نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۴۵، زمستان ۱۴۰۳
ص‌ص: ۵۷~۷۴

کاهش اثرات پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول با افزودن پروبیوتیک به جیره‌های حاوی جو در بلدرچین‌های تخمگذار

• **نوید گمشادزهی[۱]، حسن صالح[*۲]، محمدطاهر میرکزهی[۳]**

۱- دانش‌آموخته گروه علوم دامی مجتمع آموزش عالی سراوان. سراوان، سیستان و بلوچستان، ایران.

۲- دانشیار گروه علوم دامی مجتمع آموزش عالی سراوان. سراوان، سیستان و بلوچستان، ایران

۳- استادیار گروه علوم دامی مجتمع آموزش عالی سراوان. سراوان، سیستان و بلوچستان، ایران.

تاریخ دریافت : بهمن ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش : اسفند ۱۴۰۲

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۷۰۲۲۸۱۹

Email: hsaleh.um@gmail.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ ASJ.2024.364795.2363

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف جو و پروبیوتیک بر کیفیت و کمیت تخم، جمعیت میکروبی و ریخت‌شناسی روده، پاسخ ایمنی و برخی فراسنجه‌های خونی بلدرچین‌های تخم گذار ژاپنی انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح کاملا تصادفی و با توزیع ۲۰۰ قطعه بلدرچین تخم گذار ژاپنی ۴۵ روزه در ٤ تیمار، ۵ تکرار و ۱۰ پرنده در هر تکرار و به مدت ۸ هفته انجام شد. جیره‌های آزمایشی شامل دو سطح جو (صفر و ۱۰ درصد) و دو سطح پروبیوتیک (صفر و ۱۵۰ گرم در تن) بودند. افزودن پروبیوتیک سبب افزایش واحد هاو و افزودن جو سبب افزایش واحد هاو و درصد آلبومین تخم بلدرچین شد (P< ۰/۰۵). بلدرچین‌های تغذیه شده با جو و پروبیوتیک، وزن تخم و درصد تولید بیشتری را به ترتیب، نشان دادند (۰/۰۵ >P). کاهش ارتفاع پرز روده در سطح ۱۰ درصد جو مشاهده شد (P<۰/۰۵). ارتفاع پرز و جمعیت *لاکتوباسیلوس* بیشتر و عمق کریپت و جمعیت *اشریشیا کلای* کمتر در ایلئوم بلدرچین‌های مکمل شده با پروبیوتیک وجود داشت (P<۰/۰۵). افزایش سطح HDL و Ig M و کاهش سطح کلسترول در سرم خون بلدرچین‌های گروه آزمایشی حاوی پروبیوتیک مشاهده شد (P<۰/۰۵). بر اساس نتایج این پژوهش، افزودن پروبیوتیک به جیره‌های حاوی جو سبب بهبود درصد تولید تخم، سطح HDL و جمعیت باکتری‌های *لاکتوباسیلوس* و کاهش کلسترول سرم، جمعیت باکتری‌های *اشریشیا کلای* و عمق کریپت ایلئوم روده شد. می‌توان پیشنهاد کرد که مکمل کردن ۱۰ درصد جو به همراه ۱۵۰ گرم پروبیوتیک در هر تن خوراک، تاثیرات مفید بر عملکرد بلدرچین تخمگذار دارد.

واژه‌های کلیدی: پروبیوتیک، بلدرچین تخمگذار، جو، پلی‌ساکارید غیر نشاسته‌ای.

Copyright: © 2024 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by **Research Journal of Livestock Science** (https://asj.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited

Research Journal of Livestock Science No 145 pp: 57-74

Reducing the impact of soluble non-starch polysaccharides by supplementing diets containing barley with probiotics in laying quails

By: Gamshadzehi, N[1]., Saleh, H[2*]., Mirkazehi, M. T[3]
1- Department Animal Science, Higher Education Complex of Saravan, Saravan, Sistan and Baluchestan.
2- Associate Professor, Department Animal Science, Higher Education Complex of Saravan, Saravan, Sistan and Baluchestan.
3- Assistant Professor Mohammad Taher Department Animal Science, Higher Education Complex of Saravan, Saravan, Sistan and Baluchestan.

Received: February 2024 **Accepted: March 2024**

The objective of this study was to investigate the effects of different levels of probiotics and barley on various aspects of Japanese laying quail. These aspects encompass egg quality and quantity, microbial population, intestinal morphology, immune response, and certain blood parameters. The experiment was conducted using a completely randomized design in the form of a 2x2 factorial design. A total of 200 Japanese laying quail, aged 45 days, were used with 4 treatments, 5 repetitions, and 10 birds per repetition for a duration of 8 weeks. The experimental rations consisted of two levels of barley (0% and 10%) and two levels of probiotics (0 g/ton and 150 g/ton). The addition of probiotics increased the percentage of Haugh units in quail eggs. Additionally, the addition of barley increased both Haugh units and albumin levels ($P<0.05$). Quails fed with barley and probiotics exhibited higher egg weight and production percentage, respectively ($P < 0.05$). The height of the intestinal villi was lower with a 10% barley inclusion level ($P < 0.05$). In quails supplemented with probiotics, the height of villi and population of Lactobacillus in the ileum were higher, while the depth of crypts and population of Escherichia coli were lower($P<0.05$). In the experimental group containing probiotics, there was an observed increase in the levels of HDL and IgM, as well as a decrease in the level of cholesterol in the quails' blood serum ($P<0.05$). The research findings indicate that incorporating probiotics into barley-based diets had a positive impact on several aspects. These included increased egg production, elevated HDL levels, and a higher population of *Lactobacillus* bacteria. Additionally, the inclusion of probiotics resulted in decreased serum cholesterol levels, a reduced population of *Escherichia coli* bacteria, and a shallower intestinal crypt depth. Therefore, it can be suggested that adding 10% barley and 150 grams of probiotics per ton of feed has a positive impact on the performance of laying quails.

Key words: probiotic, laying quail, barley, non-starch polysaccharide

مقدمه

پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای (NSP) به عنوان یک ماده ضد تغذیه ای در خوراک طیور در نظر گرفته می‌شوند، زیرا ویسکوزیته گوارشی را افزایش می‌دهند و به عنوان یک رقیق کننده و مانع فیزیکی برای آنزیم‌ها عمل می‌کنند. پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول هضم ضعیفی دارند و فقط تا حدی می توانند توسط جمعیت میکروبی تخمیر شوند و باعث ایجاد مشکلات در دستگاه گوارشی حیوانات تک معده شوند (مانند پکتین، گلوکان و آرابینان). اما بخش غیر محلول، غیر قابل هضم است، و بعضا در مقادیر کم ارزشمند می‌باشند (مانند سلولز و همی سلولز). بخش محلول بر مصرف مواد مغذی اثرات منفی دارند و

سبب کاهش عملکرد رشد،کیفیت بستر و افزایش هزینه خوراک می‌شوند (choct و annison، ۱۹۹۲). با این حال، تحقیقات اخیر نشان داده است که سطوح متوسط NSP در جیره سبب بهبود رشد اندام‌های گوارشی (Hetland و همکاران، ۲۰۰۵؛ Mehrabadi و Jamshidi، ۲۰۱۹)، ترشح آنزیم‌ها، HCl و اسیدهای صفراوی (Hetland و همکاران، ۲۰۰۵) می‌شود. در نتیجه‌ی این تغییرات، بهبود قابلیت هضم مواد مغذی (Amerah و همکاران، ۲۰۰۹)، افزایش عملکرد رشد و سلامت دستگاه گوارش (Montagne و همکاران، ۲۰۰۳) گزارش شده است. بتاگلوکان‌ها و آرابینان‌ها با توجه به غلظت بالای آنها در برخی از خوراک طیور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. گزارش شده است الیگوساکاریدهای حاصل از پلیمریزاسیون NSP محلول دارای خواص پری‌بیوتیکی می‌باشند و به صورت انتخابی توسط باکتری‌های مفید تخمیر می‌شوند و در نتیجه توانایی باکتری‌های مفید برای تکثیر و تولید اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه که به عنوان منبع انرژی عمل می‌کنند، افزایش می‌یابد (Yadav و Jha ، ۲۰۱۹). بنابراین، پتانسیل NSP محلول در جیره غذایی به عنوان یک محرک سلامت روده وجود دارد. فرض بر این است که منبع حاوی NSP قابل تخمیر در یک جیره فقیر از NSP، قادر به افزایش ظرفیت تخمیر جمعیت میکروبی روده می‌باشد و در نتیجه تولید آنزیم‌های میکروبی افزایش می‌یابد و توانایی پرنده برای استفاده از NSP غذایی بهبود خواهد یافت.

جو، یکی از قدیمی‌ترین غلاتی که در بسیاری از نقاط کشور کشت می‌شود و دارای ارزش غذایی معادل ذرت و گندم است. با این حال، وجود کربوهیدرات‌های بسیار پیچیده بتاگلوکان در ساختمان دیواره سلولی که حدود ۱۶/۷ درصد ماده خشک آنها را تشکیل می‌دهد، عامل محدود کننده استفاده از آن در جیره طیور است (Yaghobfar و Kalantar، ۲۰۱۷). خاصیت ویسکوزیته این ترکیبات، اولین عامل بروز اثرات ضد تغذیه‌ای آنها در تغذیه طیور می‌باشد. این ترکیبات توانایی زیادی در جذب آب و ایجاد ویسکوزیته محتویات روده دارند و با کاهش سرعت عبور غذا و همچنین ترکیب آنها با آنزیم‌های گوارشی مانع اثر آنها بر روی مواد مغذی می‌شوند (choct و annison، ۱۹۹۲). بنابراین، استفاده از افزودنی‌های خوراک می‌تواند راهکار تغذیه‌ای مناسب برای به حداقل رساندن اثرات ضد تغذیه‌ای و در نتیجه بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی باشد. مشخص شده است که فعالیت ضد تغذیه‌ای NSP در جیره طیور به تاثیرات آنها برجمعیت میکروبی دستگاه گوارش مرتبط باشد. با توجه به ممنوعیت استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به عنوان محرک رشد (Machado و همکاران، ۲۰۲۰؛ Peng و همکاران، ۲۰۲۱) افزودنی‌هایی مانند اسانس‌های گیاهی جهت بهبود ضریب تبدیل خوراک (Hajiaghapour و Rezaeipour، ۲۰۱۸)، پروبیوتیک‌ها جهت تغییر جمعیت میکروبی (Lv و همکاران، ۲۰۲۲)، محصولات فایتوژنیک جهت تغییرات در تولید آنزیم (Trindade و همکاران، ۲۰۱۹) و اسیدهای آلی برای قابلیت هضم بهتر مواد مغذی (Nguyen و همکاران، ۲۰۱۸) مورد استفاده قرارگرفته است.

