

اثرات جایگزینی کنجاله پنبه‌دانه پرتوتابی و یا تخمیر شده با کنجاله سویای جیره بر عملکرد و ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی

• حسین محب‌الدینی (نویسنده مسئول)
دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تاریخ دریافت: شهریور ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: آبان ۱۴۰۳
شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۴۵۳۳۲۳۵۷۹۴
Email: mohebodini@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2024.366527.2410

چکیده

تأثیر جایگزینی کنجاله پنبه‌دانه پرتوتابی و یا تخمیر شده با کنجاله سویا در جیره بر عملکرد و ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی با استفاده از ۳۸۴ قطعه جوجه نر سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۸ تکرار انجام شد. گروه‌های آزمایشی شامل جایگزینی سطوح صفر و ۵۰ درصد کنجاله پنبه‌دانه خام، پرتوتابی شده و یا تخمیر شده با کنجاله سویا در جیره بود. نتایج نشان داد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره شاهد و جیره حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده در مقایسه با پرندگان سایر گروه‌ها از افزایش وزن بهتر و ضریب تبدیل خوراک پایین‌تر برخوردار بودند ($P < 0.05$). ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در دئودنوم و ژژنوم پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده در مقایسه با جیره‌های کنجاله پنبه‌دانه خام و کنجاله پنبه‌دانه پرتوتابی شده به‌طور معنی‌داری بهبود یافت ($P < 0.05$). ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در دئودنوم و ژژنوم جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه پرتوتابی شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از جیره کنجاله پنبه‌دانه خام بود ($P < 0.05$). براساس یافته‌های این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که روش تخمیر میکروبی در مقایسه با روش پرتوتابی راهکار موثرتری برای بهبود ارزش تغذیه‌ای کنجاله پنبه‌دانه می‌باشد. همچنین، استفاده از کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده در جیره جوجه‌های گوشتی علاوه بر بهبود شاخص‌های عملکرد رشد سبب ارتقاء سلامت دستگاه گوارش پرندگان می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پرتوتابی، کنجاله پنبه‌دانه، تخمیر، جوجه گوشتی، عملکرد.



Research Journal of Livestock Science No 148 pp: 93-102

Effects of replacing irradiated or fermented cottonseed meal with dietary soybean meal on performance and intestinal morphology of broiler chickens

By: Hossein Mohebodini

Associate Professor, Department of Animal Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Received: September 2024

Accepted: November 2024

The effect of replacing soybean meal with irradiated or fermented cottonseed meal in the diet on the growth performance and intestinal morphology of broiler chickens was conducted by 384 male Ross chickens in a completely randomized design with 4 treatments and 8 replications. Experimental groups included replacing 0 and 50% of raw, irradiated, or fermented cottonseed meal with soybean meal. The results showed that broilers fed control diets and diets containing fermented cottonseed meal had better weight gain and lower feed conversion ratio than other birds ($P < 0.05$). The Villus height and villus height to crypt depth ratio of duodenum and jejunum of broilers fed diets containing fermented cottonseed meal were significantly improved compared to raw cottonseed meal and irradiated cottonseed meal diets ($P < 0.05$). The Villus height and villus height to crypt depth ratio of duodenum and jejunum of broilers fed diets containing irradiated cottonseed meal were significantly higher than raw cottonseed meal diet ($P < 0.05$). Based on the findings of this study, it can be concluded that the microbial fermentation method is a more effective solution to improve the nutritional value of cottonseed meal compared to the irradiation method. Also, the use of fermented cottonseed meal in the diet of broilers, in addition to improving growth performance indicators, improves the health of the gastrointestinal tract of birds.

Key words: Radiation, Cottonseed meal, Fermentation, Broiler, Performance

مقدمه

منابع پروتئینی گران‌ترین بخش خوراک طیور را شامل می‌شود. اساساً از پسماندهای کارخانجات روغن‌کشی به عنوان منابع پروتئینی گیاهی استفاده می‌شود. با این وجود، این پسماندها حاوی ترکیبات ضدتغذیه‌ای هستند و تأثیر سوئی بر عملکرد رشد و زنده‌مانی طیور جوان دارند (Niba و همکاران، ۲۰۰۹). کنجاله پنبه‌دانه یکی از منابع پروتئینی مورد توجه در صنعت تهیه خوراک طیور است، اما به دلیل داشتن ترکیب ضدتغذیه‌ای به نام گوسیپول آزاد، استفاده از آن محدود می‌باشد (Nagalakshmi و همکاران، ۲۰۰۷). در بررسی Nayefi و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که جایگزینی سطوح ۱۲ و ۲۴ درصد کنجاله پنبه-دانه با کنجاله سویا در جیره بطور چشمگیری عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی را کاهش داد. پیش‌تر تلاش شد تا با فرآوری-های مختلف نظیر خیساندن، استخراج با حلال‌ها و یا حرارت‌دهی

میزان عوامل ضدتغذیه‌ای را تعدیل نمایند، اما این روش‌ها گاه‌آ علاوه بر کاهش قابلیت دسترسی مواد مغذی موجود در کنجاله سبب به مخاطره افتادن سلامت طیور شد (Gilani و همکاران، ۲۰۱۳). امروزه، تخمیر و یا پرتوتابی به عنوان راه‌کارهایی مؤثر برای کاهش ترکیبات ضدتغذیه‌ای پسماندهای کشاورزی و صنعتی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. تخمیر روشی بیولوژیکی است که به واسطه فعالیت‌های زیستی میکروارگانیسم‌ها (نظیر باکتری‌ها و قارچ‌ها)، ترکیبات آلی دارای مولکول‌های بزرگ به ترکیبات دارای مولکول‌های کوچک‌تر تبدیل می‌شود که این امر با کاهش عوامل ضدتغذیه‌ای و بهبود ارزش تغذیه‌ای منابع پروتئینی همراه است (Machado و همکاران، ۲۰۰۴). در مطالعه Sun و همکاران (۲۰۱۳) تخمیر کنجاله پنبه‌دانه با باسیلوس سابتیلیس سبب کاهش سطح گوسیپول آزاد شد. پرتودهی

سلسیوس جهت انجام فرآیند تخمیر گرم خانه گذاری شد (Jazi و همکاران، ۲۰۱۷). پس از اتمام دوره تخمیر، محصول در دمای ۳۰ درجه سلسیوس خشک شد. همچنین پرتوتابی الکترون کنجاله پنبه دانه با دُز ۳۰ کیلوگری و با شدت ۱۰ مگاولت با استفاده از یک شتاب دهنده رودترون مدل TT200 انجام شد (Nayef و همکاران، ۲۰۱۶). نهایتاً میزان گوسیول آزاد در کنجاله پنبه دانه خام، پرتوتابی و یا تخمیر شده اندازه گیری شد (ISO/ASTM, 1985). جهت بررسی تأثیر جایگزینی کنجاله پنبه دانه خام، پرتوتابی و یا تخمیر شده با کنجاله سویا در جیره بر عملکرد رشد و ریخت شناسی روده جوجه های گوشتی از ۳۸۴ قطعه جوجه نر سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تیمار و ۸ تکرار (۱۲ قطعه جوجه در هر تکرار) استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل یک جیره بر پایه ذرت-کنجاله سویا (گروه شاهد) و جیره-هایی با جایگزینی ۵۰ درصد کنجاله سویا با کنجاله پنبه دانه خام، پرتوتابی و یا تخمیر شده بود. جیره های آزمایشی با توجه به راهنمای احتیاجات سویه راس ۳۰۸ برای دوره های مختلف پرورش (دوره های آغازین، رشد و پایی) فرموله شد (جدول ۱، ۲ و ۳). در سن ۳۵ روزگی برای ارزیابی خصوصیات ریخت شناسی روده، ۲ قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی ذبح شدند. سپس، نمونه-هایی (با سطح مقطع ۱×۱ سانتی متر) از دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم روده باریک تهیه و بعد از شستشو با سرم فیزیولوژیک و بافر فسفات به داخل ظروف استریل حاوی فرمالین ۱۰ درصد انتقال یافت. قطعات روده تثبیت شده در محلول فرمالین درون پارافین جامد قرار گرفت و به وسیله دستگاه میکروتوم برش داده شدند و پس از رنگ آمیزی با هماتوکسیلین و ائوزین با استفاده از دستگاه استریومیکروسکوپ (مدل Sigma Scan, MVX10، آمریکا) با درجه بزرگنمایی ۴۰ خصوصیات پرزها ارزیابی شد (جزی و همکاران، ۲۰۱۷). افزایش وزن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک در پایان دوره پرورش (۴۲ روزگی) اندازه گیری شد. داده های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS (۲۰۰۳) در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه واریانس شد. مقایسه میانگین ها با آزمون توکی در سطح آماری ۵ درصد انجام شد.

فرآیندی است که طی آن اقلام خوراکی به منظور کاهش و یا حذف عوامل ضد تغذیه ای و نیز افزایش مدت زمان ماندگاری در معرض پرتوهای نظیر الکترون و گاما قرار می گیرند. پرتوهای گاما و الکترون یا بیم الکترون منابع رایج استفاده از پرتو در فرآوری اقلام خوراکی می باشند. این پرتوها برخلاف پرتو مایکروویو و مادون قرمز، غیرحرارتی (بدون افزایش دما) هستند. بنابراین، این پرتوها به دلیل اینکه سبب بالا رفتن دمای اقلام خوراکی نمی شود، در مقایسه با دیگر پرتوها بسیار جزئی کیفیت مواد مغذی را تحت تأثیر قرار می دهند (شورنگ و همکاران، ۱۳۹۰). Taghinejad و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که تابش پرتو گاما در دُزهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ کیلوگری محتوای اسید فیتیک و مهارکننده تریپسین کنجاله سویا را کاهش داد. مطالعات پیرامون کارایی استفاده از تخمیر میکروبی و یا پرتوتابی بر سطح گوسیول آزاد کنجاله پنبه دانه و تأثیر کنجاله فرآوری شده بر عملکرد جوجه های گوشتی بسیار اندک و متناقض است. از این-رو، مطالعه حاضر به منظور بررسی جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله پنبه دانه پرتوتابی و یا تخمیر شده در جیره بر عملکرد و ریخت شناسی روده جوجه های گوشتی انجام شد.

مواد و روش ها

برای این پژوهش مخمر ساکارومایسیس سرویسه (PTCC5269) و باکتری های باسیلوس سابتیلیس (PTCC1156) و لاکتوباسیلوس پلاتناروم (PTCC1058) از مرکز کلکسیون باکتری و قارچ سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران تهیه شد. فعال سازی این میکروارگانیسم ها با استفاده از محیط های وای.پی.دی آگار (برای مخمر ساکارومایسیس سرویسه) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و نوترینت آگار و ام.آر.اس آگار (به ترتیب برای باکتری باسیلوس سابتیلیس و لاکتوباسیلوس پلاتناروم) در دمای ۳۷ درجه سلسیوس صورت گرفت. سپس کنجاله پنبه دانه به نسبت ۱ به ۱/۲ با آب مقطر (۱ قسمت کنجاله : ۱/۲ قسمت آب) مخلوط و حداقل ۱×۱۰^۶ واحد تشکیل کلنی در میلی لیتر از مخمر و باکتری ها به آن افزوده و در ظروف درب دار پلاستیکی به مدت ۷ روز در دمای ۲۵ درجه

جدول ۱- اجزا و ترکیب شیمیایی جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)

اجزای خوراک (%)	شاهد	کنجاله پنبه‌دانه خام	کنجاله پنبه‌دانه تخمیری	کنجاله پنبه‌دانه پرتوتابی شده
ذرت	۵۴/۱۸	۵۲/۷۷	۵۴/۲۸	۵۳/۱۸
کنجاله سویا	۳۸/۱۰	۱۷/۸۱	۱۶/۵۷	۱۷/۴۹
کنجاله پنبه‌دانه خام	-	۱۹/۰۵	-	-
کنجاله پنبه‌دانه تخمیری	-	-	۱۹/۰۵	-
کنجاله پنبه‌دانه پرتودهی شده	-	-	-	۱۹/۰۵
روغن	۳/۰۶	۴/۶۱	۴/۳۴	۴/۵۲
کربنات کلسیم	۰/۷۹	۰/۹۴	۰/۹۵	۰/۹۴
دی کلسیم فسفات	۲/۱۶	۲/۰۹	۲/۰۹	۲/۰۹
نمک	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷
بیکربنات سدیم	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳
مکمل ویتامینی ^۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی ^۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
متیونین	۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۴۲
لیزین	۰/۱۰	۰/۶۸	۰/۶۹	۰/۶۸
ترئونین	۰/۲۴	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۲۶
والین	۰/۱۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱
ایزولوسین	۰	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
انرژی قابل متابولیسم (Kcal/Kg)	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰
پروتئین خام (%)	۲۱/۵۳	۲۰/۳۸	۲۰/۴۹	۲۰/۳۰
کلسیم (%)	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶
فسفر قابل دسترس (%)	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸
سدیم (%)	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
SID لیزین (%)	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۲۳
SID متیونین (%)	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳
SID متیونین + سیستین (%)	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱

^۱ هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین کننده موارد زیر است: ۳۵۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D₃، ۹۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۱۰۰۰ میلی گرم ویتامین K₃، ۹۰۰ میلی گرم ویتامین B₁، ۳۳۰۰ میلی گرم ویتامین B₂، ۵۰۰۰ میلی گرم ویتامین B₃، ۱۵۰۰۰ میلی گرم ویتامین B₅، ۱۵۰ میلی گرم ویتامین B₆، ۵۰۰ میلی گرم ویتامین B₉، ۷/۵ میلی گرم ویتامین B₁₂، ۲۵۰۰۰۰ میلی گرم کولین، ۵۰۰ میلی گرم بیوتین.

^۲ هر کیلوگرم از مکمل معدنی تأمین کننده مواد زیر است: ۵۰۰۰۰ میلی گرم منگنز، ۲۵۰۰۰ میلی گرم آهن، ۵۰۰۰۰ میلی گرم روی، ۵۰۰۰ میلی گرم مس، ۵۰۰ میلی گرم ید، ۱۰۰ میلی - گرم سلنیوم.

جدول ۲- اجزا و ترکیب شیمیایی جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در دوره رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)

اجزای خوراک (%)	شاهد	کنجاله پنبه دانه خام	کنجاله پنبه دانه تخمیری	کنجاله پنبه دانه پرتوتابی شده
ذرت	۵۶/۱۹	۵۵/۲۶	۵۶/۶۲	۵۵/۶۰
کنجاله سویا	۳۵/۴۰	۱۶/۲۰	۱۵/۰۵	۱۵/۹۱
کنجاله پنبه دانه خام	-	۱۷/۷۰	-	-
کنجاله پنبه دانه تخمیری	-	-	۱۷/۷۰	-
کنجاله پنبه دانه پرتوده‌ی شده	-	-	-	۱۷/۷۰
روغن	۴/۱۲	۵/۵۱	۵/۲۶	۵/۴۳
کربنات کلسیم	۰/۷۱	۰/۸۶	۰/۸۷	۰/۸۶
دی کلسیم فسفات	۱/۹۲	۱/۸۵	۱/۸۶	۱/۸۶
نمک	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷
بیکربنات سدیم	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۴
مکمل ویتامینی ^۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی ^۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
متیونین	۰/۳۳	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۱
لیزین	۰/۲۲	۰/۶۳	۰/۶۴	۰/۶۳
ترئونین	۰/۱۱	۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۲۵
والین	۰/۰۹	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰
ایزولوسین	۰	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۲۴
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
انرژی قابل متابولیسم (Kcal/Kg)	۳۰۵۰	۳۰۵۰	۳۰۵۰	۳۰۵۰
پروتئین خام (%)	۲۰/۴۳	۱۹/۲۷	۱۹/۳۷	۱۹/۲۰
کلسیم (%)	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷
فسفر قابل دسترس (%)	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۴
سدیم (%)	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
SID لیزین (%)	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵
SID متیونین (%)	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۱
SID متیونین + سیستئین (%)	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱

^۱ هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین کننده موارد زیر است: ۳۵۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D₃، ۹۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۱۰۰۰ میلی گرم ویتامین K₃، ۹۰۰ میلی گرم ویتامین B₁، ۳۳۰۰ میلی گرم ویتامین B₂، ۵۰۰۰ میلی گرم ویتامین B₃، ۱۵۰۰۰ میلی گرم ویتامین B₅، ۱۵۰ میلی گرم ویتامین B₆، ۵۰۰ میلی گرم ویتامین B₉، ۷/۵ میلی گرم ویتامین B₁₂، ۲۵۰۰۰۰ میلی گرم کولین، ۵۰۰ میلی گرم بیوتین.

^۲ هر کیلوگرم از مکمل معدنی تأمین کننده مواد زیر است: ۵۰۰۰۰ میلی گرم منگنز، ۲۵۰۰۰ میلی گرم آهن، ۵۰۰۰۰ میلی گرم روی، ۵۰۰۰ میلی گرم مس، ۵۰۰ میلی گرم ید، ۱۰۰ میلی گرم سلنیوم.

جدول ۳- اجزا و ترکیب شیمیایی جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی)

اجزای خوراک (%)	شاهد	کنجاله پنبه‌دانه خام	کنجاله پنبه‌دانه تخمیری	کنجاله پنبه‌دانه پرتوتابی شده
ذرت	۶۰/۲۶	۵۹/۷۰	۶۰/۹۰	۶۰/۰۱
کنجاله سویا	۳۰/۸۸	۱۳/۹۰	۱۲/۹۰	۱۳/۶۴
کنجاله پنبه‌دانه خام	-	۱۵/۴۴	-	-
کنجاله پنبه‌دانه تخمیری	-	-	۱۵/۴۴	-
کنجاله پنبه‌دانه پرتوده‌ی شده	-	-	-	۱۵/۴۴
روغن	۴/۹۰	۶/۰۶	۵/۸۵	۶/۰۰
کربنات کلسیم	۰/۶۶	۰/۷۹	۰/۸۰	۰/۷۹
دی کلسیم فسفات	۱/۷۲	۱/۶۶	۱/۶۶	۱/۶۶
نمک	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷
بیکربنات سدیم	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴
مکمل ویتامینی ^۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی ^۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
متیونین	۰/۳۰	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶
لیزین	۰/۲۰	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۷
ترئونین	۰/۰۹	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۲۳
والین	۰/۰۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
ایزولوسین	۰	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
انرژی قابل متابولیسم (Kcal/Kg)	۳۱۵۰	۳۱۵۰	۳۱۵۰	۳۱۵۰
پروتئین خام (%)	۱۸/۶۷	۱۷/۶۰	۱۷/۶۸	۱۷/۵۳
کلسیم (%)	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹
فسفر قابل دسترس (%)	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹
سدیم (%)	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
SID لیزین (%)	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳
SID متیونین (%)	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶
SID متیونین + سیستین (%)	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱

^۱ هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین کننده موارد زیر است: ۳۵۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D₃، ۹۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۱۰۰۰ میلی گرم ویتامین K₃، ۹۰۰ میلی گرم ویتامین B₁، ۳۳۰۰ میلی گرم ویتامین B₂، ۵۰۰۰ میلی گرم ویتامین B₃، ۱۵۰۰۰ میلی گرم ویتامین B₅، ۱۵۰ میلی گرم ویتامین B₆، ۵۰۰ میلی گرم ویتامین B₉، ۷/۵ میلی گرم ویتامین B₁₂، ۲۵۰۰۰۰ میلی گرم کولین، ۵۰۰ میلی گرم بیوتین.

^۲ هر کیلوگرم از مکمل معدنی تأمین کننده مواد زیر است: ۵۰۰۰۰ میلی گرم منگنز، ۲۵۰۰۰ میلی گرم آهن، ۵۰۰۰۰ میلی گرم روی، ۵۰۰۰ میلی گرم مس، ۵۰۰ میلی گرم ید، ۱۰۰ میلی - گرم سلنیوم.

نتایج و بحث

سطح گوسپیول آزاد در کنجاله پنبه دانه پرتوتابی و یا تخمیر شده در مقایسه با کنجاله پنبه دانه خام کمتر بود ($P < 0.05$). همچنین سطح گوسپیول آزاد در کنجاله تخمیر شده به طور چشمگیری کمتر از کنجاله پرتوتابی شده بود (جدول ۴). Zhang و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که تخمیر کنجاله پنبه دانه به کمک آسپرژیلوس نایجر یا آسپرژیلوس اوریزا به ترتیب میزان گوسپیول آزاد را از ۵۴۹ میلی گرم در کیلوگرم کنجاله پنبه دانه خام به ۸۱ و ۱۷۸ میلی گرم در کیلوگرم کاهش داد. همچنین استفاده از باکتری باسیلوس سابتیلیس برای تخمیر کنجاله پنبه دانه میزان گوسپیول آزاد را به طور قابل توجهی کاهش داد (Sun و همکاران، ۲۰۱۲).

دلیل کاهش سطح گوسپیول آزاد طی فرآیند تخمیر میکروبی به اتصال گوسپیول آزاد به پروتئین ترشح شده از میکروب ها و یا تجزیه گوسپیول آزاد در طی فعالیت های زیستی میکروارگانیسم ها مرتبط می باشد (Zhang و همکاران، ۲۰۰۷). در مطالعه Nayefi و همکاران (۲۰۱۴)، پرتودهی کنجاله پنبه دانه با اشعه الکترون سبب کاهش سطح گوسپیول آزاد شد. مکانیسم اثر پرتوتابی بر کاهش میزان گوسپیول شناخته نیست، اما دلیل این امر می تواند به اکسیداسیون حلقه های فنل موجود در ساختار گوسپیول ارتباط داشته باشد.

جدول ۴- سطح گوسپیول آزاد در کنجاله پنبه دانه خام و عمل آوری شده

کنجاله پنبه دانه				
خام	تخمیر شده	پرتودهی شده	خطای معیار	سطح احتمال
۹۳۲ ^a	۱۰۰ ^c	۴۹۴ ^b	۷/۰۵	۰/۰۰۱
گوسپیول آزاد (mg/kg)				

^{a,c} میانگین های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار هستند ($P < 0.05$).

نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد رشد جوجه های گوشتی در جدول ۵ گزارش شده است. افزایش وزن در گروه شاهد و گروه دریافت کننده کنجاله پنبه دانه تخمیر شده در مقایسه با سایر گروه های آزمایشی بیشتر بود ($P < 0.05$). کمترین مصرف خوراک در جوجه های تغذیه شده با جیره حاوی کنجاله پنبه دانه خام مشاهده شد ($P < 0.05$). تیمارهای شاهد و کنجاله پنبه دانه تخمیر شده ضریب تبدیل خوراک بهتری نسبت به تیمارهای کنجاله پنبه دانه خام و یا پرتوتابی شده داشتند ($P < 0.05$).

همسو با نتایج مطالعه حاضر، کاهش عملکرد رشد جوجه های گوشتی تغذیه شده با کنجاله پنبه دانه در مطالعه Nayefi و همکاران (۲۰۱۴) گزارش شده است. گوسپیول آزاد کنجاله پنبه دانه از طریق اتصال با گروه اپسیلون آزاد لیزین و اختلال در

فعالیت آنزیم های گوارشی نظیر پپسین و تریپسین سبب کاهش قابلیت هضم پذیری و دسترسی پروتئین برای پرند شده که متعاقباً منجر به کاهش عملکرد می گردد (Jazi و همکاران، ۲۰۱۷). از سوی دیگر، Sun و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که جایگزینی سطوح ۸ و ۱۲ درصد کنجاله پنبه دانه تخمیر شده با کنجاله سویا در جیره جوجه های گوشتی موجب بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک پرندگان شد. اثرات مفید تغذیه کنجاله پنبه دانه تخمیر شده بر عملکرد رشد جوجه های گوشتی را به کاهش سطح گوسپیول آزاد کنجاله و بهبود تعادل فلور میکروبی دستگاه گوارش (به دلیل ویژگی منحصربفرد کنجاله تخمیری نظیر وجود باکتری های اسید لاکتیکی و pH پایین) نسبت داده می شود (Niba و همکاران، ۲۰۰۹؛ Sun و همکاران، ۲۰۱۳).

جدول ۵- عملکرد دوره پرورش جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی مختلف

عملکرد	جیره‌های آزمایشی				
	شاهد	کنجاله خام	کنجاله تخمیری	کنجاله پرتوده‌ی شده	خطای معیار
افزایش وزن (گرم)	۲۵۵۷/۵۰ ^a	۲۲۰۵/۱۰ ^b	۲۴۹۰/۸۹ ^a	۲۳۴۶/۲۰ ^{ab}	۱۵/۵۴
مصرف خوراک (گرم)	۴۴۷۱/۱۰ ^a	۴۲۰۰/۵۰ ^b	۴۴۱۰/۹۰ ^a	۴۴۰۰/۰۱ ^a	۲۴/۱۰
ضریب تبدیل خوراک	۱/۷۴ ^b	۱/۹۰ ^a	۱/۷۷ ^b	۱/۸۷ ^a	۰/۰۱

^{a-b} میانگین‌ها در هر ردیف با حروف متفاوت معنی‌دار هستند ($P < 0.05$)

بهبود ساختار ریخت‌شناسی بخش‌های ابتدایی روده باریک در مقایسه با گروه کنجاله پنبه‌دانه خام شد. از سویی دیگر، تغذیه جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده در مقایسه با سایر جیره‌های آزمایشی سبب افزایش چشمگیر ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در دئودنوم و ژرژنوم پرندگان شد ($P < 0.05$).

نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای آزمایشی مختلف (شاهد، کنجاله پنبه‌دانه خام، کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده و کنجاله پنبه‌دانه پرتوده‌ی شده) بر ریخت‌شناسی بخش‌های مختلف روده باریک جوجه‌های گوشتی در جدول ۶ ارائه شده است. تغذیه پرندگان با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه خام سبب کاهش ارتفاع پرز و افزایش عمق کریپت و کاهش نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در دئودنوم و ژرژنوم شد ($P < 0.05$). در مقابل پرتوتابی کنجاله پنبه‌دانه موجب

جدول ۶- تغییرات ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی مختلف

جیره‌های آزمایشی					
شاهد	کنجاله خام	کنجاله تخمیری	کنجاله پرتوده‌ی شده	خطای معیار	سطح احتمال
دئودنوم					
ارتفاع پرز	۹۳۰/۴۰ ^a	۷۸۰/۰۵ ^c	۹۱۱/۲۰ ^a	۸۳۰/۸۲ ^b	۰/۰۰۱
عمق کریپت	۱۲۸/۶۹ ^b	۱۴۰/۰۱ ^a	۱۳۰/۳۸ ^b	۱۳۸/۵۱ ^a	۰/۰۰۱
ارتفاع پرز: عمق کریپت	۷/۲۲ ^a	۵/۵۷ ^c	۶/۹۸ ^a	۶/۰۰ ^b	۰/۰۰۱
ژژنوم					
ارتفاع پرز	۶۵۴/۲۰ ^a	۵۱۱/۴۰ ^c	۶۴۷/۲۰ ^a	۵۷۰/۱۱ ^b	۰/۰۰۲
عمق کریپت	۱۲۲/۱۲	۱۳۰/۹۰	۱۲۳/۰۵	۱۲۴/۰۱	۰/۱۲۶
ارتفاع پرز: عمق کریپت	۵/۳۷ ^a	۳/۹۰ ^c	۵/۲۶ ^a	۴/۶۰ ^b	۰/۰۰۱
ایلئوم					
ارتفاع پرز	۴۲۰/۹۵	۳۹۰/۱۳	۴۲۲/۵۰	۴۰۰/۶۴	۰/۳۲۶
عمق کریپت	۱۰۵/۲۵	۱۱۰/۷۰	۱۰۶/۲۰	۱۰۴/۱۰	۰/۳۲۹
ارتفاع پرز: عمق کریپت	۴/۰۰	۳/۵۲	۳/۹۸	۳/۸۵	۰/۴۵۰

^{a-c} میانگین‌ها در هر ردیف با حروف متفاوت معنی‌دار هستند ($P < 0.05$)

کنجاله پنبه‌دانه پرتودهی شده می‌تواند دلیلی برای بهبود نسبی ساختار ریخت‌شناسی روده در این گروه از پرندگان باشد.

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که روش تخمیر میکروبی در مقایسه با روش پرتوتابی راهکار موثرتری در بهبود ارزش تغذیه‌ای کنجاله پنبه‌دانه است. همچنین، استفاده از کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده تا سطح ۵۰ درصد جایگزین کجاله سویا در جیره جوجه‌های گوشتی علاوه بر بهبود عملکرد رشد سبب ارتقاء سلامت دستگاه گوارش پرندگان می‌شود. بنابراین، کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده با توجه به اثرات مثبت بر عملکرد و سلامت جوجه‌های گوشتی می‌تواند به عنوان یک منبع پروتئینی فرآسودمند مدنظر محققین و پرورش‌دهندگان طیور قرار گیرد.

منابع

شورنگ، پ.، مجدآبادی، ع.، صادقی، ع.ا. و ضیائی، ف. (۱۳۹۰). استفاده از پرتوتابی الکترون برای افزایش عملکرد جوجه‌های گوشتی. اولین کنگره علوم و فناوری‌های نوین در کشاورزی.

Feng, J., Liu, X., Xu, Z.R., Wang, Y.Z., and Liu, J.X. (2007). Effects of Fermented Soybean Meal on Digestive Enzyme Activities and Intestinal Morphology in Broilers. *Poultry Science*, 86: 1149-1154.

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. *Journal of Animal and Plant Science*, 23: 411-415.

Hu, Y., Wang, Y., Li, A., Wang, Z., Zhang, X., Yun, T. and Yin, Y. (2015). Effects of fermented rapeseed meal on antioxidant functions, serum biochemical parameters and intestinal morphology in broilers. *Food and Agricultural Immunology*, 27: 182-193.

ISO/ASTM 6866 (1985) Animal Feeding Stuffs: Determination of. Free and Total Gossypol, ASTM International, West. Conshohocken, PA.

فراسنجه‌های ریخت‌شناسی روده کوچک یعنی ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت نشانگر راندمان هضم و جذب روده و همچنین سلامت دستگاه گوارش می‌باشد (Hu و همکاران، ۲۰۱۵). در مطالعه حاضر، ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در دئودنوم و ژژنوم پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده در مقایسه با سایر گروه‌های آزمایشی به طور قابل توجهی بهبود یافته بود. همچنین، تغذیه پرندگان با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه پرتودهی شده در مقایسه با جیره حاوی کنجاله پنبه‌دانه خام سبب بهبود ارتفاع پرز و عمق کریپت در دو ناحیه مذکور شد. به طور مشابه، در مطالعات قبلی، افزایش ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در دئودنوم و ژژنوم جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده مشاهده شد (Sun و همکاران، ۲۰۱۳). Feng و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که استفاده از کنجاله سویای تخمیر شده با آسپرژیلوس اوریزا در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش ارتفاع پرز در دئودنوم و ژژنوم و کاهش عمق کریپت در ژژنوم شد. همچنین در مطالعه Hu و همکاران (۲۰۱۵) افزایش ارتفاع پرز و کاهش عمق کریپت در سه ناحیه دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم گزارش شده است. سه دلیل برای بهبود ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده می‌توان اظهار داشت. نخستین و مهم‌ترین دلیل به رابطه مستقیم میان فلور میکروبی دستگاه گوارش و سلامت ریخت‌شناسی روده وابسته است. به طوری که افزایش جمعیت باکتری‌های مفید نظیر باکتری‌های اسید لاکتیک در دستگاه گوارش با تولید ترکیبات ویژه (نظیر اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و باکتریوسین‌ها) و همچنین پدیده حذف رقابتی مانع از استقرار بروز اثرات سوء عوامل بیماری‌زا نظیر کلی‌فرم‌ها بر ساختار و بافت روده می‌شوند (Feng و همکاران، ۲۰۰۷). دوم، تجزیه پروتئین‌های بزرگ به پپتیدهای کوچک بعد از تخمیر کنجاله پنبه‌دانه و نهایتاً به کاهش سطح گوسپول آزاد در کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده و متعاقباً کاهش تأثیر منفی آن می‌توان اشاره نمود (Jazi و همکاران، ۲۰۱۷). همچنین، کاهش سطح گوسپول آزاد در

- Jazi, V., