



"مقاله پژوهشی"

اثرات افزودن پری‌بیوتیک مایع و آنتی‌بیوتیک بر عملکرد تولید، کیفیت تخم‌مرغ، فراسنجه‌های خونی و عملکرد سیستم ایمنی مرغ‌های تخم‌گذار در دوره پس از تولد

رویا عیاری^۱، مجید علیایی^۲، حسین جانمحمدی^۳ و روح الله کیانفر^۴

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تغذیه طیور، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، (نویسنده مسوول: majidolyayee@yahoo.com)
۳ و ۴- استاد و استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۴
صفحه: ۴۰ تا ۵۱

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: استفاده از پری‌بیوتیک‌ها در جیره‌های غذایی مرغ‌های تخم‌گذار می‌تواند به‌عنوان جایگزینی برای آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد عمل کند و اثرات مفیدی بر عملکرد تولید و کیفیت تخم‌مرغ داشته باشد. این آزمایش جهت ارزیابی اثرات افزودن سطوح مختلف پری‌بیوتیک مایع بر عملکرد تولید، کیفیت تخم‌مرغ در دما و زمان‌های مختلف نگهداری، عملکرد سیستم ایمنی هومورال و فراسنجه‌های خونی مرغ‌های تخم‌گذار در دوره پس از تولد انجام شد.

مواد و روش‌ها: بدین منظور تعداد ۱۴۴ قطعه مرغ تخم‌گذار لگه‌پورن سویه، های لاین W-36 در سن ۸۳ هفتگی در قالب طرح کاملاً تصادفی به ۶ تیمار، ۴ تکرار ۶ قطعه‌ای اختصاص داده شد و با جیره‌های آزمایشی به مدت ۶ هفته تغذیه شدند. جیره‌های غذایی آزمایشی عبارت بودند از: ۱- جیره شاهد بر پایه ذرت-کنجاله سویا و بدون افزودن پری‌بیوتیک مایع، ۲ الی ۵- جیره پایه به همراه افزودن ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ میلی‌لیتر در هر کیلوگرم جیره غذایی پری‌بیوتیک مایع، ۶- جیره پایه به همراه افزودن ۵۰۰ میلی‌گرم آنتی‌بیوتیک اکسی‌تتراسایکلین در هر کیلوگرم جیره غذایی. صفات عملکرد تولید از قبیل درصد تولید تخم‌مرغ، وزن تخم‌مرغ، تولید توده‌ای تخم‌مرغ، به صورت روزانه و مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک به صورت هفتگی محاسبه شد. برای بررسی اثرات استفاده از افزودنی بر صفات مرتبط با کیفیت تخم‌مرغ در دما دمای یخچال (۴°C) و دمای اتاق (۲۵°C) و زمان مختلف نگهداری (۰، ۷ و ۱۴ روز)، در پایان هفته ۲، ۴ و ۶ آزمایش، دو عدد تخم‌مرغ از هر تکرار انتخاب و صفات مرتبط اندازه‌گیری شد. بررسی عملکرد سیستم ایمنی هومورال با اندازه‌گیری عیار آنتی‌بادی تولید شده بر علیه گلبول قرمز گوسفند (SRBC) انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌های این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS صورت گرفت. تجزیه واریانس داده‌های صفات کیفیت تخم‌مرغ در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۶×۲×۳ (۶ سطح پری‌بیوتیک مایع و آنتی‌بیوتیک، ۲ دمای نگهداری و سه زمان مختلف نگهداری) انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که با افزایش پری‌بیوتیک مایع در جیره غذایی درصد تولید تخم‌مرغ ($p=0/0057$) و تولید توده‌ای تخم‌مرغ ($p=0/0013$) به طور خطی افزایش و ضریب تبدیل خوراک ($p=0/0016$) به طور خطی کاهش یافت. استفاده از پری‌بیوتیک مایع تأثیر معنی‌داری بر صفات کیفیت خارجی تخم‌مرغ از جمله شاخص شکل تخم‌مرغ، درصد پوسته و ضخامت پوسته نداشت ($p>0/05$)، ولی اثر مدت زمان نگهداری بر شاخص شکل تخم‌مرغ و اثر دمای نگهداری بر ضخامت پوسته و شاخص شکل تخم‌مرغ معنی‌دار بود ($p<0/05$). افزودن پری‌بیوتیک مایع سطح کلسترول، گلوکز، کلسیم و آسپارات آمینوترانسفراز سرم خون مرغ‌های تخم‌گذار را تحت تأثیر قرار داد ($p<0/05$). تولید ایمونوگلوبولین کل با افزایش سطح پری‌بیوتیک افزودنی در جیره غذایی افزایش یافت ($p<0/05$).

نتیجه‌گیری: در مجموع، می‌توان به جای استفاده از آنتی‌بیوتیک محرک رشد، از ۲ میلی‌لیتر پری‌بیوتیک مایع در هر کیلوگرم جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار در دوره پس از تولد استفاده کرد، در این صورت، عملکرد تولید افزایش می‌یابد و با تقویت سطح ایمونوگلوبولین‌های اختصاصی، وضعیت سیستم ایمنی بهبود می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: پاسخ ایمنی هومورال، پری‌بیوتیک، کیفیت تخم‌مرغ، مرغ‌های تخم‌گذار

مقدمه

در سال‌های اخیر توجه مصرف‌کنندگان گوشت و تخم‌مرغ به مسئله سلامتی محصولات طیور افزایش یافته است. برخی شواهد موجود نشان می‌دهند که استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد ممکن است باعث مقاومت عوامل بیماری‌زا شوند. بدین علت در اتحادیه اروپا کاربرد آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در جیره غذایی طیور از سال ۲۰۰۶ ممنوع گردیده است. آنتی‌بیوتیک‌ها عمدتاً برای کنترل عوامل بیماری‌زا مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین، با کاهش تعداد و تنوع میکروارگانیسم‌های مقیم روده می‌تواند اثرات نامطلوبی بر جمعیت میکروبی و در نتیجه میزبان داشته باشند. در این راستا، افزودنی‌های خوراکی از قبیل پری‌بیوتیک‌ها به صنایع پرورش دام و طیور به‌عنوان جایگزین آنتی‌بیوتیک‌ها معرفی گردیدند (۲۲). پری‌بیوتیک‌ها عبارتند از مواد مغذی غیرقابل هضمی که با تحریک انتخابی رشد و یا فعالیت یک یا تعدادی از باکتری‌ها در بخش اعظمی از دستگاه گوارش، بر میزبان اثر مطلوبی بجا

می‌گذارند (۱۲). پری‌بیوتیک‌ها توسط میزبان هضم نمی‌شوند و یا به مقدار کمی استفاده می‌شوند، لذا می‌توانند با عبور از قسمت‌های ابتدایی دستگاه گوارش، به محل روده باریک و فعالیت میکروارگانیسم‌های روده برسند (۲۵). پری‌بیوتیک‌ها به طور انتخابی، با افزایش رشد و فعالیت باکتری‌های مفید روده از قبیل لاکتوباسیل‌ها و بیفیدوباکترها و کاهش رشد و فعالیت باکتری‌های مضر از قبیل *اشریشیا کولی* و *سالمونلا*، باعث بهبود سلامت میزبان می‌شوند (۷). از مزایای استفاده از پری‌بیوتیک‌ها در طیور می‌توان به پیشگیری از اسهال و التهاب روده، بهبود کیفیت گوشت، افزایش تولید تخم‌مرغ، کاهش جمعیت میکروارگانیسم‌های مضر، افزایش کیفیت و بهبود وزن تخم مرغ، کاهش بوی فضولات و تولید گاز آمونیاک در سالن پرورش (به ویژه پرورش در بستر)، بهبود ضریب تبدیل خوراک، افزایش عملکرد سیستم ایمنی اشاره کرد (۳۷). سادیا و همکاران (۲۶) نشان دادند که سطوح مختلف پری‌بیوتیک می‌تواند مقدار کلسترول سرم خون مرغ‌های تخم‌گذار را کاهش

تخم‌گذار سویه‌های لاین - W36 از سن ۸۳ هفتگی بعد از دو هفته دوره عادت‌پذیری (۸۲-۸۱ هفتگی)، به مدت ۶ هفته به صورت کاملاً تصادفی به ۶ تیمار آزمایشی، ۴ تکرار و ۶ قطعه پرند (در دو قفس مجاور که به عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد و در هر قفس ۳ قطعه پرند قرار داشت) اختصاص یافت. جیره‌های غذایی آزمایشی بر اساس توصیه‌های تغذیه‌ای دفترچه راهنمای پرورش سویه‌های لاین - W36 (۲۰۱۶) و با استفاده از نسخه ۲/۱۱ نرم‌افزار جیره‌نویسی WUFFDA تنظیم گردیدند. ترکیب جیره غذایی پایه و اجزای تشکیل‌دهنده آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

جیره‌های غذایی آزمایشی به‌صورت زیر بود: ۱- جیره غذایی بر پایه ذرت - کنجاله سویا و بدون افزودن پری‌بیوتیک مایع، ۲- جیره غذایی پایه به همراه افزودن ۰/۵ میلی‌لیتر پری‌بیوتیک مایع در هر کیلوگرم جیره غذایی، ۳- جیره غذایی پایه به همراه افزودن ۱/۰ میلی‌لیتر پری‌بیوتیک مایع در هر کیلوگرم جیره غذایی، ۴- جیره غذایی پایه به همراه افزودن ۱/۵ میلی‌لیتر پری‌بیوتیک مایع در هر کیلوگرم جیره غذایی، ۵- جیره غذایی پایه به همراه افزودن ۲/۰ میلی‌لیتر پری‌بیوتیک مایع در هر کیلوگرم جیره غذایی، ۶- جیره غذایی پایه به همراه افزودن ۰/۵ گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی آنتی‌بیوتیک اکسی‌تتراسایکلین.

پری‌بیوتیک مایع استفاده شده در این آزمایش، پری‌بیوتیک سلماناکس، محصول شرکت Arm & Hammer Animal Nutrition (VI-COR) ایالات متحده آمریکا بود. سلماناکس محصولی است که با استفاده تکنولوژی جدید و با بهره‌گیری از آنزیم‌های اختصاصی از دیواره سلولی مخمر ساکارومایسس سرویزیا قسمتی را جداسازی می‌کنند که به آن کربوهیدرات‌های عملکردی خالص‌سازی شده (RFC) اطلاق می‌شود و حاوی مانان-الیگوساکارید (MOS) و بتاگلوکان‌ها (β -Glu) است. ابعاد هر قفس $۳۰ \times ۳۰ \times ۴۶$ سانتی‌متر (به ترتیب طول، عرض و ارتفاع) بود. سیستم آبخوری از نوع نیپلی و سیستم دانخوری ناودانی بود. برنامه نوری سالن پرورش بر اساس توصیه سویه‌های لاین - W36 به صورت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. دمای سالن در طول اجرای آزمایش در دامنه ۲۰-۲۲ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید.

دهد. در آزمایشی که توسط مینگ و همکاران (۲۰) انجام شد درصد تولید تخم‌مرغ، تعداد گلبول‌های سفید خون، کیفیت تخم‌مرغ و قابلیت هضم مواد مغذی در مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم آنتی‌بیوتیک آویلامایسن به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم پری‌بیوتیک (کیتو-اولیگوساکارید) در مقایسه با تیمار شاهد بهبود یافت. تغذیه جوجه‌های گوشتی با مانان-الیگوساکاریدها با افزایش تولید آنتی‌بادی‌ها، منجر به بهبود پاسخ‌های ایمنی پرندگان گردید (۳۰). همچنین در مطالعات دیگر در پرندگان، بهبود تولید آنتی‌بادی‌ها با استفاده از پری‌بیوتیک‌ها گزارش شده است (۳۲، ۳۰، ۲۳، ۶). باکتری‌های سالمونلا و اشریشیا کولای در صنعت طیور عامل مهمی در ایجاد عفونت‌ها و بیماری‌ها می‌باشند که اغلب منجر به بروز خسارت‌های اقتصادی می‌گردند. هر چند استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در کنترل این عفونت‌ها موثر است، اما این داروها موجب کاهش اشتها، کاهش رشد و ایجاد باقیمانده دارویی در محصولات تولیدی می‌شوند. محققان و دانشمندان تغذیه طیور پری‌بیوتیک را محصولی کاملاً طبیعی معرفی نموده‌اند. این محصولات با شیوه مشخص و اثبات شده از طریق کنترل فلور میکروبی دستگاه گوارش، از رشد و تکثیر باکتری‌های بیماری‌زا در آن جلوگیری می‌نمایند. با توجه به اینکه سن پرند یکی از اصلی‌ترین عواملی است که ترکیب، تعداد، تنوع و عملکرد متابولیکی جمعیت میکروبی دستگاه گوارش را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بنابراین، هدف از اجرای آزمایش حاضر بررسی اثرات استفاده از پری‌بیوتیک مایع به عنوان جایگزین احتمالی مناسب برای آنتی‌بیوتیک‌ها در جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار در دوره پس از تولد بر عملکرد تولید تخم‌مرغ و کیفیت تخم‌مرغ در دما و زمان‌های مختلف نگهداری، برخی از فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون و عملکرد سیستم ایمنی بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در سالن پرورش مرغ تخم‌گذار ایستگاه آموزشی و تحقیقاتی خلعت پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در بهار سال ۱۳۹۹ انجام گرفت. تعداد ۱۴۴ قطعه مرغ

جدول ۱- اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب مواد مغذی محاسبه شده جیره غذایی پایه مرغ‌های تخم‌گذار

Table 1. Ingredient and calculated nutrient composition of the basal diet of layer hens

درصد	مواد خوراکی (درصد)
۵۸/۴۵	ذرت زرد
۲۳/۵۲	کنجاله سویا
۱۱/۵۲	پوسته صدف
۳/۸۳	روغن سویا
۱/۳۶	دی‌کلسیم فسفات
۰/۵۰	مکمل ویتامین و مواد معدنی ^۱
۰/۲۵	نمک طعام
۰/۳۳	بی‌کربنات سدیم
۰/۱۸	DL-متیونین
۰/۰۶	L-لیزین
مقدار (درصد)	ترکیب شیمیایی
۲۸۰۰	انرژی قابل متابولیسم (kcal/kg)
۱۵/۵۰	پروتئین خام
۴/۷۵	کلسیم
۰/۴۰	فسفر قابل دسترس
۰/۶۶	متیونین + سیستین
۰/۸۰	لیزین
۰/۵۹	ترئونین
۰/۲۳	تریپتوفان

در هر کیلوگرم خوراک ویتامین و مواد معدنی تامین شده: ویتامین A، ۱۰۰۰۰ IU؛ ویتامین D3، ۲۵۰۰ IU؛ ویتامین E، ۱۰ IU؛ ویتامین K3، ۱۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B1، ۲/۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B2، ۴ میلی‌گرم؛ ویتامین B3، ۸ میلی‌گرم؛ ویتامین B6، ۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B12، ۰/۰۱۵ میلی‌گرم؛ اسید فولیک ۰/۵۶ میلی‌گرم؛ کولین کلراید، ۲۰۰ میلی‌گرم؛ منگنز، ۸۰ میلی‌گرم؛ آهن، ۵۰ میلی‌گرم؛ روی، ۶۰ میلی‌گرم؛ مس، ۱۲ میلی‌گرم؛ ید، ۱ میلی‌گرم؛ و سلنیت سدیم، ۰/۳ میلی‌گرم.

صفات عملکرد تولید

برای بررسی صفات عملکرد تولید، وزن تخم‌مرغ، درصد تولید تخم‌مرغ، تولید توده‌ای تخم‌مرغ به ازای هر مرغ در روز، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک مورد بررسی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری وزن تخم‌مرغ، ابتدا تخم‌مرغ‌های سالم هر یک از واحدهای آزمایشی به صورت روزانه جمع‌آوری و با استفاده از ترازوی الکترونیکی (دقت ± 0.1 گرم) توزین و سپس با تقسیم وزن به تعداد تخم‌مرغ‌ها، میانگین وزن تخم‌مرغ هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری و به صورت هفتگی بیان شد. درصد تولید تخم‌مرغ هر واحد آزمایشی در هر روز از تقسیم تعداد کل تخم‌مرغ‌های تولید شده بر روز مرغ همان واحد و ضرب عدد حاصل در ۱۰۰ اندازه‌گیری شد. برای محاسبه تولید توده‌ای تخم‌مرغ، وزن کل تخم‌مرغ‌های تولیدی هر واحد آزمایشی در هر هفته بر تعداد روز مرغ همان واحد در همان هفته تقسیم شد. مصرف خوراک هر واحد آزمایشی، از تفاضل مقدار دان توزیع شده از مقدار دان باقی‌مانده محاسبه گردید. ضریب تبدیل خوراک جهت تولید تخم‌مرغ، به صورت هفتگی و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$\text{ضریب تبدیل خوراک} = \frac{\text{خوراک مصرفی (گرم)}}{\text{وزن تخم‌مرغ تولیدی (گرم)}}$$

اندازه‌گیری صفات کیفیت تخم‌مرغ

برای بررسی صفات کیفیت تخم‌مرغ، در پایان هر دو هفته (در کل آزمایش سه نوبت) تعداد دو عدد تخم‌مرغ از هر تکرار (۸ عدد برای هر تیمار) به صورت تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شدند. طول و عرض تخم‌مرغ با استفاده از دستگاه کولیس دیجیتال با دقت 0.01 میلی‌متر (کولیس اینسایز، ساخت اتریش) اندازه‌گیری شد و سپس با تقسیم کردن عرض تخم‌مرغ بر طول آن شاخص شکل تخم‌مرغ بدست آمد. برای

اندازه‌گیری درصد پوسته تخم‌مرغ، پس از شکستن تخم‌ها، پوسته جدا و به مدت ۷۲ ساعت در دمای 65°C درجه سانتی‌گراد در داخل آون نگهداری شد و پس از بیرون آوردن از آون و سرد شدن، وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد و وزن به دست آمده بر وزن اولیه تخم‌مرغ تقسیم گردید و درصد وزن پوسته به دست آمد. پس از خشک شدن پوسته از سه مقطع (قسمت پهن، باریک و وسط)، ضخامت پوسته تخم‌مرغ، به وسیله دستگاه ریزسنج مخصوص (FHK، ژاپن) با دقت 0.01 میلی‌متر اندازه‌گیری شد و میانگین سه عدد به دست آمده به عنوان ضخامت پوسته آن تخم‌مرغ ثبت شد. برای تعیین خاکستر پوسته ابتدا ۲ گرم پوسته خشک‌شده برداشته و در کوره تحت دمای 540°C درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت قرارگرفت و سپس وزن آن‌ها اندازه‌گیری و درصد خاکستر محاسبه شد. ارتفاع سفیده غلیظ تخم با استفاده از ریزسنج سه‌پایه (Baxlo، اسپانیا) اندازه‌گیری شد و واحد هاو با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۱۰).

$$\text{HU} = 100 \text{ LOG} (H + 7.75 - 1.7W^{0.37})$$

=HU = واحد هاو، H=ارتفاع سفیده غلیظ برحسب میلی‌متر، W=وزن تخم‌مرغ برحسب گرم.