آنزیم‌های تجزیه کننده NSP و پروبیوتیک‌ها جهت کاهش اثرات ضد تغذیه‌ای پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای بیشتر مورد توجه قرار گرفته اند. Yaghobfar و Kalantar (۲۰۱۷) گزارش کردند، استفاده از آنزیم در جیره‌های حاوی جو سبب کاهش اثرات ناشی از افزودن ۱۵ و ۲۰ درصد جو در دوره آغازین و رشد می‌شود. آنزیم زایلاناز و پری‌بیوتیک جهت تجزیه و تخمیر NSP با هدف تغییر و تعدیل جمعیت میکروبی در روده و کاهش اثرات ضد تغذیه ای NSP مورد بررسی قرار گرفته است (Craig و همکاران، ۲۰۲۰). مکمل کردن جیره‌های طیور با پروبیوتیک سبب بهبود شاخص‌های عملکردی می‌شود (Lee و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین در خصوص افزودن پروبیوتیک‌ها به جیره طیور، تقویت پاسخ ایمنی هومورال و حفظ سد روده‌ای (Huang و همکاران، ۲۰۱۹؛ Machado و همکاران، ۲۰۲۰)، افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی (Wu و همکاران، ۲۰۱۹)، بهبود در قابلیت هضم مواد مغذی و ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی (He و همکاران، ۲۰۱۹) و تغییرات مثبت جمعیت میکروبی روده (Rodrigues و همکاران، ۲۰۲۰) گزارش شده

است. به دلیل فقدان آزمایشات در خصوص استفاده از پروبیوتیک در جیره‌های حاوی مقدار کم NSP (جیره‌های حاوی جو)، هدف از این مطالعه افزودن پروبیوتیک به جیره‌های حاوی جو بلدرچین تخمگذار و بررسی اثرات آنها بر عملکرد، پاسخ ایمنی، ریخت شناسی و جمعیت میکروبی روده کوچک و فراسنجه‌های خونی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با ۲۰۰ قطعه بلدرچین ۴۵ روزه نژاد ژاپنی تخمگذار با متوسط وزن (۵ ± ۲۴۵) و درصد تخمگذاری اولیه ۶۵ درصد، در قالب ۴ تیمار با ۵ تکرار و ۱۰ پرنده در هر تکرار، به مدت ۸ هفته انجام شد. بدین منظور از آزمایش فاکتوریل ۲*۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. جیره‌های آزمایشی شامل: سطح صفر درصد جو و سطح صفر پروبیوتیک، سطح صفر درصد جو و سطح ۱۵۰ گرم پروبیوتیک در یک تن خوراک، سطح ۱۰ درصد جو و سطح صفر پروبیوتیک و سطح ۱۰ درصد جو و سطح ۱۵۰ گرم پروبیوتیک در یک تن خوراک بودند (جدول ۱). جیره‌های آزمایشی بر اساس توصیه شد NRC (۱۹۹۴) تنظیم شد. پروتکسین (Protexin®) پروبیوتیک تجاری مورد استفاده در این آزمایش حاوی حداقل ۳×۱۰^{۹} cfu/g از سویه‌های مختلف شامل: *لاکتوباسیلوس پلانتاروم*، *لاکتوباسیلوس دلبروکی* (سویه *بولگاریس*)، *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *لاکتوباسیلوس رامنوسوس*، *بیفیدوباکتریوم بیفیدیوم*، *استرپتوکوکوس سالیواریس*(سویه *ترموفیلوس*)، *انتروکوکوس فوسیوم*، *آسپرژیلوس اوریزایی* می‌باشد. صفات مربوط به عملکرد شامل مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک، درصد تولید تخم بلدرچین، درصد وزن، توده تخم بلدرچین و صفات مربوط به کیفیت تخم بلدرچین شامل شاخص شکل، واحد هاو، شاخص زرده، رنگ زرده و درصد آلبومین، زرده و پوسته تخم بلدرچین ثبت و در انتهای دوره محاسبه شد. برای محاسبه درصد تولید، میانگین وزن تخم و ضریب تبدیل غذایی، تعداد تخم بلدرچین تولید شده در هر واحد آزمایشی به طور روزانه شمارش و توزین شد. همچنین میزان مصرف خوراک به صورت هفتگی ثبت شد. تعداد ۵ تخم بلدرچین از هر واحد آزمایشی انتخاب و صفات شاخص شکل تخم و رنگ زرده، واحد هاو، ضخامت پوسته، درصدپوسته، زرده و سفیده تخم اندازه‌گیری شد و میانگین آنها برای هر واحد آزمایشی در نظر گرفته شد (Zamanizadeh و همکاران، ۲۰۲۱). شدت رنگ نمونه های تخم بلدرچین با کمک کاغذ رش اندازه‌گیری شد.

در پایان آزمایش، دو قطعه جوجه از هر واحد آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و به روش قطع رگ گردنی کشتار شدند. نمونه های خون جمع آوری و سرم آن جدا گردید. فراسنجه‌های خونی (کلسترول، تری گلیسرید، LDL و HDL) توسط کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (هیتاچی ۹۰۲ ساخت کشور آلمان) انجام شد. پاسخ ایمنی شامل سطح آنتی‌بادی‌های IgM، IgA و IgG با کمک دستگاه الایزا ریدر اندازه‌گیری شد (Saleh و همکاران، ۲۰۲۳). از بلدرچین-های کشتار شده، با استفاده از اسکالپر استریل، برشی در ایلئوم روده ایجاد و از محتویات نیم گرم به لوله آزمایش منتقل شد. برای شمارش *لاکتوباسیل*ها از محیط کشت ام آر اس و برای شمارش *ای‌کولای* از محیط کشت ای ام بی آگار استفاده شد، پس از تهیه و آماده سازی نمونه ایلئوم، رقت‌های متوالی $۱۰^{-۱}$ تا $۱۰^{-۷}$ تهیه شد. از نمونه‌های کشتار شده جهت بررسی ریخت‌شناسی بافت ایلئوم، قطعاتی به طول ۱/۵سانتی متر جدا و با استفاده از بافر فسفات سالین (PBS) شستشو و به داخل ظروف پلاستیکی حاوی فرمالین ۱۰ درصد منتقل شد. برای تهیه اسلایدهای بافتی با ضخامت کم از روش واکس پارافین استفاده شد. دستگاه میکروتوم برای برش-گیری از قالب پارافینی بکار گرفته شد. اندازه‌گیری ارتفاع پرز و عمق کریپت توسط میکروسکوپ به ترتیب با بزرگ‌نمایی ۴۰ و ۱۰۰ برابر استفاده شد. همچنین نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت تعیین شد (Mirakzehi و همکاران، ۲۰۲۲).

جدول ۱: اجزا و ترکیب شیمیایی جیره پایه مورد استفاده در آزمایش

اجزای جیره (درصد)	جیره فاقد جو	جیره حاوی ۱۰ درصد جو
دانه ذرت	۶۰/۱۸	۵۰/۴۹
دانه جو	–	۱۰/۰۰
کنجاله سویا (۴۴٪)	۲۹/۵۹	۲۷/۵۵
کنجاله گلوتن	۰/۵۲	۱/۴۵
روغن آفتابگردان	۲/۳۰	۳/۱۰
دی کلسیم فسفات	۰/۴۰	۰/۴۰
سنگ آهک	۶/۱۰	۶/۱۰
مکمل مواد معدنی و ویتامین*	۰/۳۵	۰/۳۵
نمک	۰/۳۱	۰/۳۱
ال- لیزین	۰/۰۶	۰/۰۶
دی- ال-متیونین	۰/۱۴	۰/۱۴
کوکسیدواستات	۰/۰۵	۰/۰۵
مواد مغذی جیره		
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۹۷۰/۰۰	۲۹۷۰/۰۰
پروتئین خام (درصد)	۲۰/۱۱	۲۰/۱۱
فیبر خام (درصد)	۲/۴۸	۲/۷۱
عصاره اتری (درصد)	۴/۹۰	۵/۵۱
کلسیم (درصد)	۲/۵۰	۲/۵۰
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۳۸	۰/۳۸
لیزین (درصد)	۱/۰۶	۱/۰۶
متیونین (درصد)	۰/۴۵	۰/۴۶
متیونین + سیستئین (درصد)	۰/۷۸	۰/۷۸
مواد مغذی جیره		

* مقدار ویتامینها در هر کیلو گرم جیره: ویتامین آ ۲۵۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین دی (کوله کلسیفرول) ۵۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین ای ۴۵ واحد بین المللی، ویتامین کا ۵ میلی گرم، ریبوفلاوین ۱۶/۵میلی گرم، نیاسین ۷۴ میلی گرم، اسید پانتوتنیک ۱۰ میلی گرم، پیریدوکسین۳ میلی گرم، اسید فولیک ۲/۵ میلی گرم، تیامین ۴/۳ میلی گرم، سیانو کوبالامین ۰/۰۴ میکروگرم، بیوتین ۰/۱ میلی گرم، کولین کلراید ۵۰۰ میلی گرم و اتوکسی کوئین ۰/۱میلی گرم. مقدار مواد معدنی در هر کیلو گرم جیره: سلنیوم ۳۰۰ میکرو گرم، ید ۱۲/۵ میلی‌گرم، مس ۱۶ میلی گرم، آهن ۴۰ میلی گرم، روی ۱۰۰ میلی گرم و منگنز ۱۲۰ میلی گرم.

