



توليدات دامی

دوره ۲۳ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۰

صفحه‌های ۸۳-۹۵

DOI: 10.22059/jap.2021.306594.623548

مقاله پژوهشی

تأثیر سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری بر عملکرد، جمعیت میکروبی دستگاه گوارش و برخی فراسنجه‌های خون مرغ‌های تخم‌گذار

حسین محب‌الدینی^{۱*}، امین عشایری‌زاده^۲، وحید جزی^۳

۱. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
 ۲. دانش‌آموخته مقطع دکتری، گروه تغذیه دام، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
 ۳. دانش‌آموخته مقطع کارشناسی ارشد، گروه تغذیه دام، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
- تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۴/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۸/۱۶

چکیده

تأثیر تغذیه کنجاله پنبه‌دانه تخمیری بر عملکرد، صفات کیفی تخم‌مرغ، جمعیت میکروبی دستگاه گوارش و فراسنجه‌های خون با استفاده از ۶۴۸ قطعه مرغ تخم‌گذار های-لاین W-36 در قالب طرح کاملاً تصادفی با نه تیمار، شش تکرار و ۱۲ قطعه مرغ در هر تکرار بررسی شد. کنجاله پنبه‌دانه خام با کشت مخلوط مایع حاوی باکتری‌های لاکتوباسیلوس پلاتناروم، باسیلوس ساتیبلیس و مخمر ساکارومایسس سرویسیه با نسبت یک به ۱/۲ تخمیر شد. تیمارهای آزمایشی شامل جایگزینی ۷/۵، ۱۵، ۲۲/۵ و ۳۰ درصد کنجاله پنبه‌دانه خام و یا تخمیری با کنجاله سویا در جیره غذایی بود. پس از هفت روز تخمیر، محتوای گوسپول آزاد از ۹۸۵ به ۱۰۷ میلی‌گرم در کیلوگرم کنجاله کاهش یافت ($P < 0.05$). استفاده از سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه تخمیری در جیره سبب افزایش درصد تولید تخم-مرغ و توده تخم‌مرغ و کاهش ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با کنجاله پنبه‌دانه خام شد ($P < 0.05$). مقاومت پوسته تخم در مرغ‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری بالاتر از پرندگان شاهد و مرغ‌های دریافت‌کننده جیره‌های حاوی پنبه‌دانه خام بود ($P < 0.05$). تغذیه جیره‌های حاوی سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه تخمیری سبب افزایش جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیکی در چینه‌دان و سکوم مرغ‌های تخم‌گذار شد ($P < 0.05$). مقدار کلسترول خون در پرندگانی که جیره حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری دریافت کردند کم‌تر از سایر پرندگان بود ($P < 0.05$). با توجه به نتایج این حاصل، جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله پنبه‌دانه تخمیری تا ۳۰ درصد، بدون تأثیر منفی بر عملکرد، سبب بهبود ضخامت پوسته تخم‌مرغ، جمعیت میکروبی دستگاه گوارش و کاهش کلسترول سرم در مرغ‌های تخم‌گذار می‌شود.

کلیدواژه‌ها: تخمیر میکروبی، کلسترول، کنجاله پنبه‌دانه، گوسپول آزاد، مرغ‌های تخم‌گذار.

Effect of different levels of raw and fermented cottonseed meal on performance, gastrointestinal microbial population and some blood parameters of laying hens

Hossein Mohebodini^{1*}, Amin Ashayerizadeh², Vahid Jazi³

1. Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agricultural & Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.
2. Former Ph.D. Student, Department of Animal nutrition, Faculty of Animal Sciences, Agricultural Science and Natural Resources University of Gorgan, Gorgan, Iran.
3. Former M.Sc. Student, Department of Animal nutrition, Faculty of Animal Sciences, Agricultural Science and Natural Resources University of Gorgan, Gorgan, Iran.

Received: July 19, 2020

Accepted: November 6, 2020

Abstract

The effects of feeding fermented cottonseed meal on performance, egg quality characteristics, gastrointestinal microbial population, and blood serum parameters were studied in a completely randomized design with nine treatments, six replicates, and 12 birds per replication using 648 Hy-Line W-36 laying hens. Raw cottonseed meal was fermented with a liquid mixed culture containing *Lactobacillus plantarum*, *Bacillus subtilis*, and *Saccharomyces cerevisiae* with a ratio of one to 1.2. The experimental treatments included replacing 7.5, 15, 22.5, and 30 percent of the raw or fermented cottonseed meal with soybean meal in the diet. After seven days of fermentation, free gossypol content of cottonseed meal was reduced from 985 to 107 mg/kg ($P < 0.05$). The use of different levels of fermented cottonseed meal in the diet increased egg production percentage and egg mass and decreased feed conversion ratio compared to raw cottonseed meal ($P < 0.05$). The eggshell strength in hens fed diets containing fermented cottonseed meal was higher than control birds and chickens receiving diets containing raw cottonseed ($P < 0.05$). Feeding the diets containing different levels of fermented cottonseed meal significantly increased lactic acid bacteria population in crop and cecal of laying hens ($P < 0.05$). Blood cholesterol concentration was lower in birds receiving diets containing fermented cottonseed meal than in other birds ($P < 0.05$). The results of this research showed that replacing fermented cotton meal up to 30% with soybean meal in the diet of laying hens improves the parameters of eggshell quality, microbial flora in the gastrointestinal tract, and blood cholesterol of laying hens without negatively affecting performance.

Keywords: Cottonseed meal, Cholesterol, Free gossypol, Laying hens, Microbial fermentation.

۱. مقدمه

می‌شود و از سوی دیگر، ممکن است در روند هضم و جذب فسفر، منگنز و مس خوراک خلل ایجاد نماید [۹]. یکی دیگر از راه‌کارها جهت حذف و یا کاهش میزان گوسیپول آزاد تولید وارته‌هایی از پنبه‌دانه از طریق دست‌کاری ژنتیکی می‌باشد که عاری از گوسیپول آزاد می‌باشند. ولی متخصصین علم زراعت این وارته‌ها را نمی‌پسندند، زیرا به اندازه دیگر وارته‌ها پر محصول نبوده و به حملات حشرات و آفات مستعدتر می‌باشند [۱۴].

امروزه، تکنیک تخمیر حالت جامد به‌عنوان یک راه‌حل مؤثر و کارآمد برای کاهش ترکیبات ضدتغذیه‌ای و افزایش زیست‌فراهمی مواد غذایی موردتوجه قرار گرفته است [۱۱]. نتایج مثبت استفاده از این تکنیک جهت کاهش ترکیبات ضدتغذیه‌ای نظیر گلوکوزینولات و اسید فایتیک به‌ترتیب در کنجاله کلزا [۳] و در کنجاله سویا [۱۳] گزارش شده است. هم‌چنین، پژوهش‌گران نشان دادند که تخمیر کنجاله پنبه‌دانه به‌کمک باسیلوس سابیلیس سبب کاهش محتوای گوسیپول آزاد کنجاله می‌شود [۱۷]. از سوی دیگر، خوراکی‌های تخمیری به واسطه ویژگی‌های منحصربه‌فردشان (pH پایین و غلظت بالای اسیدلاکتیک) سبب بهبود بهداشت و سلامت میزبان می‌شوند [۴]. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که استفاده از خوراکی‌های تخمیری در تغذیه جوجه‌های گوشتی اثرات مثبتی بر عملکرد رشد و سلامت دستگاه گوارش (از طریق بهبود توازن جمعیت میکروبی و خصوصیات موفولوژیک روده) دارند [۱۶ و ۱۸]. بنابراین، با توجه به این‌که تاکنون در ایران و خارج از کشور هیچ‌گونه مطالعه‌ای پیرامون استفاده از کنجاله پنبه‌دانه تخمیری در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار انجام نشده است، این مطالعه با هدف مقایسه اثرات کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری بر شاخص‌های عملکرد، صفات کیفی تخم‌مرغ، جمعیت میکروبی دستگاه گوارش و فراسنجه‌های سرم خون در مرغ‌های تخم‌گذار انجام شد.

