

Research Paper

Effect of Adding Organic Acids and Prebiotics on the Performance, Immune System, Histology, and Microbial Population of the Digestive Tract in Laying Hens fed with Low-Protein Percentage Soybean Meal

Masoud Tayaran Yazd¹, Reza Bahari Kashani² and Mahdi Kasraei³ 

1- Master's degree in animal science, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

2- Assistant Professor, Department of Animal Science, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

3- Ph.D. Graduate in Biochemistry, Guilan University, Rasht, Iran, (Corresponding author: mk.jahad@yahoo.com)

Received: 30 April, 2023

Accepted: 13 September, 2023

Extended Abstract

Background: In the poultry industry, additives are used to stimulate growth, improve production performance, and improve the health of the flock. On the other hand, reducing the quality of food items and their protein level, as well as the high level of anti-nutritional substances, disturbs the balance of the microbial ecosystem of the digestive system of birds and health and ultimately reduces their performance. The health and nutritional status of poultry is largely dependent on the microbial flora of the digestive system, which directly and indirectly affects the morphology of the digestive system, nutrition, and immune system. The microbial flora of the intestine is relatively unstable and is easily affected by various nutritional factors. Therefore, this research aimed to investigate the effect of the simultaneous use of organic acids and prebiotics in diets containing low-quality soybean meal on the performance of laying hens.

Methods: This experiment was conducted using a completely randomized design in a 2 x 2 factorial arrangement using two levels of mixed organic acids and prebiotics and two types of soybean meal in the diet of laying hens. Chickens were distributed among pens based on weight and production rates for 2 weeks. Then, 192 laying hens of the LSL strain at the end of 73 weeks of age, after weighing and entering the wing number, were placed in 48 experimental cages, including four treatments with 12 replications, and fed for 12 weeks. Experimental treatments were treatment I (without the combination of organic acids and prebiotics and containing 42% protein soy), treatment II (without the combination of organic acids and prebiotics and containing 38% protein soy), treatment III (the combination of organic acids and prebiotics and containing 42% protein soy), and treatment IV (a combination of organic acids and prebiotics with 38% protein soy). To add the combination of organic acids and prebiotics, organic acid was used at a level of 1 kg per ton. The composition of the product included 30% propionic acid, 10% butyric acid, and 15% acetate plus 20% prebiotic with the origin of the *Saccharomyces cerevisiae* yeast cell wall. Performance traits, including production percentage and egg weight, egg mass weight, and feed conversion ratio (FCR) were measured at the end of the experiment (age 85 weeks) when all the birds were killed using the cervical vertebrae displacement method. The abdominal fat response of the immune system, histomorphology of the small intestine, and microbial population of the cecum were the investigated parameters.

Results: Except for the first week of the experiment, the addition of the combination of organic acids and prebiotics and the use of high-quality soybean meal in the diet significantly increased the egg-laying percentage during the rest of the experiment ($p < 0.01$). In the first 4 weeks of the experiment (weeks 75-78), the percentage of egg production was under the significant influence of the interaction effects of the experimental factors. The treatment with organic acids plus prebiotics and high-quality soybean meal (treatment 3) presented the highest egg production rate ($p < 0.05$). From the second week to the end of the experiment, the consumption of diets containing the combination of organic acids and prebiotics and high-quality soybean meal significantly increased the weight of the produced eggs ($p < 0.05$). The interaction effects of experimental treatments during the experimental period did not show a constant trend in the weight of produced eggs ($p \geq 0.05$). Adding the combination of organic acids and prebiotics to the diet elevated egg mass in the entire experimental period, the difference of which was significant ($p < 0.05$). The use of soybean meal with low-protein soybean meal in the diet during the experimental period decreased the weight of the egg mass compared to the group consuming the diet containing high-quality soybean meal ($p < 0.05$). Adding the combination of organic acids and prebiotics and the use of high-quality soybean meal in the diet of the studied laying hens improved the FCR during the test period ($p < 0.05$). The FCR in the first 5 weeks of the experiment was under the interaction effects of the experimental factors ($p < 0.05$). Abdominal fat at the beginning (age 73 weeks) and



the end of the experiment (age 85 weeks) did not show significant differences between different treatments ($p \geq 0.05$). Cellular immune response to DNCB injection significantly increased using the organic acids and prebiotic mixture and decreased with the presence of low-protein soybean meal in the diet ($p < 0.05$). The microbial population of the cecum changed significantly under the influence of the interaction effects of the mixture of organic acids and prebiotics and the quality of the feed soup ($p < 0.05$). The use of a mixture of organic acids and prebiotics caused a significant increase in the height of the duodenal villi ($p < 0.05$). The presence of low-protein soybean meal in the diet significantly elevated the depth of crypts ($p < 0.05$). The ratio of villus height to crypt depth changed under the significant influence of the interaction effects of the experimental factors. The highest ratio was recorded in the treatment with a mixture of organic acids and prebiotics and high-quality soybeans in the diet while the lowest ratio was measured in the treatment without a mixture of organic acids and prebiotics and low-protein soybeans in the diet ($p < 0.05$). The width of the duodenal villi did not change under the influence of experimental factors, with no significant differences ($p \geq 0.05$).

Conclusion: In general, the results showed that using a combination of organic acids and probiotics in the diet of laying hens improved their productive performance and the health of their digestive system, as well as the performance of chickens fed with low-protein soybean meal.

Keywords: Digestive system health, Laying hens, Organic acid, Prebiotic, Soybean meal

How to Cite This Article: Tayaran yazd, M., Bahari Kashani., & Kasraei, M. (2024). Effect of Adding Organic Acids and Prebiotics on the Performance, Immune System, Histology, and Microbial Population of the Digestive Tract in Laying Hens fed with Low-Protein Percentage Soybean Meal. *Res Anim Prod*, 15(2), 119-130. DOI: [10.61186/rap.15.2.119](https://doi.org/10.61186/rap.15.2.119)



مقاله پژوهشی

تأثیر افزودن اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک‌ها بر عملکرد، سیستم ایمنی، بافت‌شناسی و فلور میکروبی دستگاه گوارش مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه شده با دو نوع کنجاله سویا

محمد مسعود حنائی طبران یزد^۱، رضا بهاری کاشانی^۲ و مهدی کسرابی^۳ ^۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران^۲- استادیار، گروه علوم دامی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران^۳- فارغ‌التحصیل دکتری بیوشیمی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران، (نویسنده مسوول: mk.jahad@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۰

صفحه ۱۱۹ تا ۱۳۰

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: در صنعت پرورش طیور، از مواد افزودنی به‌منظور تحریک رشد، بهبود عملکرد تولیدی و همچنین ارتقاء سلامت گله استفاده می‌شود. از طرفی کاهش کیفیت اقلام خوراکی و سطح پروتئین آن‌ها و همچنین سطح بالای مواد ضد تغذیه‌ای سبب برهم زدن توازن اکوسیستم میکروبی دستگاه گوارش پرندگان، سلامتی و در نهایت کاهش عملکرد آنها می‌گردد. سلامت و وضعیت تغذیه‌ای طیور به‌میزان زیادی وابسته به فلور میکروبی دستگاه گوارش است که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر ریخت‌شناسی دستگاه گوارش، تغذیه، و سیستم ایمنی اثر می‌گذارد. فلور میکروبی روده نسبتاً ناپایدار بوده و به‌سادگی توسط فاکتورهای تغذیه‌ای گوناگون تأثیر می‌پذیرد. بنابراین هدف این تحقیق بررسی تأثیر استفاده همزمان اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک‌ها در جیره‌های حاوی سویای نامرغوب بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار بود.

مواد و روش‌ها: این آزمایش با استفاده از یک طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل ۲×۲ با استفاده از ۲ سطح مخلوط اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک و ۲ نوع کیفیت سویا در خوراک مرغ‌های تخم‌گذار انجام گرفت. مرغ‌های بر اساس وزن و میزان تولید تخم مرغ به‌مدت دو هفته پایش و همگن‌سازی شدند. ۱۹۲ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه ال-اس-ال در پایان سن ۷۳ هفته‌گی پس از توزین و درج شماره بال، در ۴۸ جایگاه آزمایشی (قفس) شامل ۴ تیمار با ۱۲ تکرار قرار گرفتند و به‌مدت ۱۲ هفته تغذیه شدند. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار یک (بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین)، تیمار دو (بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۳۸ درصد پروتئین)، تیمار سه (حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین)، تیمار چهار (حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۳۸ درصد پروتئین) بود. برای افزودن ترکیب اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک، اسید آلی به‌مقدار مصرف ۱ کیلوگرم در تن استفاده شد. ترکیب محصول شامل ۳۰٪ اسید پروپیونیک، ۱۰٪ اسید بوتیریک، ۱۵٪ استات به‌علاوه ۲۰٪ پری‌بیوتیک با منشا دیواره سلولی مخمر ساکارومایسیس سرویسیه بود. صفات عملکردی شامل درصد تولید و وزن تخم‌مرغ، وزن توده تخم‌مرغ و ضریب تبدیل خوراک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. در پایان آزمایش (سن ۸۵ هفته‌گی)، تمامی پرنده‌ها با استفاده از روش جابجایی مهره‌های گردن کشتار گردیدند. و پارامترهای چربی بطنی، پاسخ سیستم ایمنی، بافت‌شناسی روده باریک و فلور میکروبی سکوم‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌ها: به‌جز هفته اول آزمایش، در بقیه طول آزمایش افزودن ترکیب اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک و استفاده از سویای مرغوب در جیره سبب افزایش معنی‌دار درصد تخم‌گذاری گردید ($P<0/01$). در ۴ هفته ابتدایی آزمایش (هفته ۷۵ تا ۷۸)، درصد تولید تخم‌مرغ تحت تأثیر معنی‌دار اثرات متقابل عوامل آزمایشی قرار داشت به‌طوری‌که تیمار دارای اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک و سویای مرغوب (تیمار ۳)، بیشترین میزان تولید تخم‌مرغ را داشت ($P<0/05$). از هفته دوم تا پایان آزمایش مصرف جیره‌های حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و سویای با کیفیت به‌طور معنی‌داری سبب افزایش وزن تخم‌مرغ‌های تولیدی گردید ($P<0/05$). اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی در طی دوره آزمایش روند ثابتی را بر وزن تخم مرغ تولیدی نشان ندادند. افزودن ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک به جیره سبب افزایش توده تخم مرغ در کل دوره آزمایشی شد که اختلاف آن به نسبت تیمار مصرف کننده جیره‌های بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک بود ($P<0/05$). استفاده از سویای دارای پروتئین کم در جیره در طول دوره آزمایشی سبب کاهش وزن توده تخم‌مرغ در مقایسه با گروه مصرف کننده جیره حاوی سویای مرغوب شد ($P<0/05$). افزودن ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و همچنین استفاده از سویای باکیفیت در جیره مرغ‌های تخم‌گذار مورد مطالعه سبب بهبود ضریب تبدیل در طول دوره آزمایش گردید ($P<0/05$). ضریب تبدیل خوراک در ۵ هفته ابتدایی آزمایش تحت تأثیرات متقابل عوامل آزمایشی قرار داشت. ($P<0/05$). چربی محوطه بطنی در شروع آزمایش (سن ۷۳ هفته‌گی) و پایان آزمایش (سن ۸۵ هفته‌گی) اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف نشان نداد. پاسخ ایمنی سلولی به تزریق DNCB به‌طور معنی‌داری با استفاده از مخلوط اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک افزایش و با وجود سویای کم پروتئین در خوراک کاهش یافت ($P<0/05$). جمعیت میکروبی سکوم‌ها تحت تأثیر اثرات متقابل مخلوط اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک و کیفیت سویای خوراک به‌طور معنی‌داری کاهش نمود ($P<0/05$). استفاده از مخلوط اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع پرزهای دندونوم گردید ($P<0/05$). وجود سویای کم پروتئین در خوراک افزایش معنی‌دار عمق کریپت‌ها را سبب شد ($P<0/05$). نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت تحت تأثیر معنی‌دار اثرات متقابل عوامل آزمایشی تغییر نمود به‌طوری‌که تیمار دارای مخلوط اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک و سویای مرغوب در خوراک، بیشترین و تیمار بدون مخلوط اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک و سویای کم پروتئین در خوراک، کمترین نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت را داشت ($P<0/05$). عرض پرزهای دندونوم تحت تأثیر عوامل آزمایشی تغییر نکرد و اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P\geq0/05$).

نتیجه‌گیری کلی: در کل نتایج نشان داد که استفاده از ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک در جیره مرغ‌های تخم‌گذار سبب بهبود عملکرد تولیدی و سلامت دستگاه گوارش شد. همچنین استفاده از ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک سبب بهبود عملکرد مرغ‌های تغذیه شده با سویای کم پروتئین شد. لذا با توجه به کیفیت پایین اقلام خوراکی، استفاده از ترکیباتی که بر فرآیند هضم، جذب و زیست‌فراهمی خوراک تأثیر مثبت می‌گذارد، و در نتیجه سبب بهبود عملکرد تولیدی گله دارد ضروری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اسید آلی، پروبیوتیک، کنجاله سویا، مرغ تخم‌گذار، سلامت دستگاه گوارش

مقدمه

هستند دارای کیفیت پایین بوده که از یک سو به نسبت سطح پروتئین آن‌ها پایین‌تر و از سوی دیگر حاوی سطح بالایی از مواد ضد تغذیه‌ای بخصوص لکتین و مهارکننده تریپسین

افت کیفیت اقلام خوراکی بازه گسترده‌ای دارد، نمونه‌های سویای وارداتی به‌دلیل اینکه غالباً از واریته‌های پرمحصول

باکتریایی را محدود نماید. با این‌حال در جوجه‌های گوشتی، کاهش pH ناشی از فعالیت یک اسید ممکن است قابل‌توجه نباشد اما در صورت وجود گروهی از اسیدها، کاهش pH می‌تواند قابل‌توجه باشد (Isabel and Santos, 2009 and Paul et al., 2007). یکی از نقش‌های تاثیرگذار و مهم اسیدهای چرب فرار در طیور، اثرات متابولیکی آن‌هاست. به‌عنوان نمونه، اسید بوتیریک سبب بهبود تکثیر سلولی و تحریک سنتز پروتئین‌ها شده و تأثیرات مفیدی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی دارد (Kim and Paik, 2007).

وجود مواد مغذی هضم نشده در دستگاه گوارش مهم‌ترین نقش را در برهم زدن توازن اکوسیستم باکتریایی پرندگان ایفا می‌کند که به‌صورت کاهش عملکرد و کاهش قابلیت هضم مواد مغذی نمود پیدا می‌کند (Garcia et al., 2013 and Moharrery et al., 2005). سلامت و وضعیت تغذیه‌ای طیور به‌میزان زیادی وابسته به فلور میکروبی دستگاه گوارش است که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر ریخت‌شناسی دستگاه گوارش، تغذیه، و سیستم ایمنی اثر می‌گذارد. فلور میکروبی روده نسبتاً ناپایدار بوده و به‌سادگی توسط فاکتورهای تغذیه‌ای گوناگون تأثیر می‌پذیرد (Antongiovanni et al., 2007; Deriu et al., 2008 and KhodambashiEmami et al., 2013).

بنابراین هدف از این مطالعه مقایسه تاثیر افزودن ترکیب اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک‌ها در شرایط استفاده از سویای با پروتئین کم در جیره بر عملکرد، سیستم ایمنی، بافت‌شناسی و فلور میکروبی دستگاه گوارش مرغ‌های تخم‌گذار سویه LSL می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی و به‌صورت فاکتوریل 2×2 با استفاده از ۲ سطح مخلوط اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک و ۲ سطح کیفیت سویا در خوراک مرغ‌های تخم‌گذار انجام گرفت. مرغ‌ها براساس وزن و میزان تولید به‌مدت دو هفته پایش و همگن‌سازی شدند. ۱۹۲ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه LSL در پایان سن ۷۳ هفته‌گی، پس از توزین و درج شماره بال، در ۴۸ جایگاه آزمایشی (قفس) شامل ۴ تیمار با ۱۲ تکرار قرار گرفتند و به‌مدت ۱۲ هفته تغذیه شدند. هر جایگاه آزمایشی شامل ۴ مرغ بود. نوردهی سالن از ساعت ۵ صبح آغاز شده و تا ساعت ۲۱ ادامه داشت به‌طوری‌که ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت خاموشی اعمال گردید. توزیع دان رأس ساعت ۵/۳۰ صبح انجام میگرفت. سرانه دان روزانه هر مرغ ۱۱۵ گرم و آب به‌صورت آزاد در اختیار پرندگان قرار داشت. برای افزودن ترکیب اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک، محصول اسید آلی به مقدار مصرف ۱ کیلوگرم در تن استفاده شد. ترکیب محصول شامل ۳۰٪ اسید پروپیونیک، ۱۰٪ اسید بوتیریک، ۱۵٪ استات به‌علاوه ۲۰٪ پری‌بیوتیک با متشا دیواره سلولی مخمر ساکارومایسیس سرویسیه بود.

