تولیدات دامی
دوره ۲۳ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۰
صفحه‌های ۳۵۴-۳۴۵
DOI: 10.22059/jap.2021.312228.623567

مقاله پژوهشی

اثر اسیدهای چرب زنجیره کوتاه و پروبیوتیک بر عملکرد تولیدی مرغ‌های تخم‌گذار و فراسنجه‌های کیفی تخم‌مرغ

محسن افشارمنش[1*]، مریم رضائی‌پور[2]، محمد سالارمعینی[3]
۱. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
۳. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۷/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۱/۲۶

چکیده
تأثیر استفاده از اسید استیک، اسیدبوتیریک و اسیدپروپیونیک و پروبیوتیک بر عملکرد تولیدی مرغ‌های تخم‌گذار و برخی فراسنجه‌های کیفی تخم‌مرغ با استفاده از ۳۲۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه بوونز در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۴ با چهار سطح اسید چرب (بدون اسید چرب، ۰/۱ درصد جیره، اسید پروپیونیک، ۰/۲ درصد جیره، اسید بوتیریک، ۰/۳ درصد جیره) و دو سطح پروبیوتیک (صفر و ۰/۰۱ درصد جیره) در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و پنج تکرار و هشت قطعه پرنده در هر تکرار بررسی شد. میانگین وزن تخم‌مرغ، ضریب تبدیل، درصد تولید و توده تخم‌مرغ تولیدی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. مکمل‌سازی جیره با اسید آلی، مصرف خوراک را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (P<۰/۰۵). درصد، قطر و شاخص رنگ زرده تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت، ولی ارتفاع زرده در پرندگانی که اسیدهای چرب یا پروبیوتیک دریافت کردند بهبود یافت (P<۰/۰۵). وزن مخصوص، درصد پوسته و ضخامت پوسته تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. جیره‌های حاوی اسید آلی و پروبیوتیک مقاومت پوسته را در مقایسه با گروه فاقد افزودنی بهبود بخشید (P<۰/۰۵). به‌طورکلی، نتایج این پژوهش نشان داد که مکمل‌های اسید آلی و پروبیوتیک با تأثیر مثبت بر مصرف خوراک، وزن تخم‌مرغ، ارتفاع زرده تخم‌مرغ و مقاومت پوسته سبب بهبود عملکرد تولیدی و کیفیت تخم‌مرغ تولیدی می‌شود.

کلیدواژه‌ها: اسید آلی، پارامترهای عملکردی، پروبیوتیک، کیفیت تخم‌مرغ، مرغ تخم‌گذار بونز.

Effects of short chain fatty acids and probiotic on the productive performance of laying hens and egg quality parameters

Mohsen Afsharmanesh[1*], Maryam Rezaeipour[2], Mohammad Salarmoini
1. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
2. Former M.Sc. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
3. Associate Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
Received: October 20, 2020 Accepted: April 15, 2021

Abstract
The effect of use of acetic acid, propionic acid, butyric acid, and probiotic on productive performance of laying hens and some quality parameters of produced eggs was evaluated using an experiment with 320 Bowens laying hens, in a 4×2 factorial experiment with four fatty acid levels (no additive, 0.1 % diet, propionic acid, 0.2 % diet, butyric acid and 0.3 % diet, acetic acid) and two levels of probiotic (0 and 0.01% diet) in a completely randomized design with 8 treatments, 5 replications and 8 birds per replication. The results of production performance showed that the egg weight, feed conversion ratio, production percentage and egg mass parameters, were not affected by the experimental groups. The main effects showed that organic acid supplementation significantly increased feed intake (P<0.05). It was shown that the percentage, diameter and color index of the yolk were not affected but the height of the yolk was improved by supplements (P<0.05). The results of shell quality also showed that specific gravity, shell percentage and shell thickness were not affected by the experimental groups, but diets containing organic acids and probiotic significantly improved shell resistance compared with non-additive group (P<0.05). It could be concluded that organic acid and probiotic supplements with a positive effect on feed consumption, egg weight, egg yolk height and shell resistance, improved production performance and quality of produced eggs.

Keywords: Bovans laying hens, Egg quality, Organic acid, Performance parameters, Probiotic.

* نویسنده مسئول
Email: mafshar@uk.ac.ir

مقدمه

صنعت طیور پیوسته در جستجوی افزودنی‌های جدید برای بهبود کارایی خوراک و سلامتی پرنده است. افزودنی‌ها برای کنترل میکروارگانیسم‌های پاتوژن مانند سالمونلا و کلی‌فرم و بهبود میکروفلور مفید دستگاه گوارش به خوراک یا آب افزوده می‌شوند [۹ و ۱۳]. در کنار افزایش نیاز به تولید، مهم‌ترین نگرانی مصرف‌کنندگان کیفیت و سلامت محصولات تولیدی گزارش شده است [۱۱]. علاوه بر آنتی‌بیوتیک‌ها مواد دیگری از جمله فیتوژنیک‌ها، پروبیوتیک‌ها، پریبیوتیک‌ها، اسیدهای آلی و غیره وجود دارند که با وجود اثرات مثبت مشابه آنتی‌بیوتیک، فاقد اثرات منفی از جمله ایجاد مقاومت باکتریایی و کاهش کیفیت محصول تولیدی هستند. از جمله مهم‌ترین این مکمل‌ها می‌توان به اسیدهای آلی و پروبیوتیک‌ها اشاره نمود.

اسیدهای آلی دسته‌ای از مواد اسیدی هستند که قابلیت تولید در بدن انسان و سایر حیوانات را دارند و می‌توانند منشأ آلی داشته باشند. هم‌چنین حاوی گروه کربوکسیل (COOH) در ساختمان شیمیایی خود بوده و دارای ساختار کلی (R-COOH) هستند. در حقیقت این ترکیبات شیمیایی شامل یک زنجیره اشباع از اسیدهای مونوکربوکسیلیک و مشتقات مربوط به آن بوده (هیدروکسیلیک، فنولیک و مولتی‌کربوکسیلیک) و غالباً به‌عنوان اسیدهای چرب، اسیدهای چرب فرّار یا اسیدهای کربوکسیلیک ضعیف نام برده می‌شوند [۵]. مصرف اسیدهای آلی به‌دلیل سهولت استفاده، قابل دسترس‌بودن، ضد عفونی کردن خوراک، کاهش باکتری‌های مقاوم، ایجاد تعادل فلور میکروبی مطلوب در دستگاه گوارش و جلوگیری از تخریب مواد مغذی بر عملکرد تأثیر مثبت دارد [۹]. اسیدهای آلی ونمک‌های آن‌ها با اهداف مختلفی به‌عنوان افزودنی به جیره‌های خوراکی طیور اضافه می‌شوند که کاهش pH دستگاه گوارش و تغییر در جمعیت میکروبی به سمت افزایش جمعیت میکروبی مفید، تغییر در شکل سلول‌های روده و افزایش هضم و جذب مواد مغذی از جمله این اهداف هستند [۲۰]. اسیدهای آلی در طی سالیان متمادی جهت حفاظت از مواد خوراکی و مصون ماندن آن‌ها از آلودگی‌های قارچی و میکروبی کاربرد داشته است هم‌چنین اسیدهای آلی می‌توانند باعث بهبود عملکرد طیور شود، علاوه بر این مواد خوراکی با ارزش غذایی بالا را برای بشر تأمین می‌کنند [۷]. طی دهه‌های اخیر، توجه زیادی به تأثیر اسیدهای آلی بر بهبود ضریب تبدیل خوراک و عملکرد تولیدی در طیور شده و با توجه به منع قانونی مصرف محرک‌های رشد آنتی‌بیوتیکی، استفاده از اسیدهای آلی امروزه بسیار کاربردی شده است. اسیدهای آلی از راه کاهش pH خوراک طیور، خواص ضد باکتریایی و کاهش ظرفیت بافری خوراک سبب متعادل سازی کلنی‌های میکروبی روده می‌شود [۱٤].

رایج‌ترین تعریف پروبیوتیک، این مکمل را یک ترکیب میکروبی زنده بیان می‌کند که از طریق بهبود تعادل میکروبی روده بر میزبان اثرات مفیدی دارد. در این تعریف زنده‌بودن ارگانسیم‌های پروبیوتیک فوق العاده حائز اهمیت عنوان شده است [٦]. برخی ویژگی‌های عمده پروبیوتیک‌ها را می‌توان در قالب پایداربودن در طول مراحل فرایند کردن و ذخیره‌سازی، مقاوم بودن در برابر اسید معده، توانایی چسبیدن به سلول‌های پوششی روده، تولید ترکیبات ممانعت‌کننده از رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و متعادل‌سازی واکنش سیستم ایمنی بدن عنوان کرد [۱۳]. هم‌چنین این مکمل دارای اثراتی از جمله بهبود کارایی سیستم ایمنی از طریق افزایش فعالیت ماکروفاژها، ترشح پادتن و افزایش تعداد گلبول‌های سفید، تغییر در متابولیسم باکتریایی از طریق کاهش سنتز آمونیاک، افزایش طول مدت ماندگاری مواد مغذی در دستگاه گوارش، پیشگیری از جایگزین‌شدن باکتری‌های پاتوژن از جمله سالمونلا و بهبود کارایی سیستم گوارشی برای هضم مواد مغذی به‌وسیله

تحریک تولید آنزیم‌ها و ویتامین‌ها دارد [۱۵]. استفاده از پروبیوتیک‌ها در مطالعات متعددی بررسی شده است. بر همین اساس، پژوهش‌گران اثرات مفید پروبیوتیک بر عملکرد مرغان تخم‌گذار را تأیید کردند [۲۰]. نشان داده شده است به‌کار گیری پروبیوتیک‌ها در خوراک مرغ‌های تخم‌گذار باعث افزایش ضریب تبدیل، کاسته‌شدن وزن تخم‌مرغ‌های تولیدی و کاهش درصد تولید می‌شود [۱۵]. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر اسیدهای آلی و پروبیوتیک و استفاده همزمان آن‌ها بر عملکرد تولیدی و کیفیت زرده و پوسته تخم‌مرغ مرغ‌های تخم‌گذار است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با استفاده از ۳۲۰ قطعه مرغ تخم‌گذار نژاد بوونز با سن ٤٧ هفته، در یک آزمایش فاکتوریل ٤×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و پنج تکرار و هشت پرنده در هر تکرار طی ۱۲ هفته انجام شد. جیره‌های آزمایشی بر پایه ذرت، گندم و کنجاله سویا و به شکل آردی بود. برای تأمین مواد مغذی توصیه‌شده از دفترچه راهنمای سویه تجاری بوونز استفاده شد (جدول ۱).

در کل دوره پرورش، آب و خوراک به‌صورت آزاد در اختیار مرغ‌های تخم‌گذار قرار گرفت. برنامه نوردهی به‌صورت ١٦ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی در کل دوره انجام شد. ابعاد قفس٤٠×٤٠×٣٧/٥ سانتی‌متر و شیب آن ۷/۸ درصد بود. آب‌خوری مورداستفاده از نوع نیپل و نوع قفس‌های آزمایشی از نوع قفس پلکانی بود. مواد آزمایشی شامل اسید استیک (مجتمع صنایع شیمیایی و دارویی کیان کاوه آزما، شماره ثبت ١١١٠٢٤)، اسید بوتیریک مرک آلمان (CAS No. 107-92-6, EC Number 203-532-3) و اسید پروپیونیک مرک آلمان (CAS No. 79-09-4, EC Number 201-176-3) با درجه خلوص ۹۹/۹ تهیه شد. هم‌چنین پروبیوتیک مورد آزمایش (شماره ثبت دامپزشکی S-256-95) در بسته‌های نیم‌کیلویی تهیه شد که حاوی سویه‌های *Enterococus faecium*، *Pediococ acidilactici*، *Bacillus subtil* و *Lactobacillus acidophilus* و *Lactobacillus plantarum* بود.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های پایه مورد استفاده در طول دوره آزمایش

اجزای جیره (درصد)	درصد
دانه ذرت	٤٦/٦٩
گندم	۱۰
کنجاله سویا(٤٠٪ پروتئین)	۲۸/۳
روغن مایع گیاهی	۲/۸۳
کربنات کلسیم	٦/۷
دی‌کلسیم فسفات	۰/۹۹
پودر صدف	۳/۳٥
نمک	۰/۳٤
DL- متیونین	۰/۳۰
مکمل ویتامینی [1]	۰/۲٥
مکمل معدنی [2]	۰/۲٥
ترکیب شیمیایی	
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۸٥۰
پروتئین خام (درصد)	۱۷/٥
فیبر خام (درصد)	۳/٦
کلسیم (درصد)	٤/۱
فسفر فراهم (درصد)	۰/٤٦
آرژنین (درصد)	۱/۲٥
لیزین (درصد)	۱/۰٤
متیونین(درصد)	۰/٤٦
متیونین + سیستئین (درصد)	۰/۷٥
تریپتوفان (درصد)	۰/۲٤
لینولئیک اسید (درصد)	۲/٦

۱. مقادیر ویتامین‌ها و مواد معدنی تأمین‌شده توسط مکمل‌ها در هر کیلوگرم ازجیره غذایی، ۸۲ هزار واحد بین‌المللی ویتامین A (ترانس رتینالاستات)، ۸ هزارواحد بین‌المللی ویتامین D۳ (کوله کلسیفرول)، ۲۸ میلی‌گرم ویتامین E (توکوفرول استات)، ۳/٥ میلی‌گرم ویتامین K۳ (منادیونبیسولفات)، ۲/۲ میلی‌گرم ویتامین B۱، ۳/۳ میلی‌گرم ویتامین B۲، ۱/۱ میلی‌گرم ویتامین B۳، ۳٥ میلی‌گرم ویتامینB٥، ٤/٥ میلی‌گرم ویتامین B٦، ۲ میلی‌گرم ویتامین B۹، ۰/۰۲۳ میلی‌گرم ویتامین B۱۲ (سیانوکوبالامین)، ۰/۰۲۳ میلی‌گرم بیوتین و ۱۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید.

۲. منگنز ۹۰ میلی‌گرم (سولفات منگنز)، روی ۹۰ میلی‌گرم (اکسیدروی)، آهن ٥٥ میلی‌گرم (سولفات آهن)، مس ۱۱ میلی‌گرم (سولفات مس)، ید ۱/۷ میلی‌گرم (یدیدپتاسیم) و سلنیوم ۰/٤ میلی‌گرم (سلنیت سدیم).

رکوردگیری تولید تخم‌مرغ‌های تولید هر روز در ساعت ۱۶ جمع‌آوری می‌شد. به این‌صورت که تعداد تخم‌مرغ‌های هر واحد آزمایشی در آغاز ثبت و سپس با ترازو با دقت یک گرم وزن‌کشی و ثبت شد. صفات عملکردی شامل میزان مصرف خوراک (رابطه ۱)، میانگین وزن تخم‌مرغ، ضریب تبدیل غذایی (رابطه ۲)، درصد تولید (رابطه ۳) و توده تخم‌مرغ تولیدی (رابطه ٤) محاسبه شد.

رابطه ۱) = مصرف خوراک (گرم در مرغ در روز)

مجموع خوراک باقی مانده – مجموع خوراک تغذیه‌شده

مرغ روز

رابطه ۲) = ضریب تبدیل خوراک

مصرف خوراک هر واحد (گرم)

توده تخم‌مرغ تولیدی هر واحد (گرم/ مرغ/ روز)

رابطه ۳) = درصد تولید تخم‌مرغ

۱۰۰× تعداد تخم‌مرغ‌های هر واحد

تعداد مرغ زنده هر واحد

رابطه ٤) = توده تخم‌مرغ تولیدی (گرم در مرغ در روز)

میانگین وزن تخم‌مرغ تولیدی (گرم)

تعداد مرغ زنده

دو تخم‌مرغ در سه روز پایانی دوره از هر واحد آزمایشی به‌صورت میانگین تخم‌مرغ‌های موجود در آن قفس، انتخاب شد و وزن مخصوص آن‌ها، وزن زرده، سفیده و پوسته اندازه‌گیری شد. برای این کار زرده و سفیده توسط قاشقک از هم جدا شده و سفیده اضافی تا حد امکان از سطح زرده گرفته شد. از اختلاف وزن کل تخم‌مرغ و مجموع وزن زرده و پوسته، وزن سفیده تعیین شد. وزن پوسته نیز پس از شست و شو و خشک‌شدن در معرض هوا اندازه‌گیری شد. تمامی وزن‌کشی‌ها با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم (GE300Japan, AND) صورت گرفت. سپس وزن به‌دست‌آمده برای زرده و پوسته تخم‌مرغ بر وزن تخم‌مرغ تقسیم شده و نتیجه پایانی به‌صورت درصد نسبت به کل تخم‌مرغ بیان شد. برای انجام این کار وزن هر کدام از بخش‌های زرده و پوسته بر وزن کل تخم‌مرغ تقسیم و در ۱۰۰ ضرب شد تا درصد هر کدام از پارامترها محاسبه شود [٤].