کلیه داده های جمع آوری شده از این آزمایش بعد از انجام تست نرمالیته با استفاده از رویه GLM توسط نرم افزار SAS (۲۰۰۹) انجام شد. مقایسه میانگین تیمارهای آزمایشی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ انجام شد. مدل آماری آن به شرح زیر می باشد:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk}: مقدار صفت مورد نظر، μ: میانگین کل، A_i: اثر سطح جو، B_j: اثر سطح پروبیوتیک، AB_{ij}: اثر متقابل جو و پروبیوتیک و e_{ijk}: اثر خطای آزمایش

نتایج

صفات کیفی تخم بلدرچین

نتایج تاثیر تیمارهای مختلف آزمایشی بر صفات کیفی تخم بلدرچین، در جدول ۲ نشان داده شده است. استفاده از ۱۰ درصد جو در جیره بلدرچین‌های تخمگذار بر صفات کیفی درصد پوسته، درصد زرده، رنگ زرده، شاخص زرده و شاخص شکل تخم معنی‌دار نبود (P >۰/۰۵). بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ درصد جو، واحد هاو (۴ درصد) و درصد آلبومین (۲/۹ درصد) بالاتری در مقایسه با جیره فاقد جو داشتند (P<۰/۰۵). افزودن پروبیوتیک به جیره بلدرچین‌های تخمگذار واحد هاو تخم بیشتری (۱ درصد) نشان داد (P<۰/۰۵). در بررسی اثرات متقابل جو و پروبیوتیک هیچ گونه تأثیر معنی‌داری بر صفات کیفی تخم مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

جدول ۲: تأثیر سطوح مختلف جو و پروبیوتیک بر صفات کیفی تخم بلدرچین‌های تخمگذار

تیمارها			درصد پوسته(٪)	درصد زرده (٪)	درصد آلبومن (٪)	شاخص زرده	شاخص شکل تخم	واحد هاو	رنگ زرده
جو صفر درصد		پروبیوتیک صفر	۱۱/۱۱	۳۲/۳۹	۵۶/۵۰	۳۹/۳۳	۷۸/۰۰	۷۳/۶۸	/۸۴
جو صفر درصد		پروبیوتیک ۱۵۰ (گرم در تن)	۱۱/۱۵	۳۲/۵۵	۵۶/۳۰	۴۰/۲۵	۷۸/۳۵	۷۵/۰۰	/۸۳
جو ۱۰ درصد		پروبیوتیک صفر	۱۰/۷۸	۳۱/۴۲	۵۷/۸۰	۴۰/۴۲	۷۸/۷۳	۷۷/۲۲	/۵۲
جو ۱۰ درصد		پروبیوتیک ۱۵۰ (گرم در تن)	۱۰/۶۸	۳۱/۰۲	۵۸/۳۰	۴۰/۸۲	۷۸/۶۲	۷۷/۴۰	/۹۱
SEM			۰/۳۰۴	۰/۳۷۸	۰/۶۵۲	۰/۵۸۷	/۸۴۹	/۸۴۳	/۱۸۴
اثرات اصلی									
جو									
	صفر		۱۱/۱۳	۳۲/۴۷	۵۶/۴۰[b]	۳۹/۷۹	۷۸/۶۷	۷۴/۳۴[b]	۵/۸۴
	۱۰ درصد		۱۰/۷۳	۳۱/۳۲	۵۸/۰۵[a]	۴۰/۶۲	۷۸/۰۳	۷۷/۳۱[a]	۵/۷۱
SEM			۰/۲۹۱	/۴۱۲	/۶۴۸	/۵۷۳	/۹۱۷	۰/۸۵۴	/۱۳۳
پروبیوتیک									
	صفر		۱۰/۹۴	۳۱/۹۱	۵۷/۱۵	۳۹/۸۷	۷۸/۳۶	۷۵/۴۵[b]	۵/۶۸
	۱۵۰ (گرم در تن)		۱۰/۹۰	۳۱/۷۸	۵۷/۳۰	۴۰/۵۳	۷۸/۴۸	۷۶/۲۰[a]	۵/۸۷
SEM			۰/۲۹۳	۰/۴۲۸	۰/۶۵۰	۰/۵۶۷	/۸۶۹	/۸۵۴	/۱۳۴
منابع تغییرات			P value						
جو			۰/۹۲۴۴	۰/۳۴۲۸	۰/۰۳۶۴	۰/۸۷۳۲	۰/۳۲۹۶	۰/۰۴۵۱	/۳۵۳۷
پروبیوتیک			۰/۰۶۱۳	۰/۲۶۶۷	۰/۱۴۲۳	۰/۳۵۳۹	/۱۴۵۷	/۰۲۱۴	/۳۲۴۴
جو * پروبیوتیک			۰/۱۱۴۳	۰/۶۲۶۳	۰/۵۴۲۷	۰/۴۶۹۲	/۰۷۵۲	/۲۳۷۵	۰/۹۲۳۲

a-b: اعداد دارای حروف غیرمشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری هستند (P<۰/۰۵)

SEM: خطای معیار میانگین

صفات عملکردی بلدرچین

در جدول ۳، تاثیر افزودن پروبیوتیک و جو بر صفات عملکردی بلدرچین تخمگذار ارائه شده است. در بررسی اثرات اصلی، افزودن ۱۰ درصد جو به جیره بر مصرف خوراک، درصد تولید تخم، توده تخم و ضریب تبدیل تاثیر معنی‌دار نداشت (P>۰/۰۵). وزن تخم در بلدرچین‌های تخمگذار تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ درصد جو (۶/۷ درصد) بهبود نشان داد (P<۰/۰۵). مکمل کردن جیره بلدرچین با پروبیوتیک بر درصد تولید تخم و ضریب تبدیل خوراک موثر بود (P<۰/۰۵). اثر متقابل افزودن جو و پروبیوتیک بر درصد تولید تخم بلدرچین نتایج معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). بیشترین میزان درصد تولید تخم در جیره حاوی ۱۰ درصد جو و ۱۵۰ گرم در تن پروبیوتیک و کمترین میزان در جیره حاوی ۱۰ درصد جو و بدون پروبیوتیک مشاهد شد.

جدول۳: تأثیر سطوح مختلف جو و پروبیوتیک بر صفات عملکردی بلدرچین تخمگذار

تیمارها		مصرف خوراک (گرم/بلدرچین/ روز)	وزن تخم (گرم)	تولید تخم (٪)	توده تخم (گرم)	ضریب تبدیل
جو صفر درصد	پروبیوتیک صفر	۳۲/۲۹	۱۰/۵۰	۷۳/۵۹^{bc}	۷/۷۳	۴/۱۹
جو صفر درصد	پروبیوتیک ۱۵۰ (گرم در تن)	۳۱/۵۵	۱۰/۶۸	۷۴/۶۸^{b}	۷/۹۸	۴/۰۸
جو ۱۰ درصد	پروبیوتیک صفر	۳۱/۷۲	۱۰/۳۱	۷۲/۲۲^{c}	۷/۳۴	۴/۲۸
جو ۱۰ درصد	پروبیوتیک ۱۵۰ (گرم در تن)	۳۲/۲۹	۱۰/۳۰	۷۵/۸۶^{a}	۷/۷۷	۴/۱۲
SEM		۱/۱۸۵	۰/۶۴۲	۱/۷۲۴	۰/۶۴۵	۰/۲۵۶
اثرات اصلی						
جو						
	صفر	۳۲/۴۲	۱۰/۵۹^{b}	۷۴/۱۳	۷/۸۵	/۱۳
	۱۰ درصد	۳۲/۰۰	۱۱/۳۰^{a}	۷۳/۹۵	۷/۵۶	/۲۰
SEM		۱/۲۴۹	۰/۶۵۷	۱/۸۴۵	۰/۵۴۹	۰/۲۶۳
پروبیوتک						
	صفر	۳۲/۰۰	۱۰/۴۰	۷۲/۴۰^{b}	۷/۵۳	/۲۳^{b}
	۱۵۰ (گرم در تن)	۳۲/۴۲	۱۰/۴۹	۷۵/۲۷^{a}	۷/۸۷	/۱۰^{a}
SEM		۱/۰۵۲	۱/۵۴۹	۱/۲۳۳	۰/۴۷۸	۰/۲۶۸
منابع تغییرات				P value		
جو		۰/۰۷۲۳	۰/۰۲۴۵	۰/۰۹۸۴	۰/۲۹۴۷	۰/۱۲۳۴
پروبیوتیک		۰/۲۴۲۵	۰/۲۹۷۸	۰/۰۳۵۹	۰/۳۹۱۴	۰/۰۳۷۰
جو * پروبیوتیک		۰/۰۷۲۴	۰/۴۴۲۴	۰/۰۴۸۸	۰/۷۴۴۶	۰/۲۸۷۴

a-c : اعداد دارای حروف غیرمشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری هستند (P<۰/۰۵)

SEM: خطای معیار میانگین

ریخت‌شناسی و جمعیت میکروبی روده کوچک ایلئوم روده

تأثیر سطوح مختلف جو و پروبیوتیک بر ریخت‌شناسی و جمعیت میکروبی ایلئوم روده بلدرچین تخمگذار در جدول شماره ۴ نشان داده شده است. ارتفاع پرز در بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره حاوی جو، نسبت به تیمارهای فاقد جو به طور قابل توجهی کمتر بود (P<۰/۰۵). در بررسی تأثیر مکمل پروبیوتیک بر ارتفاع پرز و عمق کریپت روده، تفاوت تیمارهای حاوی پروبیوتیک، نسبت به تیمارهای فاقد پروبیوتیک، معنی‌دار بود (P < ۰/۰۵). افزودن پروبیوتیک به جیره سبب افزایش ارتفاع پرز و کاهش عمق کریپت در بلدرچین‌ها شد. افزودن جو و پروبیوتیک به جیره تفاوت معنی‌داری در عرض پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت ایجاد نکرد (P>۰/۰۵). تنها اثر متقابل مشاهده شده جو و پروبیوتیک بر ریخت‌شناسی روده در میزان عمق کریپت مشاهده شد. کمترین میزان عمق کریپت در روده بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ درصد جو + ۱۵۰ گرم در تن پروبیوتیک و بیشترین میزان در بلدرچین‌های تغذیه شده جیره حاوی ۱۰ درصد جو فاقد پروبیوتیک بود.