کنجاله سویا یک منبع پروتئینی گیاهی ایده‌آل در صنعت طیور می‌باشد که طی سال‌های اخیر این صنعت جهت تأمین کنجاله موردنیاز با مشکلاتی نظیر کمیاب‌شدن و قیمت بالای آن مواجه بوده است. این موضوع بسیاری از پژوهش‌گران و پرورش‌دهندگان طیور را به یافتن جایگزین پروتئینی مناسب، ارزان‌تر و قابل‌دسترس ترغیب کرده است. کنجاله پنبه‌دانه دارای محتوای مناسبی از پروتئین خام (۲۲۲ تا ۵۶۰/۲۰ گرم در هر کیلوگرم) و انرژی قابل سوخت‌وساز (۱۷۶۷ تا ۲۸۶۴ کیلوکالری در هر کیلوگرم) می‌باشد و می‌تواند به‌عنوان یک منبع پروتئینی گیاهی در تهیه خوراک طیور مورد استفاده قرار گیرد [۱۴]. با این‌حال، وجود ترکیبی پلی‌فنولی به نام گوسیپول آزاد در کنجاله پنبه‌دانه استفاده از آن را در تغذیه طیور محدود نموده است [۱۷]. اثرات ضدتغذیه‌ای گوسیپول آزاد بر عملکرد و سلامت حیوانات تک‌معدده‌ای از دیرباز شناخته شده می‌باشند. از شایع‌ترین این اثرات می‌توان به کاهش عملکرد در طیور گوشتی و تخم‌گذار اشاره نمود [۷، ۱۱ و ۲۳].

در طی سال‌های گذشته، به‌منظور استفاده بیش‌تر و مؤثرتر از این منبع پروتئینی در تغذیه طیور راه‌کارهایی نظیر حرارت دادن، خیس‌اندن در حلال‌های آلی و افزودن سولفات آهن ارائه شده است اما در میزان کارایی و اثربخشی این راه‌کارها تردیدهایی وجود دارد [۱۱]. برای مثال، ارزش تغذیه‌ای کنجاله پنبه‌دانه در زمان حرارت دادن به دلیل باندشدن پروتئین‌های محلول و اسیدهای آمینه به خصوص لیزین با گوسیپول آزاد، کاهش می‌یابد و یا در روش استخراج گوسیپول آزاد به‌کمک حلال، عدم حذف کامل حلال از کنجاله به‌طور بالقوه ممکن است برای سلامت حیوانات مضر باشد. افزودن سولفات آهن به کنجاله پنبه‌دانه از یکسو با اتصال به گوسیپول آزاد سبب سم‌زدایی کنجاله

تأثیر سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری بر عملکرد، جمعیت میکروبی دستگاه گوارش و برخی فراسنجه‌های خون مرغ‌های تخم‌گذار

۲. مواد و روش‌ها

در آزمایش حاضر، مخمر ساکارومایسیس سرویسیه (PTCC5269) و باکتری‌های باسیلوس ساتیلیس (PTCC1156) و لاکتوباسیلوس پلانتاروم (PTCC1058) به شکل ویال‌های لئوفیلیزه از مرکز کلکسیون باکتری و فارچ سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه و به ترتیب با استفاده از محیط‌های وای.پی.دی آگار (برای مخمر ساکارومایسیس سرویسیه) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و نوترینت آگار و ام.آر.اس آگار (به ترتیب برای باکتری باسیلوس ساتیلیس و لاکتوباسیلوس پلانتاروم) در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد فعال شدند. تهیه کشت آغازگر از مخمر و باکتری‌ها، به ترتیب با استفاده از محیط‌های وای.پی.دی برات و ام.آر.اس برات در طی انکوباسیون در دماهای ۳۷ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. سپس به هر کیلوگرم از کنجاله پنبه‌دانه، ۱/۲ لیتر از ترکیب آب مقطر و کشت آغازگر (حاوی حداقل ۱۰^۵ واحد تشکیل کلنی در میلی‌لیتر) اضافه شد. مخلوط حاصل درون مخازن ویژه (دارای سویاپ یک‌طرفه جهت خروج گازهای تولیدشده و ممانعت از ورود هوا) به مدت هفت روز در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد تخمیر شد. در نهایت، محصول تخمیر شده به مدت سه روز در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد. مقدار گوسیپول آزاد نمونه‌های کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری به روش سازمان بین‌المللی استاندارد ۶۸۶۶ اندازه‌گیری شد [۱۰]. محتوای پروتئین خام در نمونه‌های کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری به وسیله دستگاه کج‌دال (K-1100, Hanon, China) و مطابق روش استاندارد اندازه‌گیری شد [۲]. شمار باکتری‌های اسید لاکتیکی و میزان pH کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری به ترتیب با استفاده از محیط کشت اختصاصی (ام.آر.اس آگار) و pH متر دیجیتال (pH Meter CG 804, Schott Gerate, Germany) اندازه‌گیری شد [۳].

به منظور مقایسه تأثیر سطوح جایگزینی کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری با کنجاله سویا بر شاخص‌های عملکردی، جمعیت میکروبی و فراسنجه‌های خون مرغ‌های تخم‌گذار، از تعداد ۶۴۸ قطعه مرغ تخم‌گذار های-لاین W-36 در قالب طرح کاملاً تصادفی با نه تیمار آزمایشی، شش تکرار و ۱۲ قطعه مرغ در هر تکرار استفاده شد. نیازهای مواد مغذی مرغ‌ها براساس جداول احتیاجات مواد مغذی سویه های-لاین W-36 استخراج و جیره‌ها به کمک نرم‌افزار UFFDA (نسخه ۱) تنظیم شد (جدول ۱). جیره‌های آزمایشی شامل ۱- جیره ذرت-کنجاله سویا (شاهد)، ۲- جایگزینی ۷/۵ درصد پروتئین کنجاله سویا با کنجاله پنبه‌دانه خام، ۳- جایگزینی ۱۵ درصد پروتئین کنجاله سویا با کنجاله پنبه‌دانه خام، ۴- جایگزینی ۲۲/۵ درصد پروتئین کنجاله سویا با کنجاله پنبه‌دانه خام، ۵- جایگزینی ۳۰ درصد پروتئین کنجاله سویا با کنجاله پنبه‌دانه خام، ۶- جایگزینی ۷/۵ درصد پروتئین کنجاله سویا با کنجاله پنبه‌دانه تخمیری، ۷- جایگزینی ۱۵ درصد پروتئین کنجاله سویا با کنجاله پنبه‌دانه تخمیری، ۸- جایگزینی ۲۲/۵ درصد پروتئین کنجاله سویا با کنجاله پنبه‌دانه تخمیری و ۹- جایگزینی ۳۰ درصد پروتئین کنجاله سویا با کنجاله پنبه‌دانه تخمیری بودند. در طول دوره آزمایش، تمامی مرغ‌ها به صورت آزاد به آب و خوراک دسترسی داشتند و برنامه نوری به صورت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی اجرا شد. کنترل دمای سالن و سایر نکات مدیریتی پرورش نیز مطابق پیشنهادات سویه های-لاین W-36 صورت گرفت. برای ارزیابی شاخص‌های تولیدی و عملکردی، تخم‌مرغ‌های تولیدی روزانه جمع‌آوری، توزین و میانگین وزن آن‌ها به‌طور هفته‌ای محاسبه شد. درصد تولید تخم‌مرغ از حاصل تقسیم تعداد کل تخم‌مرغ‌های تولیدی هر واحد آزمایشی در هفته بر روز مرغ، ضرب در ۱۰۰ به دست آمد.

