

Comparison of growth performance, intestinal morphology and microbial population, and blood biochemical parameters in Arian and Ross broiler chickens in response to commercial probiotics

Seyyed Javad Hosseini-Vashan^{2*}, Kamran Bahrampour¹, Yaser Feizdarbarabadi, Seyyed Morteza Vegharseidin, Sohila Ebrahimi

1. Associate Professor, Department of Animal and Poultry Science, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.

2. Ph.D. Graduate in Animal and Poultry Science, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

* corresponding author: jhosseiniv@birjand.ac.ir

<https://doi.org/10.22067/IJASR.2025.90466.1222>

Introduction: Over the past 20 years, the poultry industry has expanded rapidly, with global chicken meat production projected to reach 455 million tons by 2050. Nevertheless, this industry faces numerous challenges, with the primary objective of optimizing production efficiency. One significant challenge is the selection of an appropriate broiler strain. Among the prominent strains available in the Iranian market is the Arian strain. Furthermore, due to increasing concerns regarding antimicrobial and antibiotic resistance, the use of commercial probiotics to enhance poultry health and safety has become increasingly common. Therefore, this study aimed to evaluate the effects of commercially available probiotics on growth performance indicators, blood parameters, intestinal morphology, and the bacterial population of the digestive tract in Arian strain broilers from two breeder farms in Dizbad, Babolsar.

Material and Methods: A total of 864 broiler chicks were used in a completely randomized design with a 4×3 factorial arrangement, consisting of three types of chicks (Ross 308, Arian Dizbad, and Arian Babolsar) and four dietary treatments: a control diet with no additive, Lactofeed (200 g/ton of feed from days 1–21, then 100 g/ton until day 42), Primalac (900 g/ton in the starter phase, 450 g/ton in the grower phase, and 225 g/ton in the finisher phase), and Biosel (600 g/1000 L of drinking water for the first three days) probiotics. Performance indicators, including feed intake and weight gain, were measured at the end of each period, and the feed conversion ratio (FCR) was calculated. At the end of the experiment, blood samples were collected from the birds to measure blood parameters. To evaluate the microbial population and intestinal morphology, one bird from each replicate was randomly slaughtered, and the required samples were collected and sent to the laboratory.

Result and Discussion: The results indicated that during days 1–42, Arian Babolsar chicks exhibited the highest feed intake, which was significantly greater than Ross 308 but similar to Arian Dizbad. The probiotics Biosel and Lactofeed increased feed intake compared to Primalac and the non-supplemented group ($P < 0.05$). No significant differences were observed in daily weight gain between the Arian and Ross 308 strains. All probiotic-supplemented groups showed similar weight gains. The non-supplemented Ross 308 group had the lowest feed conversion ratio (best performance) and demonstrated significant superiority over some Arian groups (with/without probiotics). The use of Biosel probiotic increased blood albumin compared to the control group. The lowest concentrations of cholesterol and low-density lipoprotein (LDL) were observed in the Primalac probiotic group compared to the control and Lactofeed-treated groups. Lactofeed supplementation reduced plasma high-density lipoprotein (HDL) levels compared to the control and Primalac groups ($P < 0.05$). Ross 308 birds fed an unsupplemented diet exhibited higher serum alanine aminotransferase (ALT) levels than Arian Dizbad × Biosel and Arian Babolsar × Primalac treatments ($P < 0.05$). The greatest villus height and jejunal absorptive surface area were observed in Ross 308 birds fed a Primalac-supplemented diet ($P < 0.05$). The villus height-to-crypt depth ratio was higher in Arian Dizbad

birds receiving Primalac compared to those receiving Lactofeed and the non-supplemented Ross 308 group ($P < 0.05$). The highest population of Lactobacillus was observed in Arian Dizbad birds fed Lactofeed, compared to unsupplemented Arian Dizbad and Babolsar groups, as well as Arian Babolsar receiving Biosel ($P < 0.05$). No significant interaction was found between strain and probiotic on coliform microbial counts ($P > 0.05$). Overall, this study demonstrated that Biosel and Lactofeed supplementation increased feed intake, but no significant differences in weight gain were observed among groups. Therefore, the Ross strain showed higher growth performance, followed by the Babolsar strain with higher growth performance. The probiotic supplement Primalac also improved blood indices and intestinal morphology.

Key Words: Arian, Feed Conversion Ratio, Intestine morphology, Probiotic, Ross 308.

مقایسه عملکرد رشد، ریخت شناسی و جمعیت میکروبی روده و فراسنجه های بیوشیمیایی خون جوجه های گوشتی آرین و راس به پروبیوتیک های تجاری

سیدجواد حسینی واشان^{۱*}، کامران بهرامپور^۲، یاسر فیض داربرآبادی^۲، سیدمرتضی وقار سیدین^۲، سهیلا ابراهیمی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۲/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۳

۱- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. رایانامه: jhosseiniv@birjand.ac.ir

۲- دانش آموخته دکترای علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

*نویسنده مسئول: jhosseiniv@birjand.ac.ir

<https://doi.org/10.22067/IJASR.2025.90466.1222>

چکیده

هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر پروبیوتیک های تجاری بیوسل، پریمالاک و لاکتوفید بر پاسخ عملکرد رشد، ریخت شناسی و جمعیت میکروبی روده و فراسنجه های بیوشیمیایی خون در جوجه های گوشتی سویه آرین مزارع دیزباد و بابلسر و راس ۳۰۸ می باشد. از تعداد ۸۶۴ قطعه جوجه گوشتی در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۳×۴ شامل سه نوع سویه جوجه (راس ۳۰۸، آرین دیزباد و آرین بابلسر) و چهار نوع جیره شامل: بدون افزودنی و پروبیوتیک های لاکتوفید، پریمالاک و بیوسل با ۱۲ تیمار و ۴ تکرار (۱۸ پرنده در هر تکرار) انجام شد. یافته ها نشان داد در دوره ۱ تا ۴۲ روزگی، جوجه های آرین بابلسر بیشترین مصرف خوراک را داشتند که به طور معنی داری از راس ۳۰۸ بالاتر، اما مشابه آرین دیزباد بود. پروبیوتیک های بیوسل و لاکتوفید مصرف خوراک را نسبت به پریمالاک و گروه بدون افزودنی افزایش دادند ($P < 0.05$). افزایش وزن روزانه بین سویه های آرین و راس ۳۰۸ تفاوت آماری نداشت. تمامی گروه های دریافت کننده پروبیوتیک، افزایش وزنی مشابه نشان دادند. راس ۳۰۸ بدون افزودنی کمترین ضریب تبدیل خوراک (بهترین عملکرد) را داشت و نسبت به برخی گروه های آرین (با/بدون پروبیوتیک) پایین تر بود ($P < 0.05$). استفاده از پروبیوتیک بیوسل نسبت به تیمار شاهد، آلبومین خون را افزایش داد. کمترین غلظت کلسترول و لیوپروتئین با چگالی کم در تیمار پروبیوتیک پریمالاک در مقایسه با تیمارهای شاهد و پروبیوتیک لاکتوفید مشاهده شد. پروبیوتیک لاکتوفید سبب کاهش سطح لیوپروتئین با چگالی بالا در مقایسه با تیمارهای شاهد و پروبیوتیک پریمالاک گردید ($P < 0.05$). سویه راس که جیره فاقد افزودنی مصرف کرده بود، سطح بالاتری از آنزیم آلانین آمینوترانسفراز نسبت به تیمارهای آرین دیزباد × بیوسل و آرین بابلسر × پری مالاک نشان داد ($P < 0.05$). بیشترین ارتفاع

۸۴ پرز و سطح جذب پرز ژژنوم در سویه راس ۳۰۸ تغذیه شده با جیره حاوی پروبیوتیک پریمالاک، مشاهده شد ($P < 0.05$). نسبت ارتفاع پرز به عمق
۸۵ کریپت در سویه آرین دیزباد و پروبیوتیک پریمالاک نسبت به سویه راس و پروبیوتیک لاکتوفید و تیمار سویه راس ۳۰۸ بدون افزودنی در جیره،
۸۶ بالاتر بود ($P < 0.05$). بیشترین جمعیت باکتری‌های لاکتوباسیل در پرندگان سویه آرین دیزباد تغذیه شده با جیره حاوی پروبیوتیک لاکتوفید در
۸۷ مقایسه با آرین دیزباد و بابلر بدون افزودنی و آرین بابلر با جیره حاوی بیوسل مشاهده شد ($P < 0.05$). اثر متقابل سویه و پروبیوتیک بر جمعیت
۸۸ میکروبی کلی‌فرم اثر معنی‌داری نداشت به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد افزودن پروبیوتیک بیوسل و لاکتوفید مصرف خوراک را افزایش
۸۹ دادند؛ اما افزایش وزن بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت. راس ۳۰۸ بدون افزودنی بهترین ضریب تبدیل خوراک را داشت. بنابراین سویه راس
۹۰ عملکرد رشد بهتری و در رتبه بعدی سویه بابلر عملکرد رشد بالاتری نشان داد مکمل پروبیوتیک پریمالاک نیز باعث بهبود شاخص‌های خونی
۹۱ و ریخت‌شناسی روده گردید.

۹۲ **واژه‌های کلیدی:** آرین، پروبیوتیک، راس، ریخت‌شناسی روده، ضریب تبدیل خوراک.