تیمارهای آزمایشی شامل تیمار یک (بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین)، تیمار دو (بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۳۸ درصد پروتئین)، تیمار سه (حاوی ترکیب اسیدهای آلی و

هستند. وجود مواد ضد مغذی در جیره طیور سبب برهم زدن توازن اکوسیستم میکروبی دستگاه گوارش پرندگان، تغییر در سلامت پرند و در نهایت کاهش عملکرد آنها می‌گردد.

در صنعت مدرن پرورش طیور، از مواد افزودنی به‌منظور تحریک رشد، بهبود عملکرد تولیدی و همچنین ارتقاء سلامت استفاده می‌شود (Milbradt et al., 2014; Toit, 2011 and Mojgani et al., 2020). کارایی این مواد افزودنی، فقط به محرک رشد بودن و تأمین‌کننده بازدهی مناسب خوراک محدود نمی‌شود، بلکه سلامتی طیور نیز می‌تواند به‌واسطه این مواد ارتقاء یابد. با توجه به امکان بروز عوارض جانبی ناشی از مصرف برخی مواد افزودنی، تغییر در فلور میکروبی دستگاه گوارش (که مقاومت طیور را در برابر عفونت و آلودگی به مخاطره می‌اندازد)، و نیز خطر وجود بقایای این مواد در تولیدات طیور، بایستی در انتخاب و استفاده به کاربرد این مواد دقت و توجه کافی صورت گیرد (Bravo et al., 2014 and Isabel and Santos, 2009).

مطالعات مختلف، پری‌بیوتیک را به‌عنوان یک جزء خوراکی غیرقابل هضم تعریف کردند که با تحریک انتخابی رشد و یا فعالیت یک یا تعداد محدودی از باکتری‌های محرک سلامتی روده اثرات مفیدی بر میزبان دارد و همچنین سبب توازن فلور میکروبی لوله گوارش پرند میزبان می‌گردد. به‌طور معمول پری‌بیوتیک‌ها حاوی بخش‌های غیرقابل هضم کربوهیدراتی هستند. با اینکه بعضی کربوهیدرات‌ها می‌توانند بدون هضم شدن به روده بزرگ برسند، اما همه این‌ها بر جمعیت باکتریایی اثر نمی‌گذارند. در واقع بعضی انواع اولیگوساکاریدها به‌سهولت به‌وسیله باکتری‌های مفید نظیر لاکتوباسیلوس‌ها و بیفیدوباکتریوم‌ها تخمیر می‌شوند و به‌طور موثر مورد استفاده باکتری‌های بیماری‌زا قرار نمی‌گیرند. از طرفی با توجه به این‌که دلیل اصلی استفاده از پری‌بیوتیک‌ها کمک به تغییر جمعیت باکتری‌های دستگاه گوارش به نفع باکتری‌های مفید می‌باشد و در رقابت غذایی در محیط به نفع باکتری‌های مفید عمل می‌کنند، محدودیت خوراکی می‌تواند این روند رقابت غذایی در محیط روده را تشدید کند. در این شرایط محدودیت مواد مغذی در روده سبب می‌گردد که باکتری‌های مفید با منابع اختصاصی تغذیه شوند، این امر احتمالاً سبب می‌شود این باکتری‌ها جمعیت خود را نسبت به باکتری‌های مضر افزایش دهند (Alavi et al., 2012; Baurhoo et al., 2009 and Velasco et al., 2010).

اسیدهای چرب فرار (VFAs) از مدت‌ها قبل در آب و خوراک طیور به‌عنوان افزودنی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از آنجائی‌که اسیدهای چرب فرار در دستگاه گوارش مورد متابولیسم واقع شده و جذب می‌شوند، تأثیرات مفید آن‌ها در کاهش رشد باکتری‌ها در خوراک، به‌چینه‌دان و سنگدان محدود می‌شود (Zhonghong and Yuming, 2006 and Zahedian et al., 2023). تأثیرات مثبت اسیدهای چرب فرار به‌دلیل کاهش pH، خصوصیات ضدباکتریایی و خصوصیات متابولیکی آنیون‌های آن‌ها می‌باشد (Dibner and Buttin, 2002 and Hernandez et al., 2006). کاهش pH معده با خوردن اسیدهای موجود در خوراک، می‌تواند رشد

پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین، تیمار چهار (حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۳۸ درصد پروتئین) بود.

جدول ۱- ترکیبات مواد خوراکی و مواد مغذی جیره‌ها

Table 1. Composition of food ingredients and nutrients of rations

Kg/Ton (کیلوگرم در تن)					
Soybean 38%Protein سویای ۳۸٪ پروتئین		Soybean 42%Protein سویای ۴۲٪ پروتئین		Food Minerals مواد خوراکی	
With Organic acid and Pribiotic دارای اسیدهای آلی و پری بیوتیک	Without Organic acid and Pribiotic فاقد اسیدهای آلی و پری بیوتیک	With Organic acid and Pribiotic دارای اسیدهای آلی و پری بیوتیک	Without Organic acid and Pribiotic فاقد اسیدهای آلی و پری بیوتیک		
590	590	600	600		Corn ذرت
364	364	242	242		Soybean meal کنجاله سویا
-	-	15	15		سبوس گندم Wheat bran
13	13	10	10		Soy Oil روغن سویا
70	70	70	70		صدف Shell
38	38	38	38		کربنات کلسیم Calcium Carbonate
25	25	25	25	۲/۵٪ ^۱	کنسانتره تولید تخم‌گذار Concentrate of Laying hens production 2.5%
1	-	1	-		مخلوط اسیدهای آلی و پری بیوتیک Organic acid & Prebiotic mixed
Calculated Nutrients in Diet					
مواد مغذی محاسبه شده در جیره					
2605 انرژی قابل متابولیسم (کیلوگرم/ کیلوکالری)					
15.51 پروتئین خام (Crude Protion) (%)					
4.46 کلسیم (Ca) (%)					
0.40 فسفر قابل جذب (AP) (%)					
0.16 سدیم (Na) (%)					
0.18 کلر (Cl) (%)					
0.64 لیزین (Lys) (%)					
0.63 متیونین + سیستین (Met+Cis) (%)					
0.45 ترئونین (Thr) (%)					

۱- کنسانتره تخم‌گذار ۲/۵٪ دارای ۲۰۲۲ کیلوکالری/کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم، ۱۵/۵۳٪ کلسیم، ۹/۲۲٪ فسفر قابل جذب، ۵/۰۱٪ سدیم، ۴/۰۲٪ کلر، ۱۲/۹۷٪ پروتئین خام، ۱/۰۲٪ لیزین، ۷/۷۳٪ متیونین، ۷/۸۸٪ متیونین + سیستین، ۵/۵۱٪ ترئونین، ۰/۱۷٪ تریپتوفان بوده و مقادیر ۱۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۴۲۰۰ واحد بین المللی ویتامین D3، ۴۵ واحد بین المللی ویتامین E، ۳/۰ میلی گرم ویتامین K، ۱ میلی گرم تیامین، ۵ میلی گرم ریوفلاوین، ۱۰ میلی گرم اسید پنتوتیک، ۴۰ میلی گرم نیاسین، ۴ میلی گرم پیریدوکسین، ۰/۰۲ میلی گرم سیانوکوبالامین، ۱ میلی گرم اسید فولیک، ۰/۱ میلی گرم بیوتین، ۵۰ میلی گرم آهن، ۱۰ میلی گرم مس، ۱۰۰ میلی گرم روی، ۱۰۰ میلی گرم منگنز، ۱/۵ میلی گرم ید، ۰/۴ میلی گرم سلیوم، ۵۰۰ میلی گرم کولین کلراید، ۳۰۰ FTU فیتاز، ۷۰ واحد بتا زایلاناز و ۱۰۰ واحد بتا گلوکاناز در هر کیلوگرم جیره تأمین می‌کند.