تولیدات دامی

دوره ۲۳ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۰

جدول ۱. اجزای مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

شاهد	کنجاله پنبه‌دانه خام (درصد) ^۱				کنجاله پنبه‌دانه تخمیری (درصد) ^۲			
	۳۰	۲۲/۵	۱۵	۷/۵	۳۰	۲۲/۵	۱۵	۷/۵
ماده خوراکی (گرم بر کیلوگرم)								
دانه ذرت	۶۳۷/۵	۶۳۳/۱	۶۲۸/۸	۶۲۴/۲	۶۳۷/۵	۶۳۳/۱	۶۲۸/۸	۶۲۴/۲
کنجاله سویا	۲۲۴/۰	۲۰۷/۲	۱۹۰/۴	۱۵۶/۸	۲۲۴/۰	۲۰۷/۲	۱۹۰/۴	۱۵۶/۸
کنجاله پنبه‌دانه خام	۰	۱۸/۶	۳۷/۲	۷۴/۴	۰	۱۸/۶	۳۷/۲	۷۴/۴
کنجاله پنبه‌دانه تخمیری	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
روغن آفتابگردان	۱۳	۱۵	۱۷/۱	۱۹/۴	۱۳	۱۵	۱۷/۱	۱۹/۴
کربنات کلسیم	۹۰/۲	۹۰/۳	۹۰/۴	۹۰/۶	۹۰/۲	۹۰/۳	۹۰/۴	۹۰/۶
دی‌کلسیم فسفات	۱۹/۱	۱۹/۰	۱۸/۸	۱۸/۷	۱۹/۱	۱۹/۰	۱۸/۸	۱۸/۷
نمک	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
مکمل ویتامینی ^۳	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵
مکمل معدنی ^۴	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵
دی‌ال متیونین	۲	۲	۲/۱	۲/۲	۲	۲	۲/۱	۲/۲
ال‌لیزین هیدروکلراید	۰/۶	۱	۱/۳	۱/۹	۰/۶	۱	۱/۳	۱/۹
ال‌ترئونین	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۶
انرژی و مواد غذایی محاسبه شده								
انرژی قابل متابولیسم ظاهری (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۷۵۰	۲۷۵۰	۲۷۵۰	۲۷۵۰	۲۷۵۰	۲۷۵۰	۲۷۵۰	۲۷۵۰
پروتئین خام (درصد)	۱۴/۹۵	۱۴/۹۵	۱۴/۹۵	۱۴/۹۵	۱۴/۹۵	۱۴/۹۵	۱۴/۹۵	۱۴/۹۵
کلسیم (درصد)	۳/۸۹	۳/۸۹	۳/۸۹	۳/۸۹	۳/۸۹	۳/۸۹	۳/۸۹	۳/۸۹
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲
سدیم (درصد)	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
لیزین قابل هضم (درصد)	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳
متیونین قابل هضم (درصد)	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۱
اسیدهای آمینه گوگرددار قابل هضم (درصد)	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۲

۱. مقادیر جایگزین شده کنجاله پنبه‌دانه خام با کنجاله سویا.

۲. مقادیر جایگزین شده کنجاله پنبه‌دانه تخمیری با کنجاله سویا.

۳. هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین‌کننده موارد زیر است: ۳۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K₁، ۹۰۰ میلی‌گرم ویتامین B₁، ۳۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین B₂، ۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B₃، ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B₆، ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین B₁₂، ۷/۵ میلی‌گرم ویتامین B₉، ۲۵۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین، ۵۰۰ میلی‌گرم بیوتین.

۴. هر کیلوگرم از مکمل معدنی تأمین‌کننده مواد زیر است: ۵۰۰۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۵۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۵۰۰ میلی‌گرم ید، ۱۰۰ میلی‌گرم سلنیوم.

تولیدات دامی

دوره ۲۳ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۰

تأثیر سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری بر عملکرد، جمعیت میکروبی دستگاه گوارش و برخی فراسنجه‌های خون مرغ‌های تخم‌گذار

به‌منظور بررسی فراسنجه‌های سرم خون، در پایان دوره آزمایش از سه قطعه مرغ از هر واحد آزمایشی از ورید بال خون‌گیری شد. نمونه‌های خون پس از انعقاد، به میکروتیوب منتقل و به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۲۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ و سرم جدا شد (۱۳). سپس نمونه‌های سرم تا زمان انجام آزمایش‌های مربوطه در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. غلظت گلوکز، کلسترول کل، تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) توسط کیت‌های تجاری پارس آزمون و با استفاده از اسپکتروفتومتر (Clima, Ral. Co., Barcelona, Spain) اندازه‌گیری شد. پس از خون‌گیری، مرغ‌ها به روش جابه‌جایی مهره گردن کشتار شدند و با ضدعفونی‌کردن سطح شکمی لاشه، دستگاه گوارش آن‌ها خارج شد. سپس چینه‌دان و سکوم جدا و حدود ۱/۵ گرم از محتویات بخش‌های مذکور به‌طور جداگانه به داخل میکروتیوب‌های استریل تخلیه و برای بررسی جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیکی و کلی‌فرم‌ها در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان کشت میکروبی نگهداری شد. نمونه‌ها پس از خارج‌شدن از فریزر به مدت نیم ساعت یخ‌گشایی شد و پس از آن یک گرم از محتویات چینه‌دان و سکوم برداشته و جهت ساخت سری رقیق‌سازی، از محلول پیتون واتر استفاده شد. در نهایت ۰/۱ میلی‌لیتر از رقت‌های مناسب چینه‌دان و سکوم به‌ترتیب روی پلیت‌های حاوی محیط‌های اختصاصی ام.آر.اس آگار (برای شناسایی باکتری‌های اسید لاکتیکی) و وی.آر.بی.ای (برای شناسایی کلی‌فرم‌ها) کشت داده شد. محیط‌های کشت حاوی باکتری‌های اسید لاکتیکی و کلی‌فرم در مدت ۲۴ ساعت دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از شمارش تعداد کلنی‌ها در هر پلیت، عدد حاصل در عکس رقت ضرب و نتیجه به‌عنوان واحد تشکیل کلنی (CFU) در یک گرم نمونه گزارش شد [۱۱]. برای

میزان توده تخم‌مرغ تولیدی از حاصل‌ضرب درصد تولید تخم‌مرغ در میانگین وزن تخم‌مرغ هر واحد آزمایشی محاسبه شد. همچنین، ضریب تبدیل خوراک از حاصل تقسیم مصرف خوراک بر توده تخم‌مرغ تولیدی محاسبه شد. به‌منظور بررسی صفات کیفی تخم‌مرغ در پایان دوره آزمایش از هر تکرار به‌طور تصادفی سه عدد تخم‌مرغ (در طی سه روز متوالی) انتخاب و به آزمایشگاه ارسال شدند. تخم‌مرغ‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. به‌منظور تعیین مقاومت پوسته از دستگاه دیجیتالی مقاومت‌سنج (Ogawa Seiki Co., LTD. OSK 13473 R, Japan) با حساسیت ۰/۰۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع استفاده شد. در این روش تخم‌مرغ‌ها از قسمت استوایی بین دو صفحه موازی دستگاه قرار گرفته و نیرو از طریق آن به تخم‌مرغ وارد می‌شد و در لحظه‌ای که پوسته تخم‌مرغ‌ها شکسته می‌شد نیروی وارده ثبت شد. ضخامت پوسته تخم‌مرغ‌ها از سه مقطع سر، ته و وسط تخم‌مرغ‌ها به‌همراه غشای زیرین آن با استفاده از دستگاه ضخامت‌سنج (Ogawa Seiki Co., LTD. OSK 13469, Japan) اندازه‌گیری شد و میانگین این مقادیر محاسبه و به‌عنوان ضخامت پوسته هر تخم‌مرغ ثبت شد. ارتفاع سفیده غلیظ با استفاده از میکرومتر سه پایه مخصوص (Ogawa Seiki Co., LTD. OSK 13471, Japan) اندازه‌گیری شد و واحد هاو به‌کمک از رابطه (۱)

$$\text{رابطه (۱)} \quad \text{HU} = 100 \log (H + 7/57 - 1/7 W^{0/37})$$

که در این رابطه، HU، واحد هاو؛ H، ارتفاع سفیده با واحد میلی‌متر و W، وزن تخم‌مرغ با واحد گرم می‌باشد. برای اندازه‌گیری شاخص رنگ زرده از روش مقایسه چشمی رنگ‌ها و مطابقت دادن آن‌ها با نمونه‌های استاندارد، استفاده شد. در این روش از کارت‌های امتیازدهی شرکت Roche استفاده شد.

تولیدات دامی

دوره ۲۳ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۰

در مخزن تخمیر سبب فراهم‌شدن محیط بی‌هوازی برای رشد باسیلوس سابتیلیس شد. سپس فعالیت‌های زیستی باسیلوس سابتیلیس و لاکتوباسیلوس پلاتناروم از طریق کاهش pH سبب اختصاصی‌شدن شرایط محیطی برای رشد باکتری‌های اسید لاکتیک شد. در طی دوره تخمیر با افزایش جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک و به دنبال آن افزایش تولید اسید به‌ویژه اسید لاکتیک، pH محیط افت چشم‌گیری یافت. همسو با شرایط تخمیر این آزمایش، پژوهش‌گران گزارش کردند که استفاده از لاکتوباسیلوس فرمتوم، باسیلوس سابتیلیس، ساکارومایسیس سرویسیه و ائروکوکوس فاسیوم در تخمیر کنجاله کلزا سبب کاهش pH و افزایش جمعیت لاکتوباسیل‌ها شد [۳].

دلیل کاهش غلظت گوسیپول آزاد کنجاله پنبه‌دانه در طی فرآیند تخمیر میکروبی به اتصال گوسیپول آزاد به پروتئین و اسیدهای آمینه ترشح‌شده میکروبی و یا تجزیه گوسیپول آزاد در طی فعالیت‌های میکروبی ارتباط داده شده است [۲۵]. تخمیر کنجاله پنبه‌دانه به‌کمک آسپرژیلوس نایجر یا آسپرژیلوس اوریزا به‌ترتیب میزان گوسیپول آزاد را از ۵۴۹ میلی‌گرم در کیلوگرم کنجاله پنبه‌دانه خام به ۸۱ و ۱۷۸ میلی‌گرم در کیلوگرم کاهش داد [۲۵]. هم‌چنین در مطالعه‌ای دیگر گزارش شده است که استفاده از باکتری باسیلوس سابتیلیس برای تخمیر کنجاله پنبه‌دانه میزان گوسیپول آزاد را کاهش می‌دهد [۱۷].

سنجش میزان pH محتویات چینه‌دان و سکوم، یک گرم از محتویات مذکور به‌طور جداگانه با ۲ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و سپس میزان pH با استفاده از pH متر دیجیتال (pH Meter CG 804, Schott Gerate, Germany) اندازه‌گیری شد [۱۲].

داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS [۱۵] (نسخه ۹/۱) برای مدل آماری (۱) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. مقدار گوسیپول آزاد، پروتئین خام، شمار باکتری‌های اسید لاکتیکی و میزان pH در کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری بر مبنای آزمون t و با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) مقایسه شدند [۱۵].

رابطه (۱) $Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$ در این رابطه، Y_{ij} مقدار مشاهده تیمار؛ μ ، میانگین صفت؛ T_i ، اثر کنجاله پنبه‌دانه خام و یا تخمیری و ε_{ij} ، خطای آزمایشی است.

۳. نتایج و بحث

تخمیر میکروبی کنجاله پنبه‌دانه، به‌طور مؤثری میزان pH و گوسیپول آزاد را کاهش و سطح پروتئین خام و جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیکی در کنجاله پنبه‌دانه تخمیری را افزایش داد ($P < 0.05$; جدول ۲). در آزمایش حاضر، مخمر ساکارومایسیس سرویسیه با مصرف اکسیژن موجود

جدول ۲. تأثیر تخمیر میکروبی بر خصوصیات فیزیکی و ترکیبات شیمیایی کنجاله پنبه‌دانه

فراسنجه‌ها	کنجاله پنبه‌دانه خام	کنجاله پنبه‌دانه تخمیری	خطای معیار	سطح احتمال
پروتئین خام (درصد)	۳۹/۶۷ ^b	۴۲/۸۵ ^a	۰/۴۳	۰/۰۰۶
گوسیپول آزاد (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۹۸۵ ^a	۱۰۷ ^b	۶/۳۵	<۰/۰۰۱
باکتری‌های اسید لاکتیکی (تعداد واحد تشکیل کلنی در یک گرم)	۵/۰۳ ^b	۱۰/۲۸ ^a	۰/۲۸	۰/۰۰۲
pH	۵/۷۲ ^a	۳/۹۶ ^b	۰/۱۱	۰/۰۰۴

a-b: تفاوت ارقام در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P < 0.05$).

تولیدات دامی

تأثیر سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری بر عملکرد، جمعیت میکروبی دستگاه گوارش و برخی فراسنجه‌های خون مرغ‌های تخم‌گذار

تخم‌مرغ و توده تخم‌مرغ شد ($P < 0/05$). تفاوتی در تولید تخم‌مرغ و توده تخم‌مرغ در مرغ‌هایی که با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری تغذیه شدند با پرندگان شاهد مشاهده نشد. هم‌چنین، ضریب تبدیل خوراک مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری کم‌تر از مرغ‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه خام بود ($P < 0/05$).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از کنجاله پنبه‌دانه خام در جیره مرغ‌های تخم‌گذار سبب کاهش عملکرد شد. این کاهش در ارتباط با اثرات سمی گوسیپول آزاد موجود در کنجاله پنبه‌دانه می‌باشد. گوسیپول آزاد از طریق باندشدن با گروه افسیلون آزاد اسید آمینه لیزین و اختلال در فعالیت آنزیم‌های گوارشی از جمله پپسین و تریپسین، سبب کاهش قابلیت دسترسی و هضم‌پذیری پروتئین در طیور می‌شود که به‌دنبال آن با عدم تأمین کافی مواد مغذی برای نگهداری و رشد حیوان، عملکرد کاهش می‌یابد [۱۴ و ۲۱].