در بررسی اثرات اصلی جو بر تعداد *لاکتوباسیلوس*، *کلی‌فرم* و *اشریشیا کلای* تفاوت معنی‌داری ایجاد نشد (P>۰/۰۵). همچنین در بررسی اثرات اصلی پروبیوتیک بر روی تعداد *کلی فرم* اختلافی با تیمارهای فاقد مکمل مشاهده نشد (P>۰۵) . اما مصرف جیره‌های حاوی پروبیوتیک سبب افزایش در تعداد باکتری *لاکتوباسیلوس* و کاهش در تعداد *اشریشیاکلای* شد (P<۰/۰۵). تأثیر متقابل تیمارهای آزمایشی جو و پروبیوتیک بر جمعیت میکروبی کلی‌فرم‌ها، تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد (P>۰/۰۵). *اشیریشیا کلای* و *لاکتوباسیل* تحت تاثیر متقابل اثرات جو و پروبیوتیک قرار گرفت. کمترین میزان جمعیت *اشریشیا کلای* در روده بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره بدون جو و ۱۵۰ گرم در تن پروبیوتیک بود و بیشترین میزان *لاکتوباسیلوس* در گروه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۱۰ درصد جو و ۱۵۰ گرم در تن پروبیوتیک مشاهده شد (P<۰/۰۵) .

سطوح لیپیدها و ایمونوگلوبولین سرم خون بلدرچین‌های ژاپنی

نتایج مربوط به اثر پروبیوتیک و جو بر لیپیدهای سرم خون و سیستم ایمنی بلدرچین‌های ژاپنی در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهدکه میزان تری‌گلیسرید و LDL تحت تأثیر جو و پروبیوتیک قرار نگرفت (P>۰/۰۵). اما میزان HDL و کلسترول خون در بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره حاوی جو در مقایسه با بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره فاقد جو، به ترتیب بیشتر و کمتر بود (P<۰/۰۵). همچنین بلدرچین‌های تغذیه شده با پروبیوتیک سطح HDL بالاتری و کلسترول پایین‌تری (P<۰/۰۵) در مقایسه با بلدرچین‌های دریافت کننده جیره فاقد مکمل پروبیوتیک نشان دادند (۸ و ۱۳ درصد، به ترتیب). تاثیر متقابل مصرف پروبیوتیک و جو تفاوت معنی‌داری در سطح LDL و تری گلیسرید خون بلدرچین‌های تخمگذار ایجاد نکرد (P>۰/۰۵). اما میزان HDL و کلسترول تحت تاثیر متقابل سطوح جو و پروبیوتیک در جیره قرار گرفت و جیره‌های حاوی ۱۰درصد جو و ۱۵۰ گرم در تن پروبیوتیک به ترتیب بیشترین میزان HDL (۴۷/۵۷) و کمترین میزان کلسترول (۱۸۲/۵۶) سرم خون را منعکس کردند. سطوح ایمونوگلوبولین A، G و M تحت تأثیر افزودن جو به جیره قرار نگرفت (P>۰/۰۵). همچنین افزودن مکمل پروبیوتیک به جیره بلدرچین‌های تخمگذار نسبت به تیمار فاقد پروبیوتیک، تفاوت معنی‌داری در سطح آنتی‌بادی G و A ایجاد نکرد (P>۰/۰۵). سطح آنتی بادی M سرم خون بلدرچین‌های مصرف کننده جیره حاوی پروبیوتیک، به طورمعنی-داری نسبت به بلدرچین‌هایی که جیره فاقد پروبیوتیک دریافت کرده بودند، بیشتر بود (P<۰/۰۵). اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی جو و پروبیوتیک بر میزان ایمنوگلوبولین‌های A، G و M معنی دار نبود (P>۰/۰۵).

جدول ٤: تأثیر سطوح مختلف جو و پروبیوتیک بر ریخت‌شناسی و جمعیت میکروبی (log10 cfu/g) ایلئوم روده بلدرچین تخمگذار

تیمارها		*اشریشیا کلای* (log10 cfu/g)	کلی‌فرم (log10 cfu/g)	*لاکتوباسیلوس* (log10 cfu/g)	عرض پرز (mμ)	ارتفاع پرز (mμ)	عمق کریپت (mμ)	نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت
جو صفر درصد	پروبیوتیک صفر	۶/۲۱^{b}	۳/۶۵	۵/۲۵^{b}	۳۵/۲۰	۱۹۵/۰۰	۲۶/۸۴^{a}	۷/۲۶
جو صفر درصد	پروبیوتیک ۱۵۰ (گرم در تن)	۵/۷۵^{c}	۳/۴۲	۵/۷۲^{ab}	۳۵/۴۸	۲۰۲/۰۰	۲۵/۰۰^{b}	۸/۰۸
جو ۱۰ درصد	پروبیوتیک صفر	۶/۸۲^{a}	۳/۹۸	۴/۳۵^{bc}	۳۵/۰۱	۱۸۷/۰۰	۲۶/۹۵^{a}	۶/۹۴
جو ۱۰ درصد	پروبیوتیک ۱۵۰ (گرم در تن)	۶/۳۰^{ab}	۳/۶۸	۵/۹۸^{a}	۳۵/۲۸	۱۹۸/۰۰	۲۴/۵۸^{b}	۸/۰۵
	SEM	۰/۲۷۸	۰/۳۲۰	۰/۳۲۹	۱/۰۶۲	۷/۲۱۴	۱/۰۰۹	۰/۹۸۷
اثرات اصلی								
جو								
	صفر	۵/۹۸	۳/۵۳	۵/۴۸	۳۵/۳۴	۱۹۸/۵۰^{a}	۲۵/۹۲	۷/۶۷
	۱۰ درصد	۶/۵۶	۳/۸۳	۵/۱۶	۳۵/۱۴	۱۹۲/۵۰^{b}	۲۵/۷۶	۷/۴۹
	SEM	۰/۱۹۷	۰/۲۹۵	۰/۲۴۵	۰/۶۸۷	۵/۳۱۰	۰/۸۵۴	۱/۰۱۴
پروبیوتک								
	صفر	۶/۵۱^{a}	۳/۸۱	۴/۰۸^{b}	۳۵/۱۰	۱۹۱/۰۰^{b}	۲۶/۹۰^{a}	۷/۱۰
	۱۵۰ (گرم در تن)	۶/۰۲^{b}	۳/۵۵	۵/۸۵^{a}	۳۵/۳۸	۲۰۰/۰۰^{a}	۲۴/۷۹^{b}	۸/۰۶
	SEM	۰/۲۰۰	۰/۲۹۹	۰/۲۴۱	۰/۶۹۲	۵/۳۱۴	۰/۸۴۱	۱/۰۲۲
منابع تغییرات	**منابع تغییرات**						P value	
جو		۰/۰۸۹	۰/۲۵۴	۰/۱۲۱	۰/۶۳۵۴	۰/۰۳۵۴	۰/۲۶۴۵	۰/۰۹۸۳
پروبیوتیک		۰/۰۱۴	۰/۵۲۳	۰/۰۱۵	۰/۲۷۴۵	۰/۰۴۴۱	۰/۰۳۳۰	۰/۱۸۵۶
جو * پروبیوتیک		۰/۰۳۱	۰/۴۶۵	۰/۰۲۷	۰/۵۳۲۴	۰/۱۰۲۴	۰/۰۴۱۲	۰/۶۴۲۵

a-c : اعداد دارای حروف غیرمشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری هستند (P<۰/۰۵)

SEM: خطای معیار میانگین

جدول۵: تأثیر سطوح مختلف جو و پروبیوتیک بر برخی فراسنجه های خونی (میلی گرم/ دسی لیتر) و سیستم ایمنی (log2) بلدرچین تخمگذار