- ۹۳
- ۹۴
- ۹۵ صنعت طیور در طی ۲۰ سال گذشته با سرعت بسیار بالایی در حال گسترش بوده است و توانسته نیاز پروتئین جمعیت روز افزون جهانی را تأمین
- ۹۶ کند (Akhtar *et al.*, 2024). تقاضا برای گوشت مرغ از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۲۰، افزایش ۵۵ درصدی داشته است و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰،
- ۹۷ تولید گوشت مرغ به ۴۵۵ میلیون تن برسد (Alexandratos and Bruinsma, 2012). در این صنعت چالش‌های زیادی وجود دارد که هدف
- ۹۸ اصلی آن بهینه‌سازی بهره‌وری تولید می‌باشد (Hafez and Attia, 2020). یکی از این چالش‌ها، انتخاب سویه مناسب جوجه گوشتی می‌باشد. از
- ۹۹ ابتدای سال ۱۴۰۳ تاکنون، بیشترین سهم جوجه‌های پرورشی کشور مربوط به سویه‌های راس (۵۱/۳۱٪)، آراین (۲۸/۸۴٪)، پلاس (۹/۸۸٪) و
- ۱۰۰ کاب (۹/۶۴٪) بوده است (Henwork, 2024). رقابت فشرده‌ای بین این شرکت‌های تولید کننده جوجه یکروزه وجود دارد، که هر کدام از این
- ۱۰۱ شرکت‌ها سویه مخصوص به خود را ارائه می‌دهند و برای دستیابی به حداکثر عملکرد، نیازمند شرایط مدیریتی و تغذیه‌ای خاص و متمایزی هستند
- ۱۰۲ (Manafi Azar *et al.*, 2008). عمدتاً پرورش‌دهندگان توجه ویژه‌ای به عملکرد سویه‌های موجود در بازار دارند و بر اساس تجربه و مشورت با
- ۱۰۳ دیگران، سعی در انتخاب سویه‌ای دارند که به افزایش سود پایان دوره کمک کند (Jahanian Najafabadi *et al.*, 2019). یکی از سویه‌های
- ۱۰۴ مهم جوجه‌های موجود در بازار ایران، سویه‌ی آراین است. اولین ورود مرغ لاین این سویه به بازار ایران در حدود سال‌های ۱۳۵۵-۱۳۵۶ اتفاق
- ۱۰۵ افتاد. تا به امروز، پرورش مرغ لاین و مادر این سویه با چالش‌های فراوانی روبه‌رو بوده است؛ خوشبختانه هم‌اکنون توانسته سهم قابل توجهی از
- ۱۰۶ بازار را در اختیار داشته باشد. مزارع مختلفی در سرتاسر ایران دارای مرغ مادر آراین هستند و جوجه‌ی یکروزه آن را با کیفیت‌های مختلفی به بازار
- ۱۰۷ عرضه می‌کنند. فاکتورهای متعددی مانند: سن مرغ مادر، شرایط پرورش، شرایط نگهداری تخم‌مرغ، شرایط جوجه‌کشی و حمل و نقل بطور مستقیم
- ۱۰۸ بر کیفیت جوجه یکروزه و در نتیجه عملکرد رشد تأثیرگذار است (Ilemobayo *et al.*, 2024).
- ۱۰۹ در مطالعات مختلف، تأثیر فاکتورهای مؤثر بر عملکرد رشد، نظیر سرعت رشد، مصرف خوراک و بازده غذایی از ژنوتیپ‌های گوناگون سویه‌های
- ۱۱۰ مختلف جوجه‌های گوشتی گزارش شده است (Amao *et al.*, 2015; Badamasi *et al.*, 2014; Danisman and Gous, 2010; Hossain, 2011; Li, 2017; Saki *et al.*, 2010; Sterling *et al.*, 2006; Zhao *et al.*, 2009; *et al.*, 2011).
- ۱۱۱ بنابراین، در این پژوهش جوجه‌های آراین از
- ۱۱۲ دو مزرعه مرغ مادر بابلسر و دیزباد و سویه راس مورد مقایسه قرار گرفتند. از طرفی، آینده تولیدات دام و طیور با هدف تحقق شعار "سلامت مردم
- ۱۱۳ جهان" به سمتی حرکت می‌کند که مصرف کننده از محصولات بدون آنتی بیوتیک استفاده کند (Khan *et al.*, 2024). به دلیل افزایش نگرانی
- ۱۱۴ در مورد مقاومت ضد میکروبی (Park *et al.*, 2020)، شرکت‌های تجاری به سمت استفاده از افزودنی‌های ایمن‌تر خوراک مانند آنزیم‌ها، اسیدی-
- ۱۱۵ فایرها، پری‌بیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها حرکت می‌کنند (Gadde *et al.*, 2017). بطور کلی هدف اصلی افزودنی‌ها حفظ سلامت مخاط روده است
- ۱۱۶ و عوامل متعدد تغذیه‌ای و محیطی می‌تواند موجب ناپایداری و اختلال در تعادل جمعیت میکروبی روده شوند؛ این وضعیت ممکن است بدون
- ۱۱۷ علائم باشد و در دراز مدت موجب کاهش بازده مواد مغذی و در نهایت منجر به کاهش عملکرد می‌شود (Enan *et al.*, 2023; Al-Otaibi *et al.*, 2023).

۱۱۸ *al.*, 2023; Rehman *et al.*, 2020) استفاده از مقادیر مناسب پروبیوتیک (زیست‌یار) می‌تواند موجب افزایش باکتری‌های مفید شود و سلامت

۱۱۹ روده و ایمنی پرندگان را در برابر عفونت‌ها تقویت کند (Gernat *et al.*, 2021; Tellez-Isaias *et al.*, 2021). علاوه بر این، پروبیوتیک‌ها

۱۲۰ می‌توانند سوخت و ساز لیپیدها را تعدیل کنند و غلظت کلسترول سرم را از طریق جداسدن نمک‌های صفراوی با هیدرولاز آنزیم نمک صفراوی

۱۲۱ کاهش دهند (Hussien *et al.*, 2022; Reis *et al.*, 2017). امروزه پروبیوتیک‌های متنوعی که از گونه‌های مختلف باکتری باسیلوس استفاده

۱۲۲ می‌کنند، در بازار موجود است. باکتری‌های باسیلوس به دلیل ویژگی‌های برجسته خود در تولید مواد ضد میکروبی مؤثر بر میکروارگانیسم‌های

۱۲۳ بیماری‌زا و همچنین توانایی بقاء در محیط‌های سخت، از جمله بهترین پروبیوتیک‌های کشف شده محسوب می‌شوند (Elleithy *et al.*, 2023; Hong *et al.*, 2005).

۱۲۴ عمده مطالعات و تحقیقات پیشین روی برخی سویه‌های پروبیوتیک باسیلوس مانند: *B. coagulans*, *B. subtilis* و *B. polymyxa* متمرکز بوده است (Amoah *et al.*, 2021).

۱۲۵ این باکتری‌های پروبیوتیک با بهبود فلور میکروبی (Li *et al.*, 2014; Tomczyk *et al.*, 2024) و ریخت‌شناسی روده (Feng *et al.*, 2023) موجب بهبود عملکرد، ضریب تبدیل خوراک

۱۲۶ (Bahrampour *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2021)، سیستم ایمنی (Guo *et al.*, 2020)، گوارش و جذب مواد مغذی (Zaghari *et al.*, 2020)،

۱۲۷ زندمانی (Abdel-Moneim *et al.*, 2020; Park *et al.*, 2020) و شاخص کارایی تولید اروپایی (Abudabos *et al.*, 2020) می‌شود.

۱۲۸ از این رو، هدف این پژوهش ارزیابی اثرات پروبیوتیک‌های تجاری موجود در بازار بر شاخص‌های عملکرد رشد، فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون،

۱۲۹ ریخت‌شناسی روده و جمعیت باکتریایی روده سویه‌های آرین دو مزرعه مرغ مادر دیزباد و بابلسر و سویه راس ۳۰۸ بود.

۱۳۱

۱۳۲ مواد و روش‌ها

۱۳۳ این آزمایش در بهمن‌ماه ۱۴۰۱ در سالن تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام گردید. در این مطالعه، از ۲۸۸ قطعه جوجه گوشتی از

۱۳۴ سویه تجاری راس ۳۰۸ با میانگین وزن $1/28 \pm 38/19$ گرم، ۲۸۸ قطعه جوجه گوشتی آرین تهیه شده از واحد مرغ مادر دیزباد با میانگین وزن

۱۳۵ $2/00 \pm 40/10$ گرم و ۲۸۸ قطعه جوجه آرین تهیه شده از بابلسر با میانگین وزن $2/01 \pm 41/98$ گرم استفاده گردید. در مجموع از ۸۶۴ جوجه

۱۳۶ یک روزه مخلوط دو جنس در یک دوره ۴۲ روزه استفاده شد. این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل 3×4 شامل سه نوع

۱۳۷ سویه جوجه (راس ۳۰۸، آرین دیزباد و آرین بابلسر) و چهار نوع جیره با پروبیوتیک (گروه اول: فاقد افزودنی، گروه دوم: لاکتوفید (۱ تا ۲۱ روزگی

۱۳۸ ۲۰۰ گرم در هر تن خوراک و از ۲۱ روزگی تا پایان دوره ۱۰۰ گرم در هر تن خوراک)، گروه سوم: پرمالاک (در دوره آغازین ۹۰۰ گرم در هر

۱۳۹ تن خوراک، در دوره رشد ۴۵۰ گرم در هر تن خوراک و در دوره پایانی ۲۲۵ گرم در هر تن خوراک)، گروه چهارم: بیوسل (در سه روز اول دوره

۱۴۰ پرورش میزان ۶۰۰ گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب آشامیدنی) با ۱۲ تیمار و ۴ تکرار و ۱۸ پرنده در هر تکرار (مخلوط دو جنس نر و ماده به نسبت مساوی)

۱۴۱ انجام شد. جوجه‌های گوشتی موجود در قالب ۴ دوره آغازین (۱-۱۴ روزگی)، رشد (۱۵-۲۴ روزگی)، پایانی ۱ (۲۵-۳۵ روزگی) و پایانی ۲ (۳۶-۴۲

۱۴۲ روزگی) تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی بر پایه ذرت و کنجاله سویا با استفاده از نرم افزار UFFDA تنظیم شد (جدول ۱). در شروع پرورش دمای

سالن ۳۲ درجه سانتیگراد و رطوبت ۶۰ درصد بود و با افزایش سن دمای محیط سیر نزولی داشت. در سن ۳۰ روزگی دما به ۲۴ درجه سانتیگراد رسید و تا انتهای دوره در این محدوده ثابت ماند. نور سالن پرورش تا سن ۳۰ روزگی بصورت ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی بود. از ۳۰ روزگی تا انتهای دوره روزانه ۲۰ ساعت روشنایی و ۴ ساعت تاریکی اعمال گردید. در طول دوره پرورش، دسترسی پرند به آب و خوراک آزاد بود. پنه‌های آزمایشی با ابعاد ۱/۲۵×۱/۱ دارای مساحت ۱/۳۷ بودند و از پوشال و براده چوب برای بستر استفاده گردید. شاخص‌های عملکردی شامل مصرف خوراک و افزایش وزن در پایان دوره‌های آغازین، رشد، پایانی ۱ و پایانی ۲ اندازه‌گیری شد و در نهایت ضریب تبدیل خوراک محاسبه گردید. در پایان دوره آزمایش (۴۲ روزگی) از سیاهرگ زیر بال دو پرند از هر تکرار خونگیری شد. نمونه‌های خون گرفته شده در یک لوله آزمایش حاوی ماده ضدانعقاد خون (EDTA^۱) ریخته شد و غلظت گلوکز، آلبومین (Alb)، پروتئین کل (TP)، کلسترول تام و لیپوپروتئین‌های با دانسیته بالا (HDL) و میزان فعالیت آنزیم آسپاراتات آمینوترانسفراز^۲ (AST) و آلانین آمینوترانسفراز^۳ (ALT) با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون و دستگاه طیف‌سنجی خودکار (جسان چم ۲۰۰، ساخت ایتالیا) تعیین شد. برای اندازه‌گیری غلظت لیپوپروتئین با دانسیته پایین (LDL) از فرمول زیر استفاده شد (Dansethakul *et al.*, 2015).

$$LDL (mg/dl) = Total Cholesterol - HDL - (Triglyceride/5) \quad \text{رابطه ۱}$$

برای بررسی جمعیت میکروبی در سن ۴۲ روزگی یک پرند از هر تکرار (۴ پرند از هر تیمار) به طور تصادفی انتخاب شد و پس از کشتار، قسمت روده دستگاه گوارش به صورت کامل بسته‌بندی شد در حداقل زمان به آزمایشگاه منتقل گردید. در محیط کاملاً استریل و با استفاده از تجهیزات استریل شده از ناحیه انتهایی ایلئوم یک گرم ماده جمع‌آوری شد. نمونه‌های ایلئوم در بافر فسفات سالین رقیق شدند تا شمارش باکتری‌های اسید لاکتیک و کلی‌فرم انجام شود (Vinderola *et al.*, 2000). برای کشت باکتری‌های اسید لاکتیک از محیط کشت MRS آگار (Merck-110661) استفاده شد و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. برای باکتری‌های کلی‌فرم از محیط کشت مک‌کانکی آگار (Merck-105465) استفاده شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پلیت‌های هر نمونه پس از اتمام زمان کشت خوانش شد.