برای محاسبه درصد زرده و سفیده، ابتدا زرده و سفیده جدا و توسط ترازوی الکترونیکی، توزین و بر اساس درصدی از وزن تخم‌مرغ بیان شد. صفت رنگ زرده با استفاده از مقیاس رنگ رش ارزیابی شد. شاخص زرده پس از اندازه‌گیری قطر و ارتفاع زرده تخم با استفاده از کولیس دیجیتال (با دقت 0.01 میلی‌متر) و با استفاده از فرمول زیر بدست آمد (۱۰).

$$100 \times \frac{\text{قطر زرده}}{\text{ارتفاع زرده}} = \text{شاخص زرده}$$

pH سفیده و زرده تخم‌مرغ با استفاده از pH متر HANA-210 (ساخت ایتالیا) با دقت اندازه‌گیری pH 0.1 اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ابتدا pH متر با محلول‌های بافری استاندارد برای pH های ۴، ۷ و ۱۰ کالیبره گردید و سپس دو گرم از

$Y_{ijkl} = I$ امین مشاهده از i امین سطح عامل A ، Z امین سطح عامل B و k امین سطح عامل C .
 $A_i = A_i$ اثر i امین سطح عامل A ، سطوح مختلف پری بیوتیک و آنتی بیوتیک جیره غذایی ($i=1, \dots, 6$).
 $B_j = B_j$ اثر Z امین سطح عامل B ، دو دمای مختلف نگهداری (۲۵ و ۴ درجه سانتی گراد) ($j=1, 2$).
 $C_k = C_k$ اثر k امین سطح عامل C ، سه زمان مختلف نگهداری (صفر، ۷ و ۱۴ روز نگهداری) ($k=1, 2, 3$).
 $(AB)_{ij}$ = اثر متقابل i امین سطح عامل A و Z امین سطح عامل B .
 $(AC)_{ik}$ = اثر متقابل i امین سطح عامل A و k امین سطح عامل C .
 $(BC)_{jk}$ = اثر متقابل Z امین سطح عامل B و k امین سطح عامل C .
 $(ABC)_{ijk}$ = اثر متقابل i امین سطح عامل A و Z امین سطح عامل B و k امین سطح عامل C .
 ε_{ijkl} = خطای آزمایشی.

نتایج و بحث

صفات عملکرد تولید

نتایج اثرات افزودن سطوح مختلف پری بیوتیک مایع بر صفات عملکردی مرغ‌های تخم‌گذار در جدول ۲ ارائه شده است. با افزودن پری بیوتیک مایع به جیره غذایی، درصد تولید تخم‌مرغ به‌طور خطی افزایش یافت ($p=0/0057$)، به‌صورتی که تیمار حاوی ۲ میلی لیتر پری بیوتیک مایع در هر کیلوگرم خوراک و تیمار شاهد به ترتیب بیشترین (۶۵/۳۷ درصد) و کمترین (۶۱/۰۱ درصد) درصد تولید تخم‌مرغ را در کل دوره آزمایش داشتند. مطابق با نتایج آزمایش حاضر، محققین گزارش کردند که افزودن پری بیوتیک به جیره غذایی باعث افزایش معنی‌دار درصد تولید تخم‌مرغ می‌شود (۱،۲،۲۰). اسواتیکوز و همکاران (۳۴) طی مطالعه‌ای گزارش کردند که افزودن پری بیوتیک در جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار، تولید تخم‌مرغ را در مقایسه با گروه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (۵). افزایش تولید تخم‌مرغ در نتیجه استفاده از پری بیوتیک در جیره غذایی ممکن است به علت اثرات تحریکی فعالیت باکتری‌های مفید روده از قبیل لاکتوباسیل‌ها و بیفیدوباکتریوم، کاهش باکتری‌های نامطلوب شامل *اشریشیا کولای* و *سالمونلا*، افزایش طول پرزهای روده باریک مرتبط باشد که می‌تواند ظرفیت جذب مواد مغذی را افزایش دهد (۱۲). استفاده از پری بیوتیک مایع در جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار در دوره پس از تولد، تفاوت معنی‌داری در میانگین وزن تخم‌مرغ روزانه ایجاد نکرد ($p>0/05$) (جدول ۲)، که با نتایج سایر محققین هماهنگ بود (۱۸،۱۹،۲۰،۳۵) بر اساس نتایج جدول ۲، با افزایش سطح پری بیوتیک مایع در جیره غذایی، تولید توده‌ای تخم‌مرغ نیز به‌طور خطی افزایش پیدا کرد ($p=0/0013$) و تیمار حاوی ۲ میلی لیتر پری بیوتیک مایع در هر کیلوگرم خوراک و تیمار شاهد به ترتیب بیشترین (۴۲/۴۵ گرم/مرغ/روز) و کمترین (۳۹/۴۱ گرم/مرغ/روز) تولید توده‌ای تخم‌مرغ را داشتند. همسو با نتایج حاضر، برخی محققین افزایش تولید توده‌ای تخم را در مرغ‌های تخم‌گذار با افزودن پری بیوتیک

سفیده و زرده برداشته و به درون بشر انتقال و با ۲۰ میلی لیتر آب مقطر به‌طور کامل مخلوط گردید. پس از یکنواخت شدن، الکتروود pH متر را به درون محلول وارد کرده و پس از ثابت شدن عدد نمایشگر مقدار pH ثبت گردید (۱۰).
 به‌منظور بررسی اثرات افزودن پری بیوتیک مایع و آنتی بیوتیک در جیره غذایی بر کیفیت تخم‌مرغ در دما و زمان مختلف نگهداری در پایان هر دو هفته تعداد ۲ عدد تخم‌مرغ از هر تکرار به صورت تصادفی انتخاب و در دو زمان ۷ و ۱۴ روزگی و در دو دمای یخچال (۴ درجه سانتی گراد) و دمای معمولی اتاق (۲۵ درجه سانتی گراد) نگهداری و صفات مربوط به کیفیت تخم‌مرغ اندازه‌گیری شد.

فراسنجه‌های خونی

برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی در پایان دوره آزمایش از هر تکرار یک پرندۀ انتخاب و از ورید بال خون گرفته شد و پس از جداسازی سرم (یک سی‌سی) آن، میزان تری‌اسیل گلیسرول، پروتئین تام، آلبومین، گلوبولین، اسید اوریک، آنزیم‌های آلانین ترانس‌آمیناز، آسپارات ترانس‌آمیناز، کلسترول، گلوکز، کلسیم و فسفر با استفاده از کیت‌های پارس آزمون و مطابق با دستورالعمل توصیه شده اندازه‌گیری شد. در هفته ششم آزمایش پاسخ ایمنی هومورال با استفاده از عیار آنتی‌بادی تولید شده بر علیه گلوبول‌های قرمز خون گوسفند (SRBC) اندازه‌گیری شد. ابتدا محلول ۵ درصد گلوبول‌های قرمز خون گوسفند پس از سه بار شستشو با بافر فسفات سالین تهیه و یک میلی لیتر از آن به ماهیچه سینه ۲ قطعه مرغ از هر تکرار تزریق و ۷ روز پس از تزریق از مرغ‌های تزریق شده خون‌گیری به عمل آمد. عیار آنتی‌بادی تولید شده علیه SRBC با استفاده از روش میکروهماگلوتیناسیون اندازه‌گیری شد (۸).

مدل آماری طرح آزمایشی

داده‌های این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار و ۴ تکرار با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ تجزیه و تحلیل شدند. مدل آماری مورد استفاده به‌صورت زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = مقدار هر مشاهده، μ = میانگین مشاهدات، t_i = اثر تیمار ($i=1 \dots 6$)، ε_{ij} = اشتباه آزمایشی مربوط به هر مشاهده. برای تست نرمالیتۀ باقیمانده‌ها از رویۀ UNIVARIATE استفاده شد و سپس با استفاده از رویۀ GLM مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ($p<0/05$) انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اثرات افزودن سطوح مختلف پری بیوتیک مایع و آنتی بیوتیک بر صفات کیفیت تخم‌مرغ در دما و زمان مختلف نگهداری در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل $3 \times 2 \times 6$ با ۵ سطح پری بیوتیک و یک سطح آنتی بیوتیک، دو دمای مختلف نگهداری (دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی گراد) و دمای یخچال (۴ درجه سانتی گراد) و سه زمان مختلف نگهداری (صفر، ۷ و ۱۴ روز نگهداری) انجام گرفت. مدل آماری این آزمایش به صورت زیر بود:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

گزارش کردند (۱). تولید توده‌ای تخم‌مرغ با درصد تولید و وزن تخم‌مرغ‌های تولیدی همبستگی مثبتی دارد، بنابراین، در صورت هر گونه تغییر در مقادیر این دو عامل، تولید توده‌ای تخم‌مرغ نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۵، ۱۴). اثرات تیمارهای آزمایشی بر میانگین مصرف خوراک روزانه به صورت خطی معنی‌داری نبود ($p=0/703$)، ولی به صورت درجه دوم معنی‌دار است ($p=0/027$). این یافته با گزارش بسیاری از محققین همخوانی

دارد (۱، ۱۱، ۳۷). همچنین طی مطالعه‌ای که توسط خدایی و همکاران (۱۵) بر روی جوجه‌های گوشتی انجام گرفت چنین گزارش شد که استفاده از پری‌بیوتیک بر میزان مصرف خوراک تأثیر معنی‌داری ندارد. پری‌بیوتیک‌ها اجزای غیرقابل هضمی هستند که به واسطه تخمیر در انتهای دستگاه گوارش توسط برخی از میکروارگانیسم‌ها، تأثیر مهمی بر سلامتی حیوان میزبان دارند (۱۲).

جدول ۲- اثرات افزودن پری‌بیوتیک مایع و آنتی‌بیوتیک بر صفات عملکرد تولید مرغ‌های تخم‌گذار در دوره پس از تولک

Table 2. Effects of dietary supplementation of liquid prebiotic and antibiotic on production performance of layer hens at post-molt period laying hens

ضریب تبدیل خوراک	مصرف خوراک روزانه (گرم/مرغ/روز)	تولید توده‌ای تخم‌مرغ (گرم/مرغ/روز)	وزن تخم‌مرغ (گرم)	تولید تخم‌مرغ (%)	افزودنی (میلی لیتر در هر کیلوگرم جیره غذایی)
۲/۳۹ ^a	۹۴/۰۹	۳۹/۴۱ ^c	۶۴/۶۱	۶۱/۰۱ ^c	بدون افزودنی
۲/۳۸ ^a	۹۳/۷۵	۳۹/۴۱ ^c	۶۴/۳۱	۶۱/۳۱ ^c	۰/۵ پری‌بیوتیک
۲/۳۶ ^a	۹۴/۰۰	۴۰/۰۶ ^{bc}	۶۴/۵۲	۶۲/۱۰ ^{bc}	۱ پری‌بیوتیک
۲/۲۵ ^b	۹۲/۹۸	۴۱/۳۸ ^{ab}	۶۴/۳۹	۶۴/۲۸ ^{ab}	۱/۵ پری‌بیوتیک
۲/۲۱ ^b	۹۳/۷۳	۴۲/۴۵ ^a	۶۴/۹۵	۶۵/۳۷ ^a	۲ پری‌بیوتیک
۲/۳۵ ^a	۹۴/۵۳	۴۰/۴۱ ^{bc}	۶۴/۶۲	۶۲/۶۰ ^{bc}	اکسی‌تتراسایکلین ^۱
۰/۰۴۵	۰/۳۸۰	۰/۶۱۴	۰/۴۳۴	۰/۹۵۵	SEM
p-value					
۰/۰۰۱۶	۰/۷۰۳	۰/۰۰۱۳	۰/۶۶۲	۰/۰۰۵۷	خطی
۰/۰۱۵۳	۰/۰۲۷	۰/۰۷۰۵	۰/۷۸۸	۰/۰۸۵۸	درجه دوم

۱- ۰/۵ گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی آنتی‌بیوتیک اکسی‌تتراسایکلین وجود حروف غیرمشابه در هر ستون، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست ($p<0/05$).

می‌شوند. بنابراین، با ایجاد چنین شرایطی، قابلیت هضم و جذب مواد مغذی مانند پروتئین و اسیدهای آمینه افزایش می‌یابد (۵). در مورد دلیل افزایش عملکرد تولید و بهبود ضریب تبدیل خوراک با افزودن پری‌بیوتیک مایع به جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار مسن می‌توان گفت با توجه به اینکه تحقیقات متعددی نشان داده است جمعیت میکروبی روده نقش اصلی در حفظ سلامتی روده برعهده دارد (۲۵، ۳۹)، از سوی دیگر، پری‌بیوتیک‌ها می‌توانند با افزایش تعداد باکتری‌های مفید روده و به ویژه بیفیدوباکتری‌ها و لاکتوباسیل‌ها، موجب تعدیل جمعیت میکروبی روده گردند، در نتیجه با تولید محصولات میکروبی به حفظ سلامتی روده کمک می‌کنند و بدین ترتیب با افزایش قابلیت جذب مواد مغذی، منجر به افزایش تولید و عملکرد پرنده می‌گردند.

صفات کیفیت خارجی تخم‌مرغ

نتایج اثرات افزودن سطوح مختلف پری‌بیوتیک مایع و آنتی‌بیوتیک بر صفات کیفیت خارجی تخم‌مرغ مرغ‌های تخم‌گذار در دما و زمان‌های مختلف نگهداری در جدول ۳ ارائه شده است.

نتایج ارائه شده در جدول ۲ نشان می‌دهد که ضریب تبدیل خوراک مرغ‌های تخم‌گذار با افزایش سطح پری‌بیوتیک مایع در جیره غذایی به طور خطی کاهش می‌یابد ($p=0/0016$)، به صورتی که تیمار حاوی ۲ میلی‌لیتر پری‌بیوتیک مایع در هر کیلوگرم خوراک و تیمار شاهد به ترتیب کمترین (۲/۲۱) و بیشترین (۲/۴۰) ضریب تبدیل خوراک را داشتند. مطابق با نتایج این آزمایش، محققین گزارش کردند که استفاده از پری‌بیوتیک سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌گردد (۱، ۵، ۳۶). همسو با نتایج تحقیق حاضر، جن و همکاران (۵) بیان کردند مرغ‌های تخم‌گذاری که با جیره غذایی حاوی مکمل پری‌بیوتیک اینولین و الیگوفروکتوز تغذیه شدند، ضریب تبدیل خوراک بهتری در مقایسه با تیمار شاهد داشتند. پری‌بیوتیک‌ها در طیور می‌توانند فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز، بتا-گلوکوزیداز و آلفا-گالاکتوزیداز را افزایش داده و این امر باعث افزایش هضم و جذب و بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌شود (۵). همچنین با تخمیر پری‌بیوتیک در دستگاه گوارش، اسیدهای چرب فرار (استات، پروپیونات و بوتیرات) تولید می‌شوند، این اسیدهای چرب در نهایت سبب کاهش pH دستگاه گوارش

جدول ۳- اثرات افزودن پری‌بیوتیک مایع و آنتی‌بیوتیک بر کیفیت خارجی تخم مرغ‌های تخم‌گذار در دوره پس از تولک
Table 3. Effects of dietary supplementation of liquid prebiotic and antibiotic on external egg quality traits of layer hens at post-molt period

ضخامت پوسته (میلی‌متر)	درصد پوسته (%)	وزن پوسته (گرم)	شاخص شکل تخم‌مرغ	عرض تخم‌مرغ (میلی‌متر)	طول تخم‌مرغ (میلی‌متر)	افزودنی (میلی لیتر در هر کیلوگرم جیره غذایی)
۰/۳۸۸	۸/۷۸	۵/۵۱	۷۷/۴۳	۴/۳۰	۵/۵۶	بدون افزودنی
۰/۳۹۴	۸/۶۹	۵/۴۸	۷۷/۹۰	۴/۲۹	۵/۵۳	۰/۵ پری‌بیوتیک
۰/۳۸۱	۸/۶۳	۵/۴۴	۷۷/۹۰	۴/۲۹	۵/۵۲	۱ پری‌بیوتیک
۰/۳۹۸	۸/۸۱	۵/۵۴	۷۸/۴۰	۴/۳۴	۵/۵۶	۱/۵ پری‌بیوتیک
۰/۳۹۹	۸/۲۹	۵/۲۰	۷۸/۱۳	۴/۳۱	۵/۵۴	۲ پری‌بیوتیک
۰/۳۹۲	۸/۶۷	۵/۵۱	۷۷/۹۱	۴/۲۸	۵/۵۲	اکسی‌تتراسایکلین ^۱
مدت نگهداری (روز)						
۰/۳۹۱	۸/۸۳	۵/۴۶	۷۷/۵۳ ^{ab}	۴/۲۸	۵/۵۳	۰
۰/۳۸۷	۸/۷۲	۵/۵۲	۷۷/۴۵ ^b	۴/۲۹	۵/۵۶	۷
۰/۳۹۶	۸/۴۸	۵/۳۶	۷۸/۶۴ ^a	۴/۲۳	۵/۵۲	۱۴
دمای نگهداری (°C)						
۰/۳۸۰ ^b	۸/۷۰	۵/۴۴	۷۸/۳۳ ^a	۴/۴۳	۵/۵۲	۴
۰/۴۰۰ ^a	۸/۵۶	۵/۴۶	۷۷/۳۷ ^b	۴/۴۷	۵/۵۶	۲۵
۰/۰۱۹	۰/۴۰۷	-/۲۴۸	۱/۲۰۸	-/۰۵۵	-/۰۵۷	SEM
p-value						
۰/۳۳۸	۰/۴۹۴	-/۴۹۶	۰/۹۶۵	-/۶۳۷	۰/۷۲۱	افزودنی
۰/۲۵۲	۰/۲۳۲	-/۲۹۸	۰/۰۱۴	-/۰۶۲	۰/۲۸۷	مدت نگهداری
۰/۰۰۲	۰/۶۳۱	-/۷۲۳	۰/۰۰۹	-/۰۹۰	۰/۰۶۲	دمای نگهداری
۰/۰۰۱	۰/۱۴۳	-/۰۸۳	۰/۰۰۲	-/۱۰۸	۰/۰۰۰۱	افزودنی × مدت
۰/۰۱۱	۰/۳۲۷	-/۳۷۹	۰/۰۸۶	-/۱۳۸	۰/۰۲۱	افزودنی × دما
۰/۴۲۴	۰/۱۴۹	-/۰۱۴	۰/۲۳۴	-/۰۶۲	۰/۶۸۵	مدت × دما
۰/۱۶۶	۰/۱۳۰	-/۲۷۰	۰/۵۵۸	-/۷۳۲	۰/۵۹۹	افزودنی × مدت × دما

۱- ۰/۵ گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی آنتی‌بیوتیک اکسی‌تتراسایکلین وجود حروف غیرمشابه در هر ستون، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست ($p < 0.05$).

دلیل آن را افزایش جذب و رسوب کلسیم و کاهش pH دستگاه گوارش ذکر کردند. برخلاف نتیجه تحقیق حاضر، مشخص شده است که در اثر فعالیت متابولیسمی میکروارگانیسم‌های مفید روده باریک، میزان جذب ویتامین‌ها و مواد معدنی به ویژه کلسیم و منیزیم افزایش می‌یابد که به نوبه خود باعث افزایش وزن و ضخامت پوسته می‌شود (۲۱، ۲۴). به احتمال زیاد بهبود کیفیت پوسته تخم‌مرغ به افزایش قابلیت دسترسی مواد معدنی و به ویژه کلسیم بستگی دارد که توسط پری‌بیوتیک‌ها تحریک می‌گردد ولی در این تحقیق چنین اثری در کیفیت پوسته تخم با استفاده از پری‌بیوتیک مایع مشاهده نشد که می‌تواند مربوط به سن پرندگان مورد آزمایش و یا مدت زمان انجام آزمایش باشد. به نظر می‌رسد با توجه به اینکه با افزایش سن قابلیت دسترسی مواد مغذی و به ویژه کلسیم کاهش می‌یابد، بنابراین، رسوب کلسیم در پوسته تخم (به صورت صفات ضخامت پوسته و وزن پوسته تخم) تحت تأثیر قرار نگرفته است.