تیمارها		HDL	LDL	تری گلیسرید	کلسترول	Ig A	Ig M	Ig G
جو صفر درصد	پروبیوتیک صفر درصد	۴۳/۵۰^{c}	۱۶۲/۲۴	۲۱۲/۲۵	۲۱۹/۷۵^{a}	۰/۶۹	۰/۵۸	۰/۹۵
جو صفر درصد	پروبیوتیک۱۵۰ (گرم در تن)	۴۵/۱۵^{b}	۱۶۰/۲۷	۲۰۰/۲۰	۲۰۸/۵۰^{b}	۰/۷۲	۰/۶۵	۰/۹۸
جو ۱۰ درصد	پروبیوتیک صفر درصد	۴۵/۱۰^{b}	۱۶۰/۲۴	۱۹۹/۳۲	۲۰۷/۵۰^{b}	۰/۶۳	۰/۵۴	۰/۹۴
جو ۱۰ درصد	پروبیوتیک۱۵۰ (گرم در تن)	۴۷/۵۷^{a}	۱۵۹/۱۵	۱۹۸/۶۷	۲۰۰/۵۶^{bc}	۰/۸۵	۰/۷۵	۱/۰۲
SEM		۳/۲۲۰	۹/۶۷۵	۹/۱۳۴	۱۱/۳۶۸	۰/۰۵۳	۰/۰۴۱	۰/۰۵۴
اثرات اصلی								
جو								
	صفر	۴۴/۳۲^{b}	۱۶۱/۲۵	۲۰۶/۲۲	۲۱۴/۱۳^{b}	۰/۷۰	۰/۶۱	۰/۹۶
	۱۰ درصد	۴۶/۳۲^{a}	۱۵۹/۶۹	۱۹۸/۹۹	۲۰۴/۰۳^{a}	۰/۷۴	۰/۶۴	۰/۹۸
SEM		۱/۴۱۲	۶/۲۴۶	۶/۷۷۸	۱۰/۵۴۳	۰/۰۴۸	۰/۰۴۲	۰/۰۵۵
پروبیوتیک								
	صفر	۴۴/۳۰^{b}	۱۶۱/۷۴	۲۰۵/۷۸	۲۱۳/۶۳^{a}	۰/۶۶	۰/۵۶^{b}	۰/۹۴
	۱۵۰ (گرم در تن)	۴۶/۳۶^{a}	۱۶۱/۲۴	۱۹۹/۴۳	۲۰۴/۵۳^{b}	۰/۷۸	۰/۷۰^{a}	۱/۰۰
SEM		۱/۴۲۱	۶/۲۴۹	۶/۷۹۲	۱۰/۵۳۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۵	۰/۰۵۳
منابع تغییرات					P value			
جو		۰/۰۳۴	۰/۰۸۹	۰/۰۷۱	۰/۰۱۷	۰/۰۹۳۹	۰/۱۲۹۷	۰/۰۹۳۱
پروبیوتیک		۰/۰۴۱	۰/۶۲۲	۰/۰۹۰	۰/۰۳۴	۰/۰۶۱۲	۰/۰۴۱۶	۰/۱۲۴۶
جو * پروبیوتیک		۰/۰۲۳	۰/۱۱۲	۰/۸۶۴	۰/۰۱۲	۰/۰۵۵۷	۰/۰۹۲۴	۰/۶۲۶۴

a-c : اعداد دارای حروف غیرمشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری هستند (P<۰/۰۵)

SEM: خطای معیار میانگین

بحث

پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای (NSP) جیره، به طور مستقیم و غیرمستقیم بر ارزش غذایی و همچنین عملکرد دستگاه گوارش و فرآیندهای متابولیک از طریق تأثیر بر رشد و ریخت‌شناسی، ترکیب و جمعیت میکروبی دستگاه گوارش تأثیرگذار می‌باشند. وجود پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای در جیره طیور ممکن است قابلیت هضم مواد مغذی در جیره‌های غذایی را کاهش دهد. که این امر می‌تواند منجر به رشد و عملکرد ضعیف‌تر پرندگان شود. نشان داده شده است که اثر ضد تغذیه‌ای بتا گلوکان جو عمدتاً از طریق به دام افتادن مواد مغذی در ساختار پلی‌ساکاریدها، افزایش ویسکوزیته مواد هضمی در لوله گوارش و افزایش جمعیت برخی از گونه‌های باکتریایی مرتبط در روده می‌باشد (Choct و همکاران، ۱۹۹۵). استفاده از افزودنی‌های خوراک یکی از روش‌های کاهش اثرات پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای در جیره است (Woyengo و همکاران، ۲۰۱۹). چندین مطالعه نشان می‌دهد افزودن پروبیوتیک به جیره طیور سبب بهبود شاخص‌های عملکردی می‌شود (Jeong و Kim، ۲۰۱۴؛ Lee و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین افزودن پروبیوتیک‌ها برای تقویت پاسخ ایمنی هومورال و حفظ سد روده ای (Huang و همکاران، ۲۰۱۹)، ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی (He و همکاران، ۲۰۱۹) و تغییرات مثبت جمعیت میکروبی روده (Rodrigues و همکاران، ۲۰۲۰) گزارش شده است. افزایش عملکرد نیز در استفاده پروبیوتیک در جیره حاوی NSP گزارش شده است (Machado و همکاران، ۲۰۲۰). چندین محقق عدم تاثیرگذاری پروبیوتیک را بر شاخص‌های کیفی تخم‌مرغ گزارش کرده‌اند (Yoruk و همکاران، ۲۰۰۴؛ Forte و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین Kalsum و همکاران (۲۰۱۲) و زانگ و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که پروبیوتیک تاثیری بر شاخص‌های کیفی تخم‌مرغ از قبیل واحد هاو، درصد سفیده تخم‌مرغ، درصد زرده تخم‌مرغ و ضخامت پوسته تخم‌مرغ ندارد. در راستای نتایج این مطالعه، Chen و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند، مکمل کردن جیره طیور تخمگذار با سطوح مختلف پروبیوتیک تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع آلبومین و واحد هاو دارد. واحد هاو به عنوان یکی از شاخص‌های تعیین کیفیت پروتئین تخم می‌باشد که با استفاده از ارتفاع آلبومین و وزن تخم تعیین شد (Celik و همکاران، ۲۰۲۰). گزارش شده است که جیره‌های مکمل شده با پروبیوتیک اثرات قابل توجهی بر استحکام پوسته تخم مرغ و واحد هاو دارد (Song و همکاران، ۲۰۱۹). بر خلاف نتایج آزمایش حاضر، در بررسی مرغ‌هایی با سن ۶۰ هفته که با جیره حاوی مکمل پروبیوتیک تغذیه شده بودند نشان دادند، ضخامت پوسته تخم افزایش یافت (Guo و همکاران، ۲۰۰۳). پروبیوتیک‌های مورد استفاده در جیره طیور دارای تنوع بسیار زیاد در نوع انتخاب سویه، نحوه مصرف و میزان مصرف دارند و نتایج متفاوتی نیز در این خصوص نشان می‌دهند. Roberts و Choct (۲۰۰۶) ، گزارش کردند، استفاده از جیره‌های بر پایه گندم و جو در مرغ‌های تخم‌گذار تأثیر معنی‌داری بر کیفیت تخم ندارد. در بررسی استفاده از جو در جیره اردک‌های تخم‌گذار گزارش شده است که افزودن جو هیچ گونه تأثیری بر کیفیت تخم اردک نداشت ولی رنگ زرده تخم، به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد که با نتایج مطالعه حاضر مغایرت دارد (Chen و همکاران، ۲۰۲۱). جهت تغییر و کاهش اثرات پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای جو افزودن برخی از افزودنی‌ها، مانند آنزیم بتاگلوکاناز ممکن است مفید باشد (شیرزادی و همکاران، ۱۳۸۸).

افزودن پروبیوتیک حاوی *لاکتوباسیلوس و باسیلوس سوبتیلیس* به جیره مرغ‌های تخم‌گذار سبب بهبود ضریب تبدیل و درصد تولید تخم شد که با نتایج حاصل از مطالعه ما در خصوص ضریب تبدیل خوراک متناقض ولی با درصد تولید موافق بود. در راستای نتایج بدست آمده، Kurtoglu و همکاران (۲۰۰۴) گزارش دادند که مکمل کردن پروبیوتیک به جیره مرغ های تخمگذار با سن ۲۷ هفته می‌تواند میزان درصد تولید تخم را افزایش دهد. زمانی مقدم و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که مکمل کردن سـین‌بیوتیک به جیره بلدرچین ژاپنی، تأثیر معنی‌داری بر خوراک مصـرفی بلدرچین‌های تحت آزمایش نداشت. همچنین نتایج بدست آمده از

این مطالعه همسو با آزمایشات Sharifi و همکاران (۲۰۱۹) است که گزارش کردند استفاده از پروبیوتیک در جیره بلدرچین ژاپنی، خوراک مصرفی را در کل دوره تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. نتایج بدست آمده در استفاده از پروبیوتیک، با مکانیسم‌های عمل آنها در بهبود محیط روده مرتبط می‌باشد. علاوه بر این، مکمل پروبیوتیک مصرف خوراک را تحریک و سبب افزایش وزن می-گردد (Abdel-Hafeez و همکاران، ۲۰۱۷). در آزمایش ما، افزودن پروبیوتیک از کاهش مصرف خوراک ناشی از افزودن جو به جیره ممانعت کرد. افزودن پروبیوتیک باسیلوس در جیره اردک حاوی جو سبب بهبود عملکرد پرنده (افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک) شد (Peng و همکاران، ۲۰۲۱). گونه‌های باکتریایی پروبیوتیک، منجر به افزایش تولید اسید چرب کوتاه زنجیر و تخمیر پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای می‌شود. استفاده از میزان کم NSP در جیره به دلیل تاثیر مثبت بر جمعیت میکروبی می‌تواند تا حد زیادی بر اثرات منفی غلبه کند (Morgan و همکاران، ۲۰۲۲) که با نتایج بدست آمده در این آزمایش منطبق می‌باشد. علاوه بر این، استفاده از پروبیوتیک در جیره به تقویت این نقش مثبت، احتمالا کمک می‌کند. بهبود مصرف خوراک، ضریب تبدیل و درصد تولید تخم احتمالا در جیره حاوی جو و پروبیوتیک به این دلیل می‌باشد. Nguyen و همکاران (۲۰۱۸) پیشنهاد کردند که جهت تامین بستر فیبر قابل تخمیر برای پرندگان، استفاده از افزودنی های خوراک مانند اسیدهای آلی جهت بهبود فرآیند تخمیر NSP محلول، در نظر گرفته شود. افزودن پروبیوتیک به جیره‌های بر پایه گندم-کنجاله سویا باعث بهبود میانگین افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل خوراک شد (یوسفی و همکاران ۱۴۰۱). Wang و همکاران (۲۰۱۸) افزایش میزان گونه‌های *لاکتوباسیل* و کاهش باکتری‌های مضر مانند *کلستردیا* را در جیره حاوی پروبیوتیک نشان دادند، که هم راستا با نتایج این آزمایش می‌باشد. با استناد به گزارش Turnbaugh و همکاران (۲۰۰۶)، تخمیر پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای منجر به تولید اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه می‌شود که توسط میزبان جذب و سوخت و ساز می‌شود، در نتیجه به تغذیه حیوانات، مهار عوامل بیماری‌زا حساس به اسید و تولید پراکسیدهای هیدروژن کمک می‌کند. پیوندهای گلیکوزیدی داخلی NSP شکسته می شود وترکیبات با اثرات پریبیوتیکی مثبتی در جیره طیور ایجاد می‌کندکه سبب عملکرد بهینه روده بزرگ، افزایش تولید اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه، افزایش جذب مواد معدنی و استفاده از انرژی، تحریک ایمنی و افزایش طول پرزهای روده می‌شود (Morgan و همکاران، ۲۰۱۸).

