



تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۱

صفحه‌های ۲۲۵-۲۱۳

DOI: 10.22059/jap.2022.333031.623652

مقاله پژوهشی

تأثیر خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک لاکتوفید بر عملکرد، جمعیت میکروبی روده و پاسخ ایمنی

همورال جوجه‌های گوشتی

مجید ابراهیم‌پور^۱، فرزاد باقرزاده کاسمانی^{۲*}، مصطفی یوسف‌الهی^۳، محمود قزاقی^۳
۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
۲. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
۳. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۸/۰۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱/۱۹

چکیده

تأثیر خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک بر عملکرد رشد، جمعیت میکروبی روده و پاسخ ایمنی همورال جوجه‌های گوشتی با استفاده از ۳۲۰ قطعه جوجه گوشتی سویه‌ی راس ۳۰۸ یک‌روزه در یک آزمایش با آرایش فاکتوریل ۴×۲ با چهار سطح خیساب ذرت خشک (صفر، دو، چهار و شش درصد) و دو سطح پروبیوتیک لاکتوفید (صفر و ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار، چهار تکرار و ۱۰ پرنده در هر تکرار به مدت ۴۲ روز بررسی شد. افزایش وزن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک، جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک و کلی‌فرم، هم‌چنین پاسخ سیستم ایمنی همورال جوجه‌های گوشتی علیه ویروس‌های نیوکاسل، برونشیت و آنفولانزا اندازه‌گیری شد. در دوره‌های رشد، پایانی و کل دوره پرورش، اثر پروبیوتیک لاکتوفید و خیساب ذرت خشک و اثر متقابل آن‌ها بر افزایش وزن و ضریب تبدیل معنی‌دار نبود. در دوره آغازین، پرنده‌گانی که با جیره‌های حاوی چهار درصد خیساب ذرت تغذیه شدند مصرف خوراک و افزایش وزن بیش‌تری از جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره بدون خیساب ذرت داشتند ($P < 0.05$). اثر متقابل سطح شش درصد خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک موجب افزایش مصرف خوراک نسبت به جیره فاقد این ترکیبات در دوره آغازین شد ($P < 0.05$). بیش‌ترین عیار پادتن علیه ویروس نیوکاسل، آنفولانزا و برونشیت در سطح شش درصد خیساب مشاهده شد ($P < 0.05$). اثر متقابل پودر خیساب ذرت و پروبیوتیک موجب کاهش جمعیت باکتری‌های کلی‌فرم و افزایش جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک شد ($P < 0.05$). با توجه به نتایج این مطالعه، استفاده از خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی پاسخ ایمنی همورال و جمعیت باکتری‌های مفید روده را بهبود می‌بخشد.

کلیدواژه‌ها: ایمنی همورال، پروبیوتیک، جوجه گوشتی، خیساب ذرت خشک، نیوکاسل.

The effect of dried corn steep liquor and LactoFeed[®] probiotics on performance, intestinal microbial population and humoral immune response of broilers

Majid Ebrahimpour¹, Farzad Bagherzadeh Kasmani^{2*}, Mostafa Yousefelahi², Mahmoud Ghazaghi³

1. Ph.D. Student, Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

2. Associate Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

3. Assistant Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

Received: October 27, 2021

Accepted: April 8, 2022

Abstract

The effect of dried corn steep liquor (DCSL) and probiotics on growth performance, intestinal microbial population and humoral immune response of broilers using 320 one-day-old Ross 308 broilers in a 2 × 4 factorial arrangement experiment with four DCSL levels (zero, two, four and six percent) and two levels of probiotic LactoFeed[®] (zero and 150 mg/kg) were evaluated in a completely randomized design with eight treatments, four replicates and 10 birds per replication for 42 days. Body weight gain, feed intake, feed conversion ratio, lactic acid and coliform bacterial populations, as well as the response of broiler chickens' humoral immune system against Newcastle disease, bronchitis and influenza viruses were measured. In the grower, finisher and whole period effect of LactoFeed probiotics and DCSL and their interaction on body weight gain and feed conversion ratio were not significantly different. In the starter period, birds fed diets containing four percent DCSL consumed more feed and gained more weight than chickens fed diet without DCSL ($P < 0.05$). Interaction of six percent DCSL and probiotic increased feed intake in the starter period compared to diet lacking these compounds ($P < 0.05$). The greatest antibody titer against Newcastle disease, influenza and bronchitis viruses was observed at six percent of DCSL ($P < 0.05$). The interaction of DCSL and probiotics decreased the population of coliforms and increased the population of lactic acid bacteria ($P < 0.05$). According to the results of this study, the use of DCSL and probiotics in the diet of broilers improves the humoral immune response and intestinal microbial population.

Keywords: Broiler, Dried corn steep liquor, Humoral immunity, Newcastle, Probiotics.

مقدمه

یکی از راه‌کارهایی که در سال‌های اخیر جهت تولید مواد خوراکی ارزان قیمت مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از محصولات فرعی کارخانجات تولید مواد غذایی و تلاش در جهت بهبود ارزش غذایی آن‌هاست [۲۳]. خیساب ذرت که یک محصول فرعی در صنعت آسیاب مرطوب ذرت می‌باشد، دارای ۵۰ درصد آب، ۱۰ درصد خاکستر، ۱۶ درصد عصاره فاقد نیتروژن، ۴۶-۴۴ درصد پروتئین و اسیدهای آمینه به‌ویژه لوسین، پرولین، گلوتامیک‌اسید، آسپارتیک‌اسید، آلانین و مقادیر قابل توجه لیزین، متیونین و تریپتوفان (به ترتیب ۱/۷، ۰/۸ و ۱/۵ گرم در لیتر) است. این ماده خوراکی دارای ۲۲ درصد اسید لاکتیک، ۱۸ درصد اسیدهای آمینه و پپتیدهای زیست‌فعال، ۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین‌های مختلف، هم‌چنین عوامل ناشناخته رشد است [۱۱].

پژوهش‌ها برای یافتن ترکیب‌های جایگزین آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در طیور، منجر به معرفی پروبیوتیک‌ها شد. پروبیوتیک‌ها با حذف رقابتی میکروب‌های بیماری‌زا، تعدیل پاسخ‌های ایمنی و افزایش تولید سایتوکین‌ها، افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی، خنثی‌کردن سموم و افزایش سطح جذب‌ی روده اثرات سودمند بر سلامت و عملکرد طیور دارند [۱۰].