صفات کیفیت داخلی تخم‌مرغ

نتایج افزودن سطوح مختلف پری‌بیوتیک مایع و آنتی‌بیوتیک بر صفات کیفیت داخلی تخم مرغ‌های تخم‌گذار در دوره پس از تولک در جدول ۴ ارائه شده است.

نتایج نشان می‌دهند که استفاده از پری‌بیوتیک مایع در جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار مسن تأثیر معنی‌داری بر صفات کیفیت خارجی تخم‌مرغ (شاخص شکل تخم‌مرغ، درصد پوسته و ضخامت پوسته) نداشت ($p > 0.05$)، ولی اثر مدت زمان نگهداری بر شاخص شکل تخم‌مرغ و اثر دمای نگهداری بر ضخامت پوسته و شاخص شکل تخم‌مرغ معنی‌دار بود ($p < 0.05$). اثرات متقابل بین سطح افزودن پری‌بیوتیک و مدت زمان نگهداری بر صفات طول، شاخص شکل و ضخامت پوسته تخم‌مرغ معنی‌دار بود و سطح پری‌بیوتیک افزودنی و دمای نگهداری صفات طول تخم‌مرغ و ضخامت پوسته تخم‌مرغ را تحت تأثیر قرار داد، اثرات متقابل بین سطح پروبیوتیک مورد استفاده در این تحقیق و مدت زمان نگهداری و دمای نگهداری در هیچ کدام از صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم‌مرغ معنی‌دار نبود ($p > 0.05$). هماهنگ با نتایج مطالعه حاضر، بزکورت و همکاران (۳) با افزودن مانان-الیگوساکارید در جیره مرغ‌های تخم‌گذار تأثیر معنی‌داری در صفات کیفیت تخم‌مرغ گزارش نکردند. همچنین شریفی و همکاران (۳۲) که اثرات پری‌بیوتیک‌های تجاری را بر کیفیت تخم‌مرغ مورد بررسی قرار دادند، گزارش کردند که استفاده از پری‌بیوتیک‌ها می‌تواند ضخامت پوسته تخم‌مرغ را به طور معنی‌داری افزایش دهد و

جدول ۴- اثرات افزودن پری بیوتیک مایع و آنتی بیوتیک بر صفات کیفیت داخلی تخم مرغ مرغ های تخم گذار در دوره پس از تولد
Table 4. Effects of dietary supplementation of liquid prebiotic and antibiotic on interior egg quality traits of pots-molt period

واحد هاو	درصد سفیده (%)	درصد زرده (%)	pH سفیده	pH زرده	شاخص زرده	وزن زرده (گرم)	وزن سفیده (گرم)	رنگ زرده	ارتفاع زرده (میلی متر)	ارتفاع سفیده (میلی متر)	افزودنی (میلی لیتر در هر کیلوگرم جیره غذایی)
۹۰/۱۰	۶۴/۲۳	۲۶/۹۸	۸/۵۶	۶/۲۵	۲۲/۸۱ ^{bc}	۱۷/۰۲	۴۰/۸۵	۷/۰۶	۱۸/۳۹ ^{ab}	۸/۳۸	بدون افزودنی
۹۰/۶۳	۶۴/۶۷	۲۶/۶۳	۸/۷۰	۶/۲۱	۲۲/۵۱ ^c	۱۶/۸۱	۴۱/۲۲	۷/۱۳	۱۸/۶۴ ^a	۸/۵۶	۰/۵ پری بیوتیک
۸۸/۶۳	۶۳/۵۴	۲۷/۸۲	۸/۷۹	۶/۱۸	۲۳/۶۳ ^{ab}	۱۷/۵۰	۴۰/۲۲	۷/۲۹	۱۸/۲۵ ^{abc}	۸/۱۱	۱ پری بیوتیک
۸۹/۷۰	۶۴/۰۷	۲۷/۱۱	۸/۶۳	۶/۲۰	۲۲/۸۶ ^{bc}	۱۷/۰۶	۴۰/۸۹	۷/۲۳	۱۸/۳۳ ^{ab}	۸/۲۸	۱/۵ پری بیوتیک
۸۹/۰۸	۶۳/۹۱	۲۷/۷۹	۸/۶۹	۶/۲۳	۲۴/۰۰ ^a	۱۷/۴۲	۴۰/۵۴	۷/۱۰	۱۸/۵۹ ^c	۸/۲۰	۲ پری بیوتیک
۹۲/۰۲	۶۳/۹۶	۲۷/۳۵	۸/۷۴	۶/۲۱	۲۳/۴۹ ^{ab}	۱۷/۳۹	۴۰/۹۵	۷/۱۰	۱۷/۹۱ ^{bc}	۸/۷۳	اکسی تتراسایکلین ^۱
مدت نگهداری (روز)											
۹۲/۱۷	۶۳/۰۳	۲۸/۱۲	۸/۵۷ ^b	۶/۲۱ ^{ab}	۲۳/۴۳	۱۷/۴۰	۳۹/۳۹	۷/۱۶	۱۸/۲۳	۸/۷۵	تازه
۸۹/۶۸	۶۳/۹۱	۲۷/۳۶	۸/۷۳ ^a	۶/۱۹ ^b	۲۲/۹۲	۱۷/۳۹	۴۰/۹۹	۷/۰۸	۱۸/۳۷	۸/۳۴	۷
۸۹/۳۱	۶۴/۷۳	۲۶/۷۸	۸/۷۵ ^a	۶/۲۵ ^a	۲۳/۴۰	۱۶/۹۱	۴۱/۳۱	۷/۲۲	۱۷/۹۷	۸/۲۷	۱۴
دمای نگهداری (°C)											
۹۰/۶۳	۶۳/۶۹	۲۷/۵۹	۸/۶۷	۶/۲۰	۲۳/۲۸	۱۷/۲۵	۴۰/۲۷	۷/۲۱	۱۸/۰۵ ^b	۸/۴۹	۴
۸۹/۱۳	۶۴/۶۲	۲۶/۸۱	۸/۷۵	۶/۲۳	۲۳/۱۲	۱۷/۱۳	۴۱/۵۴	۷/۰۶	۱۸/۳۹ ^a	۸/۲۶	۲۵
۲/۳۶۹	۱/۳۴۳	۱/۲۱۲	-۱/۱۱۲	-۰/۰۴۵	-۰/۶۶۳	-۰/۶۸۷	-۱/۶۹۳	-۰/۲۵۴	-۰/۴۹۲	-۰/۴۴۷	SEM
p-value											
-۱/۷۳	-۰/۸۴۵	-۰/۵۹۵	-۰/۵۷۵	-۰/۲۸۳	-۰/۰۴۰	-۰/۵۴۹	-۰/۹۴۲	-۰/۶۱۶	-۰/۰۴۹	-۰/۱۸۱	افزودنی
-۰/۱۵۶	-۰/۱۲۸	-۰/۲۳۲	-۰/۰۲۸	-۰/۰۴۰	-۰/۱۸۴	-۰/۱۹۹	-۰/۲۱۵	-۰/۳۶۷	-۰/۰۹۳	-۰/۲۲۲	مدت نگهداری
-۰/۴۶۱	-۰/۲۸۶	-۰/۳۰۷	-۰/۵۳۸	-۰/۲۲۲	-۰/۷۵۰	-۰/۹۰۰	-۰/۲۶۱	-۰/۱۱۹	-۰/۰۴۰	-۰/۵۸۴	دمای نگهداری
-۰/۱۱۴	-۰/۰۴۴	-۰/۰۳۶	-۰/۳۵۵	-۰/۳۹۲	-۰/۰۲۰	-۰/۲۰۶	-۰/۰۱۸	-۰/۱۳۲	-۰/۳۷۰	-۰/۱۷۰	افزودنی × مدت
-۰/۰۲۱	-۰/۲۸۶	-۰/۱۷۲	-۰/۱۸۲	-۰/۱۷۱	-۰/۰۷۵	-۰/۱۹۸	-۰/۵۹۴	-۰/۶۰۲	-۰/۴۷۰	-۰/۰۲۶	افزودنی × دما
-۰/۰۰۰۲	-۰/۹۷۴	-۰/۵۹۹	-۰/۱۸۸	-۰/۱۰۱	-۰/۵۵۸	-۰/۴۰۷	-۰/۲۰۸	-۰/۰۰۰۷	-۰/۹۰۹	-۰/۰۰۰۹	مدت × دما
-۰/۱۳۹	-۰/۰۱۹	-۰/۰۴۷	-۰/۹۱۲	-۰/۶۳۱	-۰/۳۷۰	-۰/۱۸۱	-۰/۰۵۳	-۰/۴۲۵	-۰/۶۵۲	-۰/۱۵۵	افزودنی × مدت × دما

۱- ۰/۵ گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی آنتی بیوتیک اکسی تتراسایکلین وجود حروف غیر مشابه در هر ستون، نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارهاست ($p < 0.05$).

فراسنجه های بیوشیمیایی خون

نتایج اثرات افزودن سطوح مختلف پری بیوتیک مایع و آنتی بیوتیک بر شاخص های بیوشیمیایی سرم خون مرغ های تخم گذار در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان می دهد که افزودن پری بیوتیک مایع به جیره غذایی بر غلظت کلسترول کل، گلوکز، کلسیم و اسپاراتات آمینوترانسفراز سرم خون مرغ های تخم گذار تأثیر معنی داری داشت ($p < 0.05$). به طوری که بیشترین (۱۸۲/۰۰ میلی گرم بر دسی لیتر) و کمترین (۷۹/۵۰ میلی گرم بر دسی لیتر) سطح کلسترول کل به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و تیمار حاوی ۲ میلی لیتر در کیلوگرم پری بیوتیک مایع بود. افزودن سطوح مختلف پری بیوتیک مایع در جیره غذایی مرغ های تخم گذار غلظت گلوبولین خون را به صورت معنی داری تحت تأثیر قرار داد ($p < 0.05$). موافق با یافته های این پژوهش، نتایج گزارش شده نشان داد که سطح LDL و کلسترول کل جوجه های گوشتی تغذیه شده با پری بیوتیک در مقایسه با تیمار شاهد پایین تر بود (۳۴). همچنین در یک مطالعه دیگر مشخص شد که با استفاده از پری بیوتیک سطح کلسترول سرم مرغ های تخم گذار نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (۲۶). در تحقیقات متعددی اثرات پری بیوتیک در کاهش کلسترول خون گزارش شده است. مکانیسم کاهش کلسترول خون می تواند به سبب جذب کلسترول توسط لاکتوباسیلوس ها باشد که جمعیت آن ها در حضور پری بیوتیک ها افزایش می یابد (۱۳، ۳۴).

نتایج جدول نشان می دهد که اثرات افزودن پری بیوتیک مایع بر صفاتی همچون ارتفاع زرده و شاخص زرده معنی داری بود ($p < 0.05$). با افزایش مدت زمان نگهداری تخم مرغ، افزایش معنی داری در pH سفیده و pH زرده مشاهده شد ($p < 0.05$). ارتفاع زرده تحت تأثیر دمای نگهداری قرار گرفت ($p < 0.05$), به طوری که ارتفاع زرده در تخم مرغ هایی که در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند (۱۸/۰۵ میلی متر)، کمتر از آنهایی بود که در ۲۵ درجه سانتی گراد (۱۸/۳۹ میلی متر) ذخیره شدند. اثرات متقابل استفاده از افزودنی در جیره غذایی مرغ های تخم گذار و زمان های مختلف نگهداری و دمای نگهداری در صفت درصد زرده و درصد سفیده معنی دار بود ($p < 0.05$), به صورتی که با افزایش مدت زمان نگهداری و دمای نگهداری و کاهش سطح استفاده از پری بیوتیک مایع در جیره غذایی، درصد زرده تخم مرغ کاهش یافت.

مطابق نتایج مطالعه حاضر، با افزودن سطوح مختلف پری بیوتیک در جیره مرغ های تخم گذار تفاوت معنی داری در واحد هاو مشاهده نشد (۱). همچنین افزودن سطوح مختلف پری بیوتیک مانان-اولیگوساکارید در جیره غذایی بلدرچین ها، تغییر معنی داری در واحد هاو ایجاد نکرد (۲). مطابق با نتایج این یافته، شانگ و همکاران (۳۱) با افزودن اینولین به عنوان پری بیوتیک در جیره غذایی مرغ های تخم گذار، تأثیر معنی داری در کیفیت تخم مرغ مشاهده نکردند و بیان کردند که اینولین اثرات نامطلوبی بر کیفیت تخم مرغ ندارد.

جدول ۵- اثرات افزودن پری‌بیوتیک مایع و آنتی‌بیوتیک بر شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون مرغ‌های تخم‌گذار در دوره پس از تولد
Table 5 Effects of dietary supplementation of liquid prebiotic and antibiotic on biochemical factors of blood serum of layer hens at post-molt period

افزودنی (میلی لیتر در هر کیلوگرم جیره غذایی)	تری‌اسیل گلیسرول (mg/dl) ^۱	پروتئین تام (g/dl) ^۱	آلبومین (g/dl)	گلوبولین (g/dl)	اسیداوریک (mg/dl)	ALT ^۱ (U/L) ^۵	AST ^۲ (U/L)	کلسترول کل (mg/dl)	گلوکز (mg/dl)	کلسیم (mg/dl)	فسفر (mg/dl)
بدون افزودنی	۳۰۴/۰	۶/۱۵	۳/۲۵	۲/۹۰ ^c	۷/۸۵	۱۱/۰۰	۷۳/۰۰ ^b	۱۸۲/۰۰ ^a	۱۰۷/۵۰ ^c	۱۷/۱۵ ^c	۸/۵۵
۰/۵ پری‌بیوتیک	۲۲۷۵/۰	۷/۷۵	۳/۴۰	۴/۳۵ ^{ab}	۷/۶۰	۱۰/۵۰	۱۲۰/۰۰ ^a	۱۱۲/۰۰ ^b	۱۲۷/۰۰ ^{cd}	۱۷/۳۳ ^c	۸/۴۵
۱ پری‌بیوتیک	۳۰۵۰/۰	۶/۶۰	۲/۹۰	۳/۷۰ ^{ab}	۸/۲۰	۱۲/۰۰	۱۴۰/۵۰ ^a	۱۲۳/۵۰ ^b	۱۵۰/۵۰ ^a	۱۸/۰۰ ^{bc}	۶/۷۰
۱/۵ پری‌بیوتیک	۲۹۱۰/۵	۶/۱۵	۲/۵۰	۳/۶۵ ^b	۹/۰۰	۱۲/۰۰	۱۳۹/۵۰ ^a	۸۴/۵۰ ^b	۱۲۴/۰۰ ^d	۱۹/۸۷ ^{ab}	۷/۶۵
۲ پری‌بیوتیک	۲۳۴۹/۵	۶/۹۵	۲/۵۰	۴/۴۵ ^a	۷/۹۵	۸/۰۰	۱۳۲/۵۰ ^a	۷۹/۵۰ ^b	۱۳۰/۵۰ ^c	۲۰/۲۵ ^a	۹/۵۰
اکسی‌تراسایکلین ^۶	۳۷۴۰/۰	۶/۴۵	۲/۳۵	۴/۱۰ ^{ab}	۶/۱۵	۱۱/۵۰	۱۵۰/۰۰ ^a	۱۰۳/۰۰ ^b	۱۴۰/۰۰ ^b	۱۹/۴۰ ^{ab}	۷/۵۰
SEM	۲۳۵/۶۳	۰/۶۱۴	۰/۴۳۹	۰/۲۴۱	۰/۸۸۹	۲/۳۱	۱۲/۰۰۸	۱۷/۵۰۱	۱/۶۳۶	۰/۶۳۷	۱/۵۲۵
p-value	۰/۱۴۳	۰/۳۹۷	۰/۳۹۱	۰/۰۱۶	۰/۳۴۶	۰/۶۵۴	۰/۰۱۸	۰/۰۲۸	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۷۵۵

وجود حروف غیرمشابه در هر ستون، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست ($p < 0.05$).

۱ آلانین آمینوترانسفراز، ۲ آسپارات آمینوترانسفراز، ۳ mg/dl3 : میلی‌گرم در دسی‌لیتر، ۴ g/dl4 : گرم در دسی‌لیتر، ۵ U/L5 : واحد در هر لیتر ۶ ۰/۵۶ گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی آنتی‌بیوتیک اکسی‌تراسایکلین

جذب کلسیم را به افزایش کارایی جذب کلسیم در روده نسبت می‌دهند (۳۶،۳۷). کاهش pH روده و افزایش تولید اسیدهای چرب زنجیر کوتاه در نتیجه افزایش تعداد لاکتوباسیل‌ها، منجر به هایپرتروفی سلول‌های مخاطی روده می‌گردد که می‌تواند جذب کلسیم را افزایش دهد. برخی محققین افزایش انتشار پاراسلولی کلسیم در ایلئوم را به علت افزایش قابلیت تراوایی اتصالات محکم بین سلول‌ها در حضور اولیگوساکاریدهای غیرقابل هضم ارتباط دادند (۳۷).

پاسخ ایمنی هومورال

نتایج اثرات افزودن سطوح مختلف پری‌بیوتیک مایع و آنتی‌بیوتیک بر پاسخ سیستم ایمنی هومورال مرغ‌های تخم‌گذار در جدول ۶ ارائه شده است. تولید ایمونوگلوبولین G و M در پاسخ به تزریق آنتی‌ژن گلبول قرمز گوسفند تحت تأثیر سطوح افزودن پری‌بیوتیک مایع قرار نگرفت ($p > 0.05$)، ولی تولید ایمونوگلوبولین کل با افزایش سطح پری‌بیوتیک افزودنی در جیره غذایی افزایش یافت ($p < 0.05$). بیشترین عیار آنتی‌بادی کل (IgT) با افزودن ۲ میلی‌لیتر در کیلوگرم پری‌بیوتیک مایع به جیره غذایی (۹/۴۰) و کمترین آن در تیمار شاهد (۷/۴۰) مشاهده شد. اثرات مفید پری‌بیوتیک‌ها در بهبود پاسخ‌های سیستم ایمنی در تحقیقات قبلی گزارش گردیده است (۶،۲۳،۲۹). مانان-الیگوساکاریدها می‌توانند عیار آنتی‌بادی تولید شده بر علیه گلبول قرمز گوسفند، ویروس بیماری بورس عفونی، ویروس بیماری آنفولانزا و ویروس بیماری نیوکاسل را تقویت کنند (۳،۱۸). سیستم ایمنی وظیفه نگرانی از بدن پرنده در برابر ورود عوامل خارجی را دارد و از تهاجم ارگاناسم‌های بیماری‌زا محافظت می‌کند. پاسخ‌های ایمنی به صورت غیراختصاصی (ایمنی ذاتی) و اختصاصی (ایمنی تطبیقی) است. پاسخ‌های ایمنی هومورال نتیجه فعال شدن لنفوسیت‌های B است که با تولید ایمونوگلوبولین‌های اختصاصی در برابر آنتی‌ژن محافظت ایجاد می‌کند. در طیور سه نوع ایمونوگلوبولین به نام‌های IgM، IgG و IgA در حفظ سیستم ایمنی شرکت دارند (۴،۳۳).

لاکتوباسیل‌ها قادر به الحاق کلسترول به داخل غشای سلولی خود هستند، بنابراین، مقدار کلسترول قابل دسترس برای جذب انتروسیت‌ها کاهش می‌یابد (۱۳). همچنین پری‌بیوتیک‌ها (مانان-اولیگوساکارید) از طریق ساز و کار کاهش جذب چربی در روده باریک و اتصال با اسیدهای صفراوی، میزان دفع کلسترول را افزایش می‌دهند و در نتیجه سبب افزایش حذف کلسترول و سنتز کبدی اسیدهای صفراوی جدید می‌شوند (۳۹). سارون (۲۷) گزارش کرد که لاکتوباسیلوس‌ها فعالیت هیدرولیتیکی نمک صفراوی بالایی دارند و در دکونژوگه کردن اسیدهای صفراوی نقش دارند. با افزایش تعداد لاکتوباسیلوس‌ها با افزودن پری‌بیوتیک‌ها، pH روده کاهش می‌یابد که می‌تواند با دکونژوگه نمودن اسیدهای صفراوی و کاهش غلظت نمک‌های صفراوی کونژوگه، جذب چربی‌ها و در نتیجه کلسترول را کاهش دهد (۱۶). علاوه بر این، برخی از میکروارگاناسم‌های روده‌ای، فعالیت آنزیم هیدروکسی متیل - گلوکوزیل - کوآنزیم (آنزیم دخیل در سنتز کلسترول) را مهار می‌کنند (۹). به علت رفلکس انتروگاستریک، محتویات روده، به وسیله حرکات ضد دودی با فواصل ۱۵ تا ۲۰ دقیقه به عقب برگردانده می‌شود. بدین ترتیب با فعالیت برگشتی محتویات انتهایی روده فیزیولوژی روده باریک تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۲۰،۳۷،۴۰). دلیل افزایش سطح کلسیم خون با افزودن پری‌بیوتیک مایع به جیره غذایی می‌تواند به نقش فیزیولوژیک مانان-اولیگوساکارید موجود در این محصول مرتبط باشد. پری‌بیوتیک مورد استفاده در این تحقیق حاوی مقادیر قابل توجهی از مانان-اولیگوساکارید (به صورت مانوپروتئین و مانان) بود که از دیواره سلولی مخمر ساکارومایسس سرویزیا مشتق می‌شود. مشخص شده است که مانان-اولیگوساکاریدها موجب افزایش تعداد باکتری‌های لاکتوباسیل می‌گردند و فعالیت متابولیکی آنها را افزایش می‌دهند. بدین ترتیب با افزایش فعالیت این باکتری‌ها، pH محیط کاهش یافته و در نتیجه سبب تسهیل یونیزاسیون مواد معدنی می‌گردند که می‌تواند جذب مواد معدنی و به ویژه کلسیم و منیزیم را افزایش دهد (۲۸). برخی محققین دلیل افزایش

جدول ۶- اثرات افزودن پری بیوتیک مایع و آنتی بیوتیک بر پاسخ ایمنی هومورال مرغ‌های تخم‌گذار در دوره پس از تولد
 Table 6. Effects of dietary supplementation of liquid prebiotic and antibiotic on the humoral immune response of layer hens at post-molt period

ایمونوگلوبولین M	ایمونوگلوبولین G	ایمونوگلوبولین کل	افزودنی (میلی لیتر در هر کیلوگرم جیره غذایی)
۴/۶۰	۲/۸۰	۷/۴ ^b	بدون افزودنی
۵/۳۳	۲/۶۶	۸/۰ ^b	۰/۵ پری بیوتیک
۵/۲۰	۲/۶۰	۷/۸ ^b	۱ پری بیوتیک
۵/۶۰	۳/۰۰	۸/۶ ^{ab}	۱/۵ پری بیوتیک
۶/۲۰	۳/۲۰	۹/۴ ^a	۲ پری بیوتیک
۴/۴۰	۳/۲۰	۷/۶ ^b	اکسی تتراسایکلین ^۱
۰/۵۷۰	۰/۴۰۹	۰/۴۱۴	SEM
۰/۳۷۴	۰/۸۷۳	۰/۰۴۳	p-value

۱-۵/۵ گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی آنتی بیوتیک اکسی تتراسایکلین وجود حروف غیرمشابه در هر ستون، نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارهاست ($p < 0.05$).

ویلی، افزایش سطح جذب مواد مغذی، کاهش عمق کریپت، افزایش تعداد سلول‌های گلبت و افزایش بیان ژن MUC که مسئول تولید موسین است، موجب بهبودی وضعیت سلامتی روده می‌شوند. افزایش تولید موسین با افزایش تعداد سلول‌های گلبت در نتیجه استفاده از مانان-اولیگوساکاریدها می‌تواند منجر به ارتقاء سیستم ایمنی گردد؛ زیرا موسین به عنوان خط دفاعی اولیه عمل می‌کند (۳، ۱۸، ۲۱، ۳۳).

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع، می‌توان به جای استفاده از آنتی بیوتیک محرک رشد از ۲ میلی لیتر پری بیوتیک مایع در هر کیلوگرم جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار در دوره پس از تولد استفاده کرد، در این صورت، صفات عملکرد تولید تخم مرغ از جمله درصد تولید تخم مرغ، ضریب تبدیل خوراک و تولید توده‌ای تخم مرغ بهبود می‌یابند. همچنین پری بیوتیک افزودنی می‌تواند منجر به افزایش غلظت کلسیم و گلوکز سرم و کاهش غلظت کلاسترول سرم خون شود و با بهبود سطح ایمونوگلوبولین‌های اختصاصی، وضعیت سیستم ایمنی را ارتقاء بخشد.

پری بیوتیک‌ها (در این تحقیق مانان-اولیگوساکاریدها و بتا-گلوکان‌ها) با تغییر ترکیب و تعداد میکروارگانیسم‌های روده، می‌توانند سیستم ایمنی میزبان را تقویت کرده و این کار را با تغییر مورفولوژی روده (افزایش ارتفاع ویلی) و حذف رقابتی باکتری‌های بیماری‌زا انجام می‌دهند. مطالعات متعددی نشان داده است که پری بیوتیک‌ها با افزایش تولید سیتوکین‌های ضدالتهابی، کاهش تولید سیتوکین‌های پیش‌التهابی، بهبود وضعیت سیستم لنفاوی روده، افزایش تولید ایمونوگلوبولین‌های مخاطی (sIgA) به صورت مستقیم می‌توانند عملکرد سیستم ایمنی را بهبود بخشند (۴، ۱۷، ۲۱). ساز و کار عمل مانان-اولیگوساکاریدها در کاهش باکتری‌های بیماری‌زا ۱- از طرق اتصال به فیبرای ۱ موجود در غشای باکتری‌های بیماری‌زا مثل *سالمونلا* و *اشریشیا کولای* و ۲- از طریق مسدود کردن لکتین باکتریایی است که مانع از کولونیزاسیون باکتری‌های بیماری‌زا می‌شوند. بنابراین، با کاهش تعداد باکتری‌های بیماری‌زا، سلامتی روده افزایش می‌یابد که منجر به بهبود وضعیت سیستم ایمنی پرنده می‌گردد. از سوی دیگر، مشخص شده است که مانان-اولیگوساکاریدها با افزایش ارتفاع

منابع

- Aghaei, A.S.M., M. Chaji and M. Nazari. 2010. Effect of dried whey (probiotics) and prebiotics in laying hen performance and intestinal flora. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9: 1996-2000.
- Berrin, K.G. 2011. Effects of probiotic and prebiotic (mannan-oligosaccharide) supplementation on performance, egg quality and hatchability in quail breeders. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 58: 27-32.
- Bozkurt, M., K. Küçükylmaz, A.U. Catli, M. Cınar, E. Bintas and F. Cöven. 2012. Performance, egg quality, and immune response of laying hens fed diets supplemented with mannan-oligosaccharide or an essential oil mixture under moderate and hot environmental conditions. *Poultry Science*, 91(6): 1379-1386.
- Cavaglieri, C.R., A. Nishiyama, L.C. Fernandes, R. Curi, E.A. Miles and P.C. Calder. 2003. Differential effects of short-chain fatty acids on proliferation and production of pro-and anti-inflammatory cytokines by cultured lymphocytes. *Life Science*, 73: 1683-1690.
- Chen, Y.C., C. Nakthong and T.C. Chen. 2005. Improvement of laying hen performance by dietary prebiotic chicory oligofructose and inulin. *International Journal of Poultry Science*, 4: 103-108.
- Coventry, M.J., J.B. Gordon, A. Wilcock, K. Harmark, B.E. Davidson, M.W. Hickey, A.J. Hillier and J. Wan. 1997. Detection of bacteriocins of lactic acid bacteria isolated from foods and comparison with pediocin and nisin. *Journal of Applied Microbiolog*, 83: 248-258.
- Cummings, H.J. and T.G. Macfarlane. 2002. Gastrointestinal effects of prebiotics. *British Journal of Nutrition*, 87.S2: S145-S151.
- Ebrahimi, H., M. Houshmand, M. Khajavi and A. Naghiha. 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 (In Persian).

9. Fukashima, M. and M. Nakano. 1995. The effect of probiotic on faecal and liver lipid classes in rats. *British Journal of Nutrition*, 73: 701-710.
10. Funk, E.M. 1948. The relation of yolk index determined in natural position to the yolk index as determined after separating the yolk from the albumen. *Poultry Science*, 27: 367.
11. Ghiyasi, M., M. Rezaei and H. Sayyahzadeh. 2007. Effect of probiotic (fermacto) in low protein diet on Performance and carcass characteristics of broiler chicks. *International Journal of Poultry Science*, 6: 661-665.
12. Gibson, G.R. and M.B. Roberfroid. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125: 1401-1412.
13. Gilliland, S.E., C.R. Nelson and C. Maxwell. 1985. Assimilation of cholesterol by *Lactobacillus acidophilus* bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 49: 337-381.
14. Khaksefidi, A. and T. Ghoorchi. 2006. Effect of probiotic on performance and immunocompetence in broiler chicks. *Journal of Poultry Science*, 43: 296-300.
15. Khodaei, H., S. Maghsoudlou, A.M. Garehbash and Z. Taraz. 2016. Effect of physical form of feed and dietary supplementation of probiotic and Prebiotic on performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Research on Animal Production*, 6(12): 20-29 (In Persian).
16. Klaver, F.A.M. and R. Van der Meer. 1993. The assumed assimilation of cholesterol by lactobacillus and Bifidobacterium bifidum is due to their bile salt deconjugating activity. *Applied and Environmental Microbiology*, 59: 1120-1124.
17. Langen, L.V., A. Mirjam and L.A. Dieleman. 2009. Prebiotics in chronic intestinal inflammation. *Inflammation Bowel Disease*, 15: 454-462.
18. Mahdavi, R. and M. Torki. 2009. Study on usage period of dietary protected butyric acid on performance, carcass characteristics, serum metabolite levels and humoral immune response of broiler chickens. *Journal of Animal of Veterinary Advances*, 9: 1702-1709.
19. Martinez, B.F., A.A. Contreras and E.A. Gonzalez. 2010. Use of *Saccharomyces cerevisiae* cell walls in diets for two genetic strains of laying hens reared in floor and cages. *International Journal of Poultry Science*, 9: 105-108.
20. Ming, Q.W., X. Yan Lao, H.D. Jang, J.H. Cho and I.H. Kim. 2010. Effects of Chito-oligosaccharide supplementation on egg production, nutrient digestibility, egg quality and blood profiles in laying hens. *Journal Animal Science*, 23: 1476-1481.
21. Panda, A.K., M.V.L.N. Rao and S.S. Sharma. 2008. Effect of probiotic (*Lactobacillus sporogenes*) feeding on egg production and quality, yolk cholesterol and humoral immune response of white Leghorn layer breeders. *Science of Food and Agriculture*, 88(1): 43-47.
22. Phillips, I., M. Casewell, T. Cox, B.D. Groot, C. Friis, R. Jones, C. Nightingale, R. Preston and J. Waddell. 2004. Does the use of antibiotics in food animals pose a risk to human health? A critical review of published data. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 53: 28-52.
23. Raju, M.V.L.N. and G. Devegowda. 2002. Esterified-Glucomannan in broiler chicken diets-contaminated with aflatoxin, ochratoxin and T-2 toxin: Evaluation of its binding ability (in vitro) and efficacy as immunomodulator. *Asian- Aust. Journal of Animal Science*, 15: 1051-1056.
24. Roberfroid, M.B. 2000. Prebiotics and probiotics. Are they functional foods? *American Journal of Clinical Nutrition*, 71: 162S-168S.
25. Russell, T.J. 1998. The effect of natural source of non-digestible oligosaccharides on the fecal microflora of the dog and effects on digestion. *FriskiesR&D Center, Missouri, USA*.
26. Saadia, M.H. and N.K. Soliman. 2010. Effect of Probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) Adding to Diets on Intestinal Micro flora and Performance of Hy-Line Layers Hens. *Journal of American Science*, 6: 159-169.
27. Saron, S. 2003. In vitro probiotic preparation of indigenous lactic acid bacteria. *Asian - Australian Journal of Animal Science*. 16: 726-731.
28. SAS Institute. 2004. *SAS User's Guide: Statistics*. Version 9.1 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
29. Scholz-Ahrens, K.E. and J. Schrezenmeir. 2002. Inulin, oligofructose and mineral metabolism-experimental data and mechanism. *British Journal of Nutrition*, 87: S179-S186.
30. Shafey, T.M., A.S. Mufarej, M.I. Shalaby and A.J. Jarelnabi. 2001. Effects of mannan oligosaccharides on antibody response to infectious bronchitis, infectious bursal disease and Newcastle disease in chickens. *Journal of Applied Animal Research*, 19: 117-127.
31. Shang, H.M., T.M. Professor, Y.J. Hu and H.X. Wu. 2010: Effects of inulin on performance, egg quality, gut microflora and serum and yolk cholesterol in laying hens. *British Poultry Science*, 51(6): 791-796.
32. Sharifi, M., M.H. Shahir and A. Safamehr. 2003. Effects of commercial prebiotics on egg quality traits. *Journal of Animal Science Research*, 3: 96-85 (In Persian).
33. Sklan, D., D. Melamed and A. Friedman. 1994. The effect of varying levels of dietary vitamin A on immune response in the chick. *Poultry Science*, 73: 843-847.
34. Swiatkiewicz, S., J. Koreleski and A. Arczewska. 2010. Laying performance and eggshell quality in laying hens fed diets supplemented with prebiotics and organic acids. *Czech Journal of Animal Science*, 55(7): 294-306.

35. Taherpour, K., H. Moravej, M. Shivazad, M. Adibmoradi and B. Yakhchali. 2009. Effects of dietary probiotic, prebiotic and butyric acid glycerides on performance and serum composition in broiler chickens. *African Journal of Biotechnology*, 8: 2329-2334.
36. Yildiz, A.Q., S.S. Parlat and I. Yildirim. 2004. Effect of dietary addition of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on some performance parameters of adult Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) induced by aflatoxicosis. *Review of Medicinal Veterinary*, 155: 38-41.
37. Yusrizal, C. and T.C. Chen. 2003. Effects of adding chicory fructans in feed on broiler growth performance, serum cholesterol, and intestinal length. *International Journal Poultry Science*, 3: 214-219.
38. Zafar, T.A., C.M. Weaver, Y. Zhao, B.R. Martin and M.E. Wastney. 2004. Non-digestible oligosaccharides increase calcium absorption and suppress bone resorption in ovariectomized rats. *The Journal of nutrition*, 134(2): 399-402.
39. Zarei, M., M. Ehsani and M. Torki. 2011. Dietary inclusion of probiotics, prebiotics and synbiotic and evaluating performance of laying hens. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 2: 249-255.
40. Zhang, W.F., D.F. Li, W.Q. Lu and G.F. Yi. 2003. Effect of isomaltooligosaccharides on broiler performance and intestinal micro flora. *Poultry Science*, 82: 657-663.

Effect of Dietary Supplementation of Liquid Prebiotic and Antibiotic on Egg Production, Egg Quality, Blood Parameters, Immune System Response of Layer Hens at Post Molt Period

Roya ayari¹, Majid Olyayee², Hossein Jonmohammadi³ and Rohollah Kianfar⁴

1- Graduate Student of Poultry Nutrition, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

2- Assistant Professor of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran,
(Corresponding author: majidolyayee@yahoo.com)

3 and 4- Professor and Assistant Professor of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

Received: 27 August, 2021

Accepted: 25 May, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: The inclusion of prebiotics in layer hen diets can act as a growth-promoting antibiotic replacer and have beneficial effects on egg production and egg quality. This study aimed to investigate the effects of liquid prebiotic on the post-molt laying performance, egg quality at different storage temperatures and times, immune system function, and blood biochemical parameters of laying hens.

Material and Methods: A total of 144 White Leghorn Hy-Line W-36 laying hens at 83 wk of age were randomly assigned to 6 dietary treatments, 4 replicates, and 6 birds per each for 6 weeks in a complete randomized design experiment. Experimental diets were: 1- A corn-soybean meal-based diet without adding liquid prebiotic as a control, 2 to 5- Supplementing basal diets with 0.5, 1, 1.5, 2 ml of liquid prebiotic per Kg of diet, 6- basal diet with adding 500 mg of oxytetracycline as an antibiotic per kg of diet. Laying performance including egg production, egg weight, egg mass were recorded daily, and feed intake and feed conversion ratio were calculated weekly. In order to evaluate the egg quality traits at various storage temperatures (refrigerator temperature (4°C) and room temperature (25°C) and storage periods (0, 7, 14 days), two eggs were randomly selected from each replicate in the 2th, 4th and 6th weeks of the experiment and the egg quality traits were measured. To evaluate the effects of liquid prebiotic supplementation on humoral immunity, antibody production against sheep red blood cells (SRBC) was used. The data were subjected to statistical analysis using a completely randomized design by SAS 9.1 software (SAS, 2004). The egg quality traits data were subjected to analysis of variance in a completely randomized design as a 6×3×2 factorial arrangements (6 levels of liquid prebiotic and antibiotic supplementations, 2 different storage temperatures and 3 storage periods).

Results: The results showed that by increasing the prebiotic supplementation, the daily egg production ($p=0.0057$) and egg mass ($p=0.0013$) were linearly increased, and feed conversion ratio ($p=0.0016$) were linearly decreased. The effect of adding liquid prebiotic on egg quality traits including egg shape index, shell percentage, and shell thickness was not significant ($p>0.05$), but the effect of storage period on egg shape index and the effect of storage temperature on shell thickness and egg shape index was significant ($p<0.05$). Supplementation of diets with liquid prebiotic was significantly influenced the cholesterol, glucose, calcium, and aspartate aminotransferase (AST) concentrations of laying hens ($p<0.05$). The total antibody titer (IgT) against SRBC was increased by increasing supplemental prebiotic.

Conclusion: In conclusion, supplementation of 2 ml/kg liquid prebiotic in the diet of layer hens at post-molt period can act as an alternative to antibiotic growth promoters, thus the laying performance was enhanced, and by augmentation of production the specific immunoglobulins, the immune status was improved.

Keywords: Egg quality, Humoral immunity, Layers, Prebiotic