افزایش پروتئین خام در کنجاله پنبه‌دانه تخمیری ممکن است به‌دلیل کاهش محتوای ماده خشک و تولید پروتئین میکروبی در طول دوره تخمیر باشد [۳ و ۱۹]. به‌علاوه، آنزیم‌های پروتئولیتیک سنتز شده توسط میکروارگانیسم‌ها ممکن است منجر به افزایش انحلال بخش‌های پروتئینی و افزایش پپتیدها و اسیدهای آمینه آزاد شود [۱۹]. مطابق نتایج پژوهش حاضر، گزارش شده است که تخمیر کنجاله پنبه‌دانه به‌کمک باسیلوس سابتیلیس میزان پروتئین خام را از ۴۶/۶۸ به ۵۲/۵۹ درصد افزایش داد [۱۷]. بنابراین، تخمیر میکروبی کنجاله پنبه‌دانه، به‌طور مؤثری سبب بهبود ارزش غذایی آن می‌شود.

نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار در جدول (۳) ارائه شده است. تفاوتی در وزن تخم‌مرغ و مصرف خوراک بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. تغذیه مرغ‌ها با جیره‌های که کنجاله پنبه‌دانه خام به میزان ۲۲/۵ یا ۳۰ درصد جایگزین کنجاله سویا شده بود سبب کاهش تولید

جدول ۳. تأثیر سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار

تیمارها ^۱	وزن تخم‌مرغ (گرم)	تولید تخم‌مرغ (درصد)	توده تخم‌مرغ تولیدی (گرم)	مصرف خوراک (گرم)	ضریب تبدیل خوراک
شاهد	۶۲/۵۷	۸۶/۵۱ ^a	۵۴/۱۱ ^a	۱۱۲/۶۸	۲/۰۸ ^c
۷/۵ درصد کنجاله خام	۶۲/۲۰	۸۵/۶۸ ^{ab}	۵۳/۲۸ ^{ab}	۱۱۲/۱۴	۲/۱۰ ^{bc}
۱۵ درصد کنجاله خام	۶۱/۶۱	۸۵/۲۶ ^{ab}	۵۲/۵۳ ^{ab}	۱۱۳/۱۷	۲/۱۵ ^b
۲۲/۵ درصد کنجاله خام	۶۱/۳۳	۸۳/۹۹ ^{bc}	۵۱/۵۱ ^{bc}	۱۱۵/۳۹	۲/۲۴ ^a
۳۰ درصد کنجاله خام	۶۱/۰۳	۸۳/۶۸ ^c	۵۱/۰۶ ^c	۱۱۶/۳۰	۲/۲۸ ^a
۷/۵ درصد کنجاله تخمیری	۶۲/۷۱	۸۶/۹۴ ^a	۵۴/۵۰ ^a	۱۱۲/۹۰	۲/۰۸ ^c
۱۵ درصد کنجاله تخمیری	۶۲/۶۶	۸۶/۵۲ ^a	۵۴/۲۰ ^a	۱۱۲/۹۶	۲/۰۸ ^c
۲۲/۵ درصد کنجاله تخمیری	۶۲/۴۳	۸۶/۲۶ ^a	۵۳/۸۶ ^a	۱۱۳/۱۰	۲/۱۰ ^c
۳۰ درصد کنجاله تخمیری	۶۲/۴۳	۸۵/۶۳ ^{ab}	۵۳/۴۷ ^a	۱۱۳/۹۶	۲/۱۳ ^{bc}
خطای معیار	۰/۶۵	۰/۸۵	۰/۶۱	۱/۲۵	۰/۰۲
سطح احتمال	۰/۷۲	۰/۰۴	۰/۰۰۱	۰/۳۲	۰/۰۰۱

c-a: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P < 0/05$).

۱. مقادیر جایگزین شده کنجاله پنبه‌دانه خام و یا تخمیری با کنجاله سویا.

کنجاله پنبه‌دانه تخمیری در مقایسه با کنجاله پنبه‌دانه خام سبب بهبود فراسنجه‌های عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار شد. در توضیح بهبود عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری می‌توان به کاهش مقدار گوسپیول آزاد [۱۸]، ارتقای ارزش تغذیه‌ای کنجاله پنبه‌دانه از طریق افزایش قابلیت هضم پروتئین، اسیدهای آمینه ضروری و سایر مواد مغذی نظیر پپتیدهای کوچک [۱۹] و در نهایت بهبود سلامت دستگاه گوارش پرنده از طریق افزایش جمعیت باکتری‌های مفید (به دلیل غنی بودن خوراک‌های تخمیری از باکتری‌های اسید لاکتیکی) اشاره نمود [۱۶ و ۲۰]. گزارش شده است که جایگزینی هشت و ۱۲ درصد کنجاله پنبه‌دانه تخمیرشده با کنجاله سویا در جیره غذایی سبب بهبود عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی می‌شود [۱۸].

علاوه بر این، پایین‌بودن کیفیت پروتئینی کنجاله پنبه‌دانه خام (پایین‌بودن ضریب هضم و قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه ضروری) نسبت به کنجاله سویا از دیگر دلایل کاهش عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه‌شده با کنجاله پنبه‌دانه خام می‌باشد [۲۱]. مشابه با نتایج این آزمایش، گزارش شده است که جایگزینی ۶ درصد کنجاله پنبه‌دانه خام با کنجاله سویا در جیره مرغ‌های تخم‌گذار به دلیل وجود غلظت بالای گوسپیول آزاد سبب افت شاخص‌های عملکرد و تولید می‌شود [۲۳]. هم‌چنین، در آزمایش‌های انجام‌شده با جوجه‌های گوشتی گزارش شده است که جایگزینی کنجاله پنبه‌دانه خام با کنجاله سویا سبب کاهش عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی می‌شود [۱۱]. در مقابل، نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از

جدول ۴. تأثیر سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری بر فراسنجه‌های کیفی تخم‌مرغ

تیمارها ^۱	واحد هاو	ارتفاع آلبومین (میلی‌متر)	رنگ زرده	ضخامت پوسته (میلی‌متر)	مقاومت پوسته (کیلوگرم در سانتی‌متر مربع)
شاهد	۷۴/۷۰	۵/۸۵	۶/۵۸	۰/۴۱	۴/۱۶ ^b
۷/۵ درصد کنجاله خام	۷۴/۲۷	۵/۷۶	۶/۵۰	۰/۴۰	۴/۱۳ ^b
۱۵ درصد کنجاله خام	۷۳/۹۶	۵/۷۰	۶/۷۵	۰/۳۸	۴/۱۸ ^b
۲۲/۵ درصد کنجاله خام	۷۳/۵۵	۵/۶۳	۶/۸۳	۰/۴۳	۴/۲۲ ^b
۳۰ درصد کنجاله خام	۷۳/۲۴	۵/۵۶	۷/۰۴	۰/۴۳	۴/۲۱ ^b
۷/۵ درصد کنجاله تخمیری	۷۵/۲۷	۵/۹۳	۶/۶۷	۰/۵۰	۴/۷۱ ^a
۱۵ درصد کنجاله تخمیری	۷۴/۷۹	۵/۸۵	۶/۷۵	۰/۵۱	۴/۷۲ ^a
۲۲/۵ درصد کنجاله تخمیری	۷۴/۴۸	۵/۸۰	۶/۷۵	۰/۵۵	۴/۸۲ ^a
۳۰ درصد کنجاله تخمیری	۷۳/۸۱	۵/۷۱	۶/۹۶	۰/۵۶	۴/۸۸ ^a
خطای معیار	۱/۰۸	۰/۱۳	۰/۲۳	۰/۰۵	۰/۱۶
سطح احتمال	۰/۹۷	۰/۷۴	۰/۸۱	۰/۱۹	۰/۰۰۲

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P < 0.05$).