به منظور ارزیابی ریخت‌شناسی روده، از هر تکرار به صورت تصادفی یک پرند و کشتار شد. از قسمت ژژنوم روده، قطعه‌ای به طول ۵ سانتی‌متر برش داده شد و پس از تخلیه کامل محتویات و شست‌وشو با آب مقطر، در فرمالین بافر شده ۱۰ درصد قرار گرفت تا تثبیت شود. پس از مراحل آماده‌سازی معمول بافت‌شناسی، مقاطع ۵ میکرومتری از هر نمونه تهیه شد و سپس با استفاده از هماتوکسیلین-ئائوزین رنگ‌آمیزی شدند. برای بررسی هر نمونه از میکروسکوپ نوری (مدل Micromaster، شرکت Fisher Scientific) و نرم‌افزار آنالیز تصویر Image Pro Plus v 4.5

¹ Ethylenediamine tetra acetic acid

² Aspartate transaminase

³ Alanine transaminase

استفاده شد (Brudnicki et al., 2017). و برای هر نمونه طول پرز، عرض پرز و عمق کریپت اندازه‌گیری شد. همچنین سطح جذب پرزهای

ژژنوم با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید (Prakatur et al., 2019).

$$\text{رابطه ۲)} \quad \left(\frac{\text{میانگین عرض پرزها}}{2} \right) \times (\text{میانگین طول پرزها}) \times 2\pi = \text{سطح جذب پرز}$$

به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار MiniTab نسخه ۱۶ استفاده شد. داده‌ها با استفاده از مدل عمومی GLM برای مدل زیر تجزیه شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ انجام گرفت.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} : مقدار هر مشاهده؛ μ : میانگین جمعیت؛ e_{ijk} : اثر خطای آزمایشی؛ α_i : اثر نوع جوجه؛ β_j : اثر نوع پروبیوتیک؛ $(\alpha\beta)_{ij}$: اثر متقابل نوع جوجه و نوع پروبیوتیک

جدول ۱- اجزا و ترکیب شیمیایی جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین، رشد و پایانی (درصد)
Table 1. Ingredients and chemical composition of broiler diet in the starter, grower, and finisher phases (%).

اقلام خوراکی Ingredients	آغازین (۱-۱۴ روزگی) Starter (1-14)	رشد (۱۵-۲۴ روزگی) Grower (15-25)	پایانی ۱ (۲۵-۳۵ روزگی) Finisher 1 (25-35)	پایانی ۲ (۳۶-۴۲ روزگی) Finisher 2 (36-42)
ذرت Corn	55.25	62.64	64.59	66.54
کنجاله سویا Soybean meal	39.99	31.78	28.85	26.29
روغن سویا Soybean oil	0.5	1.39	2.66	3.15
کربنات کلسیم Calcium carbonate	1.01	0.95	0.91	0.91
دی‌کلسیم فسفات Di-calcium phosphate	1.91	1.82	1.71	1.73
نمک طعام NaCl	0.3	0.29	0.25	0.25
دی‌ال-متیونین DL-Met 99%	0.29	0.28	0.21	0.23
ال-لیزین هیدروکلرید L-Lys HCL 78%	0.05	0.16	0.07	0.15
مکمل ویتامینی Vit-premix ¹	0.25	0.25	0.25	0.25
مکمل معدنی Min-permix ²	0.25	0.25	0.25	0.25
کولین کلراید Choline chloride	0.1	0.1	0.1	0.1
Calculated composition				

انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم)	2870	3000	3100	3150
Metabolizable energy (kcal/kg)				
پروتئین خام (درصد)	22.10	19.87	18	17
Crude protein (%)				
لیزین (درصد)	1.18	1.07	0.93	0.93
Lysine (%)				
متیونین+سیستئین (درصد)	0.885	0.81	0.72	0.72
Methionine + Cystine (%)				
کلسیم (درصد)	0.96	0.9	0.85	0.85
Calcium (%)				
فسفر (درصد)	0.48	0.45	0.43	0.43
Phosphorus (%)				

۱۷۵. ^۱پرمیکس ویتامینی به ازای هر کیلوگرم جیره شامل: ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۸ واحد بین‌المللی ویتامین B1، ۶۶۰۰ میلی‌گرم ویتامین B2، ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B3، ۳۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B6، ۱۵ میلی‌گرم ویتامین B12، ۲۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K3، ۱۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B9، ۳۰۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B5، ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین H2، ۵۰۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین و ۱۰۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان تأمین شده است. ^۲مکمل معدنی به ازای هر کیلوگرم جیره شامل: ۴۸۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۱۶۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۶۴۰۰ میلی‌گرم مس، ۵۰۰ میلی‌گرم ید و ۱۲۰ میلی‌گرم سلنیوم می‌باشد.

۱۷۶. ^۱ Vitamin premix per kg of diet 9000 IU of vitamin A, 2000 IU of vitamin D3, 18 IU of vitamin B1, 6600 mg B2, 10000 mg vitamin B3, 3000 mg vitamin B6, 15 mg vitamin B12, 2000 mg K3, 1000 mg B9, 30000 mg vitamin B5, 100 mg vitamin H2, 500000 mg It provided choline and 1000 mg of antioxidants.

۱۷۷. ^۲ Mineral supplement per kilogram of diet contains: Manganese: 48000 mg, Iron: 16000 mg, Copper: 6400 mg, Iodine: 500 mg and Selenium: 120 mg.

نتیجه‌گیری و بحث:

۱۸۶. اثر تیمارهای آزمایشی بر مصرف خوراک روزانه، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در سنین مختلف پرورش در جدول ۲ ارائه شده است.

۱۸۷. در دوره ۱ تا ۱۴ روزگی، میانگین مصرف خوراک در سویه راس ۳۰۸ (۲۱/۷۰ گرم در روز) به طور معنی‌داری بیشتر از سویه آرین بابلسر (۲۰/۴۹ گرم در روز) بود ($P<0/05$)، اما بین راس ۳۰۸ و آرین دیزباد تفاوت آماری مشاهده نشد. در دوره‌های ۱۵ تا ۲۴ روزگی، ۲۵ تا ۳۵ روزگی و کل دوره پرورش (۱ تا ۴۲ روزگی)، بیشترین مصرف خوراک مربوط به جوجه‌های سویه آرین بابلسر بود ($P<0/05$)، اما با آرین دیزباد اختلاف معنی‌داری نداشت. در خصوص افزایش وزن روزانه، بین سویه‌های آرین و راس ۳۰۸ در دوره‌های ۱ تا ۱۴، ۲۵ تا ۳۶، ۳۵ تا ۴۲ و کل دوره پرورش (۱ تا ۴۲ روزگی)، اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد، تنها در دوره ۱۵ تا ۲۴ روزگی، جوجه‌های راس ۳۰۸ به طور معنی‌داری افزایش وزن بیشتری نسبت به آرین بابلسر داشتند ($P<0/05$). در دوره ۱ تا ۱۴ روزگی، ضریب تبدیل خوراک بین سویه‌ها تفاوت معنی‌داری داشت ($P<0/05$)، به طوری که ضریب تبدیل خوراک بیشتری در سویه راس ۳۰۸ (۱/۳۸) نسبت به آرین بابلسر (۱/۲۸) مشاهده شد.

۱۹۴. در بررسی اثر پروبیوتیک‌ها بر مصرف خوراک، نتایج نشان داد که میانگین مصرف خوراک روزانه در تمام دوره‌های پرورشی تحت تأثیر تیمارهای مختلف پروبیوتیکی قرار گرفت ($P<0/05$). در دوره ۱ تا ۱۴ روزگی، مصرف خوراک جوجه‌های دریافت‌کننده پروبیوتیک بیوسل (۲۲/۲۶ گرم در روز) به طور معنی‌داری بیشتر از جوجه‌های دریافت‌کننده پریمالاک (۲۰/۲۰ گرم در روز) و گروه فاقد افزودنی (۲۰/۶۱ گرم در روز) بود. همچنین در دوره‌های ۱۵ تا ۲۴، ۲۵ تا ۳۵ و ۳۶ تا ۴۲ روزگی، مصرف خوراک کمتری در گروه فاقد افزودنی نسبت به تیمارهای پروبیوتیک بیوسل و

لاکتوفید مشاهده شد ($P<0/05$). در کل دوره پرورش (۱ تا ۴۲ روزگی)، تیمارهای پروبیوتیک بیوسل (۹۱/۴۰ گرم در روز) و لاکتوفید (۹۱/۹۱ گرم در روز) مصرف خوراک روزانه بیشتری نسبت به تیمار پریمالاک (۸۶/۹۵ گرم در روز) و گروه فاقد افزودنی (۸۳/۱۳ گرم در روز) داشتند ($P<0/05$).

۲۰۱ اثر افزودنی بر میانگین افزایش وزن روزانه در دوره‌های ۱-۱۴، ۲۵-۳۵، ۳۶-۴۲ و ۱-۴۲ روزگی تفاوت آماری نشان داد (جدول ۲) در ۱ تا ۱۴ روزگی، بیشترین افزایش وزن روزانه در گروه‌های دریافت کننده لاکتوفید و بیوسل نسبت به گروه‌های فاقد افزودنی و پریمالاک مشاهده شد ($P<0/05$). با این حال، تمامی جوجه‌های دریافت کننده پروبیوتیک از افزایش وزن روزانه مشابهی در دوره‌های مختلف پرورش (جز ۱-۱۴ روزگی) برخوردار بودند و اختلاف معنی داری با گروه بدون افزودنی نشان دادند ($P<0/05$).

۲۰۲ برهم کنش اثر سویه‌ها و پروبیوتیک‌های مختلف بر مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی در هیچ یک از دوره‌های پرورش معنی دار نبود ($P>0/05$). برهم کنش اثر سویه و پروبیوتیک بر ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های ۱۵-۲۴، ۳۶-۴۲ و ۱-۴۲ روزگی اختلاف معنی داری نشان داد ($P<0/05$). به طوریکه در دوره ۱۵-۲۴ روزگی کمترین ضریب تبدیل خوراک در پرندگان سویه راس ۳۰۸ که پروبیوتیک پری مالاک (۱/۸۳) و آراین بابلسر × بیوسل (۱/۸۷) داشت ($P<0/05$). در دوره ۳۶-۴۲ روزگی کمترین ضریب تبدیل خوراک در گروه‌های آراین بابلسر × لاکتوفید (۱/۷۷)، آراین دیزباد × پری مالاک (۱/۷۸) و آراین دیزباد × بیوسل (۱/۸۲) مشاهده شد، که اختلاف معنی داری با تیمار آراین دیزباد بدون افزودنی (۲/۴۵) داشتند ($P<0/05$). در کل دوره کمترین ضریب تبدیل خوراک در سویه راس ۳۰۸ بدون افزودنی نسبت به گروه‌های آراین دیزباد × بدون افزودنی، آراین دیزباد × لاکتوفید و آراین بابلسر × بیوسل مشاهده شد.

۲۰۳ در پژوهشی گزارش داده شد مصرف خوراک جوجه‌های آراین در هفته‌های سوم (۶۵۶ در مقابل ۷۵۰ گرم در هفته)، چهارم (۷۸۵ در مقابل ۸۸۲ گرم در هفته)، پنجم (۱۱۰۶ در مقابل ۹۷۴ گرم در هفته) و ششم پرورش (۱۲۵۰ در مقابل ۱۳۶۴ گرم در هفته) به طور معنی داری کمتر از سویه راس بود (Yousefi et al., 2024). در دوره‌های مختلف رشد (رشد و پایدانی)، مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی بین گروه‌های دریافت کننده پروبیوتیک تجاری *Fermacto* (حاوی *آسپرژیلوس*) و *Immunowall* (بتاگلوکان و مانان الیگوساکارید) با سطوح ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد مشابه گزارش شد (Lotfan et al., 2010). در مطالعه لطفان و همکاران (Lotfan et al., 2010)، مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر نوع پری بیوتیک قرار گرفت و جوجه‌های دریافت کننده پری بیوتیک در سنین ۲۱-۱ روزگی مصرف خوراک بیشتری داشتند. همچنین، در تحقیقی دیگری، از هفته دوم آزمایش مصرف خوراک پرندگان دریافت کننده پروتکسین افزایش یافت (Gunal et al., 2006). همسو با نتایج حاضر، یافته‌های محققین نشان می‌دهد که افزودن ۰/۱ درصد پروبیوتیک پریمالاک یا ترکیبی از پریمالاک و فرمکتو بر مصرف خوراک و شاخص‌های عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی سویه راس تأثیری نداشت (Kiaalhosseini and Dastar, 2023; Shirmohammad et al., 2015). تفاوت در نتایج آزمایش حاضر با سایر مطالعات ممکن است به دلیل تفاوت در سویه باکتریایی، روش‌های مورد استفاده، محیط پرورش و شرایط مدیریتی جوجه‌ها باشد.