گزارش شده است که استفاده از سه درصد خیساب ذرت در جیره موجب بهبود عملکرد رشد در دوره‌های آغازین و رشد جوجه‌های گوشتی، هم‌چنین بهبود قابلیت هضم مواد مغذی شده است [۲۰]. در مطالعه‌ای مشخص شد که استفاده از پروبیوتیک پروتکسین در جیره جوجه‌های گوشتی ضمن بهبود اکوسیستم میکروبی روده، موجب افزایش وزن و طول روده نیز شد. اثرات سودمند پروبیوتیک لاکتوفید نیز بر شاخص‌های عملکردی، پاسخ

ایمنی همورال و جمعیت میکروبی سکوم و روده جوجه‌های گوشتی گزارش شده است [۸]. هم‌چنین گزارش شده است که استفاده از دو گرم پروبیوتیک پروتکسین در کیلوگرم جیره موجب افزایش تولید آنتی‌بادی علیه ویروس برونشیت عفونی می‌شود [۱۵].

با توجه به این‌که خیساب ذرت به‌عنوان محیط کشت میکروب‌های مختلف از جمله باکتری‌های اسید لاکتیک مورد استفاده قرار گرفته است [۱۶]، مطالعه حاضر با این فرض که استفاده از این ماده خوراکی می‌تواند در ایجاد شرایط مناسب برای فعالیت و تکثیر باکتری‌های اسید لاکتیک در روده مؤثر باشد و کارایی پروبیوتیک‌های بر پایه باکتری‌های اسید لاکتیک را بهبود دهد، طراحی و اجرا شد. از آنجایی‌که یکی از مشکلات استفاده از خیساب ذرت در جیره طیور و فرایند تولید خوراک چسبناک بودن آن است، در مطالعه حاضر از خیساب ذرت خشک استفاده شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر با استفاده از ۳۲۰ قطعه جوجه گوشتی مخلوط دو جنس سویه راس ۳۰۸ یک‌روزه در یک آزمایش با آرایش فاکتوریل ۴×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. فاکتورها شامل درصد استفاده از خیساب ذرت خشک در چهار سطح (صفر، دو، چهار و شش درصد) و استفاده از پروبیوتیک لاکتوفید در دو سطح (صفر و ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) با چهار تکرار و در هر تکرار ۱۰ پرنده به‌مدت ۴۲ روز استفاده شدند. جیره‌های آزمایشی براساس احتیاجات غذایی توصیه‌شده برای سویه راس ۳۰۸، با مقادیر انرژی و پروتئین یکسان تنظیم شدند (جدول ۱). واکسیناسیون علیه بیماری‌های نیوکاسل، برونشیت و آنفولانزا طبق توصیه اداره دامپزشکی منطقه انجام شد.

تولیدات دامی

تأثیر خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک لاکتوفید بر عملکرد، جمعیت میکروبی روده و پاسخ ایمنی همورال جوجه‌های گوشتی

جدول ۱. ترکیب اقلام خوراکی (درصد) و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی

درصد پودر خیساب ذرت در دوره‌های مختلف پرورش												
پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی)				رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)				آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)				
۶	۴	۲	صفر	۶	۴	۲	صفر	۶	۴	۲	صفر	
۵۵/۸۸	۵۵/۵۹	۵۵/۱۹	۵۷/۱۶	۵۵/۶۷	۵۵/۳۸	۵۴/۹۸	۵۳/۶۱	۵۰/۴۲	۵۰/۱۸	۴۹/۹۰	۵۱/۷۵	ذرت
۲۰/۲۴	۲۶/۰۵	۳۱/۵۱	۳۱/۵۰	۱۹/۵۸	۲۵/۴۱	۳۰/۸۷	۳۳/۳۶	۱۹/۴۱	۲۵/۳۴	۳۱/۱۹	۳۱/۵۶	کنجاله سویا ۴۴ درصد
۶/۵۷	۳/۴۲	۰/۵۹	۱/۹۷	۸/۹۸	۵/۷۷	۲/۹۳	۲/۷۰	۱۵/۶۸	۱۲/۴۲	۹/۲۴	۱۰/۳۱	کنجاله گلو تن
۷/۰۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۵/۶۷	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰	۱/۷۵	روغن
۶/۰۰	۴/۰۰	۲/۰۰	۰/۰۰	۶/۰۰	۴/۰۰	۲/۰۰	۰	۶/۰۰	۴/۰۰	۲/۰۰	۰	پودر خیساب
۱/۴۸	۱/۴۴	۱/۳۹	۱/۳۷	۱/۶۲	۱/۵۷	۱/۵۳	۱/۵۱	۱/۸۳	۱/۷۹	۱/۷۴	۱/۷۲	دی‌کلسیم فسفات
۱/۲۱	۱/۲۰	۱/۱۸	۱/۲۰	۱/۲۷	۱/۲۶	۱/۲۴	۲/۴۵	۱/۵۵	۱/۵۴	۱/۵۲	۱/۵۳	پودر صدف
۰/۳۴	۰/۲۲	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۵۳	۰/۴۱	۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۷۲	۰/۶۰	۰/۴۷	۰/۴۸	ال-لیزین
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینی*
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل معدنی**
۰/۱۰	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۲۳	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۵	دی-ال-متیونین
۰/۵۰	۰/۲۴	۰/۰۱	۰	۰/۵۰	۰/۲۸	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۶۰	۰/۳۳	۰/۰۸	۰/۰۷	سدیم بی‌کربنات
۰/۰۸	۰/۰۳	۰	۰	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۰۲	۰	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۰۹	کلرید کلسیم
۰/۰۱	۰/۰۱	۰	۰	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۵	ال-ترئونین
۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۲۶	۰/۳۳	۰	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۴	نمک
ترکیبات شیمیایی محاسبه شده												
۳/۲۰	۳/۲۰	۳/۲۰	۳/۲۰	۳/۱۰	۳/۱۰	۳/۱۰	۳/۱۰	۳/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر گرم)
۲۰/۰۲	۲۰/۰۲	۲۰/۰۲	۲۰/۰۲	۲۱/۰۰	۲۱/۰۰	۲۱/۰۰	۲۱/۰۰	۲۴/۲۳	۲۴/۲۳	۲۴/۲۳	۲۴/۲۳	پروتئین خام (درصد)
۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	کلسیم (درصد)
۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	فسفر در دسترس (درصد)
۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۴۳	لیزین (درصد)
۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	متیونین (درصد)
۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵	۱/۰۷	۱/۰۷	۱/۰۷	۱/۰۷	متیونین + سیستئین (درصد)
۰/۲۱	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۱۶	سدیم (درصد)
۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	تعادل کاتیون-آنون (میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم)

* مکمل ویتامین‌های تأمین‌شده به‌ازای هر کیلوگرم جیره: ویتامین A (از vitamin A acetate)، ۱۱۵۰۰ IU؛ کوله کلسیفرول، ۲۱۰۰ IU؛ ویتامین E (از DL- α -tocopheryl acetate)، ۲۲ IU؛ ویتامین B₁₂، ۰/۶۰ mg؛ ریوفلاوین، ۴/۴ mg؛ نیکوتین‌آمید، ۴۰ mg؛ کلسیم پنتوتنات، ۳۵ mg؛ منادیون (منادیون دی‌متیل پیریمیدینول)، ۱/۵۰ mg؛ فولیک اسید، ۰/۸۰ mg؛ تیامین، ۳ mg؛ پیریدوکسین، ۱۰ mg؛ بیوتین، ۱ mg؛ کولین کلراید، ۵۶۰ mg؛ اتوکسی کوئین، ۱۲۵ mg.