۱. مقادیر جایگزین‌شده کنجاله پنبه‌دانه خام و یا تخمیری با کنجاله سویا.

تأثیر سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری بر عملکرد، جمعیت میکروبی دستگاه گوارش و برخی فراسنجه‌های خون مرغ‌های تخم‌گذار

سبب تولید اسیدهای آلی (به‌ویژه اسید لاکتیک) و به‌دنبال آن، کاهش pH دستگاه گوارش می‌شوند [۱۲]. در نتیجه، افزایش اسیدیته روده موجب افزایش جذب کلسیم و فسفر (دو عنصر حیاتی در تشکیل پوسته تخم‌مرغ) از روده می‌شود [۱].

نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان pH و جمعیت میکروبی بخش‌های چینه‌دان و سکوم مرغ‌های تخم‌گذار در جدول (۵) گزارش شده است. جایگزینی سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه تخمیری با کنجاله سویا در جیره سبب کاهش معنی‌دار pH چینه‌دان شد ($P < 0/05$). هم‌چنین، تغذیه جیره‌های حاوی سطوح ۱۵، ۲۲/۵ و ۳۰ درصد کنجاله پنبه‌دانه تخمیری سبب کاهش میزان pH و شمار کلی‌فرم‌ها در سکوم گردید ($P < 0/05$). جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیکی در چینه‌دان و سکوم مرغ‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف (۷/۵، ۱۵، ۲۲/۵ و ۳۰ درصد) کنجاله پنبه‌دانه تخمیری به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر گروه‌های آزمایشی بود ($P < 0/05$).

فلور میکروبی دستگاه گوارش نقش مهمی را در هضم و جذب مواد مغذی و هم‌چنین کنترل عوامل بیماری‌زا ایفا می‌کند [۱۱]. مشابه با نتایج آزمایش حاضر، استفاده از کنجاله پنبه‌دانه تخمیری در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش لاکتوباسیلوس‌ها و کاهش کلی‌فرم‌های سکوم در سن ۲۱ روزگی شد [۱۸]. در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد که جایگزینی کنجاله کلزای تخمیری با کنجاله سویا در جیره سبب افزایش جمعیت لاکتوباسیلوس‌ها در سکوم و کولون جوجه‌های گوشتی می‌شود [۵]. هم‌چنین گزارش شده است که جمعیت لاکتوباسیلوس‌ها و کلی‌فرم‌ها در ایلئوم جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با خوراک‌های تخمیری به‌ترتیب به‌طور معنی‌داری بیشتر و کم‌تر از گروه شاهد می‌باشد [۳].

نتایج مربوط به تأثیر سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری بر فراسنجه‌های کیفی تخم‌مرغ شامل واحد هاو، ارتفاع آلبومین، رنگ زرده، مقاومت پوسته و ضخامت پوسته تخم‌مرغ در جدول (۴) ارائه شده است. تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار با جیره‌های حاوی سطوح مختلف (۷/۵، ۱۵، ۲۲/۵ و ۳۰ درصد) کنجاله پنبه‌دانه تخمیری در مقایسه با سایر جیره‌های آزمایشی سبب افزایش معنی‌دار مقاومت پوسته تخم‌مرغ شد ($P < 0/05$). با این حال، سایر فراسنجه‌های کیفی نظیر واحد هاو، ارتفاع آلبومین، رنگ زرده و ضخامت پوسته تخم‌مرغ تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت.

کیفیت پوسته تخم‌مرغ یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفی تخم در صنعت پرورش مرغ تخم‌گذار می‌باشد. ارزیابی ضخامت و مقاومت پوسته تخم‌مرغ بیش‌ترین اهمیت را در بررسی کیفیت پوسته تخم دارد [۲۳]. تخم‌مرغ‌هایی که ضخامت پوسته آن‌ها نازک و نامطلوب می‌باشند برای مصرف کنندگان ارزش چندانی نخواهد داشت.

لذا پوسته تخم‌مرغ باید تا آنجا که ممکن است از استحکام کافی برخوردار باشد تا بتواند حداکثر بازار پسنندی را کسب نماید. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار با جیره‌های حاوی سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه تخمیری در مقایسه با سایر تیمارها سبب افزایش چشم‌گیر مقاومت پوسته تخم‌مرغ‌های تولیدی گردید. پوسته تخم‌مرغ به‌طور عمده از کربنات کلسیم تشکیل شده است و افزایش ضخامت آن در اثر تغذیه کنجاله پنبه‌دانه تخمیری احتمالاً ناشی از افزایش جذب مواد مغذی از جمله کلسیم از روده و رسوب آن در پوسته می‌باشد [۲۴]. خوراک‌های تخمیری غنی از باکتری‌های پروبیوتیکی می‌باشند که در محیط دستگاه گوارش با فراهم‌نمودن شرایط مساعد برای رشد باکتری‌های اسید لاکتیکی

تولیدات دامی

دوره ۲۳ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۰

جدول ۵. تأثیر سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری بر pH و جمعیت میکروبی دستگاه گوارش (Log10 CFU) مرغ‌های تخم‌گذار

تیمارها ^۱	چینه دان		سکوم	
	pH	باکتری‌های اسید لاکتیکی	pH	باکتری‌های اسید لاکتیکی
شاهد	۳/۷۳ ^a	^b ۷/۲۱	۶/۴۱ ^a	۸/۷۸ ^b
۷/۵ درصد کنجاله خام	۳/۶۹ ^a	۷/۰۸ ^b	۶/۴۰ ^a	۸/۷۰ ^b
۱۵ درصد کنجاله خام	۳/۷۴ ^a	۷/۲۶ ^b	۶/۳۵ ^a	۸/۸۲ ^b
۲۲/۵ درصد کنجاله خام	۳/۷۸ ^a	۷/۱۰ ^b	۶/۴۳ ^a	۸/۶۹ ^b
۳۰ درصد کنجاله خام	۳/۶۷ ^a	۷/۱۶ ^b	۶/۴۶ ^a	۸/۷۶ ^b
۷/۵ درصد کنجاله تخمیری	۳/۳۱ ^b	۸/۰۳ ^a	۶/۲۷ ^{ab}	۹/۲۱ ^a
۱۵ درصد کنجاله تخمیری	۳/۲۵ ^b	۸/۱۵ ^a	۶/۱۸ ^b	۹/۱۷ ^a
۲۲/۵ درصد کنجاله تخمیری	۳/۲۷ ^b	۷/۹۶ ^a	۶/۰۷ ^b	۹/۲۵ ^a
۳۰ درصد کنجاله تخمیری	۳/۲۰ ^b	۸/۰۹ ^a	۶/۱۰ ^b	۹/۳۳ ^a
خطای معیار	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۱۰	۰/۱۹
سطح احتمال	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۱

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P < 0.05$).