۲۲۴

۲۲۵

جدول ۲. اثر نوع سویه و نوع پروبیوتیک بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی

اثرات Effect	میانگین خوراک مصرفی (گرم/پرنده/روز) Average Feed Intake (g/d/bird)					میانگین افزایش وزن (گرم/پرنده/روز) Average weight gain (g/d/bird)					ضریب تبدیل خوراک Feed Conversion Ratio				
	1-14	15-24	25-35	36-42	1-42	1-14	15-24	25-35	36-42	1-42	1-14	15-24	25-35	36-42	1-42
سویه															
Strain															
Arian Dizbad	21.11 ^{ab}	82.22 ^{ab}	122.3 ^a	186.3	89.25 ^{ab}	15.85	47.72 ^{ab}	62.76	94.40	48.82	1.34 ^{ab}	1.716 ^{ab}	1.94	2.04	1.83 ^a
Arian Babolsar	20.49 ^b	83.27 ^a	123.5 ^a	188.2	89.84 ^a	16.05	46.56 ^b	65.81	99.91	50.32	1.28 ^b	1.806 ^a	1.88	1.89	1.79 ^{ab}
Ross 308	21.70 ^a	78.43 ^b	114.6 ^b	180.7	85.96 ^b	15.75	50.07 ^a	62.23	94.44	49.21	1.38 ^a	1.603 ^b	1.86	1.93	1.75 ^b
SEM	0.324	1.281	1.993	3.207	0.991	0.284	0.906	1.261	2.422	0.556	0.019	0.036	0.045	0.061	0.017
پروبیوتیک															
Probiotic															
No additives	20.61 ^b	76.92 ^b	112.3 ^b	174.7 ^b	83.13 ^b	15.28 ^b	48.88	59.96 ^b	85.67 ^b	46.71 ^b	1.35	1.620	1.88	2.11	1.78
Primalac	20.20 ^b	80.80 ^{ab}	118.1 ^{ab}	184.7 ^{ab}	86.95 ^b	15.20 ^b	47.21	62.69 ^{ab}	99.57 ^a	49.32 ^a	1.34	1.728	1.89	1.86	1.76
Biocell	22.26 ^a	82.81 ^a	124.8 ^a	190.1 ^a	91.40 ^a	16.46 ^a	47.71	65.85 ^a	100.08 ^a	50.77 ^a	1.35	1.748	1.90	1.91	1.80
Lactofeed	21.33 ^{ab}	84.69 ^a	125.4 ^a	190.8 ^a	91.91 ^a	16.61 ^a	48.66	65.90 ^a	99.67 ^a	50.99 ^a	1.29	1.738	1.91	1.95	1.81
SEM	0.374	1.479	2.302	3.709	1.145	0.328	1.046	1.456	2.797	0.642	0.022	0.041	0.052	0.070	0.02
پروبیوتیک × سویه															
Strain × Probiotic															
Arian Dizbad No additives	20.78	76.60	114.1	178.5	83.00	15.43	48.81	58.21	75.45	44.59	1.35	1.52 ^{bc}	1.89	2.45 ^a	1.86 ^a
Arian Dizbad Primalac	19.80	84.45	125.6	185.5	90.52	14.31	44.62	63.41	104.55	49.42	1.39	1.90 ^a	1.98	1.78 ^b	1.83 ^{ab}
Arian Dizbad Biocell	22.63	82.18	123.0	183.8	89.95	16.46	47.14	65.05	101.52	20.67	1.37	1.75 ^{abc}	1.89	1.82 ^b	1.79 ^{ab}
Arian Dizbad Lactofeed	21.24	85.64	126.5	197.4	93.52	17.21	50.33	64.39	96.10	50.60	1.23	1.69 ^{abc}	1.98	2.12 ^{ab}	1.85 ^a
Arian Babolsar No additives	20.18	79.04	120.3	182.6	87.48	15.01	46.89	64.27	92.85	48.48	1.34	1.73 ^{abc}	1.88	1.99 ^{ab}	1.81 ^{ab}
Arian Babolsar Primalac	20.43	83.42	118.7	187.2	86.80	16.25	45.44	65.93	100.70	50.29	1.26	1.83 ^{ab}	1.81	1.86 ^{ab}	1.73 ^{ab}
Arian Babolsar Biocell	20.38	84.44	131.1	197.2	94.11	16.13	45.57	65.93	100.92	50.31	1.27	1.87 ^{ab}	1.99	1.95 ^{ab}	1.87 ^a
Arian Babolsar Lactofeed	20.97	86.16	124.0	185.8	90.95	16.83	48.32	67.09	105.15	52.21	1.25	1.78 ^{abc}	1.85	1.77 ^b	1.74 ^{ab}
Ross 308 No additives	20.87	75.12	102.6	163.1	78.92	15.38	50.96	57.40	88.72	47.08	1.36	1.60 ^{abc}	1.86	1.87 ^{ab}	1.67 ^b
Ross 308 Primalac	20.37	74.52	110.0	181.3	83.54	15.03	51.56	58.75	93.46	48.25	1.36	1.45 ^c	1.88	1.94 ^{ab}	1.73 ^{ab}
Ross 308 Biocell	23.77	81.81	120.2	189.3	90.13	16.79	50.43	66.56	97.82	51.34	1.42	1.62 ^{abc}	1.81	1.95 ^{ab}	1.76 ^{ab}
Ross 308 Lactofeed	21.77	82.28	125.5	189.1	91.25	15.80	47.32	66.22	97.77	50.17	1.38	1.74 ^{abc}	1.89	1.95 ^{ab}	1.82 ^{ab}
SEM	0.648	2.561	3.987	6.414	1.984	0.569	1.812	2.522	4.844	1.112	0.038	0.072	0.089	0.122	0.035
P-Value															
Strain	0.040	0.026	0.005	0.236	0.017	0.745	0.027	0.107	0.192	0.151	0.002	0.001	0.479	0.229	0.006
Probiotic	0.002	0.004	0.001	0.012	0.001	0.003	0.637	0.015	0.001	0.001	0.124	0.119	0.977	0.094	0.442
Strain × Probiotic	0.185	0.629	0.142	0.378	0.132	0.165	0.217	0.586	0.219	0.400	0.153	0.012	0.719	0.035	0.007

۲۲۶

Table 2. Effect of strain type and probiotic type on growth performance of broiler chickens

۲۲۷

a-c: حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) است.

۲۲۸

a-c Means within the same row indicated by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

۲۲۹

۲۳۰

همسو با نتایج این تحقیق، گزارش شده است که استفاده از پروبیوتیک باکتریایی افشانه تجاری *EMFarma* تأثیری بر وزن جوجه‌های گوشتی

۲۳۱

نداشت (Stęczny and Kokoszyński, 2021). همچنین، افزودن پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس* به جیره تغییری در وزن بدن جوجه‌های گوشتی

۲۳۲

نشان نداد، که موافق با نتایج تحقیق حاضر است (Murry et al., 2006 ; Risdianto et al., 2019). در مطالعه دیگری، با بررسی پروبیوتیک

۲۳۳

آشامیدنی حاوی *باسیلوس لاتروسپروس*، *باسیلوس مگاتریوم*، و *باسیلوس سوبتیلیس* تغییری در وزن بلدرچین ژاپنی مشاهده نکردند (Razmgah

۲۳۴

(et al., 2020) که با یافته‌های تحقیق حاضر همخوانی دارد. تأثیر یا عدم تأثیر استفاده از پری‌بیوتیک و پروبیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی

۲۳۵

به دلیل توسعه و تکامل فیزیولوژیکی دستگاه گوارش و تثبیت شرایط ریخت شناسی و جمعیت میکروفلور روده است (de Los Santos et al.,

۲۳۶

2005)، لذا استفاده از این افزودنی‌ها در اوایل دوره پرورش بیشترین اثر را بر افزایش وزن داشته است. به‌طور کلی انواع مختلف پریبیوتیک به دلیل

۲۳۷

ساختار ویژه و متنوع مواد زیست فعال، توسط آنزیم‌های دستگاه گوارش هیدرولیز نشده و در روده کور توسط آنزیم‌های باکتریایی تخمیر شده و

۲۳۸

تولید اسیدهای چرب فرار می‌نمایند. این اسیدهای چرب فرار تولیدی، از یک سو منجر به کاهش pH و افزایش شمار باکتری‌های تولید کننده

۲۳۹

لاکتات و از سوی دیگر، باعث یونیزاسیون سلول‌های باکتری‌های بیماری‌زا و در نتیجه مرگ آن‌ها می‌شوند (Mountzouris et al., 2009).

همچنین این ترکیبات با تحریک پاسخ‌های ایمنی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا اثرات مثبت خود را اعمال می‌کنند (Maldonado et al., 2019).

هم‌سو با یافته‌های این آزمایش، نتایج نشان داد که میانگین افزایش وزن روزانه بین سویه آرین و راس در روزهای ۱۴ تا ۲۱ روزگی، ۳۵ تا ۴۲ روزگی و کل دوره یکسان بوده است (Samadian et al., 2023). از طرفی نتایج لطفان و همکاران نشان می‌دهد که دو منبع تجاری پروبیوتیک (فرمکتو و ایمونوال) سبب تغییر در افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی در طول دوره پرورش (۴۹-۱ روزگی) شدند (Lotfan et al., 2010). در توافقی با نتایج آزمایش حاضر، در مطالعه‌ای دیگر، پژوهشگران با افزودن پروبیوتیک ایمونوباک هیچ تغییری در مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی مشاهده نکردند (Kafilzadeh and Safari, 2003). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که افزودن پروبیوتیک باکتریایی سبب تغییر فعال و پویا در فلور میکروبی روده می‌شود و با کاهش pH بهبود عملکرد را به دنبال دارد (Rahmani and Speer, 2005). همچنین، این ترکیبات با افزایش رشد میکروارگانیسم‌های مفید در بافت گوارشی (Hazrati et al., 2020)، سبب بهبود ایمنی پرنده (Angulo et al., 2020) و در نتیجه منجر به افزایش وزن می‌شوند (Al-Mutairi et al., 2020). احتمالاً علت تفاوت در نتایج مطالعات مختلف مربوط به نوع پروبیوتیک باکتریایی، مقدار مورد استفاده و نوع پرنده می‌باشد (Safari Samani et al., 2014). ضریب تبدیل خوراک بالاتر در سویه راس در مقایسه با سویه آرین در روزهای ۱ تا ۱۴ روزگی و ۲۱ تا ۲۸ روزگی توسط صمدیان و همکاران (Samadian et al., 2023) گزارش شده است. همچنین، ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های آرین در هفته دوم پرورش ۱/۵۵ و در جوجه‌های راس ۳۰۸، ۱/۴۷ گزارش شده است (Yousefi et al., 2024). همچنین یافته‌های این نویسندگان حاکی از افزایش ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های آرین در مقایسه با سویه راس در هفته‌های چهارم، پنجم و ششم پرورش بود. در همین راستا، بهرامپور و همکاران با بررسی پروبیوتیک *باسیلوس سوبتیلیس*^۱ و *باسیلوس کواگولانس*^۲ و مخلوط این دو هیچ تغییری در ضریب تبدیل خوراک در سنین ۱ تا ۲۱ روزگی و ۲۲ تا ۳۵ روزگی مشاهده نکردند (Bahrapour et al., 2020).

فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون

اثر استفاده از پروبیوتیک‌های تجاری در سویه‌های مختلف جوجه‌های گوشتی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون در جدول ۳ نشان داده شده است. استفاده از پروبیوتیک بیوسل نسبت به تیمار شاهد سبب افزایش غلظت آلبومین خون در جوجه‌ها گردید. کمترین غلظت کلسترول و لیپوپروتئین با چگالی کم نیز در جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی پروبیوتیک پریمالاک در مقایسه با تیمارهای شاهد و پروبیوتیک لاکتوفید مشاهده شد. همچنین، تغذیه پروبیوتیک لاکتوفید سبب کاهش سطح لیپوپروتئین با چگالی زیاد در پلاسما در مقایسه با تیمارهای شاهد و پروبیوتیک پریمالاک گردید. اثر متقابل سویه و پروبیوتیک بر غلظت آنزیم آلانین آمینوترانسفراز معنی‌دار بود ($P < 0.05$) به طوری که سویه راس که جیره فاقد افزودنی

¹ *Bacillus subtilis*

² *Bacillus coagulans*

Strain	Probiotic									
Arian Dizbad	No additives	215.2	6.81	3.33	136.4	54.87	49.36	87.19	200.6	37.14 ^{ab}
Arian Dizbad	Primalac	223.4	7.88	2.77	124.7	58.39	41.46	71.60	238.6	39.16 ^{ab}
Arian Dizbad	Biocell	218.5	8.83	3.40	141.1	60.08	43.58	80.01	237.6	22.34 ^b
Arian Dizbad	Lactofeed	189.4	7.99	2.96	139.2	57.45	39.46	88.29	242.4	34.67 ^{ab}
Arian Babolsar	No additives	196.8	6.65	2.93	146.3	66.86	48.98	88.98	243.6	28.60 ^{ab}
Arian Babolsar	Primalac	191.0	7.04	3.07	127.3	54.13	45.70	75.97	240.0	22.80 ^b
Arian Babolsar	Biocell	193.3	8.05	3.14	151.8	62.57	40.12	96.67	224.1	35.07 ^{ab}
Arian Babolsar	Lactofeed	220.2	7.29	3.11	141.8	57.60	38.22	80.94	278.2	28.52 ^{ab}
Ross 308	No additives	168.5	7.08	3.03	147.3	46.90	47.18	89.81	255.6	42.93 ^a
Ross 308	Primalac	178.9	6.39	3.17	130.6	48.35	47.76	73.17	263.0	37.00 ^{ab}
Ross 308	Biocell	198.5	7.83	3.57	125.1	58.07	43.80	69.54	216.7	31.08 ^{ab}
Ross 308	Lactofeed	209.2	8.57	3.15	141.3	58.21	37.62	92.06	258.3	36.15 ^{ab}
SEM		14.59	0.563	0.195	5.821	4.31	1.976	5.877	277.8	3.483
P-Value										
Strain		0.097	0.293	0.474	0.241	0.057	0.825	0.508	0.585	0.008
Probiotic		0.712	0.010	0.122	0.009	0.305	0.001	0.013	0.468	0.147
Strain× Probiotic		0.186	0.475	0.436	0.130	0.256	0.245	0.092	0.842	0.007

a-c: حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار ($P < 0.05$) است. GLU: گلوکز، ALB: آلبومین، TP: پروتئین کل، CHOL: کلسترول، TG: تری گلیسرید، HDL: لیپید با چگالی بالا، LDL: لیپید با چگالی پایین، AST: آسپارات آمینوترانسفراز، ALT: آلانین آمینوترانسفراز.

^{a-c} Means within the same row indicated by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

GLU: Glucose, ALB: Albumin, TP: Total protein, CHOL: Cholesterol, TG: Triglyceride, HDL: High density lipoprotein, LDL: Low density lipoprotein, AST: Aspartate Aminotransferase, ALT: Alanine Aminotransferase.

ریخت‌شناسی ژژنوم روده و جمعیت میکروبی ایلنوم روده

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ریخت‌شناسی ژژنوم روده و جمعیت میکروبی ایلنوم روده جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی در جداول ۴ نشان داده شده است. اثر متقابل سویه و پروبیوتیک بر ارتفاع پرز ژژنوم معنی‌دار بود ($P < 0.05$) و بیشترین ارتفاع پرز در سویه راس که جیره حاوی پروبیوتیک پریمالاک و سویه آرین بابلرس حاوی پروبیوتیک لاکتوفید مصرف کرده بود، مشاهده شد که نسبت به سایر تیمارها به جزء تیمارهای راس حاوی لاکتوفید و آرین دیزباد حاوی پروبیوتیک پریمالاک اختلاف معنی‌داری داشت. اثر متقابل سویه و پروبیوتیک همچنین بر نسبت طول پرز به عمق کریپت و سطح جذب پرز معنی‌دار بود ($P < 0.05$). نسبت طول پرز به عمق کریپت سویه آرین دیزباد که جیره حاوی پروبیوتیک پریمالاک را مصرف کرده بود نسبت به همین سویه با جیره پروبیوتیک لاکتوفید و تیمار سویه راس که هیچ افزودنی در جیره نداشت، بیشتر بود. بیشترین سطح جذب پرز ژژنوم در سویه راس ۳۰۸ تغذیه شده جیره حاوی پروبیوتیک پریمالاک مشاهده شد که از تیمارهای آرین دیزباد، آرین بابلرس و راس بدون افزودنی و آرین دیزباد حاوی لاکتوفید و سویه راس حاوی پروبیوتیک‌های بیوسل و لاکتوفید به طور معنی‌داری بیشتر بود. اثرات اصلی نشان داد اثر پروبیوتیک بر عرض پرز معنی‌دار بود ($P < 0.05$). بیشترین عرض پرز در پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی پروبیوتیک بیوسل در مقایسه با تیمار بدون افزودنی مشاهده شد.

لازم به ذکر است که در زمینه تأثیر نژادهای مختلف جوجه‌های گوشتی بر ریخت‌شناسی روده اطلاعات بسیار اندک می‌باشد. با توجه به اینکه در روده باریک، جذب مواد خوراکی، املاح و آب توسط پرزهای روده باریک صورت می‌گیرد و نقش کریپت‌های لوبرکان ترشح آب الکترولیت‌ها

می‌باشد، هر گونه تغییر در ناحیه جذبی و عمق کریپت نقش مهمی در گوارش و جذب مواد مغذی دارد (Uni et al., 2000). در مطالعه محمودتبار و همکاران (Mohmood Tabar et al., 2017) اثر نوع پروبیوتیک (باکترژن، دی پرو و های پروتکت) بر ریخت‌شناسی روده معنی‌دار نبود.

جدول ۴. اثر سویه و پروبیوتیک بر ریخت‌شناسی و جمعیت میکروبی روده جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

Table 4. The effect of strain and probiotic on the morphology and microbial population of broiler intestine at 42-d

اثرات Effects	ریخت‌شناسی روده Intestinal morphology					جمعیت میکروبی Microbial population	
	طول پرز Villus height (μm)	عرض پرز Villus width (μm)	عمق کریپت Crypt Depth (μm)	نسبت طول پرز به عمق کریپت VH/CD ¹	سطح جذب پرز Adsorption surface	Coliforms	Lactobacillus
سویه							
Strain							
Arian Dizbad	1560 ^b	116.8	64.40	24.43	571.8	5.457 ^{ab}	7.398 ^a
Arian Babolsar	1570 ^{ab}	122.9	65.04	24.21	606.3	5.020 ^b	6.970 ^b
Ross 308	1599 ^a	117.0	67.75	23.70	588.1	5.747 ^a	7.455 ^a
SEM	11.37	2.419	1.056	0.412	11.95	0.163	0.102
پروبیوتیک							
Probiotic							
No additives	1533 ^b	112.6 ^b	64.32	23.99	451.7 ^b	5.930 ^a	6.616 ^b
Primalac	1631 ^a	122.5 ^{ab}	65.80	24.91	627.7 ^a	5.327 ^{ab}	7.420 ^a
Biocell	1532 ^b	124.1 ^a	65.00	23.76	597.2 ^a	5.028 ^b	7.398 ^a
Lactofeed	1610 ^a	116.4 ^{ab}	67.80	23.80	588.4 ^{ab}	5.348 ^{ab}	7.663 ^a
SEM	13.11	2.793	1.220	0.476	13.80	0.189	0.117
پروبیوتیک × سویه							
Strain × Probiotic							
Arian Dizbad No additives	1534 ^{cd}	115.2	64.40	24.12 ^{ab}	554.6 ^{bc}	5.960	6.628 ^{cd}
Arian Dizbad Primalac	1621 ^{abcd}	114.0	60.60	26.82 ^a	580.9 ^{abc}	5.427	7.403 ^{abc}
Arian Dizbad Biocell	1534 ^{cd}	125.4	63.80	24.19 ^{ab}	603.6 ^{abc}	4.783	7.704 ^{ab}
Arian Dizbad Lactofeed	1552 ^{bcd}	112.8	68.80	22.61 ^b	548.3 ^{bc}	5.658	7.857 ^a
Arian Babolsar No additives	1520 ^d	110.0	60.56	25.11 ^{ab}	524.8 ^c	5.954	6.043 ^d
Arian Babolsar Primalac	1571 ^{bcd}	124.6	67.80	23.20 ^{ab}	613.4 ^{abc}	4.479	7.417 ^{abc}
Arian Babolsar Biocell	1542 ^{bcd}	129.2	66.00	23.48 ^{ab}	625.7 ^{abc}	4.679	6.854 ^{bcd}
Arian Babolsar Lactofeed	1645 ^a	127.8	65.80	25.04 ^{ab}	661.2 ^{ab}	4.969	7.563 ^{abc}
Ross 308 No additives	1543 ^{bcd}	112.6	68.00	22.74 ^b	545.8 ^{bc}	5.877	7.175 ^{abc}
Ross 308 Primalac	1701 ^a	129.0	69.00	24.72 ^{ab}	688.7 ^a	6.075	7.440 ^{abc}
Ross 308 Biocell	1520 ^d	117.8	65.20	23.60 ^{ab}	562.3 ^{bc}	5.620	7.635 ^{ab}
Ross 308 Lactofeed	1633 ^{ac}	108.4	68.80	23.76 ^{ab}	555.7 ^{bc}	5.416	7.569 ^{abc}
SEM	22.744	4.838	2.113	0.825	23.91	0.327	0.204
P-Value							
Strain	0.048	0.139	0.069	0.447	0.137	0.010	0.003
Probiotic	0.001	0.018	0.220	0.290	0.001	0.013	0.001
Strain × Probiotic	0.006	0.058	0.092	0.019	0.002	0.180	0.047

a-c: حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) است.