1. Laying concentrate 2.5% with 2022 kcal/kg of metabolizable energy, 15.53% calcium, 9.22% absorbable phosphorus, 5.01% sodium, 4.02% chlorine, 12.97% crude protein, 1.02% lysine, 7.73% methionine, 7.88% methionine + Cysteine, 0.51% threonine, 0.17% tryptophan, and amounts of 10,000 international units of vitamin A, 4,200 international units of vitamin D3, 45 international units of vitamin E, 3.0 mg of vitamin K, 1 mg of thiamine, 5 mg of riboflavin, 10 mg Pantothenic acid, 40 mg niacin, 4 mg pyridoxine, 0.02 mg cyanocobalamin, 1 mg folic acid, 0.1 mg biotin, 50 mg iron, 10 mg copper, 100 mg zinc, mg manganese, 1.5 mg iodine, 0.4 mg selenium, 500 mg choline. Chloride provides 300 FTU of phytase, 70 units of beta- xylanase and 100 units of beta-glucanase per kilogram of diet

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر پاسخ سیستم ایمنی سلولی با استفاده از اندازه‌گیری درصد تغییر ضخامت ریش در اثر تماس با دی نیتروکلروبنزن (DNCB) که از طریق تحریک میتوز سلول‌های T عمل می‌کند به روش تامپسون و همکاران (Thompson et al., 1980) بررسی گردید. بدین‌منظور در هفته دهم آزمایش، ۲ مرغ از هر تکرار انتخاب شد و ضخامت ریش چپ و راست آنها توسط ریزسنج دیجیتال اندازه گرفته شد. سپس با استفاده از سرنگ انسولین، ۰/۱ میلی لیتر محلول ۱۰ میلی گرم در میلی لیتر دی نیتروکلروبنزن به ریش چپ و ۰/۱ میلی لیتر سرم فیزیولوژی به ریش راست هر مرغ تزریق شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت، پاسخ سیستم ایمنی سلولی با اندازه‌گیری درصد تغییر ضخامت ریش بررسی گردید.

در پایان آزمایش (سن ۸۵ هفتگی)، تمامی پرندگان با استفاده از روش جابجایی مهره‌های گردن کشتار گردیدند. جهت بررسی هیستومورفولوژی روده باریک قسمت میانی دئودنوم

برای محاسبه میزان تولید، تخم‌مرغ‌های تولیدی هر واحد آزمایشی ۲ مرتبه در روز جمع‌آوری و تعداد تخم مرغ‌های تولیدی و وزن هریک در پایان روز ثبت می‌گردید. میانگین وزن تخم‌مرغ‌ها و درصد تولید هفتگی محاسبه گردید و بر این اساس و با استفاده از فرمول زیر وزن توده تخم‌مرغ محاسبه شد.

درصد تولید = میانگین وزن تخم‌مرغ (گرم) = وزن توده تخم‌مرغ (گرم)

ضریب تبدیل خوراک هر واحد آزمایشی به‌صورت هفتگی با تقسیم مجموع کل خوراک مصرفی هفته بر مجموع وزن تخم‌مرغ تولیدی آن واحد محاسبه گردید. برای محاسبه چربی بطنی در شروع آزمایش (سن ۷۳ هفتگی)، ۲ مرغ از هر واحد آزمایشی به‌منظور بررسی صفات لاشه پیش از شروع طرح کشتار و بررسی شدند و سپس آزمایش با ۴ مرغ در هر جایگاه آغاز گردید. در پایان آزمایش (سن ۸۵ هفتگی) مرغ‌های هر قفس کشتار گردید. وزن چربی محوطه بطنی اندازه‌گیری شد و وزن نسبی آن به‌صورت درصد از وزن مرغ محاسبه گردید.

اول آزمایش، در بقیه طول آزمایش افزودن ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک به جیره سبب افزایش معنی‌دار درصد تخم‌گذاری گردید ($P < 0.01$). همچنین استفاده از سویای مرغوب در جیره پرنده‌های تحت آزمایش به‌طور معنی‌داری در کل دوره سبب افزایش درصد تخم‌گذاری نسبت به پرنده‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی سویای نامرغوب شد ($P < 0.01$). در ۴ هفته ابتدایی آزمایش (هفته ۷۵ تا ۷۸)، درصد تولید تخم‌مرغ تحت تأثیر معنی‌داری اثرات متقابل عوامل آزمایشی قرار داشت به‌طوری‌که تیمار دارای اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک و سویای مرغوب (تیمار ۳) بیشترین میزان تولید تخم‌مرغ را داشت ($P < 0.05$). در هفته اول و ۷ هفته دوم آزمایش (هفته ۷۹ تا ۸۵)، اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی تأثیری بر درصد تولید تخم‌مرغ تأثیر نداشتند و اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد ($P \geq 0.05$).

نمونه‌برداری شد و نمونه‌ها در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شدند. اندازه‌گیری جمعیت میکروبی سکوم‌ها به‌روش جین و همکاران (Jin et al., 1998) انجام گرفت.

جهت انجام آنالیزهای آماری از نرم‌افزار SAS 9.1 (SAS, 2004) استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از Proc GLM و در سطح معنی‌داری ۵ درصد صورت گرفت. مدل آماری طرح به‌شرح زیر است:

$$X_{ijm} = \mu + P_i + R_j + (PR)_{ij} + \varepsilon_{ijm}$$

X_{ijm} = m امین مشاهده در i امین سطح عامل P و j امین سطح عامل R

μ = میانگین جامعه

P_i = i امین سطح عامل P ($i = 0, 1$)

R_j = j امین سطح عامل R ($j = 0, 1$)

$(PR)_{ij}$ = اثر متقابل i امین سطح عامل P و j امین سطح عامل R

ε_{ijm} = اثر اشتباه آزمایشی

نتایج و بحث

اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد تولید تخم‌مرغ در جدول ۲ آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، به‌جز هفته

جدول ۲- درصد تخم‌گذاری طی ۱۲ هفته تولید (۷۴-۸۵ هفته)

Table 2. Laying percentage during 12 weeks of production (74-85 weeks)

سن (هفته) (Age Week)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک در جیره بدون	70.9	69.7	68.0	66.5	65.0	64.0	63.4	59.8	58.4	57.6	57.0	55.5
دارای	71.1	70.1	69.1	68.4	67.2	65.0	64.2	63.0	61.9	60.6	60.1	58.5
SEM	0.13	0.10	0.10	0.11	0.11	0.19	0.20	0.21	0.14	0.16	0.10	0.13
کیفیت سویای جیره مرغوب	71.3	70.1	69.2	68.3	66.9	65.8	64.1	63.1	61.7	60.8	60.1	58.6
High Quality	70.7	69.7	67.9	66.6	65.4	63.3	62.6	59.8	58.8	57.5	57.0	55.4
کم پروتئین	0.13	0.10	0.10	0.11	0.11	0.19	0.20	0.21	0.14	0.16	0.10	0.13
Low protion	71.4	70.2 ^a	69.2 ^a	67.8 ^b	66.2 ^c	65.5	63.0	61.4	59.9	59.2	58.6	57.1
SEM	70.5	69.2 ^b	66.9 ^b	65.1 ^c	63.9 ^d	62.6	61.9	58.2	56.8	56.0	55.0	54.0
اثرات متقابل	71.2	70.0 ^a	69.3 ^a	68.7 ^a	67.6 ^a	65.2	64.7	63.6	62.3	61.7	61.7	60.2
T1	71.0	70.2 ^a	69.0 ^a	68.1 ^a	66.8 ^b	63.9	63.3	61.4	60.2	59.0	58.5	56.8
T2	0.09	0.07	0.07	0.07	0.08	0.13	0.14	0.15	0.10	0.11	0.07	0.09
T3	(P values) سطح معنی‌داری اسیدهای آلی و											
T4	0.45	<0.03	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
تیمار یک	0.01	<0.04	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
تیمار دو	0.43	<0.01	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
تیمار سه	0.39	0.52	0.56	0.45	0.36	0.44	0.35	0.36	0.45	0.56	0.52	0.39
تیمار چهار	Interaction											

تیمار یک: بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین، تیمار دو: بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۳۸ درصد پروتئین، تیمار سه: حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین، تیمار چهار: حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۳۸ درصد پروتئین بود.

Treatment one: without the combination of organic acids and probiotics and containing soy 42% protein, treatment two: without the combination of organic acids and probiotics and containing soy 38% protein, treatment three: containing the combination of organic acids and probiotics and containing soy 42% protein, treatment four: It contains a combination of organic acids and probiotics and contains soy (38% protein).
a, b, c, and d: non-common letters indicate a significant difference between the means of each column ($P < 0.05$).