در این تحقیق جمعیت میکروبی ایلئوم (جمعیت *اشریشیاکلی* و *لاکتو باسیلوس*)، تحت تأثیر افزودن پروبیوتیک قرار گرفت. جیره‌های حاوی جو که با پروبیوتیک مکمل شده بودند میزان کمتری از *اشریشیا کلای* و تعداد بیشتر از *لاکتوباسیلوس* را نشان دادند. پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول می‌تواند منبعی قابل تخمیر برای باکتری‌های مفید روده از طریق تخمیر انتخابی فراهم کند که منجر به تولید اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه می‌شود که علاوه بر تامین انرژی، توانایی باکتری‌های بیماری‌زا را برای تکثیر کاهش می‌دهد (Machado و همکاران، ۲۰۲۰). افزایش تعداد باکتری *اشریشیاکلای* و *کلستردیا* در جیره حاوی جو گزارش شده است Yaghobfar و Kalantar (۲۰۱۷). اختلال در عملکرد پرندگان تغذیه شده با گندم و جو تا حدی می تواند با کاهش جمعیت باکتری های گرم مثبت از جمله *لاکتوباسیل‌ها* و *بیفیدوباکتری‌ها* توضیح داده شود. اثرات منفی NSP پس از مکمل‌سازی جیره گندم و جو با ترکیب باکتری‌های پروبیوتیک به طور معنی‌داری حذف شد. پروبیوتیک‌ها به دلیل تولید آنزیم میکروبی قادر به شکستن پیوندهای داخلی پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای می‌باشند. گونه‌های خاص *لاکتوباسیلوس*، *باسیلوس* و *بیفیدوباکتریوم*، قادر به تولید آنزیم‌هایی می‌باشند که NSP را هیدرولیز می‌کنند (Machado و همکاران، ۲۰۲۰). در استفاده از پروبیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی مبتنی بر جو کاهش ویسکوزیته روده پرندگان مشاهده شد. نویسندگان گزارش کردند که پروبیوتیک مورد استفاده بر گلوکان جیره تأثیر مؤثری داشت (Yu و همکاران، ۲۰۰۸). به طور مشابه، Latorre و همکاران. (۲۰۱۵) مشاهده کردند که مکمل کردن جیره غذایی طیور با

پروبیوتیک (در شرایط آزمایشگاهی) به طور قابل توجهی ویسکوزیته هضم و تکثیر *کلستریدیوم پرفرنجنس* را کاهش می-دهد. مکمل پروبیوتیک باعث کاهش pH ایلئوم و سکوم می‌شود که این اثر را می‌توان به افزایش فراوانی باکتری‌های تولید کننده اسید آلی نسبت داد. در واقع، افزایش تولید اسید همراه با کاهش در pH روده، یکی از عوامل اصلی مرتبط با حذف پاتوژن‌های دستگاه گوارش است (Machado و همکاران، ۲۰۲۰).

ارتفاع پرزها با فعالیت میتوزی سلول ها همبستگی دارد (Fan و همکاران، ۲۰۱۷). افزایش در ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت، به طور مستقیم وابسته به افزایش چرخش در اپیتلیال است (Samanya و Yamauchi ، ۲۰۰۲). پرز کوتاه‌تر و کریپت عمیق‌تر نشان دهنده‌ی جذب ضعیف مواد مغذی، افزایش در ترشحات مجرای گوارشی و کاهش عملکرد است. (Cera و همکاران، ۱۹۸۸). به طور کلی پذیرفته شده است که افزایش ارتفاع پرز، در ترکیب با عمق کمتر کریپت موجب مهاجرت آهسته‌تر انتروسیت‌ها در طول پرز و کاهش از دست رفتن انتروسیت از پرزها می‌شود. کاهش از دست رفتن انتروسیت‌ها موجب بهبود ظرفیت هضم و جذب روده‌ی کوچک می شود. مواد مغذی و افزودنی‌های خوراکی قادرند ساختار روده کوچک را تغییر دهند. ارتفاع ویلی‌ها منعکس کننده تعادل بین فعالیت میتوزی سلول‌های کریپت روده و ریزش سلول‌های روده توسط عوامل خارجی می‌باشد. پرزهای بلندتر مانع عبور سریعتر، کاهش رطوبت مواد و بهبود ضریب تبدیل می‌شوند (Cera و همکاران، ۱۹۸۸).

در بین تیمارهای آزمایشی بهترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به تیمار پروبیوتیک بود (از نظر عددی) و به نظر می‌رسد ارتفاع پرز روده در این امر می‌تواند، موثر باشد. Yaghobfar و Kalantar (۲۰۱۷) کاهش میزان ارتفاع پرز و کاهش عمق کریپت (از نظر عددی) را در جیره‌های حاوی جو گزارش کردند که با نتایج استفاده جو در این آزمایش مطابقت دارد. اثرات پروبیوتیک‌ها بر دستگاه گوارش را می‌توان بر زمان عبور مواد غذایی در دستگاه گوارش، پوشش درونی و فعالیت مخاطی برشمرد که این موارد خود ناشی از اثرات آنها بر میزان تکثیر سلول‌های اپیتلیومی می باشد. تغییرات طول پرز، سطح سلول و تعداد سلول‌های روده از طریق بهبود جذب مواد مغذی، به صورت افزایش وزن منعکس می‌شود (Mehrabadi و Jamshidi، ۲۰۱۹). نتایج بررسی تاثیر *باسیلوس سوبتیلیس* در جیره جوجه‌های گوشتی نشان داد که ارتفاع پرز در دودنوم و ایلئوم در سن ۲۸ روزگی به طور معنی داری نسبت به گروه شاهد افزایش یافت (Samanya و همکاران، ۲۰۰۲).

در مطالعه حاضر میزان تری‌گلیسرید و LDL تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. برخی از محققین نشان دادند که افزودن پروبیوتیک به جیره بلدرچین‌های ژاپنی میزان تری‌گلیسرید و گلوکز را تحت تأثیر قرار نداد (Mohammad Malyar و همکاران، ۲۰۱۹)، که با نتایج حاصل از این آزمایش در توافق می‌باشد. Rezaeipour و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که مکمل‌سازی جیره بلدرچین ژاپنی با پروبیوتیک، تأثیری بر کلسترول، تری‌گلیسرید، LDL و HDL سرم پرندگان نداشت. در مطالعه‌ای دیگر محققین گزارش کردند که هنگام استفاده از سین‌بیوتیک و سطوح مختلف پروتئین در جیره بلدرچین ژاپنی، کلسترول، LDL و HDL سرم پرندگان تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (Sharifi و همکاران، ۲۰۱۱). در توافق با نتایج این آزمایش، در مطالعه‌ای دیگر محققین نشان دادند که استفاده از مانان الیگوساکارید در جیره، غلظت کلسترول و تری‌گلیسرید جوجه‌های گوشتی را کاهش نمی‌دهد (Khalifa و Noseer، ۲۰۱۹). مطالعات نشان می‌دهند که برخی از پروبیوتیک‌ها موجب‌کاهش کلسترول سرم جوجه‌های گوشتی (Mohan و همکاران، ۱۹۹۶) می‌شود. کاهش کلسترول پلاسما توسط پروبیوتیک‌ها احتمالا به توانایی *لاکتوباسیلوس‌ها* در تجزیه صفرا مربوط می‌شود. جلوگیری از باز جذب اسیدهای صفراوی از روده ممکن است تأثیر بازدارنده اسیدهای صفراوی بر واکنش ۷-آلفاهیدروکسیلاسیون را برطرف نموده و در نتیجه تبدیل کلسترول به اسیدهای صفراوی را افزایش دهد که نتیجه آن

کاهش کلسترول پلاسما است. کاهش کلسترول خون در پرندگان اگرچه به خودی خود اهمیت ندارد اما از آنجایی که تخم مرغ و گوشت تمام کلسترول خود را از خون می‌گیرد، بنابراین کاهش کلسترول در خون کاهش این ماده را در تخم مرغ و گوشت به دنبال خواهد داشت (Jin و همکاران، ۱۹۹۸). احتمالا کاهش میزان کلسترول در بلدرچین‌های تغذیه شده با جو به دلیل نقش پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای در روده و تاثیر آنها از طریق افزایش *لاکتوباسیلوس‌ها* انجام می‌گیرد. پروبیوتیک‌ها از طریق تنظیم بیان گیرنده‌های شبه Toll سبب القای ایمنی ذاتی و ایمنی تطبیقی می‌شوند و سلول‌های دندریتیک و سلول‌های کشنده طبیعی را فعال می‌کنند، علاوه بر این، پاسخ سلول‌های کمک کننده T، تولید سیتوکین‌های القایی و ترشح ایمونوگلوبین هایی مانند IgM، IgG و IgA را افزایش می‌دهند (Alkhalf و همکاران،۲۰۱۰). پروبیوتیک‌ها تعداد لنفوسیت‌ها را در بافت‌های لنفوئیدی مرتبط با روده مانند پی یر پچ (payer's patches) و سلول‌های مخاطی روده افزایش می‌دهند و در نتیجه افزایش ایمنی موضعی و IgA را سبب می‌شود(Haghighi و همکاران، ۲۰۰۶). Bai و همکاران (۲۰۱۷) اثرات مکمل پروبیوتیک بر سطح ایمونوگلوبولین سرم جوجه‌های گوشتی پس از تغذیه ۴۲ روزه را مورد بررسی قرار دادند. سطح IgM در سرم تحت تأثیر هیچ مکمل غذایی، قرار نگرفت اما، غلظت‌های IgA و IgG سرم جوجه های گوشتی افزایش قابل توجهی داشت که با نتایج مطالعه جاری مغایرت دارد و احتمالا این اختلاف ناشی از گونه پروبیوتیک مورد استفاده باشد.