** مکمل معدنی تأمین‌شده به‌ازای هر کیلوگرم جیره: منگنز (از MnSO₄.H₂O)، ۶۵ mg؛ روی (از ZnO)، ۵۵ mg؛ آهن (از FeSO₄.7H₂O)، ۵۰ mg؛ مس (از CuSO₄.5H₂O)، ۸ mg؛ ید [از Ca(IO₃)₂.H₂O]، ۱/۸ mg؛ سلنیم، ۰/۳۰ mg؛ کبالت (Co₂O₃)، ۰/۲۰ mg؛ مولیبدن، ۰/۱۶ mg.

و پس از جداسازی با تیغه‌های جداکننده، در نهایت آسیاب، کیسه‌گیری و در شرایط مناسب انبار شدند. انرژی قابل متابولیسم ظاهری خیساب ذرت خشک با استفاده از ۲۰ قطعه جوجه گوشتی ۳۵ روزه سویه راس ۳۰۸ به‌روش

پس از انتقال خیساب ذرت از کارخانه مبدأ و نگهداری در مخازن، خیساب ذرت به داخل استوانه‌های خشک‌کن اسپری شد. در اثر برخورد با هوای داغ رطوبت آن تبخیر و ذرات خشک‌شده در کف استوانه جمع شدند

تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۱

در سن ۴۲ روزگی از هر تکرار دو پرنده با وزن نزدیک به میانگین آن تکرار خون‌گیری و کشتار شدند. در پایان هر دوره، وزن بدن و مصرف خوراک اندازه‌گیری و تلفات به‌طور روزانه ثبت و افزایش وزن، میانگین مصرف خوراک و ضریب تبدیل محاسبه شد.

به‌منظور اندازه‌گیری تیتراهای آنتی‌بادی علیه ویروس این بیماری‌ها، از هر قفس دو پرنده به‌طور تصادفی انتخاب و از سیاهرگ بال دو میلی‌لیتر خون گرفته شد. نمونه‌های خون به آزمایشگاه منتقل و به‌مدت ۱۵ دقیقه با دور ۳۰۰۰ در دقیقه سانتریفیوژ و سرم آن‌ها جدا شد. سپس تیتراهای آنتی‌بادی علیه نیوکاسل، آنفلونزا و برونشیت اندازه‌گیری شد [۲۲].

برای اندازه‌گیری جمعیت باکتری‌های کلی‌فرم و اسید لاکتیک در ایلئوم، در روز ۴۲ دوره پرورش، یک گرم از محتویات ایلئومی در نه میلی‌متر PBS رقیق شد. پس از آماده‌سازی رقت‌های مختلف، برای شمارش باکتری‌های اسید لاکتیک و کلی‌فرم، به‌ترتیب از محیط کشت MRS به‌مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سلسیوس در شرایط بی‌هوازی و محیط کشت EMB به‌مدت ۲۴ ساعت در در انکوباتور ۳۷ درجه سلسیوس در شرایط هوازی استفاده شد [۷].

جایگزینی با جیره کامل اندازه‌گیری شد. دو جیره شامل مرجع و جیره مرجع که ۳۰ درصد آن با خیساب ذرت خشک جایگزین شده بود در ۱۰ گروه دو قطعه‌ای (یک نر و یک ماده) استفاده شد. در روز ۳۵، پنج گروه جیره مرجع و پنج گروه دیگر جیره جایگزین به‌مدت سه روز جهت عادت‌پذیری دریافت نمودند. پس از ۱۶ ساعت گرسنگی، سینه‌های جمع‌آوری فضولات در زیر قفس‌های مربوط به هر گروه دو قطعه‌ای قرار داده شد. بعد از آن، جیره‌های مرجع و جایگزین به‌مدت سه روز در اختیار پرنده‌ها قرار گرفت. در پایان هر روز، کل فضولات جمع‌آوری و در دمای ۲۰- درجه سلسیوس قرار داده شدند. پس از سه روز، دانخوری‌ها برداشته و فضولات به‌مدت ۱۶ ساعت دیگر جمع‌آوری شدند. پس از خشک‌کردن فضولات در آون با دمای ۶۵ درجه سلسیوس، انرژی خام نمونه‌های فضولات و خوراک با استفاده از بمب کالری‌متر (مدل Parr 1266) اندازه‌گیری شد [۱۷]. ترکیبات شیمیایی خیساب ذرت خشک به‌روش توصیه‌شده [۴] اندازه‌گیری شد. هم‌چنین پروفایل اسیدهای آمینه آن با روش اسپکتروسکوپی انعکاسی با اشعه مادون قرمز توسط شرکت ایوانیک دگوسا اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

جدول ۲. ترکیبات شیمیایی خیساب ذرت خشک

۲/۲۳	والین (درصد)	۲/۵۰	پتاسیم (درصد)	۹۱/۳۸	ماده خشک (درصد)
۱/۴۴	هیستیدین (درصد)	۱/۵۰	لیزین (درصد)	۲۷۵۳	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)
۱/۳۷	فنیل آلانین (درصد)	۰/۶۷۸	متیونین (درصد)	۴۵/۶۹	پروتئین خام (درصد)
۲/۱۱	گلایسین (درصد)	۰/۹۲۳	سیستئین	۰/۵۰	چربی خام (درصد)
۱/۸۴	سرین (درصد)	۱/۶۰	متیونین + سیستئین (درصد)	۹/۱۲	خاکستر (درصد)
۴/۲۱	پرولین (درصد)	۱/۵۶	ترئونین (درصد)	۰/۳۳	کلسیم (درصد)
۳/۶۹	آلانین (درصد)	۲/۱۶	آرژنین (درصد)	۰/۱۰	فسفر (درصد)
۲/۰۴	اسید آسپارتیک (درصد)	۱/۲۸	ایزولوسین (درصد)	۰/۳۴	کلر (درصد)
۶/۷۴	اسید گلوتامیک (درصد)	۳/۵۱	لوسین	۰/۲۸	سدیم (درصد)

رشد، جوجه‌ها از جیره‌های بدون پروبیوتیک بیش‌تر مصرف نمودند ($P < 0/05$). اثر پروبیوتیک بر مصرف خوراک در سایر دوره‌های پرورش معنی‌دار نبود. در دوره آغازین، مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره حاوی شش درصد خیساب ذرت و پروبیوتیک بیش‌تر از پرندگان بود که با جیره‌های بدون خیساب ذرت خشک و فاقد پروبیوتیک تغذیه شدند ($P < 0/05$). هم‌چنین در این دوره، مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی این تیمار بیش‌تر از پرندگان تغذیه‌شده با جیره بدون خیساب ذرت خشک و فاقد پروبیوتیک و جیره حاوی سطوح ۲ درصد خیساب ذرت خشک و فاقد پروبیوتیک بود ($P < 0/05$). اثر متقابل خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک بر مصرف خوراک در سایر دوره‌های پرورش معنی‌دار نبود.

استفاده از خیساب ذرت خشک اثری بر ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های مختلف پرورش جوجه‌های گوشتی نداشت. اگرچه استفاده از پروبیوتیک در دوره آغازین موجب افزایش ضریب تبدیل خوراک شد ($P < 0/05$), این اثر در سایر دوره‌های پرورش مشاهده نشد. اثر متقابل خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک بر ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های مختلف پرورش معنی‌دار نبود.

در مطالعه حاضر استفاده از سطح چهار درصد خیساب ذرت خشک در دوره آغازین، موجب افزایش وزن بیش‌تری نسبت به سطح صفر درصد شد (جدول ۳). اگرچه استفاده از سطوح مختلف خیساب ذرت بر مقدار افزایش وزن در کل دوره پرورش معنی‌دار نبود، استفاده از سطوح دو، چهار و شش درصد آن در جیره به‌ترتیب موجب ۴/۲۹، ۴/۶۴ و ۲/۹۵ درصد بهبود عددی افزایش وزن نسبت به سطح صفر درصد شد. گزارش شده است که استفاده از سطوح پایین خیساب ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی موجب بهبود رشد می‌شود. این بهبود در رشد به وجود عوامل محرک رشد و عناصر معدنی کم‌نیاز موجود در آن نسبت داده شد [۶].

داده‌های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS برای مدل (۱) تجزیه و میانگین‌ها به‌کمک آزمون توکی در سطح آماری پنج درصد مقایسه شدند.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_i \times B_j + \varepsilon_{ij} \quad (\text{رابطه ۱})$$

در این رابطه، Y_{ijk} مقدار مشاهده واحد آزمایشی i ام در تکرار j ام؛ μ میانگین جامعه؛ A_i اثر خیساب ذرت خشک؛ B_j اثر پروبیوتیک؛ $A_i \times B_j$ اثرات متقابل خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک و ε_{ij} اثر خطای آزمایش است.

نتایج و بحث

مقادیر انرژی قابل متابولیسم، پروتئین خام و اسید آمینه متیونین خیساب ذرت خشک بیش‌تر از کنجاله سویاست، اما مقادیر اسیدهای آمینه لیزین و ترئونین آن کم‌تر از آن است (جدول ۲). بنابراین، با افزایش سطح مصرف خیساب ذرت خشک در جیره نیاز به استفاده از اسید آمینه لیزین و متیونین به‌ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد. با توجه به ترکیبات شیمیایی خیساب ذرت خشک و گزارش سایر پژوهش‌گران [۳]، استفاده از این ماده خوراکی به‌عنوان یک منبع پروتئین ارزان قیمت قابل‌توصیه است.

در دوره آغازین، افزایش وزن جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره حاوی چهار درصد خیساب ذرت خشک بیش‌تر از جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره بدون خیساب ذرت بود ($P < 0/05$). اما، اثر خیساب ذرت خشک بر افزایش وزن در سایر دوره‌های پرورش معنی‌دار نبود. اثر پروبیوتیک و اثر متقابل پروبیوتیک و خیساب ذرت خشک بر افزایش وزن در دوره‌های مختلف پرورش معنی‌دار نبود (جدول ۳).

در دوره آغازین مصرف خوراک جوجه‌های تغذیه‌شده با سطوح چهار و شش درصد خیساب ذرت خشک بیش‌تر از جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره بدون خیساب ذرت بود ($P < 0/05$). اثر خیساب ذرت خشک بر مصرف خوراک در سایر دوره‌های پرورش معنی‌دار نبود (جدول ۴). در دوره

جدول ۳. اثر تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن (گرم) جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش

اثرات اصلی	آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)	رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)	پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی)	کل دوره (یک تا ۴۲ روزگی)
خیساب ذرت خشک (درصد جیره)				
صفر	۱۵۳/۴ ^b	۶۵۷/۹	۱۴۲۸	۲۲۳۹
۲	۱۶۲/۱ ^{ab}	۶۹۶/۲	۱۴۷۷	۲۳۳۵
۴	۱۷۲/۱ ^a	۶۹۹/۶	۱۴۷۱	۲۳۴۳
۶	۱۶۶/۲ ^{ab}	۶۹۳/۹	۱۴۴۵	۲۳۰۵
خطای معیار میانگین‌ها	۳/۴۷	۱۸/۰۳	۲۳/۹۴	۳۷/۸۳
پروبیوتیک (میلی‌گرم بر کیلوگرم)				
صفر	۱۶۵/۳	۷۰۲/۹	۱۴۳۸	۲۳۰۶
۱۵۰	۱۶۱/۷	۶۷۰/۹	۱۴۷۳	۲۳۰۶
خطای معیار میانگین‌ها	۲/۴۶	۱۲/۷۵	۱۶/۹۳	۲۶/۷۵
اثرات متقابل				
خیساب ذرت خشک	پروبیوتیک			
صفر	صفر	۱۵۴/۸	۱۴۰۲	۲۲۲۴
صفر	۱۵۰	۱۵۲/۸	۱۴۵۴	۲۲۵۵
۲	صفر	۱۷۱/۴	۱۴۵۹	۲۳۵۸
۲	۱۵۰	۱۵۲/۸	۱۴۹۵	۲۳۱۴
۴	صفر	۱۷۰/۸	۱۴۴۶	۲۳۲۶
۴	۱۵۰	۱۷۳/۵	۱۴۹۶	۲۳۶۰
۶	صفر	۱۶۴/۲	۱۴۴۳	۲۳۱۷
۶	۱۵۰	۱۶۸/۳	۱۴۴۷	۲۲۹۴
خطای معیار میانگین‌ها		۴/۹۱	۳۳/۸۵	۵۳/۵۰
P-value				
خیساب ذرت خشک		۰/۰۰۷	۰/۴۴۲	۰/۲۲۵
پروبیوتیک		۰/۳۰۸	۰/۱۵۵	۰/۹۹۰
خیساب ذرت خشک × پروبیوتیک		۰/۱۰۸	۰/۸۸۴	۰/۸۴۶

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیرمشابه در هر ستون معنی‌دار است (P < ۰/۰۵).

تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۱

تأثیر خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک لاکتوفید بر عملکرد، جمعیت میکروبی روده و پاسخ ایمنی همورال جوجه‌های گوشتی

جدول ۴. اثر تیمارهای آزمایشی بر خوراک مصرفی (پرنده/گرم) جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش

کل دوره (یک تا ۴۲ روزگی)	پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی)	رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)	آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)	اثرات اصلی	
خیساب ذرت خشک (درصد جیره)					
۳۷۲۳	۲۷۳۱	۸۵۷/۱	۱۳۵/۳ ^b	صفر	
۳۷۸۵	۲۷۲۴	۹۲۴/۴	۱۳۶/۸ ^{ab}	۲	
۳۷۶۲	۲۷۱۴	۹۰۶/۳	۱۴۱/۹ ^a	۴	
۳۷۲۱	۲۷۰۶	۸۷۳/۳	۱۴۲/۰ ^a	۶	
۳۸/۱۲	۲۸/۲۴	۱۸/۶۵	۱/۵۷	خطای معیار میانگین‌ها	
پروبیوتیک (میلی‌گرم بر کیلوگرم)					
۳۷۵۱	۲۶۹۷	۹۱۵/۸ ^a	۱۳۷/۶	صفر	
۳۷۴۶	۲۷۴۰	۸۶۴/۸ ^b	۱۴۰/۴	۱۵۰	
۲۶/۹۵	۱۹/۹۷	۱۳/۱۹	۱/۱۱	خطای معیار میانگین‌ها	
اثرات متقابل					
خیساب ذرت خشک پروبیوتیک					
۳۷۰۲	۲۶۸۸	۸۷۸/۳	۱۳۵/۲ ^b	صفر	صفر
۳۷۴۴	۲۷۷۳	۸۳۶/۰	۱۳۵/۴ ^b	۱۵۰	صفر
۳۸۱۰	۲۷۱۴	۹۵۹/۰	۱۳۶/۲ ^b	صفر	۲
۳۷۶۱	۲۷۳۴	۸۸۹/۷	۱۳۷/۳۸ ^{ab}	۱۵۰	۲
۳۷۷۵	۲۶۹۶	۹۳۷/۴	۱۴۱/۹۷ ^{ab}	صفر	۴
۳۷۵۰	۲۷۳۳	۸۷۵/۲	۱۴۱/۸۳ ^{ab}	۱۵۰	۴
۳۷۱۵	۲۶۹۰	۸۸۸/۵	۱۳۷/۲ ^{ab}	صفر	۶
۳۷۲۷	۲۷۲۲	۸۵۸/۱	۱۴۶/۸۳ ^a	۱۵۰	۶
۵۳/۹۱	۳۹/۹۳	۲۶/۳۸	۲/۲۲	خطای معیار میانگین‌ها	
P-value					
۰/۵۷۸	۰/۹۳۱	۰/۰۶۹	۰/۰۰۹	خیساب ذرت خشک	
۰/۸۹۸	۰/۱۳۸	۰/۰۱۱	۰/۰۹۷	پروبیوتیک	
۰/۸۸۶	۰/۸۱۸	۰/۰۵۹	۰/۰۱۰	خیساب ذرت خشک × پروبیوتیک	

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیرمشابه در هر ستون معنی‌دار است ($P < 0.05$).

تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۱

جدول ۵. اثر تیمارهای آزمایشی بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش

اثرات اصلی	آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)	رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)	پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی)	کل دوره (یک تا ۴۲ روزگی)
خیساب ذرت خشک (درصد جیره)				
صفر	۰/۸۸	۱/۳۱	۱/۹۱	۱/۶۶
۲	۰/۸۵	۱/۳۳	۱/۸۵	۱/۶۲
۴	۰/۸۳	۱/۳۰	۱/۸۵	۱/۶۱
۶	۰/۸۵	۱/۲۶	۱/۸۸	۱/۶۱
خطای معیار میانگین‌ها	۰/۰۱۸	۰/۰۳۱	۰/۰۳۲	۰/۰۲۳
پروبیوتیک (میلی گرم بر کیلوگرم)				
صفر	۰/۸۳ ^b	۱/۳۰	۱/۸۸	۱/۶۳
۱۵۰	۰/۸۷ ^a	۱/۲۹	۱/۸۶	۱/۶۳
خطای معیار میانگین‌ها	۰/۰۱۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۳	۰/۰۱۶
اثرات متقابل				
خیساب ذرت خشک	پروبیوتیک			
صفر	صفر	۱/۳۲	۱/۹۲	۱/۶۶
صفر	۱۵۰	۱/۲۹	۱/۹۰	۱/۶۶
۲	صفر	۱/۳۲	۱/۸۶	۱/۶۲
۲	۱۵۰	۱/۳۴	۱/۸۳	۱/۶۳
۴	صفر	۱/۳۲	۱/۸۷	۱/۶۳
۴	۱۵۰	۱/۲۷	۱/۸۳	۱/۵۹
۶	صفر	۱/۲۵	۱/۸۶	۱/۶۰
۶	۱۵۰	۱/۲۶	۱/۸۹	۱/۶۳
خطای معیار میانگین‌ها	۰/۰۲۵	۰/۰۴۵	۰/۰۴۶	۰/۰۳۲
P-value				
خیساب ذرت خشک	۰/۲۱۲	۰/۴۵۸	۰/۴۷۹	۰/۳۶۱
پروبیوتیک	۰/۰۴۸	۰/۷۷۱	۰/۶۰۸	۰/۹۳۵
خیساب ذرت خشک × پروبیوتیک	۰/۰۷۳	۰/۸۲۱	۰/۸۳۱	۰/۷۴۹

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیر مشابه در هر ستون معنی‌دار است ($P < 0/05$).

نداشت [۱۵]. هم‌چنین براساس نتایج مطالعه‌ای دیگر، استفاده از پروبیوتیک‌های جنس لاکتوباسیلوس اثری بر افزایش وزن جوجه‌های گوشتی نداشت [۱۳]. نشان داده شده است که استفاده از پروبیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی موجب توسعه دستگاه گوارش و افزایش جمعیت میکروبی آن

در این مطالعه استفاده از پروبیوتیک اثری بر افزایش وزن در دوره‌های آغازین، رشد، پایانی و کل دوره پرورش نداشت. به‌طور مشابهی، نتایج حاصل از پژوهشی نشان داد که استفاده از پروبیوتیک پروتکسین در جیره جوجه‌های گوشتی، اثری بر افزایش وزن آن‌ها در تمامی مراحل پرورش

تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۱

بالایی برخوردار است و موجب تحریک مصرف خوراک می‌شود [۲۰]. اثر مثبت خیساب ذرت بر مصرف خوراک توسط پژوهش‌گران دیگری نیز گزارش شده است [۲۱]. در پژوهش حاضر استفاده از پروبیوتیک در دوره رشد موجب کاهش مصرف خوراک شد، اما در سایر دوره‌ها اثری بر مصرف خوراک نداشت. گزارش‌های متناقضی از اثر پروبیوتیک‌ها بر مصرف خوراک وجود دارد [۱۵]. دلایل مختلفی برای تفاوت در یافته‌های مطالعات بیان شده است که از جمله آن می‌توان به ترکیب گونه‌های مورد استفاده در پروبیوتیک، قابلیت زنده ماندن، روش استفاده، سطح استفاده، دفعات استفاده پروبیوتیک (متناوب یا پیوسته)، سن پرند، آلودگی محیط و عوامل تنش‌زا اشاره کرد [۱۴].