۱. مقادیر جایگزین‌شده کنجاله پنبه‌دانه خام و یا تخمیری با کنجاله سویا.

نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خون مرغ‌های تخم‌گذار در جدول (۶) ارائه شده است.

تغذیه پرندگان با جیره‌های که کنجاله پنبه‌دانه تخمیری به میزان ۱۵، ۲۲/۵ یا ۳۰ درصد جایگزین کنجاله سویا شده بود سبب کاهش غلظت کلسترول خون شد ($P < 0.05$). غلظت گلوکز، تری‌گلیسرید، HDL، آلبومین و پروتئین کل تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت.

پارامترهای بیوشیمیایی خون نشان‌دهنده وضعیت فیزیولوژیکی و متابولیکی حیوان می‌باشند. همسو با نتایج پژوهش حاضر، تغذیه غازها با خوراک‌های تخمیری سبب کاهش سطح کلسترول خون شد اما تأثیری بر میزان تری‌گلیسرید، گلوکز و پروتئین کل خون نداشت [۶]. نتایج برخی دیگر از مطالعات نیز نشان داد که جایگزینی کنجاله گلزای تخمیری با کنجاله سویا تأثیری بر غلظت HDL.

در رابطه با سازوکار خوراک‌های تخمیری در روند بهبود فلور میکروبی دستگاه گوارش می‌توان این‌گونه عنوان کرد که خوراک‌های تخمیری به دلیل داشتن باکتری‌های اسید لاکتیکی، اسیدهای آلی و pH پایین، نقش مهمی در کنترل جمعیت باکتری‌های مضر و هم‌چنین ازدیاد باکتری‌های اسید لاکتیکی دارند [۱۶]. باکتری‌های اسید لاکتیکی موجود در این نوع خوراک‌ها نه تنها از طریق تولید اسیدهای آلی و کاهش pH روده سبب ایجاد شرایط محیطی نامطلوب برای رشد و تکثیر باکتری‌های مضر می‌شوند، بلکه از طریق پدیده حذف رقابتی، فعالیت‌های آنتاگونیستی و سنتز برخی ترکیبات ضد میکروبی نظیر باکتریوسین از رشد عوامل بیماری‌زا جلوگیری می‌کنند [۲۰]. شایان ذکر است که این ویژگی منحصر به فرد خوراک‌های تخمیری بسیار شبیه به نقش پروبیوتیک‌ها در بهبود سلامت دستگاه گوارش می‌باشد [۱۳].

تولیدات دامی

تأثیر سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری بر عملکرد، جمعیت میکروبی دستگاه گوارش و برخی فراسنجه‌های خون مرغ‌های تخم‌گذار

برده می‌شود [۸ و ۱۳]. این باکتری‌ها با مهار فعالیت آنزیم هیدروکسی متیل گلوکوزیل کوانزیم A (یک آنزیم کلیدی در مسیر سنتز کلسترول)، می‌توانند اثرات کاهش‌دهنده کلسترول از خود نشان دهند [۳]. هم‌چنین، باکتری‌های اسید لاکتیکی با غیرمزدوج ساختن نمک‌های صفراوی باعث اختلال در چرخه باز جذب نمک‌های صفراوی از روده می‌شوند و در نتیجه میزان جذب آن‌ها را کاهش می‌دهند. بنابراین با توجه به این‌که نمک‌های صفراوی به وسیله سلول‌های کبدی از کلسترول ساخته می‌شوند جذب کم‌تر نمک‌های صفراوی سبب کاهش جذب کلسترول در روده می‌شود [۲۲].

گلوکز و پروتئین کل خون جوجه‌های گوشتی نداشت اما میزان کلسترول خون را به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد کاهش داد [۳]. هم‌چنین پژوهش‌گران در پژوهشی دیگر نشان دادند که استفاده از کنجاله سویای تخمیری در تغذیه بلدرچین‌های ژاپنی سبب کاهش میزان کلسترول و تری‌گلیسرید خون می‌شود [۱۳]. اثرات کاهش‌دهنده کلسترول در تیمارهای حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری را می‌توان به افزایش جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیکی در دستگاه گوارش نسبت داد [۸]. امروزه از باکتری‌های اسید لاکتیکی به‌عنوان عاملی برای پیش‌گیری از افزایش کلسترول خون نام

جدول ۶. تأثیر سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری بر فراسنجه‌های خون مرغ‌های تخم‌گذار

تیمارها ^۱	کلسترول (میلی‌گرم بر دی‌سی لیتر)	تری‌گلیسرید (میلی‌گرم بر دی‌سی لیتر)	^۲ HDL (میلی‌گرم بر دی‌سی لیتر)	گلوکز (میلی‌گرم بر دی‌سی لیتر)	پروتئین کل (گرم بر دی‌سی لیتر)	آلبومین (گرم بر دی‌سی لیتر)
شاهد	۱۶۵/۴ ^a	۱۶۴۷/۸	۳۱/۹	۲۸۶/۱	۴/۷۴	۳/۰۳
۷/۵ درصد کنجاله خام	۱۶۹/۵ ^a	۱۶۴۲/۱	۳۲/۱	۲۸۸/۲	۴/۶۹	۲/۹۰
۱۵ درصد کنجاله خام	۱۶۴/۱ ^a	۱۶۵۳/۲	۳۳/۶	۲۷۸/۱	۴/۸۰	۳/۱۳
۲۲/۵ درصد کنجاله خام	۱۶۸/۲ ^a	۱۶۳۷/۶	۳۰/۸	۲۸۰/۷	۴/۶۵	۳/۰۷
۳۰ درصد کنجاله خام	۱۶۹/۴ ^a	۱۶۵۰/۵	۲۹/۹	۲۷۹/۹	۴/۷۴	۳/۲۰
۷/۵ درصد کنجاله تخمیری	۱۴۶/۷ ^{ab}	۱۶۲۶/۱	۳۲/۳	۲۸۲/۱	۴/۷۸	۲/۹۸
۱۵ درصد کنجاله تخمیری	۱۳۲/۵ ^b	۱۶۱۰/۲	۳۴/۶	۲۸۶/۹	۴/۹۵	۳/۳۵
۲۲/۵ درصد کنجاله تخمیری	۱۲۸/۱ ^b	۱۶۲۱/۴	۳۳/۸	۲۸۵/۱	۴/۸۰	۳/۲۴
۳۰ درصد کنجاله تخمیری	۱۲۵/۷ ^b	۱۶۰۰/۹	۳۳/۶	۲۸۳/۶	۴/۸۲	۳/۱۹
خطای معیار	۴/۴۱	۱۸/۰۱	۲/۲۹	۲/۶۷	۰/۱۶	۰/۲۳
سطح احتمال	۰/۰۱	۰/۲۲	۰/۳۵	۰/۲۸	۰/۵۲	۰/۶۴

a-c: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P < 0.05$).

۱. مقادیر جایگزین‌شده کنجاله پنبه‌دانه خام و یا تخمیری با کنجاله سویا.

۲. لیوپروتئین با چگالی بالا.