جیره‌های با سویای مرغوب شد که این اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.05$). اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی در طی دوره آزمایش روند ثابتی را بر وزن تخم‌مرغ تولیدی نشان ندادند اما به‌طور کلی تیمار سه دارای وزن تخم‌مرغ بیشتری نسبت به سایر تیمارها بود که این اختلاف در هفته‌های ۷۶ تا ۸۰ با سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری بالاتر بود ($P < 0.05$)، اما در سایر هفته‌های آزمایش علی‌رغم اختلافی که بین تیمارها وجود دارد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($P \geq 0.05$).

اثرات تیمارهای آزمایشی بر وزن تخم‌مرغ‌های تولیدی طی دوره آزمایش در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود از هفته دوم تا پایان آزمایش مصرف جیره‌های حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک به‌طور معنی‌داری سبب افزایش وزن تخم‌مرغ‌های تولیدی گردید و سبب ایجاد اختلاف معنی‌داری با تیمار مصرف کننده جیره‌های بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک شد ($P < 0.05$). استفاده از سویا با پروتئین کم در جیره از هفته دوم سبب کاهش وزن تخم‌مرغ‌های تولیدی نسبت به پرنده‌های مصرف کننده

جدول ۳- وزن تخم‌مرغ تولیدی (گرم) طی ۱۲ هفته تولید (۸۵-۷۴ هفتگی)

Table 3. Weight of eggs produced (grams) during 12 weeks of production (74-85 weeks)

85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	سن (هفته) Age(Week)
Organic acid & Prebiotic in Diet												اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک در جیره
63.8	64.2	63.6	63.5	63.0	64.8	65.0	65.0	64.8	65.0	65.4	65.2	بدون
68.5	67.8	67.0	66.9	66.4	66.6	66.6	66.5	66.7	66.1	65.8	65.4	دارای
0.20	0.16	0.16	0.14	0.20	0.12	0.17	0.17	0.15	0.11	0.12	0.06	SEM
Soybean Quality of Diet												کیفیت سویای جیره
67.7	67.8	67.3	66.9	66.5	66.6	66.7	66.7	66.6	66.0	65.8	65.4	مرغوب
64.2	64.2	63.3	63.5	62.8	64.8	64.9	64.8	64.9	65.1	65.3	65.2	High Quality
0.20	0.16	0.16	0.14	0.20	0.12	0.17	0.17	0.15	0.11	0.12	0.06	کم پروتئین
65.5	66.0	65.6	65.2	64.7	65.4 ^b	66.0	66.3 ^a	66.4 ^a	65.7 ^b	65.7	65.4	T1
62.1	62.5	61.6	61.8	61.2	64.2 ^c	64.0	63.7 ^c	63.3 ^b	64.3 ^c	65.0	65.1	T2
70.0	69.6	69.0	68.7	68.3	67.8 ^a	67.5	67.1 ^a	66.8 ^a	66.3 ^a	66.0	65.4	T3
66.4	66.0	65.0	65.2	64.5	65.4 ^b	65.7	66.0 ^b	66.5 ^a	66.0 ^a	65.6	65.4	T4
0.14	0.11	0.11	0.10	0.14	0.08	0.12	0.08	0.11	0.08	0.07	0.09	SEM
Interaction												سطح معنی‌داری (P values) و اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک
<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.04	0.36	Organic acid & Prebiotic
<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.04	0.45	کیفیت سویای Soybean
0.36	0.66	0.63	0.76	0.36	<0.0001	0.46	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.36	0.28	اثر متقابل

تیمار یک: بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین، تیمار دو: بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۳۸ درصد پروتئین، تیمار سه: حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین، تیمار چهار: حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۳۸ درصد پروتئین بود.

Treatment one: without the combination of organic acids and probiotics and containing soy 42% protein, treatment two: without the combination of organic acids and probiotics and containing soy 38% protein, treatment three: containing the combination of organic acids and probiotics and containing soy 42% protein, treatment four: It contains a combination of organic acids and probiotics and contains soy (38% protein).

a, b, c, and d: non-common letters indicate a significant difference between the means of each column ($P < 0.05$).

توده تخم‌مرغ تأثیر معنی‌دار داشتند ($p < 0.05$). در این زمینه، تیمار دارای اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک و سویای مرغوب در خوراک، بیشترین میزان توده تخم‌مرغ را داشت ($p < 0.05$). نتایج نشان داد با استفاده از مخلوط اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک می‌توان اثرات نامطلوب ناشی از وجود سویای کم پروتئین در خوراک را تعدیل نمود. در هفت هفته پایانی آزمایش، توده تخم‌مرغ به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک، افزایش و در اثر سویای کم پروتئین در خوراک، کاهش یافت ($p < 0.05$).

وزن توده تخم‌مرغ در جدول ۴ آورده شده است، متناسب با میزان تولید و وزن تخم‌مرغ‌ها طی هفته‌های مختلف آزمایش تغییر نمود. افزودن ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک به جیره سبب افزایش توده تخم‌مرغ در کل دوره آزمایشی شد که اختلاف آن به تیمار مصرف‌کننده جیره‌های بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک معنی‌دار بود ($p < 0.05$). استفاده از سویای دارای پروتئین کم در جیره در طول دوره آزمایشی سبب کاهش وزن توده تخم‌مرغ در مقایسه با گروه مصرف‌کننده جیره حاوی سویای مرغوب شد ($p < 0.05$). به‌طور کلی در پنج هفته ابتدایی آزمایش، اثرات متقابل عوامل آزمایشی بر وزن

جدول ۴- وزن توده تخم‌مرغ (گرم) طی ۱۲ هفته تولید (۸۵-۷۴ هفتگی)

Table 4. Egg mass weight (grams) during 12 weeks of production (74-85 weeks)

85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	سن (هفته) Age(Week)
Organic acid & Prebiotic in Diet												اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک در جیره
35.5	36.6	36.7	37.1	37.7	40.5	41.6	42.3	43.1	44.2	45.6	46.3	بدون
39.9	40.8	40.7	41.4	41.9	42.8	43.3	44.7	45.6	45.7	46.1	46.5	دارای
0.20	0.12	0.16	0.12	0.19	0.14	0.15	0.14	0.13	0.09	0.11	0.07	SEM
Soybean Quality of Diet												کیفیت سویای جیره
39.8	40.8	40.9	41.3	42.0	42.7	43.9	44.6	45.5	45.7	46.2	46.6	مرغوب
35.6	36.7	36.4	37.2	37.6	40.6	41.0	42.4	43.3	44.3	45.4	46.2	High Quality
0.20	0.12	0.16	0.12	0.19	0.14	0.15	0.14	0.13	0.09	0.11	0.07	کم پروتئین
37.4	38.6	38.8	39.0	39.7	41.3 ^b	43.2	43.9 ^b	45.0 ^b	45.5 ^a	46.1 ^a	46.7 ^a	T1
33.5	34.7	34.5	35.1	35.6	39.7 ^c	40.8	40.7 ^c	41.2 ^c	43.0 ^b	45.0 ^b	45.9 ^b	T2
42.1	42.9	43.1	43.6	44.2	44.1 ^a	44.6	45.3 ^a	45.9 ^a	45.9 ^a	46.2 ^a	46.6 ^a	T3
37.7	38.7	38.3	39.2	39.6	41.4 ^b	42.1	44.1 ^a	45.3 ^b	45.5 ^a	46.0 ^a	46.5 ^a	T4
0.14	0.08	0.11	0.08	0.13	0.10	0.11	0.10	0.09	0.06	0.08	0.05	SEM
Interaction												سطح معنی‌داری (P values) و اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک
<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.04	Organic acid & Prebiotic
<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	کیفیت سویای Soybean
0.41	0.62	0.42	0.36	0.56	<0.01	Ns	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	اثر متقابل

تیمار یک: بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین، تیمار دو: بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۳۸ درصد پروتئین، تیمار سه: حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین، تیمار چهار: حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۳۸ درصد پروتئین بود.

Treatment one: without the combination of organic acids and probiotics and containing soy 42% protein, treatment two: without the combination of organic acids and probiotics and containing soy 38% protein, treatment three: containing the combination of organic acids and probiotics and containing soy 42% protein, treatment four: It contains a combination of organic acids and probiotics and contains soy (38% protein).

a, b, c, and d: non-common letters indicate a significant difference between the means of each column ($P < 0.05$).

Slavin, 2012). از سوی دیگر، تحقیقات مختلف در زمینه اسیدهای آلی و پری بیوتیک نشان داده است بسیاری از آن‌ها محرک هضم مواد مغذی هستند و از این رو می‌توانند با افزایش زیست‌فراهمی مواد مغذی، زمینه افزایش عملکرد تولیدی طیور را فراهم نمایند (Rusenova and Oussalah *et al.*, 2007; Parvanov, 2009 and Santurio *et al.*, 2007). افزایش فراهمی پروتئین که در اثر افزایش زیست‌فراهمی مواد مغذی ایجاد می‌گردد، افزایش وزن مرغ‌ها را به دنبال خواهد داشت (Mohiti-Asli *et al.*, 2012 and Van Emous *et al.*, 2015). همچنین تحقیقات انجام شده در زمینه اثرات متابولیسمی اسیدهای آلی و پری بیوتیک بر عملکرد طیور نشان داده است که آن‌ها سبب بهبود تکثیر سلولی و تحریک سنتز پروتئین‌ها شده و از این رو تأثیرات مفیدی بر عملکرد طیور دارند (Jin *et al.*, 1998 and Xu *et al.*, 2003). تحقیقات دیگر در زمینه تأثیرات استفاده از اسیدهای آلی و پری بیوتیک نشان داده است که آنها محرک توسعه بافت پوششی دستگاه گوارش هستند و با افزایش نسبت ارتفاع پرزها به عمق کریپت سبب افزایش سطح جذب مواد مغذی می‌شوند که افزایش جذب و فراهمی مواد مغذی را به همراه خواهد داشت (Hernandez *et al.*, 2006).

تاثیر تیمارهای آزمایشی بر ضریب تبدیل خوراک در جدول ۵ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، افزودن ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و همچنین استفاده از سویای باکیفیت در جیره مرغ‌های تخم‌گذار مورد مطالعه سبب بهبود ضریب تبدیل در طول دوره آزمایش گردید ($p < 0.05$). ضریب تبدیل خوراک در ۵ هفته ابتدایی آزمایش تحت تأثیرات متقابل عوامل آزمایشی قرار داشت. تیمار دو که دارای سویای کم پروتئین بود اما از اسیدهای آلی و پری بیوتیک در آن استفاده نشده بود بیشترین ضریب تبدیل خوراک را داشت ($p < 0.05$). روند تغییرات ضریب تبدیل در این مدت نشان داد که می‌توان با استفاده از مخلوط اسیدهای آلی و پری بیوتیک، تأثیرات نامطلوب سویای کم پروتئین در جیره را تعدیل نمود. در هفت هفته پایانی آزمایش، ضریب تبدیل به‌طور عمده تحت تأثیر معنی‌دار اثرات اصلی عوامل آزمایشی قرار گرفت به‌طوری‌که تیمارهای دارای اسیدهای آلی و پری بیوتیک کمترین و تیمارهای دارای سویای کم پروتئین در خوراک، بیشترین ضریب تبدیل خوراک را داشتند ($p < 0.05$). تحقیقاتی که در مورد اثرات کاهش دریافت مواد مغذی در طیور انجام شده نشان می‌دهد که کاهش کیفیت اقلام خوراک به‌صورت کاهش عملکرد و کاهش قابلیت هضم مواد مغذی نمود پیدا می‌کند (Liu *et al.*, 2013 and Roberfroid and

جدول ۵- ضریب تبدیل خوراک طی ۱۲ هفته تولید (۷۴-۸۵ هفتگی)

Table 5. Feed conversion ratio during 12 weeks of production (74-85 weeks)

سن (هفته) Age (Week)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
اسیدهای آلی و پری بیوتیک در جیره												
بدون	3.43	3.48	3.57	3.66	3.71	3.74	3.82	4.09	4.16	4.18	4.15	4.26
دارای	3.43	3.44	3.45	3.46	3.50	3.60	3.62	3.68	3.72	3.77	3.73	3.79
SEM	0.005	0.008	0.007	0.01	0.01	0.014	0.01	0.01	0.01	0.017	0.014	0.015
کیفیت سویای جیره												
مرغوب	3.42	3.44	3.45	3.47	3.51	3.55	3.63	3.67	3.73	3.74	3.73	3.80
High Quality	3.46	3.49	3.56	3.65	3.70	3.80	3.82	4.10	4.15	4.20	4.15	4.24
کم پروتئین	0.005	0.008	0.007	0.01	0.01	0.014	0.01	0.01	0.01	0.017	0.014	0.015
Low protion												
SEM												
اثرات متقابل												
تیمار یک	3.42 ^b	3.44 ^b	3.47 ^b	3.50 ^b	3.57 ^b	3.60	3.75 ^b	3.87	3.94	3.93	3.93	4.03
تیمار دو	3.48 ^a	3.52 ^a	3.67 ^a	3.83 ^a	3.58 ^a	3.89	3.89 ^a	4.32	4.38	4.42	4.38	4.50
تیمار سه	3.43 ^b	3.43 ^b	3.44 ^b	3.43 ^{bc}	3.46 ^b	3.49	3.50 ^b	3.48	3.52	3.55	3.53	3.58
تیمار چهار	3.44 ^b	3.45 ^b	3.46 ^b	3.48 ^b	3.55 ^c	3.70	3.74 ^c	3.88	3.92	3.98	3.93	3.99
SEM	0.004	0.006	0.005	0.008	0.009	0.01	0.009	0.013	0.008	0.01	0.01	0.01
سطح معنی‌داری (P values)												
اسیدهای آلی و												
پری بیوتیک	<0.04	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Organic acid & Prebiotic												
کیفیت سویا												
Quality Soybean	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
اثر متقابل												
Interaction	<0.0001	<0.01	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.54	<0.01	0.56	0.36	0.62	0.51	0.26

تیمار یک: بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین، تیمار دو: بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۳۸ درصد پروتئین، تیمار سه: حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین، تیمار چهار: حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۳۸ درصد پروتئین بود.

Treatment one: without the combination of organic acids and probiotics and containing soy 42% protein, treatment two: without the combination of organic acids and probiotics and containing soy 38% protein, treatment three: containing the combination of organic acids and probiotics and containing soy 42% protein, treatment four: It contains a combination of organic acids and probiotics and contains soy (38% protein).

a, b, c, and d: non-common letters indicate a significant difference between the means of each column ($P < 0.05$).

سلولی و تحریک سنتز پروتئین‌ها، باعث افزایش زیست‌فراهمی مواد مغذی می‌شوند (Kim and Paik., 2007 and Zhonghong and Yuming, 2006). با توجه به این موارد انتظار می‌رفت که افزایش فراهمی انرژی در اثر افزایش هضم، جذب و زیست‌فراهمی مواد مغذی سبب افزایش ذخیره چربی

همان‌گونه که در جدول شماره ۶ مشاهده می‌شود، چربی محوطه بطنی در شروع آزمایش (سن ۷۳ هفتگی) و پایان آزمایش (سن ۸۵ هفتگی) اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف نشان نداد ($P \geq 0.05$). اسیدهای آلی و پری بیوتیک با مکانیزم‌هایی نظیر افزایش سطح جذب و همچنین بهبود تکثیر

که مخلوط اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک خواص ضد میکروبی دارند که باعث ارتقاء سیستم ایمنی و سلامت پرند می‌شود (Milbradt *et al.*, 2014). اسیدهای آلی برخلاف اسیدهای معدنی به راحتی می‌توانند از دیواره سلولی میکروب‌ها عبور کرده و با تغییر ساختار ژنوم سبب اختلال در تقسیم سلولی و در نهایت باعث مرگ آنها شوند (VanImmerseel *et al.*, 2006). همچنین نتایج تحقیقات نشان می‌دهد استرس ایجاد شده در اثر مصرف اقلام خوراکی نامرغوب افزایش ترشح کورتیکواسترون‌ها را به همراه دارد که باعث سرکوب سیستم ایمنی می‌شود (Onbasilar *et al.*, 2009 and Savino and Dardenne, 2010).

بطنی به موازات افزایش وزن مرغ‌ها شود. در پژوهشی که محیطی اصلی و همکاران (Mohiti-Asl *et al.*, 2012) در زمینه تأثیر سطوح مختلف پروتئین جیره مرغ‌های مادر انجام دادند، نتایج نشان داد که افزایش پروتئین جیره با تأثیر بر متابولیسم و سنتز چربی‌ها سبب کاهش میزان چربی بطنی می‌شود. نتایج تأثیر تیمارهای آزمایشی بر سیستم ایمنی سلولی نیز در جدول شماره ۶ ارائه شده است. پاسخ ایمنی سلولی به تزریق DNCB به‌طور معنی‌داری با استفاده از مخلوط اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک افزایش و با وجود سویی کم پروتئین در خوراک کاهش یافت ($P < 0.05$). تحقیقات مختلف نشان داده است

جدول ۶- چربی بطنی، پاسخ سیستم ایمنی سلولی و جمعیت میکروبی سکوم
Table 6. Abdominal fat, cellular immune system response and cecum microbial population

تیمارهای آزمایشی Experimental Treatments	چربی بطنی Abdominal fat			پاسخ سیستم ایمنی سلولی (سن ۸۵ هفته‌گی) Cellular immune response (85 Weekly)	جمعیت میکروبی سکوم‌ها (cfu/g)
	۷۳ هفته‌گی (شروع آزمایش) 73 Weekly (Start of Test)	۸۵ هفته‌گی (۱۲ هفته) 85 Weekly (12 Weeks)	چربی بطنی Abdominal fat		
اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک در جیره بدون دارای SEM کیفیت سویی جیره مرغوب	Without	3.11	3.07	2.90	11.05
	With	3.12	3.03	3.07	2.65
High Quality		0.02	0.035	0.02	0.16
کم پروتئین SEM اثرات متقابل	Low protion	3.12	3.03	3.12	2.60
		3.11	3.07	2.85	11.10
بدون اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک-سویی مرغوب Without Organic acid & Prebiotic-Soybean High Quality		0.02	0.035	0.02	0.16
بدون اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک-سویی کم پروتئین Without Organic acid & Prebiotic- Soybean Low protion		3.10	3.09	3.03	3.10 ^b
		3.13	3.06	2.77	3.90 ^a
حاوی اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک-سویی مرغوب With Organic acid & Prebiotic-Soybean High Quality		3.15	2.98	3.21	2.10 ^c
		3.10	3.08	2.94	3.20 ^b
حاوی اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک - سویی کم پروتئین With Organic acid & Prebiotic- Soybean Low protion		0.018	0.024	0.01	0.11
SEM سطح معنی‌داری (P values) اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک					
کیفیت سویا اثر متقابل	Organic acid & Prebiotic	0.80	0.34	<0.0001	<0.0001
	Soybean Quality	0.76	0.54	<0.0001	<0.0001
	Interaction	0.32	0.18	0.79	<0.0001

تیمار یک: بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین، تیمار دو: بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۲۸ درصد پروتئین، تیمار سه: حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین، تیمار چهار: حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۲۸ درصد پروتئین بود.
Treatment one: without the combination of organic acids and probiotics and containing soy 42% protein, treatment two: without the combination of organic acids and probiotics and containing soy 38% protein, treatment three: containing the combination of organic acids and probiotics and containing soy 42% protein, treatment four: It contains a combination of organic acids and probiotics and contains soy (38% protein).
a, b, c, and d: non-common letters indicate a significant difference between the means of each column ($P < 0.05$).

تخریب پرزها را در پی داشته باشد سبب افزایش عمق کریپت‌ها خواهد شد. نتایج تحقیقات مختلف در مورد اثرات نامطلوب جیره‌های اقلام خوراکی نامرغوب نشان می‌دهد که این جیره‌ها با برهم زدن توازن فلور میکروبی بر ریخت شناسی دستگاه گوارش تأثیر منفی می‌گذارند (Horosova *et al.*, 2012 and Roberfroid and Slavin, 2012). چنین جیره‌هایی افزایش تخریب پرزهای روده را در پی دارند و از این‌رو باعث افزایش عمق کریپت‌ها می‌شوند (Kim and Paik., 2007 and Liu *et al.*, 2013). از سوی دیگر نتایج تحقیقات در مورد مخلوط اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک نشان داده است که آن‌ها محرک توسعه بافت پوششی دستگاه گوارش هستند و افزایش نسبت ارتفاع پرزها به عمق کریپت را سبب می‌شوند (Hernandez *et al.*, 2006 and Kim and Paik., 2007).

نتایج بررسی تأثیر عوامل آزمایشی بر ریخت‌شناسی روده باریک در قسمت دئودنوم در جدول ۷ ارائه شده است. استفاده از مخلوط اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع پرزهای دئودنوم گردید ($p < 0.05$). وجود سویی کم پروتئین در خوراک افزایش معنی‌دار عمق کریپت‌ها را سبب شد ($p < 0.05$). نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت تحت تأثیر معنی‌دار اثرات متقابل عوامل آزمایشی تغییر نمود به‌طوری‌که تیمار دارای مخلوط اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک و سویی مرغوب در خوراک، بیشترین و تیمار بدون مخلوط اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک و سویی کم پروتئین در خوراک، کمترین نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت را داشت ($p < 0.05$). عرض پرزهای دئودنوم تحت تأثیر عوامل آزمایشی تغییر نکرد و اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p \geq 0.05$). هر عاملی که افزایش

جدول ۷- ریخت‌شناسی روده کوچک (سن ۵۵ هفتگی)

Duodenum (μm) دودنوم					
ارتفاع پرز / عمق کریپت Height Lint Crypt Depth	عمق کریپت Crypt Depth	عرض پرز Width Lint	ارتفاع پرز Height Lint		
Organic acid & Prebiotic in Diet				اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک در جیره	
8.24	177.3	223.0	1454.7	Without	بدون
9.01	177.2	220.1	1594.3	With	دارای
0.09	1.76	1.83	7.03		SEM
Soybean Quality of Diet				کیفیت سویای جیره	
9.16	169/6	221.3	1553.1	High Quality	مرغوب
8.10	184.9	221.8	1495.9	Low protion	کم پروتئین
0.09	1.76	1.83	7.03		SEM
Interaction				اثرات متقابل	
8.91 ^b	167.6	219.2	14.93.2	Without Organic acid & Prebiotic-Soybean High Quality	بدون اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک-سویای مرغوب
7.58 ^c	187.0	226.8	1416.2	Without Organic acid & Prebiotic- Soybean Low protion	بدون اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک-سویای کم پروتئین
9.40 ^a	171.5	223.4	1613.0	With Organic acid & Prebiotic-Soybean High Quality	حاوی اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک-سویای مرغوب
8.63 ^b	182.8	216.8	1575.6	With Organic acid & Prebiotic- Soybean Low protion	حاوی اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک-سویای کم پروتئین
0.06	1.24	3.29	4.97		SEM
<0.0001	0.54	0.34	<0.0001	سطح معنی‌داری (P values) اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک	
<0.0001	<0.0001	0.45	<0.0001	کیفیت سویا	
<0.01	0.32	0.38	0.53	اثر متقابل	

تیمار یک: بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین، تیمار دو: بدون ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۳۸ درصد پروتئین، تیمار سه: حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۳۸ درصد پروتئین، تیمار چهار: حاوی ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک و حاوی سویا ۴۲ درصد پروتئین. بود.

Treatment one: without the combination of organic acids and probiotics and containing soy 42% protein, treatment two: without the combination of organic acids and probiotics and containing soy 38% protein, treatment three: containing the combination of organic acids and probiotics and containing soy 42% protein, treatment four : It contains a combination of organic acids and probiotics and contains soy (38% protein).

a, b, c, and d: non-common letters indicate a significant difference between the means of each column (P<0.05).

نتیجه‌گیری کلی

ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک سبب بهبود عملکرد مرغ‌های تغذیه شده با سویای کم پروتئین شد. لذا با توجه به کیفیت پایین اقلام خوراکی، استفاده از ترکیباتی که بر فرآیند هضم، جذب و زیست‌فراهمی خوراک تأثیر مثبت می‌گذارد، و در نتیجه سبب بهبود عملکرد تولیدی گله دارد ضروری می‌باشد.

در کل نتایج نشان داد که استفاده از ترکیب اسیدهای آلی و پروبیوتیک در جیره مرغ‌های تخم‌گذار سبب بهبود عملکرد تولیدی و سلامت دستگاه گوارش شد. همچنین استفاده از

References

- Alavi, S.A.N., Zakeri, A., Kamrani, B., & Pourakbari, Y. (2012). Effect of prebiotics, probiotics, acidfire, growth promoter antibiotics and synbiotic on humoral immunity of broiler chickens. *Global Veterinaria*, 8, 612-617. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:85613141>
- Antongiovanni M., Buccioni, A., Francesco, P., Leeson, S., Minieri, S., Martini, A., & Cecchi, R. (2007). Butyric acidglycerides in the diet of broiler chickens: effects on gut histology and carcass composition. *Italian journal of animal science*, 6: 19-25. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.19>
- Baurhoo, B., Ferket P. R., & Zhao., X. (2009). Effects of diets containing different concentrations of mannanoligosaccharide or antibiotics on growth performance, intestinal development, cecal and litter microbial populations, and carcass parameters of broilers. *Poultry Science*, 88, 2262-2272. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00562>
- Bravo, D., Pirgozliev, V., & Rose, S.P. (2014). A mixture of carvacrol, cinnamaldehyde and capsicum oleoresin improves energy utilization and growth performance of chickens fed maize based diet. *Journal of Animal Science*, 92,1531–1536. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6244>
- Deriu, A., Zanetti, S., Sechi, L.A., Marongiu, B., Piras, A., Porcedda, S., & Tuveri, E. (2008). Antimicrobial activity of Inulahelenium L. essential oil against Gram-positive and Gram negative bacteria and Candida spp. *IJAA*, 31, 588-590. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2008.02.006>
- Dibner, J.J., & Buttin, P. (2002). Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *Journal of Apply Poultry Reserch*, 11, 453–463.
- Garcia, A., Lazaro, R., & Mateos, G. G. (2003). Heat processing of barley and enzyme supplementation of diets for broilers. *Poultry Science*, 82, 1281-1291. <https://doi.org/10.1093/japr/11.4.453>
- Hernandez, F., Garcia, V., Madrid, J., Orengo, J., Catala, P., & Megias, M. D. (2006). Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chicken. *British Poultry Science*, 47, 50–56. <https://doi.org/10.1080/00071660500475574>
- Horosova, K., Bujnakova, D., & Kmet, V. (2012). Effect of oregano essential oil on chicken lactobacilli and E. coli. *Folia Microbiol*, 51, 278-280. <https://doi.org/10.1007/BF02931812>

- Isabel, B., & Santos, Y. (2009). Effects of dietary organic acids and essential oils on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Journal of Apply Poultry Research*, 18, 472–476. <https://doi.org/10.3382/japr.2008-00096>
- Jin L.Z., Ho, Y.W., Abdullah, N., & Jalaludin, S. (1998). Growth performance, intestinal microbial populations and serum cholesterol of broilers fed diets containing Lactobacillus Cultures. *Poultry Science*, 77, 1259-1265. <https://doi.org/10.1093/ps/77.9.1259>
- KhodambashiEmami, N., ZafariNaeini, S., & Ruiz-Feria, C.A. (2013). Growth performance, digestibility, immune response and intestinal morphology of male broilers fed phosphorus deficient diets supplemented with microbial phytase and organic acids. *Livestock Science*, 157, 506 – 513. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.08.014>
- Kim, C.H., & Paik, I.K. (2007). Effects of supplementary immune modulators (MOS, Lectin) and organic acid mixture (organic acid F, organic acid G) on the performance, profile of leukocytes and erythrocytes, small intestinal microflora and immune response in laying hens. *Korea Journal Animal Science Technology*, 49, 481-490. <https://doi.org/10.5187/JAST.2007.49.4.481>
- Liu, S.Y., Selle P.H., & Cowieson, A. J. (2013). Strategies to enhance the performance of pigs and poultry on sorghum-based diets. *Animal Feed Science Technology*, 181, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.01.008>
- Milbradt E.L., Okamoto, A.S., Rodrigues, J.C.Z., Garcia, E.A., Sanfelice, C., Centenaro, L.P., & Filho, R.L.A. (2014). Use of organic acids and competitive exclusion product as an alternative to antibiotic as a growth promoter in the raising of commercial turkeys. *Poultry Science*, 93, 1855–1861. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03593>
- Moharrery, A., & Mohammadpour, A.A. (2005). Effect of Diets Containing Different Qualities of Barley on Growth Performance and Serum Amylase and Intestinal Villus Morphology. *International Journal of Poultry Science*, 4, 549-556. <https://doi.org/10.3923/ijps.2005.549.556>
- Mohiti-Asli, M., Shivazad, M., & Zaghari, M. (2012). Dietary fibers and crude protein content alleviate hepatic fat deposition and obesity in broiler breeder hens. *Poultry Science*, 91, 3107–3114. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-02040>
- Mojgani N, Sanjabi M R, Dalimi M H, Vaseji N, Elahe Z Y A. (2020). Effect of Probiotic and Herbal Extracts on Performance, Blood Biochemistry and Immune System of Broiler Chicks. *Res Anim Prod*. 11(28), 1-10. <http://rap.sanru.ac.ir/article-1-836-fa.html>
- Onbasilar, E.E., Yalcin, S., Torlak E., & Ozdemir, P. (2009). Effects of early feed restriction on live performance, carcass characteristics, meat and liver composition, some blood parameters, heterophil-lymphocyte ratio, antibody production and tonic immobility duration. *Tropical Animal Health Production*, 41, 1513-1519. <https://doi.org/10.1007/s11250-009-9341-8>
- Oussalah M., Caillet, S., Saucier, L., & Lacroix, M. (2007). Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: E. coli 0157:H7, Salmonella Typhimurium, Staphylococcus aureus and Listeria monocytogenes. *Food Control*, 18, 414-420. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.11.009>
- Paul, S. K., Halder, G., Mondal, M. K., & Samanta., G., (2007). Effect of organic acid salt on the performance and gut health of broiler chicken. *Japan Poultry Science*, 44, 389–395. <https://doi.org/10.2141/jpsa.44.389>
- Roberfroid, M., & Slavin, J. (2012). Non digestible oligosaccharides. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40, 461-480. <https://doi.org/10.1080/10408690091189239>
- Rusenova, N., and Parvanov, P. (2009). Antimicrobial activities of twelve essential oils against microorganisms of veterinary importance. *Trakia Journal of Sciences*, 7(1), 37-43. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20093218939>
- Santurio, J.M., Santurio, D.F., Pozzatti, P., Moraes, C., Franchin, P.R., & Alves, S.H. (2007). Antimicrobial activity of essential oils from oregano, thyme and cinnamon against Salmonella entericaserovars from avian source. *Cienc rural*, 37, 803-808. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109356>
- SAS Institute Inc. (2004). SAS User's Guide. Statistics. Version 9.1 edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Savino, W., & Dardenne, M. (2010). Nutritional imbalances and infections affect the thymus: consequences on T-cell-mediated immune responses. *Procee Nutrition Society*, 69, 636-643. <https://doi.org/10.1017/S0029665110002545>
- Toit, N.D. (2011). Dietary inclusion of probiotics and prebiotics improved the health and performance of broilers challenged with Salmonella typhimurium. M.Sc. Thesis, University of Pretoria, South Africa. <https://repository.up.ac.za/handle/2263/25920>
- Van Emous R.A., Kwakkkel, R.P., Van Krimpen, M.M., & Hendriks, W.H. (2015). Effects of growth patterns and dietary protein levels during rearing of broiler breeders on fertility, hatchability, embryonic mortality, and offspring performance. *Poultry Science*, 94, 681–691. <https://doi.org/10.3382/ps/pev024>
- Van Immerseel, F., Russell, J. Flythe, M., Gantois, I., Timbermont, L., Pasmans, F., Haesebrouck, F., & Ducatelle, R. (2006). The use of organic acids to combat Salmonella in poultry: A mechanistic explanation of the efficacy. *Avian Pathol*, 35, 182–188. <https://doi.org/10.1080/03079450600711045>
- Velasco S., Ortiz, L.T., Alzueta, C., Rebole, A., Trevino J., & Rodriguez, M.L. (2010). Effect of inulin supplementation and dietary fat source on performance, blood serum metabolites, liver lipids,

- abdominal fat deposition, and tissue fatty acid composition in broiler chickens. *Poultry Science*, 89, 1651-1662. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00687>
- Xu, Z. R., Hu, C. H., Xia, M. S., Zhan, X. A., & Wang, M. Q. (2003). Effects of dietary fructooligosaccharides on digestive enzyme activities, intestinal microflora, and morphology of male broilers. *Poultry Science*, 82, 1030-1036. <https://doi.org/10.1093/ps/82.6.1030>
- Zhonghong, H., & Yuming, G. (2006). Effects of dietary sodium butyrate supplementation on the intestinal morphological structure, absorptive function and gut flora in chickens. *Animal Feed Science Technology*, 54, 234-244. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.03.017>
- Zahedian far S, Rezaei M, Kazemi fard M. (2023). The Effect of Adding Stevia Leaf Powder and Probiotics on Performance, Carcass Characteristics, Intestinal Microbial Population and some Blood Parameters in Japanese quail. *Res Anim Prod*. 14(42), 1-10 (In Persian).