اثر خیساب ذرت خشک بر ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار نبود (جدول ۵)، اما استفاده از سطوح چهار و شش درصد آن در جیره، موجب کاهش عددی ضریب تبدیل در مراحل آغازین، رشد، پایانی و بهبود ۳/۱۰ درصدی ضریب تبدیل در کل دوره پرورش شد. استفاده از پروبیوتیک در دوره آغازین پرورش موجب افزایش ضریب تبدیل خوراک شد که این افزایش می‌تواند ناشی از مصرف انرژی بیشتر برای توسعه افزون‌تر دستگاه گوارش در دوران ابتدایی رشد در اثر مصرف پروبیوتیک باشد. همان‌طور که در جدول (۵) دیده می‌شود با افزایش سن پرنده‌ها نه تنها اثر منفی پروبیوتیک بر ضریب تبدیل خوراک از بین می‌رود بلکه در دوره پایانی پرورش موجب بهبود ۱/۰۷ درصدی ضریب تبدیل نیز می‌شود. اگرچه سطح چهار درصد خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک در تمامی مراحل پرورش موجب کاهش عددی ضریب تبدیل خوراک نسبت به تیمار فاقد این فاکتورها شد و ضریب تبدیل را در کل دوره پرورش ۴/۴۰ درصد کاهش داد، اثر متقابل سطوح مختلف خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک معنی‌دار نشد. گزارش

به‌ویژه در مراحل آغازین رشد می‌شود [۱۲]. اگرچه توسعه دستگاه گوارش و میکروفلورای آن مزایای زیادی دارد، این توسعه هزینه‌هایی نیز در بر دارد. این هزینه‌ها شامل رقابت برای مواد مغذی و تولید کاتابولیت‌های سمی اسیدهای آمینه، کاهش قابلیت هضم چربی و نیاز به افزایش ترشح موکوس و تجزیه و بازسازی سلول‌های پوششی است. در واقع سلول‌های پوششی روده به دلیل سرعت بازسازی زیاد، ۲۳ تا ۳۶ درصد از کل انرژی بدن را مصرف می‌کنند [۱۸]. به همین دلیل در مطالعه حاضر مشاهده می‌شود که جوجه‌های تغذیه‌شده با پروبیوتیک در دوره آغازین و رشد یعنی زمان استقرار و توسعه میکروفلور، افزایش وزن کم‌تری از نظر عددی نسبت به جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره فاقد پروبیوتیک دارند. این اثر بر روی ضریب تبدیل خوراک در دوره آغازین پرورش نیز مشاهده می‌شود که جوجه‌های تغذیه‌شده با پروبیوتیک، ضریب تبدیل خوراک بالاتری دارند. در مطالعه حاضر، اگرچه اثر متقابل خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک بر افزایش وزن معنی‌دار نبود، پرندگان تغذیه‌شده با سطح چهار درصد خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک ۶/۶۷ درصد افزایش وزن بیش‌تری نسبت به تیمار بدون خیساب ذرت خشک و فاقد پروبیوتیک در دوره پایانی پرورش داشتند که این افزایش وزن می‌تواند ناشی از ثبات در استقرار جمعیت میکروبی و تأمین مناسب‌تر مواد مغذی مورد نیاز برای فعالیت آن‌ها توسط خیساب ذرت خشک باشد.

در مطالعه حاضر استفاده از سطوح چهار و شش درصد خیساب ذرت خشک نسبت به سطح صفر درصد، مصرف خوراک جوجه‌ها را در دوره آغازین افزایش داد، اما در سایر دوره‌های پرورش اثری بر مصرف خوراک نداشت. اثر متقابل سطح شش درصد خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک نیز در دوره آغازین موجب افزایش مصرف خوراک شد (جدول ۴). گزارش شده است که خیساب ذرت از خوشخوراکی

آنفلانزا و برونشیت در خیساب شش درصد مشاهده شد ($P < 0/05$). افزودن پروبیوتیک به جیره نیز عیار پادتن علیه ویروس نیوکاسل را افزایش داد ($P < 0/05$). اثر متقابل سطوح مختلف پودر خیساب و سطح ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم پروبیوتیک نسبت به جیره فاقد این ترکیبات موجب افزایش میزان عیار پادتن علیه ویروس‌های نیوکاسل و برونشیت شد (جدول ۶).

شده است که خیساب ذرت به دلیل داشتن pH اسیدی موجب تحریک ترشح پپسینوژن و سایر زایموژن‌ها شده و منجر به بهبود استفاده از مواد مغذی و ضریب تبدیل خوراک می‌شود [۲۱]. هرچند در این مطالعه، این بهبود نتوانست تفاوت معنی‌داری را بین تیمارها ایجاد نماید. اثر پودر خیساب بر ایمنی همورال معنی‌دار بود، به‌گونه‌ای که بیش‌ترین عیار پادتن علیه ویروس نیوکاسل،