قطر و ارتفاع زرده با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. به‌منظور سنجش رنگ زرده از ساده‌ترین روش طبقه‌بندی رنگ زرده، مقایسه چشمی رنگ‌ها و تطابق آن با نمونه‌های استاندارد رنگ زرده براساس ورقه‌های بادبزنی رش (Roche Color Fan) از کشور (سوئیس) استفاده شد.

با استفاده از روش شناورشدن تخم‌مرغ در محلول آب نمک، وزن مخصوص تخم‌مرغ اندازه‌گیری شد. به این صورت که ابتدا محلول آب نمک با غلظت‌های ۹/٦، ۱۰/۸، ۱۲ و ۱۳/۲ درصد تهیه شد که هر کدام از محلول‌ها بیان‌گر چگالی ۱/۰۷۳، ۱/۰۷۸، ۱/۰۸۳ و ۱/۰۸۸ بودند. ابتدا تخم‌مرغ‌ها در کم‌ترین غلظت شناور شده و اگر به‌صورت صاف و ثابت روی این محلول شناور ماندند، این غلظت بیان‌گر وزن مخصوص تخم‌مرغ خواهد بود در غیر این صورت تخم‌مرغ به محلول بعدی انتقال داده می‌شد تا در یکی از محلول‌ها ثابت بماند [۱۷].

برای تعیین کیفیت پوسته سه فاکتور وزن، ضخامت و مقاومت پوسته اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن پوسته ابتدا پوسته تخم‌مرغ به‌طور کامل از سفید پاک، سپس به‌وسیله قراردادن در آون به‌مدت ٤۸ ساعت در دمای ٦۰ درجه خشک شد و وزن به‌وسیله ترازو (GE300 Japan, AND) با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد. سپس با تقسیم وزن پوسته بر وزن تخم‌مرغ و ضرب در ۱۰۰ درصد پوسته محاسبه شد [٤].

برای تعیین ضخامت پوسته تخم‌مرغ‌ها بعد از وزن کشی به‌وسیله میکرومتر (TUFF VUZG7554677) از سه نقطه‌ی میانه، بالا و پایین پوسته تخم‌مرغ (سر پهن، وسط و سر نازک تخم‌مرغ) اندازه‌گیری شد و میانگین به‌دست‌آمده به‌عنوان ضخامت پوسته تخم‌مرغ منظور شد [٤].

برای اندازه‌گیری مقاومت پوسته از دستگاه مقاومت‌سنج (Zwick/Rocll,Co 91502084, Germany) استفاده شد. تخم‌مرغ بین دو صفحه صاف قرار گرفت و فشار از طریق این صفحات به تخم‌مرغ وارد و در نمودار ثبت شد. مقدار نیرو وارد شده را به شکل نموداری که دارای نقاط حداکثر و نقطه شروع فشار بر پوسته تخم‌مرغ بود ثبت شد. فشار تا زمان مشاهده اولین موج‌ها روی پوسته (شروع شکستگی) اعمال شد و سپس به‌صورت دستی قطع شد. از تفاضل عددی دو مقدار نیرو شروع فشار بر تخم‌مرغ و شروع شکستگی پوسته برحسب نیوتن بر سانتی‌مترمربع مقدار نیروی لازم برای شکستن پوسته محاسبه شد [١].

ابتدا نرمال‌بودن داده‌های حاصل مورد بررسی و سپس توسط نرم‌افزار Minitab (نسخه ١٦) رویه GLM برای مدل (٥) تجزیه و میانگین تیمارها در سطح معنی‌داری پنج درصد از آزمون چند دامنه‌ای توکی مقایسه شدند.

رابطه ٥) $Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB_{ij}) + e_{ijk}$

دراین رابطه، Y_{ijk}، مقدار عددی هر مشاهده، A_i، اثر اسیدهای آلی؛ B_j، اثر پروبیوتیک؛ AB_{ij}، اثر متقابل اسیدهای آلی و پروبیوتیک و e_{ijk}، اثر خطای آزمایش است.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به پارامترهای عملکردی از جمله مصرف خوراک، میانگین وزن تخم‌مرغ، ضریب تبدیل غذایی، درصد تولید و توده تخم‌مرغ تولیدی در جدول (٢) گزارش شده است.

پرندگانی که در جیره خود اسید بوتیریک و اسید استیک دریافت کردند مصرف خوراک بیش‌تری در مقایسه با پرندگان تغذیه شده باجیره فاقد اسیدآلی داشتند ($P<٠/٠٥$). اثرات اصلی پروبیوتیک و اثرات متقابل اسید آلی× پروبیوتیک بر پارامترهای عملکرد معنی‌دار نبود. افزایش میزان مصرف خوراک ممکن است به‌دلیل خواص ضدعفونی‌کننده اسیدهای آلی بر خوراک و یا بهبود هضم و جذب در این گروه‌ها باشد. طی پژوهشی نشان داده شد که با افزایش میزان هضم و جذب مواد غذایی موجود در جیره، میزان مصرف خوراک افزایش پیدا می‌کند [٧]. اثر مستقیم استفاده از اسیدهای آلی در تغذیه طیور، کاهش pH محتویات هضمی چینه‌دان، سنگدان، سکوم و روده باریک می‌باشد. نشان داده شد که اسیدهای آلی می‌توانند باعث افزایش قابلیت هضم خوراک از طریق افزایش ترشح آنزیم‌های پانکراس و افزایش جذب مواد معدنی شوند [٣]. در تضاد با این نتایج، استفاده از مخلوط اسید فرمیک و اسید پروپیونیک به میزان ٠/٥، یک و ١/٥ درصد جیره، بر مصرف خوراک مرغان تخم‌گذار تأثیر معنی‌داری نداشت [٢١]. گزارش شد که استفاده از اسید بوتیریک در جیره مرغان تخم‌گذار تأثیری بر مصرف خوراک ندارد [١٠].

بررسی اثرات متقابل نشان داد استفاده از اسید پروپیونیک و بوتیریک با و بدون پروبیوتیک سبب بهبود میانگین وزن تخم‌مرغ‌های تولیدی شد، البته این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. به‌طورکلی نتایج نشان داد در زمان مکمل‌سازی اسید آلی در جیره غذایی، میزان مصرف خوراک نسبت به جیره فاقد اسید آلی افزایش پیدا کرد که ممکن است با افزایش وزن تخم‌مرغ‌های تولیدی در ارتباط باشد. نشان داده شده است که استفاده از اسیدهای آلی باعث ایجاد محیط اسیدی (٣/٥ تا ٤) در روده باریک می‌شود که این عمل باعث فعال‌سازی و فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک، سرعت بخشیدن در تبدیل پپسینوژن به پپسین [٢]، تحریک مصرف خوراک، کاهش تولید

آمونیاک و سایر متابولیت‌های کاهنده رشد و ایجاد محیط مطلوبی برای جذب پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و عناصر معدنی می‌شود که احتمالاً این امر سبب بهبود تولید خواهد شد [۱۶].

در تأیید نتایج پژوهش حاضر پژوهش‌گران دیگر در مطالعات خود نشان دادند که استفاده از اسیدهای آلی مختلف در جیره مرغ‌های تخم‌گذار، تأثیری بر میانگین وزن تخم‌مرغ نداشت [۲۱]. ضریب تبدیل غذایی تحت تأثیر استفاده از تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. بررسی نتایج مربوط به درصد تولید و توده تخم‌مرغ تولیدی نشان داد که استفاده از اسید استیک با پروبیوتیک و اسید پروپیونیک با و بدون پروبیوتیک سبب افزایش درصد تولید و تولید توده‌ای تخم‌مرغ شد، ولی این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. درصد تولید (درصد تخم‌گذاری) تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند سن، میزان انرژی و پروتئین جیره است [۱۲].

جدول ۲. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر صفات عملکردی مرغان تخم‌گذار در کل دوره آزمایش (از هفته ٤٧ تا پایان هفته ٥٨)

گروه‌های آزمایشی		مصرف خوراک (گرم/ پرنده/ روز)	میانگین وزن تخم‌مرغ (گرم)	ضریب تبدیل	درصد تولید	توده تخم‌مرغ تولیدی (گرم/ پرنده/ روز)
اسید آلی (درصد جیره)						
بدون افزودنی		۱۱۰/۸^{b}	٦۲/۳۷	۲/۰٥۷	۸٥/۳۹	٥۳/۲۲
اسید پروپیونیک (۰/۱)		۱۱٤/۰^{ab}	٦۲/۲۲	۲/۰٤۷	۸۸/٤۱	٥٥/۰۲
اسید بوتیریک (۰/۲)		۱۱٤/٦^{a}	٦۲/٤۸	۲/۱٤۰	۸٥/۹۸	٥۳/۷۳
اسید استیک (۰/۳)		۱۱٥/۱^{a}	٦۱/۲۱	۲/۱۲۲	۸۸/٥۷	٥٤/۲۱
SEM		۰/۹۹۱	۰/۳۸٦	۰/۰۳۸	۱/٥۲۲	۰/۹۸۱
P-Values		۰/۰۲۰	۰/۱۰۱	۰/۲٤٦	۰/۳٤۱	۰/٦۱٦
پروبیوتیک (درصد جیره)						
صفر		۱۱۳/۷	٦۱/۹٥	۲/۱۰۹	۸٦/٦۸	٥۳/٦۹
۰/۰۱		۱۱۳/٥	٦۲/۱۹	۲/۰۷٥	۸۷/٤۹	٥٤/٤۰
SEM		۰/۷۰۰	۰/۲۷۳	۰/۰۲۷	۱/۰۷٦	۰/٦۹۳
P-Values		۰/۸۲۳	۰/٥۲۹	۰/۳۸٤	۰/٦۰۰	۰/٤۷۹
اسیدآلی (درصد جیره)	پروبیوتیک (درصد جیره)					
بدون افزودنی	صفر	۱۱۱/۰	٦۱/۷۷	۲/۰۷۲	۸٥/۷۷	٥۲/۹۸
بدون افزودنی	۰/۰۱	۱۱۰/۷	٦۲/۹۷	۲/۰٤۲	۸٥/۰۰	٥۳/٤۷
اسید پروپیونیک (۰/۱)	صفر	۱۱٥/۰	٦۲/۲٥	۲/۰۷۲	۸۸/۳٦	٥٥/۰۲
اسید پروپیونیک (۰/۱)	۰/۰۱	۱۱۳/۰	٦۲/۱۹	۲/۰۲۲	۸۸/٤٥	٥٥/۰۲
اسید بوتیریک (۰/۲)	صفر	۱۱۲/۹	٦۲/٥۷	۲/۱۲۲	۸٥/۳۱	٥۳/۳۸
اسید بوتیریک (۰/۲)	۰/۰۱	۱۱٦/٤	٦۲/۳۹	۲/۱٥۹	۸٦/٦٦	٥٤/۰۹
اسید استیک (۰/۳)	صفر	۱۱٦/۲	٦۱/۲۱	۲/۱٦۹	۸۷/۲۹	٥۳/٤۱
اسید استیک (۰/۳)	۰/۰۱	۱۱٤/۰	٦۱/۲۲	۲/۰۷٦	۸۹/۸٤	٥٥/۰۱
SEM		۱/٤۰۱	۰/٥٤٦	۰/۰٥٤	۲/۱٥۲	۱/۳۸۷
P-Values		۰/۱۷٦	۰/٥٦۱	۰/٦۸۸	۰/۸۷٦	۰/۹٥۰

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است (P<۰/۰٥).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

میزان انرژی جیره مؤثرترین عامل بر درصد تولید است. اسیدهای آلی نیز جزئی از مواد حاوی انرژی قابل سوخت‌وساز محسوب شده و علاوه بر توانایی ضدعفونی‌کنندگی، ضد باکتری و محرک تولید، توانایی تأمین انرژی را نیز دارا هستند که ممکن است بر درصد تولید تخم‌مرغ تأثیر گذار باشد. البته در گروه‌هایی با میزان بالاتر تولید، مصرف خوراک بالاتری نیز مشاهد شد که احتمالاً با یکدیگر در ارتباط هستند. در این راستا برخی از متخصصین تأثیرات مثبت اسیدهای آلی بر درصد تولید تخم‌مرغ و توده تخم‌مرغ تولیدی در مرغان تخم‌گذار را تأیید کردند ولی این تأثیرات را معنی‌دار اعلام نکردند [۷].

نتایج مربوط به کیفیت زرده تخم‌مرغ شامل درصد زرده، ارتفاع و قطر زرده و هم‌چنین شاخص رنگ زرده در (جدول ۳) نشان داده شد.

جدول ۳. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر کیفیت زرده مرغ‌های تخم‌گذار در کل دوره آزمایش (از ٤٧ هفتگی تا پایان ۵۸ هفتگی)

تیمارهای آزمایشی		کیفیت زرده تخم‌مرغ		
		درصد زرده	قطر زرده (میلی‌متر)	ارتفاع زرده (میلی‌متر)	شاخص رنگ زرده
اسید آلی(درصد جیره)					
بدون افزودنی		۲۸/٦۱	٤۳/۷۳	۱۹/۱۳	٦/٤۰
اسید پروپیونیک (۰/۱)		۲۸/۰۳	٤۳/٦۱	۱۹/۳۰	٦/۵۱
اسید بوتیریک (۰/۲)		۲۸/۳۵	٤۳/۰۱	۱۸/۸۳	٦/۵۱
اسید استیک (۰/۳)		۲۸/٤۲	٤۳/۲۰	۱۹/۳۰	٦/٦٤
SEM		۰/۳۰۳	۰/۲۲٦	۰/۲۰٦	۰/۰٦۲
P-Values		۰/٦۰۹	۰/۱۰۲	۰/۳٤۰	۰/۰۷۱
پروبیوتیک (درصد جیره)					
صفر		۲۸/٤٦	٤۳/٤۷	۱۹/۰۱	٦/٤٦
۰/۰۱		۲۸/۲۵	٤۳/۳۰	۱۹/۲۷	٦/۵٦
SEM		۰/۲۱٤	۰/۱۵۹	۰/۱٤٦	۰/۰٤٤
P-Values		۰/٤۸۹	۰/٤٤۵	۰/۲۲۸	۰/۱۱۹
اسید آلی (درصد جیره)	پروبیوتیک (درصد جیره)				
بدون افزودنی	صفر	۲۹/۰۳	٤٤/۰۲	۱۸/۳۲[b]	٦/٤۰
بدون افزودنی	۰/۰۱	۲۸/۱۹	٤۳/٤٤	۱۹/۹۵[a]	٦/٤۰
اسید پروپیونیک (۰/۱)	صفر	۲۷/۹۹	٤۳/۷۰	۱۹/۳۹[ab]	٦/۳۷
اسید پروپیونیک (۰/۱)	۰/۰۱	۲۸/۰۸	٤۳/۵۱	۱۹/۲۰[ab]	٦/٦٤
اسید بوتیریک (۰/۲)	صفر	۲۸/۲۵	٤۲/٦۹	۱۸/۸۹[ab]	٦/۵۱
اسید بوتیریک (۰/۲)	۰/۰۱	۲۸/٤٤	٤۳/۳۳	۱۸/۷٦[ab]	٦/۵۱
اسید استیک (۰/۳)	صفر	۲۸/۵٦	٤۳/٤۹	۱۹/٤٤[ab]	٦/۵۷
اسید استیک (۰/۳)	۰/۰۱	۲۸/۲۸	٤۲/۹۱	۱۹/۱٦[ab]	٦/۷۱
SEM		۰/٤۲۹	۰/۳۱۹	۰/۲۹۲	۰/۰۸۸
P-Values		۰/٦۲٤	۰/۲۰٤	۰/۰۰٦	۰/۳۸۵

a-b: در هر ستون اعدادی که با حروف غیر مشترک نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

درصد زرده تحت تأثیر گروه‌های آزمایشی قرار نگرفت. قطر زرده با تغذیه اسید بوتیریک و اسید استیک به اضافه پروبوتیک کاهش پیدا کرد، البته این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. در پژوهشی دیگر ثابت شد مصرف اسیدهای آلی در جیره غذایی مرغان تخم‌گذار هیچ تأثیر معنی‌داری بر قطر زرده تخم‌مرغ تولیدی نداشت [۸]. پژوهش‌ها نشان داده که افزودن پروبیوتیک در خوراک مرغ‌های تخم‌گذار احتمال دارد از راه مهیاکردن فیتاز میکروبی باعث فراهم‌کردن بیش‌تر بعضی مواد مثل کلسیم، مس، روی، آهن، منگنز و انرژی خام و در نتیجه افزایش شاخص زرده شود [۲۱].

رنگ زرده تحت تأثیر استفاده از مکمل‌های اسید آلی و پروبیوتیک قرار نگرفت. این نکته نیز قابل‌توجه است که در زمان استفاده از جیره حاوی اسید استیک و پروبیوتیک تفاوت نسبت به سایر گروه‌ها محسوس‌تر بود. میزان بالاتر خوراک مصرفی در این گروه‌ها ممکن است بر بهبود رنگ زرده تأثیرگذار بوده باشد.

نتایج مربوط به کیفیت پوسته تخم‌مرغ شامل وزن مخصوص تخم‌مرغ، درصد پوسته، ضخامت و مقاومت پوسته در جدول (٤) گزارش شده است. وزن مخصوص، درصد پوسته و ضخامت پوسته تحت تأثیر گروه‌های آزمایشی قرار نگرفتند.

جدول٤. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر کیفیت پوسته مرغ‌های تخم‌گذار در کل دوره آزمایش (از هفته ٤٧ تا پایان ٥٨)

تیمار های آزمایشی		کیفیت پوسته تخم‌مرغ			
		وزن مخصوص (گرم/ سانتی‌متر مکعب)	درصد پوسته	ضخامت پوسته (میلی‌متر)	مقاومت پوسته (نیوتن/ سانتی‌متر مربع)
اسید آلی (درصد جیره)					
بدون افزودنی		۱/۰۸۲	۱۱/۸۵	۰/٤۲	۲۸/٦۲^{c}
اسید پروپیونیک (۰/۱)		۱/۰۸٤	۱۲/۰۱	۰/٤۳	۳٤/۸٦^{a}
اسید بوتیریک (۰/۲)		۱/۰۸٤	۱۱/۹۳	۰/٤۱	۳٤/۰۰^{a}
اسید استیک (۰/۳)		۱/۰۸٤	۱۱/۹۰	۰/٤۱	۳۲/۲۱^{b}
SEM		۰/۰۰۰۸	۰/۱٦۸	۰/۰۰٤	۰/۳۱۳
P-Values		۰/۱٦۱	۰/۹۲۷	۰/۱۱۷	>۰/۰۰۰۱
پروبیوتیک (درصد جیره)					
صفر		۱/۰۸٤	۱۱/۸۲	۰/٤۲	۳۲/۱۷
۰/۰۱		۱/۰۸۳	۱۲/۰۲	۰/٤۲	۳۲/٦۸
SEM		۰/۰۰۰٥	۰/۱۱۹	۰/۰۰۳	۰/۲۲۱
P-Values		۰/٦٦۱	۰/۲٥۷	۰/۹۷۱	۰/۱۱۳
اسیدآلی (درصدجیره)	پروبیوتیک (درصدجیره)				
بدون افزودنی	صفر	۱/۰۸۳	۱۱/۷٥	۰/٤۲	۲۷/۱٦^{d}
بدون افزودنی	۰/۰۱	۱/۰۸۱	۱۱/۹٤	۰/٤۱	۳۰/۰۷^{c}
اسید پروپیونیک (۰/۱)	صفر	۱/۰۸۳	۱۱/۷۲	۰/٤۲	۳٤/۱٤^{ab}
اسید پروپیونیک (۰/۱)	۰/۰۱	۱/۰۸٦	۱۲/۲۹	۰/٤۳	۳٥/٥۹^{a}
اسید بوتیریک (۰/۲)	صفر	۱/۰۸٤	۱۱/۹٤	۰/٤۱	۳۳/۲۷^{b}
اسید بوتیریک (۰/۲)	۰/۰۱	۱/۰۸٤	۱۱/۹۱	۰/٤۱	۳٤/۷۳^{ab}
اسید استیک (۰/۳)	صفر	۱/۰۸٥	۱۱/۸۸	۰/٤۱	۳٤/۱۰^{ab}
اسید استیک (۰/۳)	۰/۰۱	۱/۰۸۳	۱۱/۹۳	۰/٤۱	۳۰/۳۲^{c}
SEM		۰/۰۰۱	۰/۲۳۸	۰/۰۰٦	۰/٤٤۳
P-Values		۰/۱۹۲	۰/٦۱۹	۰/٦٥۰	>۰/۰۰۰۱

a-b: در هر ستون اعدادی که با حروف غیر مشترک نشان داده شده‌اند، دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰٥).
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

وزن مخصوص تخم‌مرغ فراسنجه‌ای است که بیان‌گر وضعیت ضخامت و خلل و فرج پوسته است. ضخامت پوسته، تحت تأثیر دمای محیط، جیره مصرفی و سن مرغ‌های تخم‌گذار قرار می‌گیرد، اما بهبود وزن و مقاومت پوسته را می‌توان در ارتباط با بهترشدن محیط دستگاه گوارش و بازده بهتر آن در مورد جذب مواد مغذی گوناگون از قبیل مواد معدنی و افزایش ذخایر کلسیمی پوسته و در نتیجه آن افزایش وزن و مقاومت پوسته تخم‌مرغ‌های تولیدی دانست.

نتایج مربوط به مقاومت پوسته نشان داد که استفاده از اسید پروپیونیک، با و بدون پروبیوتیک و اسید بوتیریک، با پروبیوتیک و اسید استیک، بدون پروبیوتیک، به‌طور معنی‌داری مقاومت پوسته را در مقایسه با گروه فاقد افزودنی بهبود بخشید ($P<۰/۰۵$). هم‌چنین بیش‌ترین مقاومت پوسته مربوط به گروه حاوی اسید پروپیونیک و پروبیوتیک بود. این نشان‌دهنده تأثیر مثبت اضافه کردن برخی اسیدهای آلی به جیره مرغان تخم‌گذار بر مقاومت پوسته است. تصور بر این است که اسیدهای آلی از راه کاهش pH خوراک و محتویات گوارشی و تأثیرات ضد باکتری خود احتمالاً سبب ایجاد یک محیط اسیدی در دستگاه گوارش شده و این عامل موجب بهبود روند جذب کلسیم و شکل‌گیری پوسته تخم‌مرغ می‌شود. طی پژوهشی روی مرغان تخم‌گذار سفید مسن نژاد بوونز نشان داده شد که اضافه‌کردن اسیدهای آلی کوتاه زنجیره به جیره آزمایشی، مقاومت پوسته تخم‌مرغ‌های تولیدی را افزایش داده و سبب کم‌شدن تخم‌مرغ‌های شکسته و بد شکل شد [۱۹]. نتیجه‌گیری‌های مناسب کیفیت پوسته تخم‌مرغ موقع مصرف پروبیوتیک را می‌توان به فعالیت متابولیکی کلنی باکتری‌های مفید در روده که با افزایش سرعت جذب بعضی مواد معدنی به‌خصوص کلسیم و منیزیم همراه است، مرتبط دانست [۱۸].

براساس نتایج این پژوهش، استفاده از برخی اسیدهای آلی (اسید پروپیونیک) و پروبیوتیک می‌تواند با تأثیر مثبت بر عملکرد تولید و برخی پارامترهای کیفی مانند، مقاومت پوسته، سبب افزایش کیفیت محصول تولیدی شود.

تشکر و قدردانی

با سپاس بی‌کران از اساتید محترم و هیئت داوران گرانقدر، که صبوری پیشه کردند و اندوخته وافر علمی ایشان را بدرقه راهم نمودند.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع مورد استفاده

1. Anderson KE, Tharrington JB, Curtis PA and Jones FT (2004). Shell characteristics of eggs from historic strains of single comb white leghorn chickens and the relationship of egg shape to shell strength. International Journal of Poultry Science, 3(1): 17-19.
2. Andrys R, Klecker D, Zeman L and Marecek E (2003). The effect of changed pH values of feed in isophosphoric diets on chicken broiler performance. Czech Journal of Animal Science, 48: 197-206.
3. Aydin A, Pekel AY, Issa G, Demirel G and Patterson, PH (2010). Effects of dietary copper, citric acid, and microbial phytase on digesta pH and ileal and carcass microbiota of broiler chickens fed a low available phosphorus diet. Journal of Applied Poultry Research, 19(4): 422-431.
4. Cherrington CA, Hinton M and Chopra I (1990). Effect of short-chain organic acids on macromolecular synthesis in Escherichia coli. Journal of Applied Microbiology, 68: 69-74.
5. Fuller R (1989). A review: Probiotics in man and animals. Journal of applied bacteriology. (66): 365-378.
6. Gama NMSQ, Olivera MBC, Santin E and Berchieri J (2000). Supplementation with organic acids in diets of laying hens. Publication of Universidade Federal de Santa Maria, 30: 499-502.

7. Ghazi S, Amjadian, T and Norouzi S (2015) Single and combined effects of vitamin C and oregano essential oil in diet, on growth performance, and blood parameters of broiler chicks reared under heat stress condition. International Journal of Biometeorology, 59(8): 1019-1024.
8. Irani M, Gharahveysi S, Rahmatian R and RezaiPour V (2011). The effect of butyric acid glycerides on serum lipids and carcass analysis of broiler chickens. African Journal of Biotechnology, 10: 11087-11092.
9. Leeson S and Summers JD (2005). Commercial Poultry Nutrition. (3rd ed.). (Ontario, Canada, University Books).
10. Lennernäs M, Fjellström C, Becker W, Giachetti I, Schmitt A, De-Winter AM and Kearney M (1997) Influences on food choice perceived to be important by nationally-representative samples of adults in the European Union. European Journal of Clinical Nutrition, 41: S8–S15.
11. Li x, Liu L, Li K, Hao K and Xu C (2007). Effect of fructooligosacchrides and antibiotics on laying performance of chickens and cholesterol content of egg yolk. British Poultry Science, 48: 185-189.
12. Luckstadt C (2009). Acidifiers in animal nutrition a guide for feed preservation and acidification to promote animal performance. Nottingham University Press.
13. Mikulski, D., Jankowski, J., Mikulska, M., & Demey, V. (2020). Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on productive performance, egg quality, and body composition in laying hens fed diets varying in energy density. Poultry science, 99(4): 2275-2285.
14. Navid Shad N and Jafari sayadi A (2017). Livestock nutrition. Haghshenas Publications. Rasht. P 764. (in persian)
15. Nezhad YE, Shivazad M, Nazeeradl M and Babak MMS (2007). Influence of citric acid and microbial phytase on performance and phytate utilization in broiler chicks fed a corn-soybean meal diet. Iranian Journal of Veterinary Medicine, 61: 407-413.
16. Nowaczewski S, Kontecka H, Rosiński A, Koberling S and Koronowski P (2010). Egg quality of Japanese quail depends on layer age and storage time. Folia Biologica, 58(3-4): 201-207.
17. Roberfroid MB (2000). Prebiotics and probiotics are they functional foods. American Journal of Clinical Nutrition, 71:162-168.
18. Sengor E, Yardimci M, Cetingul S, Bayram I, Sahin H and Dogan I (2007). Effects of short chain fatty acid (SCFA) supplementation on performance and egg characteristics of old breeder hens. South African Journal of Animal Science, 37: 158-163.
19. Seyedpiran A, Nobakht A and Khodaei S (2011). The effects of using of probiotic, organic acid and blends of some medicinal herbs on performance, egg quality, blood biochemical and immunity parameters of laying hens. Journal of Veterinary Medicine, 1(5): 1122-1111. (in Persian)
20. Thayer RH, Burkitt RF, Morrison RD and Murray EE (1978). Efficiency of utilization of dietary phosphorus by caged turkey breeder hens fed ration supplemented with live yeast culture. Animal Science and Research, MP-103. Miscellaneous Publication-Oklahoma Agricultural Experiment Station (USA).
21. Yesilbag D and Colpan I (2006). Effects of organic acid supplemented diets on growth performance, egg production and quality and on serum parameters in laying hens. Revue de Médecine Vétérinaire, 157: 280-284.