برخلاف این نتایج، محققین دیگرگزارش کردند، مکمل پروبیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی هیچ تغییری در سطح ایمنی سرم ایجاد نمی‌کند(Balevi و همکاران، ۲۰۰۱). احتمالا، افزایش سطح ایمونوگلوبولین سرم جوجه‌های گوشتی در آزمایش‌های اخیر به دلیل فعالیت‌های تعدیل کننده ایمنی پروبیوتیک‌ها بود. اگرچه این مکانیسم فعالیت تعدیل ایمنی به طور کامل شناخته نشده می‌باشد، چندین محقق توصیه کردند که تغذیه گونه‌های مختلف لاکتوباسیلوس می‌تواند جنبه‌های مختلف ایمنی مرتبط با روده را تحریک کرده و عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی را بهبود بخشد (Gerard و همکاران، ۲۰۰۸). در یک مطالعه که با هدف بررسی تاثیر افزودن سطوح مختلف عصاره مالت جو بر پاسخ سیستم ایمنی مرغ‌های تخمگذار در سن ۲۹ تا ۴۶ هفتگی انجام شد، تولید آنتی بادی کل و IgG علیه SRBC در تیمارهای دریافت کننده دو درصد و چهار درصد عصاره مالت جو افزایش یافت. این نتایج با آزمایشات مطالعه جاری مغایرت دارد. به طورکلی در گروه آزمایشی حاوی پروبیوتیک و جو، میزان تولید آنتی‌بادی اختصاصی M در پایان دوره افزایش یافت. افزایش آنتی‌بادی می‌تواند به دلیل گذشت زمان و افزایش تیتر در طول دوره پرورش باشد که نشان دهنده افزایش عملکرد ایمنی پرندگان است. این افزایش عملکرد می‌تواند در اثر افزایش قابلیت هضم و جذب مواد غذایی و یا افزایش دسترسی به مواد مغذی باشد، احتمالااز این طریق آمینواسید های بیشتری را جهت سنتز ایمونوگلوبین‌ها در دسترس پرنده قرار داده است (Guo و همکاران، ۲۰۰۳؛ Li و همکاران، ۲۰۱۲).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش، افزودن پروبیوتیک به جیره‌های حاوی جو سبب بهبود درصد تولید تخم، HDL و تعداد باکتری‌های *لاکتوباسیلوس* و کاهش کلسترول سرم، تعداد باکتری‌های *اشریشیا کلای* و عمق کریپت ایلئوم روده شد. می‌توان پیشنهاد کرد که مکمل کردن جیره با ۱۰ درصد جو به همراه ۱۵۰ گرم پروبیوتیک در هر تن خوراک، تاثیرات مفید بر عملکرد بلدرچین تخمگذار در هفته‌های ابتدایی تخمگذاری دارد.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در ارتباط با انتشار این مقاله هیچ تضاد منافعی وجود ندارد.

منابع

زمانی مقدم، ع.، سعیدی ابواسحقی، س.، حسین پور، ح. و خواجعلی، ف. (۱۳۹۵). تأثیر بیومین ایمبو و بیومین پی ای پی بر عملکرد رشد، پراکسیداسیون لیپیدی و نیتریک اکساید در سرم بلدرچین ژاپنی. *نشریه علوم درمانگاهی و دامپزشکی ایران*. ۱۰: ۳۳-۳۹.

شیرزادی، ح.، مروج، ح. و شیوازاد، م. (۱۳۸۸). تاثیر آنزیم های بتاگلوکاناز و زایلاناز بر عمکرد رشد و برخی از خصوصیات دستگاه گوارش جوجه های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه گندم و جو. *پژوهش‌های علوم دامی (دانش کشاورزی)*. ۱۹ (۱)، ۹۷- ۱۰۹.

یوسفی، س.، رضائی، م.، کاظمی‌فرد، م. و شهره، ب . (۱۴۰۱). ارزیابی اثرات افزودن آنزیم و پروبیوتیک در جیره حاوی سطوح مختلف انرژی قابل متابولیسم بر عملکرد، ترکیب لاشه و بهبود انرژی ویژه در جوجه‌های گوشتی با جیره بر پایه گندم- کنجاله سویا. *پژوهش‌های تولیدات دامی*. ۱۳ (۳۷)، ۲۱- ۳۱.

Abdel-Hafeez, H. M., Saleh, E. S., Tawfeek, S. S., Youssef, I. M. and Abdel-Daim, A. S. (2017). Effects of probiotic, prebiotic, and synbiotic with and without feed restriction on performance, hematological indices and carcass characteristics of broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. *30*(5): 672.

Alkhalf, A., Alhaj, M. and Al-Homidan, I. (2010). Influence of probiotic supplementation on immune response of broiler chicks. *Egyptian Poultry Science*. *30*(1): 271-80.

Amerah, A. M., Ravindran, V. and Lentle, R. G. (2009). Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. *British Poultry Science*. 50(3): 366-375.

Bai, K., Huang, Q., Zhang, J., He, J., Zhang, L. and Wang, T. (2017). Supplemental effects of probiotic Bacillus subtilis fmbJ on growth performance, antioxidant capacity, and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*. 96(1): 74-82.

Balevi, T. U. S. U., Ucan, U. S., Coşun, B., Kurtogu, V. and Cetingül, I. S. (2001). Effect of dietary probiotic on performance and humoral immune response in layer hens. *British Poultry Science*. 42(4): 456-461.

Celik, Ş., Eyduran, E., Sengul, A. Y. and Sengul, T. (2021). Relationship among egg quality traits in Japanese quails and prediction of egg weight and color using data mining algorithms. *Tropical Animal Health and Production*. *53*(3) : 382.

Cera, K., Mahan, D., Cross, R., Reinhart, G. and Whitmoyer, R. (1988). Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. *Journal of Animal Science*. 66: 574-584.

Chen, X. L., Zeng, Y. B., Liu, L. X., Song, Q. L., Zou, Z. H., Wei, Q. P. and Song, W. J. (2021). Effects of dietary chromium propionate on laying performance, egg quality, serum biochemical parameters and antioxidant status of laying ducks under heat stress. *Animal*. *15*(2): 100081.

Choct, M. and Annison, G. (1992). The inhibition of nutrient digestion by wheat pentosans. *British Journal of Nutrition*. *67*(1): 123-132.

Choct, M., Hughes, R. J., Trimble, R. P., Angkanaporn, K. and Annison, G. (1995). Non-starch polysaccharide-degrading enzymes increase the performance of broiler chickens fed wheat of low apparent metabolizable energy. *The Journal of Nutrition*.*125*(3): 485-492.

Craig, A. D., Khattak, F., Hastie, P., Bedford, M. R. and Olukosi, O. A. (2020). Xylanase and xylo-oligosaccharide prebiotic improve the growth performance and concentration of potentially prebiotic oligosaccharides in the ileum of broiler chickens. *British Poultry Science*. *61*(1): 70-78.

Fan, L., Li, Z., Huang, J., Yang, Z., Xiao, S., Wang, X. and Zhang, S. (2017). Dynamic distribution and tissue tropism of avian encephalomyelitis virus isolate XY/Q-1410 in experimentally infected Korean quail. *Archives of Virology*. *162*: 3447-3458.

Gerard, P., Brézillon, C., Quéré, F., Salmon, A. and Rabot, S. (2008). Characterization of cecal microbiota and response to an orally administered Lactobacillus probiotic strain in the broiler chicken. *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology*. *14*(1-3): 115-122.

Guo, Y., Ali, R. A. and Qureshi, M. A. (2003). The influence of β-glucan on immune responses in broiler chicks. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*. *25*(3): 461-472.

Haghighi, H. R., Gong, J., Gyles, C. L., Hayes, M. A., Zhou, H., Sanei, B. and Sharif, S. (2006). Probiotics stimulate production of natural antibodies in chickens. *Clinical and Vaccine Immunology*. *13*(9): 975-980.

Hajiaghapour, M. 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.

Han, X. Y., Yan, F. Y., Nie, X. Z., Wei, X. I. A., Sha, C. H. E. N. and Zhang, X. X. 2017). Effect of replacing antibiotics using multi-enzyme preparations on production performance and antioxidant activity in piglets. *Journal of Integrative Agriculture*. *16*(3): 640-647.

He, T., Long, S., Mahfuz, S., Wu, D., Wang, X., Wei, X. and Piao, X. (2019). Effects of probiotics as antibiotics substitutes on growth performance, serum biochemical parameters, intestinal morphology, and barrier function of broilers. *Animals*. *9*(11): 985.

Hetland, H., Svihus, B. and Choct, M. (2005). Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. *Journal of Applied Poultry Research*. *14*(1): 38-46.

Huang, L., Luo, L., Zhang, Y., Wang, Z. and Xia, Z. (2019). Effects of the dietary probiotic, Enterococcus faecium NCIMB11181, on the intestinal barrier and system immune status in Escherichia coli O78-challenged broiler chickens. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. *11*: 946-956.