جدول ۶. اثر تیمارهای آزمایشی بر ایمنی همورال جوجه‌های گوشتی

عیار پادتن علیه ویروس			اثرات اصلی	
برونشیت	آنفلانزا	نیوکاسل	خیساب ذرت خشک (درصد جیره)	
۱۷۰۳/۶۳ ^c	۵/۰۰ ^b	۴/۲۵ ^b	صفر	
۱۸۳۶/۲۵ ^b	۵/۲۵ ^b	۴/۷۵ ^b	۲	
۱۹۳۳/۱۲ ^b	۵/۵۰ ^{ab}	۵/۰۰ ^{ab}	۴	
۲۱۵۷/۳۷ ^a	۶/۰۰ ^a	۵/۷۵ ^a	۶	
۲۷/۳۶	۰/۱۷۶	۰/۲۲	خطای معیار میانگین	
			پروبیوتیک (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	
۱۸۸۱/۰۶	۵/۳۷۵	۴/۳۷۵ ^b	صفر	
۱۹۳۴/۱۲	۵/۵۰۰	۵/۵۰۰ ^a	۱۵۰	
۱۹/۳۵	۰/۱۲۵	۰/۱۶	خطای معیار میانگین‌ها	
			اثرات متقابل	
			پروبیوتیک	خیساب ذرت خشک
۱۶۴۹/۰ ^d	۴/۷۵ ^b	۳/۲۵ ^c	صفر	صفر
۱۷۵۸/۲۵ ^{dc}	۵/۲۵ ^{bc}	۵/۲۵ ^{ab}	۱۵۰	صفر
۱۷۳۰/۵ ^d	۵/۲۵ ^{bc}	۴/۲۵ ^{bc}	صفر	۲
۱۹۴۲/۳ ^b	۵/۲۵ ^{bc}	۵/۲۵ ^{ab}	۱۵۰	۲
۱۹۳۵/۵ ^{bc}	۵/۲۵ ^{bc}	۴/۵۰ ^{bc}	صفر	۴
۱۹۳۰/۷۵ ^{bc}	۵/۷۵ ^{bc}	۵/۵۰ ^{ab}	۱۵۰	۴
۲۲۰۹/۲۵ ^a	۶/۲۵ ^a	۵/۵۰ ^{ab}	صفر	۶
۲۱۰۵/۵۰ ^{ab}	۵/۷۵ ^{bc}	۶/۰۰ ^a	۱۵۰	۶
۳۸/۷۰	۰/۲۵۰	۰/۳۲۲	خطای معیار میانگین‌ها	
			P-value	
<0/0001	0/003	0/001	خیساب ذرت خشک	
0/064	0/186	<0/0001	پروبیوتیک	
<0/0001	0/012	<0/0001	خیساب ذرت خشک × پروبیوتیک	

a-c: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیرمشابه در هر ستون معنی‌دار است ($P < 0/05$).

تأثیر خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک لاکتوفید بر عملکرد، جمعیت میکروبی روده و پاسخ ایمنی همورال جوجه‌های گوشتی

موکوسی روده از طریق افزایش ترشح ایمونوگلوبین (IgA)، موجب بهبود پاسخ ایمنی همورال از طریق تحریک لنفوسیت‌ها و افزایش ترشح سایتوکین‌ها توسط سلول‌های سیستم ایمنی می‌شوند [۵]. در مطالعه حاضر نیز استفاده از خیساب ذرت و اثر متقابل خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک موجب افزایش جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک شد (جدول ۷) که می‌تواند توجه‌کننده بهبود پاسخ ایمنی در این تیمارها باشد.

پژوهش‌گران نشان دادند که استفاده از پروبیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی موجب افزایش تولید آنتی‌بادی علیه ویروس‌های نیوکاسل و برونشیت می‌شود [۱۹]. پروبیوتیک‌ها به‌طور غیرمستقیم با افزایش جمعیت باکتری‌های اسیدلاکتیک نظیر لاکتوباسیلوس‌ها و بیفیدوباکتیریا موجب بهبود پاسخ‌های ایمنی در طیور می‌شوند [۹]. افزایش جمعیت باکتری‌های اسیدلاکتیک در روده جوجه‌های گوشتی، ضمن تحریک سیستم ایمنی

جدول ۷. اثر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت میکروبی ایلنوم جوجه‌های گوشتی (لگاریتم واحد تشکیل‌دهنده کلنی در گرم)

کلی فرم‌ها	باکتری‌های اسیدلاکتیک	اثرات اصلی	
		خیساب ذرت خشک (درصد جیره)	
۶/۸۷ ^a	۸/۵۶ ^c	صفر	
۶/۸۴ ^a	۸/۸۴ ^{ab}	۲	
۶/۷۶ ^a	۸/۹۲ ^a	۴	
۶/۶۰ ^b	۸/۹۸ ^a	۶	
۰/۰۳	۰/۰۳	خطای معیار میانگین‌ها	
پروبیوتیک (میلی گرم بر کیلوگرم)			
۷/۰۰	۸/۶۷	صفر	
۶/۵۴	۸/۹۸	۱۵۰	
۰/۰۲	۰/۰۲	خطای معیار میانگین‌ها	
اثرات متقابل			
		خیساب ذرت خشک	
		پروبیوتیک	صفر
۷/۰۲ ^a	۸/۳۰ ^d	صفر	صفر
۶/۷۳ ^b	۸/۸۳ ^{bc}	۱۵۰	صفر
۷/۰۱ ^a	۸/۷۵ ^{bc}	صفر	۲
۶/۶۷ ^b	۸/۹۳ ^{ac}	۱۵۰	۲
۶/۹۹ ^a	۸/۷۹ ^{bc}	صفر	۴
۶/۵۳ ^b	۹/۰۶ ^a	۱۵۰	۴
۶/۹۸ ^a	۸/۸۴ ^{bc}	صفر	۶
۶/۲۲ ^c	۹/۱۱ ^a	۱۵۰	۶
۰/۰۴۰	۰/۰۴	خطای معیار میانگین‌ها	
<i>P</i> -value			
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	خیساب ذرت خشک	
۰/۰۵۲۹	۰/۰۶۲۱	پروبیوتیک	
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۵۷	خیساب ذرت خشک × پروبیوتیک	

a-d: تفاوت میانگین‌ها با حروف غیرمشابه در هر ستون معنی‌دار است ($P < 0.05$).

تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۱

طریق ممانعت رقابتی موجب کاهش جمعیت باکتری‌های کلی‌فرم و افزایش جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک شود [۱].

براساس یافته‌های مطالعه حاضر، استفاده هم‌زمان از خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی تأثیر قابل‌توجهی بر عملکرد آن‌ها ندارد، اما استفاده از ترکیب این دو در جیره بر بهبود پاسخ ایمنی همورال، افزایش باکتری‌های مفید و کاهش باکتری‌های مضر روده مؤثر است. بنابراین خیساب ذرت خشک تا سطح شش درصد جیره به‌همراه پروبیوتیک جهت بهبود سلامت جوجه‌های گوشتی قابل توصیه است.

تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی دانشگاه زابل جهت حمایت مالی این پژوهش سپاسگزار می‌شود (گرنه شماره UOZ-GR-9718-56).

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان مقاله وجود ندارد.

منابع مورد استفاده

1. Abd El-Hack ME, El-Saadony MT, Shafi ME, Qattan SY, Batiha GE, Khafaga AF (2020) Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(6): 1835-1850.
2. Adil S, Banday M, Bhat G, Qureshi S, Wani S (2011) Effect of supplemental organic acids on growth performance and gut microbial population of broiler chicken. *Livestock Research for Rural Development*, 23(1): 241-249.
3. Atabak AH, Karimi Torshizi MA, Rahimi S (2021) Effect of supplementing different levels of alkaline hydrolyzed feather meal and dried corn steep liquor on performance and anti-oxidation indices of broiler chicken. *Iranian Journal of Animal Science*, 22: 52(3): 203-215. (in Persian).