^{a-c} Means within the same row indicated by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

¹ Villus height to crypt deep ratio

یخکشی و همکاران (Yakhkeshi et al., 2011) افزایش ارتفاع پرز و شاخص پرز در قسمت‌های دوازده و تهی‌روده را گزارش کردند. همسو با نتایج مطالعه حاضر، چمانی (Chamani, 2016) بهبود صفات ریخت‌شناسی روده در اثر استفاده از پروبیوتیک‌ها را گزارش کرد. در پژوهش‌های دیگری با استفاده از پروبیوتیک پریمالاک، اختلاف معنی‌داری از نظر ارتفاع پرز، عمق کریپت و شاخص پرز گزارش نگردید (Chichlowski et al., 2007). نتایج مطالعه طاهری و همکاران (Taheri et al., 2010) نیز نشان داد که ارتفاع پرز در دوازده و ایلئوم در جوجه‌های گوشتی

دریافت کننده پروبیوتیک نسبت به پرندگان که پروبیوتیک دریافت نکرده بودند، افزایش پیدا کرد. گونال و همکاران (Gunat *et al.*, 2006) اثر ۳۱۴

جیره‌های مکمل شده با پروبیوتیک بر ریخت شناسی روده را بررسی کردند و نتایج آن‌ها نشان داد که ارتفاع پرز در قسمت ژژنوم روده باریک در ۳۱۵

۴۲ روزگی نسبت به گروه شاهد افزایش یافت. مصرف زیست‌یار چند سویه بر پایه لاکتوباسیلوس، باعث افزایش ارتفاع پرز، کاهش عمق کریپت، ۳۱۶

بهبود در شاخص پرز و عدم تفاوت معنی‌داری در سطح پرز می‌شود (Ashayerizadeh *et al.*, 2016). باکتری‌های زیست‌یار بر سر نقاط اتصال ۳۱۷

در روده با عامل‌های بیماری‌زا رقابت می‌کند و گیرنده‌های مشترک مخاط روده را اشغال می‌کنند (Abdelrahman *et al.*, 2014)، که این کار ۳۱۸

مانع اتصال عامل‌های بیماری‌زا به مخاط روده و در پی آن کاهش آسیب به پرزها و افزایش سلامت آنها می‌شود. در مطالعه دیگری (Mohmood ۳۱۹

۲۰۱۸) گزارش کردند که استفاده از پروبیوتیک پریمالاک در جیره جوجه‌های گوشتی، منجر به افزایش طول پرز در ژژنوم روده ۳۲۰

باریک که محل اصلی جذب مواد مغذی در روده است باعث افزایش سطح پرز و در نتیجه افزایش جذب مواد مغذی می‌شود که در توافق با ۳۲۱

یافته‌های این پژوهش می‌باشد. ۳۲۲

تیمارهای آزمایشی بر جمعیت میکروبی ایلئوم روده جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج اثر متقابل سویه ۳۲۳

و پروبیوتیک بر جمعیت میکروبی لاکتوباسیلوس معنی‌دار بود ($P < 0.05$) و بیشترین جمعیت باکتری‌های لاکتوباسیل در پرندگان سویه آرین دیزباد ۳۲۴

تغذیه شده با جیره حاوی پروبیوتیک لاکتوفید مشاهده شد که نسبت به پرندگان همین سویه و بدون افزودنی و پرندگان سویه آرین بابلسر که ۳۲۵

جیره‌های حاوی بدون افزودنی و بیوسل مصرف کرده بودند اختلاف معنی‌داری داشت. اثر متقابل سویه و پروبیوتیک بر جمعیت میکروبی کلی‌فرم ۳۲۶

اثر معنی‌داری نداشت. با این حال، بیشترین جمعیت کلی‌فرم در سویه راس مشاهده شد که نسبت به آرین بابلسر اختلاف معنی‌داری داشت. ۳۲۷

استفاده از پروبیوتیک بیوسل نسبت به تیمار بدون افزودنی موجب کاهش جمعیت کلی‌فرم گردید ($P < 0.05$). ۳۲۸

مهم‌ترین باکتری‌های موجود در روده کوچک، باکتری‌های مولد اسید لاکتیک (لاکتوباسیل‌ها) می‌باشند. لاکتوباسیل‌ها قادر به تولید مقادیر زیادی ۳۲۹

لاکتات از کربوهیدرات‌ها هستند و همراه با آن می‌توانند درجه بالایی از اسیدیته را تحمل کنند. این در حالی است که pH پایین برای سایر ۳۳۰

باکتری‌ها از جمله کلی‌فرم‌ها، کشنده است (Haghighi *et al.*, 2005). بنابراین افزایش جمعیت لاکتوباسیل‌ها از طریق مهار رقابتی باکتری‌های ۳۳۱

بیماری‌زا موجب بهبود عملکرد طیور می‌شود (Chen *et al.*, 2012). بیبو و همکاران (Bibbo *et al.*, 2016) بیان کردند که جمعیت میکروبی ۳۳۲

دستگاه گوارش تحت تأثیر دو عامل ژنتیک و محیط قرار می‌گیرد که در بین عوامل محیطی نیز ترکیب جیره غذایی نقش مهمی در تغییر جمعیت ۳۳۳

میکروبی دارد. در مطالعه حاضر با توجه به اینکه ترکیب جیره مورد استفاده برای تیمارهای مختلف یکسان بوده بنابراین خصوصیات ژنتیکی، نژاد ۳۳۴

راس و همچنین تأثیر پروبیوتیک لاکتوفید منجر به افزایش جمعیت لاکتوباسیل‌ها گردید. بر خلاف نتایج مطالعه حاضر، ورمقانی و همکاران ۳۳۵

(Varmaghany *et al.*, 2020) تفاوتی بین جمعیت میکروبی سویه‌های مختلف هنگامی که با ترکیب جیره غذایی یکسانی تغذیه شدند، مشاهده ۳۳۶

نکردند. پروبیوتیک‌ها در دستگاه گوارش دام و طیور و آبزیان با ایجاد تغییرات مفید در جمعیت میکروبی روده و نگهداری فلور میکروبی طبیعی آن ۳۳۷

از طریق تحریک رشد باکتری‌های مفید و کاهش جمعیت میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا به وسیله رقابت آن‌ها در جهت استفاده از مواد مغذی منجر ۳۳۸

به تحریک رشد باکتری‌های مولد اسید لاکتیک و تولید لاکتات می‌گردد. به دنبال افزایش لاکتات pH روده کاهش یافته که با جلوگیری از رشد ۳۳۹

۳۴۰ میکروب‌های بیماری‌زا، تغییر سوخت و ساز با افزایش آنزیم‌های گوارشی و کاهش فعالیت آنزیم‌های باکتریایی و تولید آمونیاک، اثرات مثبت خود را بر عملکرد و سامانه ایمنی اعمال می‌کند (Brisbin *et al.*, 2008). تحقیقات مختلفی تأثیر مثبت استفاده از پروبیوتیک‌ها را در بهبود رشد و حفظ جمعیت باکتری‌های مفید روده جوجه‌های گوشتی نشان داده است (Mountzouris *et al.*, 2009). در آزمایشی (Gunal *et al.*, 2006) گزارش کردند که تعداد باکتری‌های گرم‌منفی در ژژنوم جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده تیمار حاوی پروبیوتیک در سن ۲۱ و ۴۲ روزگی به طور معنی‌داری کمتر از جوجه‌های گروه شاهد بود که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. یخکشی و همکاران (Yakhkeshi *et al.*, 2011) گزارش کردند که تعداد باکتری‌های لاکتوباسیلوس از نظر عددی در گروه‌های حاوی پروبیوتیک بیشتر از گروه حاوی آنتی‌بیوتیک و شاهد می‌باشد. همسو با نتایج مطالعه حاضر، (Ebrahimi *et al.*, 2016) گزارش کردند که استفاده از پروبیوتیک پریمالاک در سطوح ۹۰۰ و ۲۲۵ گرم در تن خوراک به ترتیب در جیره آغازین و پایانی باعث افزایش جمعیت باکتری‌های لاکتوباسیلوس نسبت به گروه شاهد می‌گردد. جهانبانی و همکاران (Jahanbani *et al.*, 2016) بیان کردند که پروبیوتیک پریمالاک جمعیت باکتری‌های لاکتوباسیلوس ایلئوم جوجه‌های گوشتی را افزایش می‌دهد که با نتایج پژوهش حاضر همسو می‌باشد. نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که استفاده از پروبیوتیک‌ها در جیره جوجه‌های گوشتی مانع از رشد و تکثیر باکتری‌های بیماری‌زا مانند اشریشیاکلی، سالمونلا و ایمریا و از طرفی منجر به حفظ باکتری‌های مفید در دستگاه گوارش پرنده می‌شود (Pan and Yu, 2014). پروبیوتیک‌ها از طریق پدیده حذف رقابتی با کاهش جمعیت باکتری‌های گرم منفی بیماری‌زا و کاهش pH سبب افزایش جمعیت لاکتوباسیل‌ها می‌شوند. علت تفاوت بین نتایج مطالعات مختلف با ترکیب جیره و همچنین نوع و سطح پروبیوتیک مورد استفاده مرتبط می‌باشد.

۳۵۴ نتیجه گیری

۳۵۵ بطور کلی نتایج این پژوهش نشان داد سویه راس با مصرف خوراک کمتر (نسبت به آراین دیزباد ۳/۶۸ درصد و نسبت به آراین بابلسر ۴/۳۱ درصد)،
۳۵۶ ضریب تبدیل خوراک پایین‌تری نسبت به آراین دیزباد (۴/۳ درصد) و نسبت به سویه آراین بابلسر (۲/۲ درصد) دارد. استفاده از پروبیوتیک‌های
۳۵۷ بیوسل و لاکتوفید موجب بهبود عملکرد رشد می‌شود. پروبیوتیک‌های لاکتوفید و پری‌مالاک به ترتیب در بهبود لیپیدهای خون و ریخت‌شناسی
۳۵۸ روده اثرگذار بودند و هر سه پروبیوتیک، جمعیت میکروبی روده را بهبود بخشیدند. بنابراین با توجه به شرایط پرورشی، پرورش جوجه گوشتی راس
۳۵۹ و استفاده از پروبیوتیک لاکتوفید توصیه می‌شود.

۳۶۰ تعارض منافع

۳۶۱ هیچ‌گونه تعارض منافی بین نویسندگان وجود ندارد.

۳۶۲
۳۶۳
۳۶۴

منابع

- Abdel-Moneim, A.-M. E., Selim, D. A., Basuony, H. A., Sabic, E. M., Saleh, A. A., & Ebeid, T. A. (2020). Effect of dietary supplementation of *Bacillus subtilis* spores on growth performance, oxidative status, and digestive enzyme activities in Japanese quail birds. *Tropical Animal Health and Production*, 52, 671-680. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02055-1>.
- Abdelrahman, W., Mohnl, M., Teichmann, K., Doupovec, B., Schatzmayr, G., Lumpkins, B., & Mathis, G. (2014). Comparative evaluation of probiotic and salinomycin effects on performance and coccidiosis control in broiler chickens. *Poultry science*, 93(12), 3002-3008. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04212>.
- Abudabos, A. M., Aljumaah, M. R., Alkhulaifi, M. M., Alabdullatif, A., Suliman, G. M., & Sulaiman, A. R. A. (2020). Comparative effects of *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis* on live performance, blood metabolites and intestinal features in broiler inoculated with *Salmonella* infection during the finisher phase. *Microbial pathogenesis*, 139, 103870. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103870>.
- Akhtar, A., Rasheed, R., Talha, R., Naseer, N., Ramzan, M. M., Altaf, N., Fatima, N., Saleem, I., Kauser, S., & Saqib, M. A. (2024). Enhancing Probiotic and Vitamin E supplementation to optimize growth potential in broiler chicks. *Chelonian Research Foundation*, 19(01). [https://doi.org/10.18011/2024.01\(1\).801-817](https://doi.org/10.18011/2024.01(1).801-817).
- Al-Mutairi, H. M., Hussein, E. O., Jar El Nabi, A. R., Swelum, A. A., Abd El-Hack, M. E., Taha, A. E., & Al-Mufarrej, S. I. (2020). Does the consumption of acidified drinking water affect growth performance and lymphoid organs of broilers? *Sustainability*, 12(8), 3093. <https://doi.org/10.3390/su12083093>.
- Al-Otaibi, A. M., Abd El-Hack, M. E., Dmour, S. M., Alsowayeh, N., Khafaga, A. F., Ashour, E. A., Nour-Eldeen, M. A., & Świątkiewicz, S. (2023). A narrative review on the beneficial impacts of probiotics on poultry: an updated knowledge. *Annals of Animal Science*, 23(2), 405-418. <https://doi.org/10.2478/aoas-2023-0001>.
- Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.288998>.
- Amao, S., Ojedapo, L., & Oso, O. (2015). Evaluation of two commercial broiler strains differing in efficiency of feed utilization. *Journal of new Sciences*, 14.
- Amoah, K., Dong, X.-h., Tan, B.-p., Zhang, S., Chi, S.-y., Yang, Q.-h., Liu, H.-y., Yang, Y.-z., & Zhang, H. (2021). Effects of three probiotic strains (*Bacillus coagulans*, *B. licheniformis* and *Paenibacillus polymyxa*) on growth, immune response, gut morphology and microbiota, and resistance against *Vibrio harveyi* of northern whittings, *Sillago sihama* Forsskal (1775). *Animal Feed Science and Technology*, 277, 114958. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114958>.
- Angulo, M., Reyes-Becerril, M., Medina-Córdova, N., Tovar-Ramírez, D., & Angulo, C. (2020). Probiotic and nutritional effects of *Debaryomyces hansenii* on animals. *Applied microbiology and biotechnology*, 104, 7689-7699. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10780-z>.
- Ashayerizadeh, O., Dastar, B., Samadi, F., Khomeiri, M., Yamchi, A., & Zerehdaran, S. (2016). Effects of lactobacillus-based probiotic on performance, gut microflora, hematology and intestinal morphology in young broiler chickens challenged with *Salmonella Typhimurium*. *Poultry Science Journal*, 4(2), 157-165. <https://doi.org/10.22069/PSJ.2016.11164.1191>.
- Badamasi, A., Ibrahim, H., & Yahaya, H. (2014). Comparative evaluation of feed conversion efficiency and mortality rate of two broiler strains under the same dietary conditions. *International Journal Animal and Veterinary Advances*, 6(1), 5-7. <https://doi.org/10.19026/ijava.6.5609>.
- Bahrapour, K., Afsharmanesh, M., & Bami, M. K. (2020). Comparative effects of dietary *Bacillus subtilis*, *Bacillus coagulans* and Flavophospholipol supplements on growth performance, intestinal microflora and jejunal morphology of Japanese quail. *Livestock Science*, 239, 104089. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104089>.
- Bibbo, S., Ianiro, G., Giorgio, V., Scaldaferrì, F., Masucci, L., Gasbarrini, A., & Cammarota, G. (2016). The role of diet on gut microbiota composition. *European Review for Medical & Pharmacological Sciences*, 20(22).
- Brisbin, J. T., Zhou, H., Gong, J., Sabour, P., Akbari, M. R., Haghighi, H. R., Yu, H., Clarke, A., Sarson, A. J., & Sharif, S. (2008). Gene expression profiling of chicken lymphoid cells after treatment with *Lactobacillus acidophilus* cellular components. *Developmental & Comparative Immunology*, 32(5), 563-574. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2007.09.003>.
- Brudnicki, A., Brudnicki, W., Szymeczko, R., Bednarczyk, M., Pietruszyńska, D., & Kirkillo-Stacewicz, K. (2017). Histo-morphometric adaptation in the small intestine of broiler chickens after embryonic exposure to α -galactosides. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 27(4), 1075-1082.
- Chamani, M. (2016). Efficacy of Bactocell® and Toyocerin® as probiotics on growth performance, blood parameters and intestinal morphometry of Turkey poults. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 6(1), 211-218.

