868. https://doi.org/10.1007/s11356-021-15460-7
- Singh, J., Gaikwad, D.S., 2020. Phytogenic Feed Additives in Animal Nutrition: 273-289. In: Singh, J., Yadav, A., (Eds.). Natural Bioactive Products in Sustainable Agriculture. Springer, Singapore, 307p.
- Talazadeh, F. and Mayahi, M., 2017. Immune response of broiler chickens supplemented with pediatric cough syrup, including thyme extract, in drinking water against the influenza vaccine. Journal of Herbmed Pharmacology, 6(1): 33-36. https://doi.org/10.15171/ijep.2016.17
- Torres-Rodriguez, A., Higgins, S.E., Vicente, J.L.S., Wolfenden, A.D., Gaona-Ramirez, G., Barton, J.T., Tellez, G., Donoghue, A.M. and Hargis, B.M., 2007. Effect of lactose as a prebiotic on turkey body weight under commercial conditions. Journal of Applied Poultry Research, 16(4): 635-641. https://doi.org/10.3382/japr.2006-00127
- Wegner, M., Kokoszyński, D. and Włodarczyk, K., 2023. Effect of different vaccination programs on production parameters, carcass, leg bones, and digestive system characteristics of broilers. Poultry Science, 102(10): 102918. https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102668.
- Yesuf, Y.K., Tamir, B., Tesfaye, E. and Beyero, N., 2023. The synergetic effects of some phytobiotics mix on growth, hematology and microbial loads of broiler chickens. Animal Biotechnology, 34(8): 3507-3513. https://doi.org/10.1080/10495398.2023.2165934
- Zeng, Z., Zhang, S., Wang, H. and Piao, X., 2015. Essential oil and aromatic plants as feed additives in non- ruminant nutrition: a review. Journal of Animal Science and Biotechnology, 6: 7. https://doi.org/10.1186/s40104-015-0004-5
- Zhang, L.Y., Peng, Q.Y., Liu, Y.R., Ma, Q.G., Zhang, J.Y., Guo, Y.P., Xue, Z. and Zhao, L.H., 2021. Effects of oregano essential oil as an antibiotic growth promoter alternative on growth performance, antioxidant status, and intestinal health of broilers. Poultry science, 100(7): 101163. https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101163