یافته‌های مربوط به جمعیت باکتری‌های اسیدلاکتیک و کلی‌فرم در جدول (۷) نشان می‌دهد که بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/05$). استفاده از خیساب ذرت خشک موجب افزایش جمعیت باکتری‌های اسیدلاکتیک در روده شد. همچنین، اثر متقابل سطوح مختلف خیساب ذرت خشک و سطح ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم پروبیوتیک، میزان باکتری‌های اسیدلاکتیک را در مقایسه با سطح صفر استفاده از آن‌ها افزایش داد ($P < 0/05$). سطوح شش درصد خیساب و ۱۵۰ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک جمعیت باکتری‌های کلی‌فرم را در مقایسه با تیمار بدون خیساب و فاقد پروبیوتیک کاهش داد ($P < 0/05$).

خیساب ذرت دارای ۲۲ درصد اسیدلاکتیک و اسیدیته پایین ($\text{pH} = 4/2$) است [۲۱]. اسیدهای آلی نظیر اسید لاکتیک به‌صورت تفکیک‌نشده از غشای سلولی باکتری‌ها عبور می‌کنند و در داخل سلول، پس از تفکیک شدن تولید یون‌های H^+ می‌کنند که موجب کاهش pH درون سلول می‌شوند. در این حالت، میکروارگانیسم‌های حساس به pH نظیر کلی‌فرم‌ها با صرف انرژی زیاد سعی در خارج کردن یون‌های H^+ از سلول می‌کنند. همچنین بنیان‌های آنیونی تولیدشده، در سنتز DNA و پروتئین در سلول اختلال ایجاد می‌کنند. این عوامل موجب تکثیر کند و کاهش جمعیت این دسته از میکروارگانیسم‌ها در روده می‌شود. در صورتی‌که میکروارگانیسم‌های مفید و غیرحساس به pH نظیر باکتری‌های اسیدلاکتیک، قادر به تولید مجدد اسیدهای آلی تفکیک‌نشده از شکل‌های تفکیک‌نشده آن‌ها و راندن آن‌ها به خارج سلول هستند [۲]. در اثر متقابل خیساب ذرت خشک و پروبیوتیک، علاوه بر عوامل فوق نقش پروبیوتیک نیز قابل ذکر است که می‌تواند با تولید ترکیبات ضد میکروب و رقابت برای متصل شدن به جایگاه‌های اتصال موجود در مخاط روده از

4. AOAC (2006) Official methods of analysis. AOAC International, Arlington, VA.
5. Behrooz Lak MA, Hasan Abadi A, Nasiri Moghadam H, Kermanshahi H (2015) Effects of different levels of cinnamon powder, antibiotic and probiotic on performance, blood parameters and immune system in broiler chickens. Iranian Journal of Animal Science Research, 7(1): 47-57. (in Persian).
6. Camp A, Cartrite H, Reid B, Quisenberry J, Couch J (1957) Corn steepwater solubles as a source of unknown growth factor (s) for growing chicks. Poultry Science, 36(6): 1354-1359.
7. Guban J, Korver D, Allison G, Tannock G (2006) Relationship of dietary antimicrobial drug administration with broiler performance, decreased population levels of *Lactobacillus salivarius*, and reduced bile salt deconjugation in the ileum of broiler chickens. Poultry Science, 85(12): 2186-2194.
8. Jahanbani H, Hosseini-Vashan S, Ghiasi S, Mohammadi A (2015) Effect of *Enterococcus faecium* isolates from *Coracias garrulus* and lacto-feed probiotic on performance, blood parameters and intestine microflora of broiler chickens. Animal Production Research, 4(4): 47-61. (in Persian).
9. Kabir SL, Rahman M, Rahman M, Rahman M, Ahmed S (2004) The dynamics of probiotics on growth performance and immune response in broilers. International Journal of Poultry Science, 3(5): 361-364.
10. Karimi Torshizi M, Moghaddam A, Rahimi S, Mojjani N (2010) Assessing the effect of administering probiotics in water or as a feed supplement on broiler performance and immune response. British Poultry Science, 51(2): 178-184.
11. Loy D, Lundy E (2019) Nutritional properties and feeding value of corn and its coproducts. In: Corn, Elsevier, pp. 633-659.
12. Neveling DP, Dicks LM (2021) Probiotics: an antibiotic replacement strategy for healthy broilers and productive rearing. Probiotics and Antimicrobial Proteins, 13(1): 1-11.
13. Olnood CG, Beski SS, Choct M, Iji PA (2015) Novel probiotics: Their effects on growth performance, gut development, microbial community and activity of broiler chickens. Animal Nutrition, 1(3): 184-191.
14. Patterson J, Burkholder K (2003) Application of prebiotics and probiotics in poultry production. Poultry Science, 82(4): 627-631.
15. Rehman A, Arif M, Sajjad N, Al-Ghadi M, Alagawany M, Abd El-Hack M (2020) Dietary effect of probiotics and prebiotics on broiler performance, carcass, and immunity. Poultry Science, 99(12): 6946-6943.
16. Rivas B, Moldes AB, Domínguez JM, Parajó JC (2004) Development of culture media containing spent yeast cells of *Debaryomyces hansenii* and corn steep liquor for lactic acid production with *Lactobacillus rhamnosus*. International Journal of Food Microbiology, 97(1): 93-98.
17. Scott T, Silversides F, Classen H, Swift M, Bedford M, Hall J (1998) A broiler chick bioassay for measuring the feeding value of wheat and barley in complete diets. Poultry Science, 77(3): 449-455.
18. Shariatmadari F, Mohiti-Asli M (2009) Additives in Animal Feed. Tarbiat Modares University Press. (in Persian).
19. Talebi A, Amirzadeh B, Mokhtari B, Gahri H (2008) Effects of a multi-strain probiotic (PrimaLac) on performance and antibody responses to Newcastle disease virus and infectious bursal disease virus vaccination in broiler chickens. Avian Pathology, 37(5): 509-512.
20. Tauqir NA, Faraz A, Passantino A, Shahzad MA, Bilal RM, Tahir A (2021) Impact of corn steep liquor and enzose mixture on growth performance of chicks. Pakistan Journal of Zoology, DOI: <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20200503080535>
21. Ullah Z, Yousaf M, Shami M, Sharif M, Mahrose K (2018) Effect of graded levels of dietary corn steep liquor on growth performance, nutrient digestibility, haematology and histopathology of broilers. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 102(1): 395-402.
22. Wegmann TG, Smithies O (1966) A simple hemagglutination system requiring small amounts of red cells and antibodies. Transfusion, 6(1): 67-73.
23. Yazdanyar M, Torshizi M, Shariatmadari F (2016) Use of corn steep liquor in wet-feeding of broiler chickens. Iranian Journal of Animal Science, 46(4): 351-359. (in Persian).