Jeong, J. S. and Kim, I. H. (2014). Effect of Bacillus subtilis C-3102 spores as a probiotic feed supplement on growth performance, noxious gas emission, and intestinal microflora in broilers. *Poultry Science*. *93*(12): 3097-3103.

Jin, L. Z., Ho, Y. W., Abdullah, N. and Jalaludin, S. (1998). Growth performance, intestinal microbial populations, and serum cholesterol of broilers fed diets containing Lactobacillus cultures. *Poultry Science*. *77*(9): 1259-1265.

Kalsum, U., Soetanto, H. and Sjofjan, O. (2012). Effect of probiotic containing Lactobacillus salivarius on the laying performance and egg quality of Japanese quails. *Livestock Research for Rural Development*. *24*(12).

Khalifa, M. I. and Noseer, E. A. (2019). Cholesterol quality of edible eggs produced by quail fed diets containing probiotic and/or ginger (Zingiber officinale). *Livestock Research for Rural Development*. *31*(10): 165.

Kim, G. B., Seo, Y. M., Kim, C. H. and Paik, I. K. (2011). Effect of dietary prebiotic supplementation on the performance, intestinal microflora, and immune response of broilers. *Poultry science*. *90*(1): 75-82.

Kurtoglu, V., Kurtoglu, F., Seker, E., Coskun, B., Balevi, T. and Polat, E. S. (2004). Effect of probiotic supplementation on laying hen diets on yield performance and serum and egg yolk cholesterol. *Food Additives and Contaminants*. *21*(9): 817-823.

Latorre, J. D., Hernandez-Velasco, X., Kuttappan, V. A., Wolfenden, R. E., Vicente, J. L., Wolfenden, A. D. and Tellez, G. (2015). Selection of Bacillus spp. for cellulase and xylanase production as direct-fed microbials to reduce digesta viscosity and Clostridium perfringens proliferation using an in vitro digestive model in different poultry diets. *Frontiers in Veterinary Science*. *2*: 25.

Lee, K. W., Kim, D. K., Lillehoj, H. S., Jang, S. I. and Lee, S. H. (2015). Immune modulation by Bacillus subtilis-based direct-fed microbials in commercial broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. *200*: 76-85.

Li, T., Chen, H., Wei, N., Mei, X., Zhang, S., Liu, D. L. and Zhou, Y. X. (2012). Anti-inflammatory and immunomodulatory mechanisms of artemisinin on contact hypersensitivity. *International Immunopharmacology*. *12*(1): 144-150.

Lv, J., Guo, L., Chen, B., Hao, K., Ma, H., Liu, Y. and Min, Y. (2022). Effects of different probiotic fermented feeds on production performance and intestinal health of laying hens. *Poultry Science*. *101*(2): 101570.

Machado, N. D. J. B., Cruz, F. G. G., Brasil, R. J. M., Rufino, J. P. F., Freitas, L. W. D., Dilelis, F. and Lima, C. A. R. D. (2020). Effects of xylanase and probiotic supplementation on broiler chicken diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*. *49*:1-14.

Mehrabadi, M. and Jamshidi, R. (2019). Effect of antibiotic, probiotic and prebiotic in diets containing barley on performance, digestibility, intestinal morphology, blood parameters and immunological response in broilers. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. *9*(3): 497-507.

Mirakzehi, M. T., Agah, M. J., Baranzehi, T. and Saleh, H. (2022). The Effects of Saccharomyces Cerevisiae and Citric Acid on Productive Performance, Egg Quality Parameters, Small Intestinal Morphology, and Immune-Related Gene Expression in Laying Japanese Quails. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 24(4): 1-11.

Mohammad Malyar, R., Li, H., Enayatullah, H., Hou, L., Ahmad Farid, R., Liu, D. and Chen, X. (2019). Zinc-enriched probiotics enhanced growth performance, antioxidant status, immune function, gene expression, and morphological characteristics of Wistar rats raised under high ambient temperature. *Biotechnology*. *9*: 1-12.

Mohan, B., Kadirvel, R., Natarajan, A. and Bhaskaran, M. (1996). Effect of probiotic supplementation on growth, nitrogen utilisation and serum cholesterol in broilers. *British Poultry Science*. *37*(2): 395-401.

Montagne, L., Pluske, J. R. and Hampson, D. J. (2003). A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*. *108*(1-4): 95-117.

Morgan, N. K., Wallace, A. and Bedford, M. R. (2022). Improving sorghum digestion in broilers by targeting fermentation of xylan. *Animal Nutrition.10*: 198-206.

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.

Peng, S., Wang, X., Wang, Y., Lv, T., Zhao, H., Wang, Y. and Lin, Q. (2021). Effects of dietary Bacillus and Non-starch polysaccharase on the intestinal microbiota and the associated changes on the growth performance, intestinal morphology, and serum antioxidant profiles in ducks. *Frontiers in Microbiology*. *12*: 786121.

Rezaeipour, V., Valizadeh, A., Abdullahpour, R. and Sadeghi, A. R. (2015). Effects of dietary threonine and a multi strains probiotic (Primalac) supplementation on growth performance, blood metabolites and carcass characteristics in Japanese quails. *Poultry Science Journal*. *3*(2): 135-141.

Roberts, J. R. and Choct, M. (2006). Effects of commercial enzyme preparations on egg and eggshell quality in laying hens. *British Poultry Science*. *47*(4): 501-510.

Rodrigues, D. R., Briggs, W., Duff, A., Chasser, K., Murugesan, R., Pender, C. and Bielke, L. R. (2020). Comparative effectiveness of probiotic-based formulations on cecal microbiota modulation in broilers. *PLoS One*. *15*(5): e0225871

Saleh, H., Jangjou, O., Mirakzehi, M. T., Agah, M. J. and Bostani, A. (2023). The Effects of Various Feed Forms and Dietary Supplements (Probiotic and Antibiotic) on Performance, Immune System, Cecal Microbiota, and Intestinal Morphology in Broiler Chickens. *Poultry Science Journal*. 11(1): 59-71.

Samanya, M. and Yamauchi, K. E. (2002). Histological alterations of intestinal villi in chickens fed dried Bacillus subtilis var. natto. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology*. *133*(1), 95-104.

SAS .(2009). User's Guide. Statistics. Version 9.12. Edn. SAS Institute Inc. Cary. NC. 2001.

Sharifi, M. R., Shams-Shargh, M., Dastar, B. and

Hassani, S. (2011). The effect of dietary protein levels and synbiotic on performance parameters, blood characteristics and carcass yields of Japanese quail (Coturnix coturnix Japonica). *Italian Journal of Animal Scien*ce. 10(1): e4.07-21

Song, D., Wang, Y. W., Lu, Z. X., Wang, W. W., Miao, H. J., Zhou, H. and Li, A. K. (2019). Effects of dietary supplementation of microencapsulated Enterococcus fecalis and the extract of Camellia oleifera seed on laying performance, egg quality, serum biochemical parameters, and cecal microflora diversity in laying hens. *Poultry Science*. *98*(7): 2880-2887.

Trindade, B. S., Lima, C. A. R., Cardoso, V. S., Direito, G. M., Machado, N. J. B., Souza, M. M. S. and Corrêa, G. S. S. (2019). Performance, carcass traits, biochemical and hematological profile, ileal microbiota and nutrient metabolizability in broilers fed diets containing cell wall of Saccharomyces cerevisiae and piperine. *Brazilian Journal of Poultry Science*. *21*:001-008

Turnbaugh, P. J., Ley, R. E., Mahowald, M. A., Magrini, V., Mardis, E. R. and Gordon, J. I. (2006). An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. *Nature*. *444*(7122): 1027-1031.

Wang, Y., Dong, Z., Song, D., Zhou, H., Wang, W., Miao, H. and Li, A. (2018). Effects of microencapsulated probiotics and prebiotics on growth performance, antioxidative abilities, immune functions, and caecal microflora in broiler chickens. *Food and Agricultural Immunology*. *29*(1): 859-869.

Woyengo, T. A., Bogota, K. J., Noll, S. L. and Wilson, J. (2019). Enhancing nutrient utilization of broiler chickens through supplemental enzymes. *Poultry Science*. *98*(3): 1302-1309.

Wu, Y., Wang, B., Zeng, Z., Liu, R., Tang, L., Gong, L. and Li, W. (2019). Effects of probiotics Lactobacillus plantarum and Paenibacillus polymyxa 10 on intestinal barrier function, antioxidative capacity, apoptosis, immune response, and biochemical parameters in broilers. *Poultry Science*. *98*(10): 5028-5039.

Yadav, S. and Jha, R. (2019). Strategies to modulate the intestinal microbiota and their effects on nutrient utilization, performance, and health of poultry. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. *10*(1): 1-11.

Yaghobfar, A. and Kalantar, M. (2017). Effect of non-starch polysaccharide (NSP) of wheat and barley supplemented with exogenous enzyme blend on growth performance, gut microbial, pancreatic enzyme activities, expression of glucose transporter (SGLT1) and mucin producer (MUC2) genes of broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*. *19*: 629-638.

Yoruk, M. A., Gul, M., Hayirli, A. and Macit, M. (2004). The effects of supplementation of humate and probiotic on egg production and quality parameters during the late laying period in hens. *Poultry Science*. *83*(1): 84-88.

Yu, B., Liu, J. R., Hsiao, F. S. and Chiou, P. W. S. (2008). Evaluation of Lactobacillus reuteri Pg4 strain expressing heterologous β-glucanase as a probiotic in poultry diets based on barley. *Animal Feed science and Technology*. *141*(1-2): 82-91.

Zamanizadeh, A., Mirakzehi, M. T., Agah, M. J., Saleh, H. and Baranzehi, T. (2021). A comparison of two probiotics Aspergillus oryzae and, Saccharomyces cerevisiae on productive performance, egg quality, small intestinal morphology, and gene expression in laying Japanese quail. *Italian Journal of Animal Science*. *20*(1): 232-242.