تولیدات دامی

دوره ۲۳ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۰

- Effects of feeding fermented rapeseed meal on growth performance, gastrointestinal microflora population, blood metabolites, meat quality, and lipid metabolism in broiler chickens. *Livestock Science*, 216(2): 183-190.
- Ashayerizadeh A, Dastar B, Shams Shargh M, Shabani A, Jazi V and Soumeh EA (2019) Effect of feeding fermented rapeseed meal on nutrients digestibility and digestive enzyme activity in broiler chickens. 6th EAAP International Symposium on Energy and Protein Metabolism and Nutrition, *Wageningen Academic Publishers*. 138: 309-310.
 - Chiang G, Lu W, Piao X, Hu J, Gong L and Thacker P (2010) Effects of feeding solid-state fermented rapeseed meal on performance, nutrient digestibility, intestinal ecology and intestinal morphology of broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 23(2): 263-271.
 - Chen W, Zhu XZ, Wang JP, Wang ZX and Huang YQ (2013) Effects of *Bacillus subtilis* Var. natto and *Saccharomyces cerevisiae* fermented liquid feed on growth performance, relative organ weight, intestinal microflora, and organ antioxidant status in landes geese. *Journal of Animal Science*, 91(2): 978-985.
 - Davis AJ, Lordelo MM and Dale N (2002) The use of cottonseed meal with or without added soapstock in laying hen diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 11(2): 127-133.
 - Freire AL, Ramos CL and Schwan RF (2015) Microbiological and chemical parameters during cassava based-substrate fermentation using potential starter cultures of lactic acid bacteria and yeast. *Food Research International*, 76(3): 787-795.
 - Gilani A, Kermanshahi H, Golian A and Tahmasbi A (2013) Impact of sodium bentonite addition to the diets containing cottonseed meal on productive traits of Hy-Line W-36 hens. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 23(2): 411-415.
 - ISO/ASTM 6866 (1985) Animal Feeding Stuffs: Determination of Free and Total Gossypol, ASTM International, West. Conshohocken, PA.
 - Jazi V, Boldaji F, Dastar B, Hashemi SR and Ashayerizadeh A (2017) Effects of fermented cottonseed meal on the growth performance, gastrointestinal microflora population and small intestinal morphology in broiler chickens. *British Poultry Science*, 58(4), 402-408.

افزون بر این، باکتری‌های اسید لاکتیکی از طریق تولید اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر از جمله پروپیونات سبب مهار تولید کلسترول کبدی می‌شوند [۸].

براساس یافته‌های حاصل از این آزمایش، تخمیر میکروبی راه‌کاری مؤثر برای ارتقای ارزش تغذیه‌ای کنجاله پنبه‌دانه می‌باشد. هم‌چنین، نتایج نشان داد که استفاده از کنجاله پنبه‌دانه تخمیری تا ۳۰ درصد پروتئین کنجاله سویا در جیره مرغ‌های تخم‌گذار بدون تأثیر منفی بر عملکرد تخم‌گذاری، سبب بهبود ضخامت پوسته تخم‌مرغ، جمعیت میکروبی دستگاه گوارش و کاهش کلسترول سرم می‌شود. بنابراین، با توجه به نتایج مثبت جایگزینی بخشی از کنجاله سویا با کنجاله پنبه‌دانه تخمیری در جیره غذایی بر سلامت و عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار می‌توان این منبع پروتئینی فرآوری‌شده را به‌عنوان یک منبع پروتئینی جدید در تهیه خوراک مرغ‌های تخم‌گذار مدنظر قرار داد.

۴. تشکر و قدر دانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی به‌خاطر حمایت‌های مالی این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۵. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۶. منابع مورد استفاده

- Abdel-Fattah SA, El-Sanhoury MH, El-Mednay NM and Abdelazeem F (2008) Thyroid activity, some blood constituents, organs morphology and performance of broiler chicks fed supplemental organic acids. *International Journal of Poultry Science*, 7(3): 215-222.
- AOAC (2005) official methods of analysis, 16th ed, association of official analytical chemists, Washington, DC.
- Ashayerizadeh A, Dastar B, Shargh MS, Mahoonak AS and Zerehdaran S (2018)

12. Jazi V, Mohebodini H, Ashayerizadeh A, Shabani A and Barekatin R (2019) Fermented soybean meal ameliorates *Salmonella* Typhimurium infection in young broiler chickens. *Poultry Science*, 98(11): 5648-5660.
13. Jazi V, Ashayerizadeh A, Toghyani M, Shabani A, Tellez G and Toghyani M (2018) Fermented soybean meal exhibits probiotic properties when included in Japanese quail diet in replacement of soybean meal. *Poultry Science*, 97(6): 2113-2122.
14. Nagalakshmi D, Rao SVR, Panda AK and Sastry VRB (2007) Cottonseed meal in poultry diets: A review. *Journal of Poultry Science*, 44(2): 119-134.
15. SAS Institute (2003) SAS/STAT Users Guide: Version 9.1 edition. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
16. Shabani A, Jazi V, Ashayerizadeh A and Barekatin R (2019) Inclusion of fish waste silage in broiler diets affects gut microflora, cecal short-chain fatty acids, digestive enzyme activity, nutrient digestibility, and excreta gas emission. *Poultry Science*, 98(10): 4909-4918.
17. Sun H, Jiang-Wu T, Xiao-Hong Y, Yi-Fei W, Wang X and Feng J (2012) Improvement of the nutritional quality of cottonseed meal by *Bacillus subtilis* and the addition of papain. *International Journal of Agriculture and Biology*, 14(4): 563-568.
18. Sun H, Tang JW, Yao XH, Wu YF, Wang X and Feng J (2013) Effects of dietary inclusion of fermented cottonseed meal on growth, cecal microbial population, small intestinal morphology, and digestive enzyme activity of broilers. *Tropical Animal Health and Production*, 45(4): 987-993.
19. Sun H, Yao X, Wang X, Wu Y, Liu Y, Tang J and Feng J (2015) Chemical composition and in vitro antioxidant property of peptides produced from cottonseed meal by solid-state fermentation. *CyTA-Journal of Food*, 13(2): 264-272.
20. Soumeh EA, Mohebodini H, Toghyani M, Shabani A, Ashayerizadeh A and Jazi V (2019) Synergistic effects of fermented soybean meal and mannan-oligosaccharide on growth performance, digestive functions, and hepatic gene expression in broiler chickens. *Poultry Science*, 98(12): 6797-6807.
21. Swiątkiewicz S, Arczewska-Włosek A and Jozefiak D (2016) The use of cottonseed meal as a protein source for poultry: an updated review. *World's Poultry Science Journal*, 72(3): 473-484.
22. Taherpour K, Moravej H, Shivazad M, Adibmoradi M and Yakhchali B (2009) Effects of dietary probiotic, prebiotic and butyric acid glycerides on performance and serum composition in broiler chickens. *African Journal of Biotechnology*, 8(10): 2329-2334.
23. Yuan C, Song HH, Zhang XY, Jiang YJ, Zhang AT, Azzam MM and Zou XT (2014) Effect of expanded cottonseed meal on laying performance, egg quality, concentrations of free gossypol in tissue, serum and egg of laying hens. *Animal Science Journal*, 85(5): 549-554.
24. Zhan HQ, Dong XY, Li LL, Zheng YX, Gong YJ and Zou XT (2019) Effects of dietary supplementation with *Clostridium butyricum* on laying performance, egg quality, serum parameters, and cecal microflora of laying hens in the late phase of production. *Poultry Science*, 98(2): 896-903.
25. Zhang WJ, Xu ZR, Zhao SH, Sun JY and Yang X (2007) Development of a microbial fermentation process for detoxification of gossypol in cottonseed meal. *Animal Feed Science and Technology*, 135(2): 176-186.