- Chen, C.-Y., Tsen, H.-Y., Lin, C.-L., Yu, B., & Chen, C.-S. (2012). Oral administration of a combination of select lactic acid bacteria strains to reduce the Salmonella invasion and inflammation of broiler chicks. *Poultry science*, 91(9), 2139-2147. [https://doi: 10.3382/ps.2012-02237](https://doi.org/10.3382/ps.2012-02237).
- Chichlowski, M., Croom, W., Edens, F., McBride, B., Qiu, R., Chiang, C., Daniel, L., Havenstein, G., & Koci, M. (2007). Microarchitecture and spatial relationship between bacteria and ileal, cecal, and colonic epithelium in chicks fed a direct-fed microbial, PrimaLac, and salinomycin. *Poultry science*, 86(6), 1121-1132. [https://doi: 10.1093/ps/86.6.1121](https://doi.org/10.1093/ps/86.6.1121).
- Danisman, R., & Gous, R. (2010). Effect of dietary protein on the allometric relationships between some carcass portions and body protein in three broiler strains. *South African Journal of Animal Science*, 41, 194-208. doi: [https://doi: 10.4314/sajas.v41i3.2](https://doi.org/10.4314/sajas.v41i3.2).
- Dansethakul, P., Thapanathamchai, L., Saichanma, S., Worachartcheewan, A., & Pidetcha, P. (2015). Determining a new formula for calculating low-density lipoprotein cholesterol: data mining approach. *EXCLI journal*, 14, 478. [https://doi: 10.17179/excli2015-162](https://doi.org/10.17179/excli2015-162).
- de Los Santos, F. S., Farnell, M., Tellez, G., Balog, J., Anthony, N., Torres-Rodriguez, A., Higgins, S., Hargis, B., & Donoghue, A. (2005). Effect of prebiotic on gut development and ascites incidence of broilers reared in a hypoxic environment. *Poultry science*, 84(7), 1092-1100. [https://doi: 10.1093/ps/84.7.1092](https://doi.org/10.1093/ps/84.7.1092).
- De Ridder, K., Levesque, C., Htoo, J., & De Lange, C. (2012). Immune system stimulation reduces the efficiency of tryptophan utilization for body protein deposition in growing pigs. *Journal of Animal Science*, 90(10), 3485-3491. [https://doi: 10.2527/jas.2011-4830](https://doi.org/10.2527/jas.2011-4830).
- Ebrahimi, H., Houshmand, M., Khajavi, M., & Naghiha, A. (2016). Single or Combined Effects of Prebiotic and Probiotic on Performance, Immunity Response and Gut Flora of Broiler Chickens. *Research on Animal Production*, 7(13), 69-60. [https://doi:10.18869/acadpub.rap.7.13.69](https://doi.org/10.18869/acadpub.rap.7.13.69) (In Persian).
- Elleithy, E. M., Bawish, B. M., Kamel, S., Ismael, E., Bashir, D. W., Hamza, D., & Fahmy, K. N. E.-d. (2023). Influence of dietary Bacillus coagulans and/or Bacillus licheniformis-based probiotics on performance, gut health, gene expression, and litter quality of broiler chickens. *Tropical Animal Health and Production*, 55(1), 38. [https://doi: 10.1007/s11250-023-03453-2](https://doi.org/10.1007/s11250-023-03453-2).
- Enan, G., Amen, S., Abd El-badia, A., Abd El-Hack, M. E., & Abdel-Shafi, S. (2023). The pathogen inhibition effects of probiotics and prebiotics against spp. in chicken. *Annals of Animal Science*, 23(2), 537-544. [https://doi:10.2478/aoas-2022-0081](https://doi.org/10.2478/aoas-2022-0081).
- Feng, Y., Wu, X., Hu, D., Wang, C., Chen, Q., & Ni, Y. (2023). Comparison of the Effects of Feeding Compound Probiotics and Antibiotics on Growth Performance, Gut Microbiota, and Small Intestine Morphology in Yellow-Feather Broilers. *Microorganisms*, 11(9), 2308. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11092308>.
- Gadde, U., Kim, W., Oh, S., & Lillehoj, H. S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. *Animal health research reviews*, 18(1), 26-45. [https://doi:10.1017/S1466252316000207](https://doi.org/10.1017/S1466252316000207).
- Gernat, A., Santos, F., & Grimes, J. (2021). Alternative approaches to antimicrobial use in the Turkey industry: challenges and perspectives. *German Journal of Veterinary Research*, 1(3), 37-47. [https://doi:10.51585/gjvr.2021.3.0018](https://doi.org/10.51585/gjvr.2021.3.0018).
- Gunat, M., Yayli, G., Kaya, O., Karahan, N., & Sulak, O. (2006). The effects of antibiotic growth promoter, probiotic or organic acid supplementation on performance, intestinal microflora and tissue of broilers. *International Journal of Poultry Science*, 5(2), 149-155. [https://doi: 10.3923/ijps.2006.149.155](https://doi.org/10.3923/ijps.2006.149.155).
- Guo, M., Li, M., Zhang, C., Zhang, X., & Wu, Y. (2020). Dietary administration of the Bacillus subtilis enhances immune responses and disease resistance in chickens. *Frontiers in microbiology*, 11, 1768. [https://doi: 10.3389/fmicb.2020.01768](https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01768).
- Hafez, H. M., & Attia, Y. A. (2020). Challenges to the poultry industry: current perspectives and strategic future after the COVID-19 outbreak. *Frontiers in veterinary science*, 7, 516. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00516>.
- Haghighi, H. R., Gong, J., Gyles, C. L., Hayes, M. A., Sanei, B., Parvizi, P., Gisavi, H., Chambers, J. R., & Sharif, S. (2005). Modulation of antibody-mediated immune response by probiotics in chickens. *Clinical and Vaccine Immunology*, 12(12), 1387-1392. [https://doi: 10.3389/fvets.2020.00516](https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00516).
- Hazrati, S., Rezaeipour, V., & Asadzadeh, S. (2020). Effects of phytogetic feed additives, probiotic and mannan-oligosaccharides on performance, blood metabolites, meat quality, intestinal morphology, and microbial population of Japanese quail. *British poultry science*, 61(2), 132-139. [https://doi:10.1080/00071668.2019.1686122](https://doi.org/10.1080/00071668.2019.1686122).
- Henwork. (2024). <https://www.henwork.com/priceAndAnalysis/jooje-rizi/production>

- Hong, H. A., Duc, L. H., & Cutting, S. M. (2005). The use of bacterial spore formers as probiotics. *FEMS microbiology reviews*, 29(4), 813-835. <https://doi: 10.1016/j.femsre.2004.12.001>.
- Hossain, M., Suvo, K., & Islam, M. (2011). Performance and economic suitability of three fast-growing broiler strains raised under farming condition in Bangladesh. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology (IJARIT)*, 1, 37-43. <https://doi: 10.22004/ag.econ.305263>.
- Hussien, A., Ismael, E., Bawish, B. M., Kamel, S., Ismail, E. Y., El Bendari, E. K., & Fahmy, K. N. E.-d. (2022). Response of Broiler Chickens to the Dietary Fortification of Bile Acid. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 12(5), 582-587.
- Ilemobayo, J., Berger, M., Gutierrez, M., & Tomori, A. (2024). *Factors Influencing Chick Quality in Broilers: A Comprehensive Review*. <https://doi: 10.13140/RG.2.2.34371.17442>.
- Jahanbani, H., Hosseini-Vashan, S. J., Ghiasi, S. E., & Mohammadi, A. (2016). Effect of *Enterococcus facium* isolates from *Coracias garrulus* and Lactofeed probiotic on performance, blood parameters and intestine microflora of broiler chickens. *Animal Production Research*, 4(4), 47-61. (In Persian)
- Jahani Najafabadi, H., Zamani, P., Ighani, V., Reza Yazdi, K., & Zerafrouz, F. (2019). Evaluation the effect of diets formulated according to the Arian and Ross strains catalogue on performance and carcass characteristics of broilers. *Animal Sciences Journal*, 31(121), 275-302. <https://doi: 10.22092/asj.2018.110276.1479>.
- Kafilzadeh, F., & Safari, P. M. (2003). The effect of feeding different levels of immunobac probiotic on the performance of broilers. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 9(4), 173-184. [In Persian]
- Kamboh, A. A. (2018). Synergetic effects of multispecies probiotic supplementation on certain blood parameters and serum biochemical profile of broiler chickens. *Journal of Animal Health and Production*, 6(1), 27-34. <https://doi: 10.17582/journal.jahp/2018/6.1.27.34>.
- Khabirov, A., Khaziakhmetov, F., Kuznetsov, V., Tagirov, H., Rebezov, M., Andreyeva, A., Basharov, A., Yessimbekov, Z., & Ayaz, M. (2021). Effect of normosil probiotic supplementation on the growth performance and blood parameters of broiler chickens. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 55(1), <https://doi: 10.5530/ijper.54.4.199>.
- Khan, S., Chand, N., Hafeez, A., & Ahmad, N. (2024). Efficacy of Gum Arabic and *Bacillus subtilis* Alone and in Synbiotic Form on Overall Performance, Visceral and Lymphoid Organs Along with Intestinal Histomorphology and Selected Pathogenic Bacteria in Broiler Chickens. *Pakistan Journal of Zoology*, 56(2), 1-8. <https://doi: 10.17582/journal.pjz/20220618190605>.
- Kiaalhosseini, F. S., & Dastar, B. (2023). Effect of Different Levels of Probiotic Primalac and Kappa-Carrageenan on Growth Performance, Gut Microbiota and Blood Parameters of Broiler Chickens [Research]. *Research on Animal Production*, 14(41), 59-69. <https://doi:10.61186/rap.14.41.59>.
- Li, C. (2017). *Growth and development of two broiler strains with low protein and crystalline amino acid supplemented diets*. Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College.
- Li, Y.-b., Xu, Q.-q., Yang, C.-j., Yang, X., Lv, L., Yin, C.-h., Liu, X.-l., & Yan, H. (2014). Effects of probiotics on the growth performance and intestinal micro flora of broiler chickens. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 27 (3), 713-717.
- Lotfan, M., Naer Adl, K., Ebrahimnejad, Y., Moghaddam, M. (2009). Investigating the effect of prebiotic source and level on the growth performance of broiler chickens. , 2(2), 11-22. (In Persian)
- Mahmoodtabar, A., Karimi Torshizi M. A., Sharafi, M., Mojgani, N. (2018). The effect of some poultry probiotics produced in Iran on performance parameters, economic indices and small intestinal morphology of broilers. *Iranian Journal of Animal Science*, 49(3), 415-425. <https://doi:10.22059/ijas.2018.249544.653602>. (In Persian)
- Maldonado Galdeano, C., Cazorla, S. I., Lemme Dumit, J. M., Vélez, E., & Perdigon, G. (2019). Beneficial effects of probiotic consumption on the immune system. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 74(2), 115-124. <https://doi: 10.1159/000496426>.
- Manafi Azar, Q., Akhavan, M. H. A., Jahangir, & Mehdi, F. (2008). Comparison growth and carcass traits of commercial broiler strains in Iran. *Pajouhesh & Sazandegi* 78, 88-94. (In Persian)
- Mountzouris, K., Balaskas, C., Xanthakos, I., Tzivinikou, A., & Fegeros, K. (2009). Effects of a multi-species probiotic on biomarkers of competitive exclusion efficacy in broilers challenged with *Salmonella enteritidis*. *British poultry science*, 50(4), 467-478. <https://doi: 10.1080/00071660903110935>.
- Murry, A., Hinton, A., & Buhr, R. (2006). Effect of botanical probiotic containing lactobacilli on growth performance and populations of bacteria in the ceca, cloaca, and carcass rinse of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 5(4), 344-350. <https://doi: 10.3923/ijps.2006.344.350>.

- Pan, D., & Yu, Z. (2014). Intestinal microbiome of poultry and its interaction with host and diet. *Gut microbes*, 5(1), 108-119. <https://doi: 10.4161/gmic.26945>.
- Park, I., Lee, Y., Goo, D., Zimmerman, N., Smith, A., Rehberger, T., & Lillehoj, H. S. (2020). The effects of dietary *Bacillus subtilis* supplementation, as an alternative to antibiotics, on growth performance, intestinal immunity, and epithelial barrier integrity in broiler chickens infected with *Eimeria maxima*. *Poultry science*, 99(2), 725-733. <https://doi: 10.1016/j.psj.2019.12.002>.
- Prakatur, I., Miskulin, M., Pavic, M., Marjanovic, K., Blazicevic, V., Miskulin, I., & Domacinovic, M. (2019). Intestinal morphology in broiler chickens supplemented with propolis and bee pollen. *Animals*, 9(6), 301. <https://doi: 10.3390/ani9060301>.
- Rahmani, H., & Speer, W. (2005). Natural additives influence the performance and humoral immunity of broilers. *International Journal of Poultry Science*, 4(9), 713-717. <https://doi:10.3923/ijps.2005.713.717>.
- Razmgah, N., Torshizi, M. A. K., Sanjabi, M. R., & Mojgani, N. (2020). Anti-mycotoxigenic properties of probiotic *Bacillus* spp. in Japanese quails. *Tropical Animal Health and Production*, 52, 2863-2872. <https://doi: 10.1007/s11250-020-02223-8>.
- Rehman, A., Arif, M., Sajjad, N., Al-Ghadi, M., Alagawany, M., Abd El-Hack, M., Alhimaidi, A., Elnesr, S., Almutairi, B., & Amran, R. (2020). Dietary effect of probiotics and prebiotics on broiler performance, carcass, and immunity. *Poultry science*, 99(12), 6946-6953. <https://doi: 10.1016/j.psj.2020.09.043>.
- Reis, S., Conceição, L., Rosa, D., Siqueira, N., & Peluzio, M. (2017). Mechanisms responsible for the hypocholesterolaemic effect of regular consumption of probiotics. *Nutrition research reviews*, 30(1), 36-49. <https://doi: 10.1017/S0954422416000226>.
- Rezaei, H., Khorshidi, K., & Fallah, R. (2013). The effect of feeding primalac probiotics on growth performance and blood parameters of ostriches. *Malaysian Journal of Animal Science*, 16(1), 79-86.
- Risdianto, D., Suthama, N., Suprijatna, E., & Sunarso, S. (2019). Inclusion effect of ginger and turmeric mixture combined with *Lactobacillus* spp. isolated from rumen fluid of cattle on health status and growth of broiler. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 44(4), 423-433. <https://doi: 10.14710/jitaa.44.4.423-433>.
- Saki, A., Momeni, M., Tabatabaei, M., Ahmadi, A., Rahmati, M., Matin, H. H., & Janjan, A. (2010). Effect of feeding programs on broilers Cobb and Arbor Acres plus performance. *International Journal of Poultry Science*, 9(8), 795-800. <https://doi: 10.3923/ijps.2010.795.800>.
- Samadian, F., Karimi Torshizi, M. A., & Eivakpour, A. (2023). Comparison of performance, carcass traits, meat quality, and blood parameters of Arian and Ross308 broiler strains. *Journal of Animal Production*, 25(3), 281-294. <https://doi: 10.22059/jap.2023.355642.623732> (In Persian)
- Safari Samani, E., & Akbari Samani, A. (2014). Effect of probiotic supplementation on growth performance of broiler chicks. *Experimental animal Biology*, 1(4), 29-45. (In Persian)
- Shirmohammad, F., Joezy-shekalgorabi, S., & Moharrami, V. (2015). Investigation of the effect of Primalac probiotic and Fermacto prebiotic on growth performance and carcass quality of broilers. *Animal Production Research*, 4(2), 9-19. (In Persian)
- Stęczny, K., & Kokoszyński, D. (2021). Effect of probiotic preparations (EM) on productive characteristics, carcass composition, and microbial contamination in a commercial broiler chicken farm. *Animal biotechnology*, 32(6), 758-765. <https://doi: 10.1080/10495398.2020.1754841>.
- Sterling, K. G., Pesti, G. M., & Bakalli, R. I. (2006). Performance of Different Broiler Genotypes Fed Diets with Varying Levels of Dietary Crude Protein and Lysine. *Poultry science*, 85(6), 1045-1054. <https://doi: 10.1093/ps/85.6.1045>.
- Sugiharto, S., Yudiarti, T., Isroli, I., Widiastuti, E., Wahyuni, H. I., & Sartono, T. A. (2018). The effect of fungi-origin probiotic *Chrysonilia crassa* in comparison to selected commercially used feed additives on broiler chicken performance, intestinal microbiology, and blood indices. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 5(3), 332-342. <https://doi: 10.5455/javar.2018.e284>.
- Taheri, H. R., Moravej, H., Malakzadegan, A., Tabandeh, F., Zaghari, M., Shivazad, M., & Adibmoradi, M. (2010). Efficacy of *Pediococcus acidilactici*-based probiotic on intestinal Coliforms and villus height, serum cholesterol level and performance of broiler chickens. *African Journal of Biotechnology*, 9(44), 7564-7567. <https://doi: 10.5897/AJB10.535>.
- Tellez-Isaias, G., Vuong, C. N., Graham, B. D., Selby, C. M., Graham, L. E., Senas-Cuesta, R., Barros, T. L., Beer, L. C., Coles, M. E., & Forga, A. J. (2021). Developing probiotics, prebiotics, and organic acids to control *Salmonella* spp. in commercial turkeys at the University of Arkansas, USA. *German Journal of Veterinary Research*, 1, 7-12. <https://doi: 10.51585/gjvr.2021.3.0014>.

- Tomczyk, G., Niczyporuk, J. S., Kozdruń, W., Sawicka-Durkalec, A., Bocian, Ł., Barabasz, M., & Michalski, M. (2024). Probiotic supplementation as an alternative to antibiotics in broiler chickens. *Journal of Veterinary Research*, 68, 147-154. [https://doi: 10.2478/jvetres-2024-0009](https://doi.org/10.2478/jvetres-2024-0009).
- Uni, Z., Geyra, A., Ben-Hur, H., & Sklan, D. (2000). Small intestinal development in the young chick: crypt formation and enterocyte proliferation and migration. *British poultry science*, 41(5), 544-551. [https://doi: 10.1080/00071660020009054](https://doi.org/10.1080/00071660020009054).
- Varmaghani, S., Gharaei, M.A., Abolfathi, H., Khatibjoo, A., Taherpour, K., & Jafari, H. (2019). The comparison of immune system, microbial population, blood parameters and performance traits of five common broiler strains in Iran. *Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 128, 53-68. [https://doi: 10.22092/asj.2019.123257.176](https://doi.org/10.22092/asj.2019.123257.176). (In Persian)
- Vinderola, C. G., Gueimonde, M., Delgado, T., Reinheimer, J. A., & De Los Reyes-Gavilan, C. (2000). Characteristics of carbonated fermented milk and survival of probiotic bacteria. *International Dairy Journal*, 10(3), 213-220. [https://doi: 10.1016/S0958-6946\(00\)00031-5](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(00)00031-5).
- Wang, Y., Heng, C., Zhou, X., Cao, G., Jiang, L., Wang, J., Li, K., Wang, D., & Zhan, X. (2021). Supplemental *Bacillus subtilis* DSM 29784 and enzymes, alone or in combination, as alternatives for antibiotics to improve growth performance, digestive enzyme activity, anti-oxidative status, immune response and the intestinal barrier of broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 125(5), 494-507. [https://doi: 10.1017/S0007114520002755](https://doi.org/10.1017/S0007114520002755).
- Yakhkeshi, S., Rahimi, S., & Gharib, N. K. (2011). The effects of comparison of herbal extracts, antibiotic, probiotic and organic acid on serum lipids, immune response, GIT microbial population, intestinal morphology and performance of broilers. *Journal of Medicinal Plants*, 10(37), 80-95. [https://doi: 10.1001.1.2717204.2011.10.37.10.1](https://doi.org/10.1001.1.2717204.2011.10.37.10.1).
- Yousefi, K., Allymehr, M., Talebi, A., & Tukmechi, A. (2024). A comparative study on the expression of myogenic genes, and their effects on performance and meat quality in broiler chicken strains. *Veterinary Research Forum*, 15(5), 243-250. [https://doi:10.30466/vrf.2024.2014542.4046](https://doi.org/10.30466/vrf.2024.2014542.4046).
- Zaghari, M., Sarani, P., & Hajati, H. (2020). Comparison of two probiotic preparations on growth performance, intestinal microbiota, nutrient digestibility and cytokine gene expression in broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research*, 48(1), 166-175. [https://doi: 10.1080/09712119.2020.1754218](https://doi.org/10.1080/09712119.2020.1754218).
- Zhao, J., Chen, J., Zhao, G., Zheng, M., Jiang, R., & Wen, J. (2009). Live performance, carcass composition, and blood metabolite responses to dietary nutrient density in two distinct broiler breeds of male chickens. *Poultry science*, 88(12), 2575-2584. [https://doi: 10.3382/ps.2009-00245](https://doi.org/10.3382/ps.2009-00245).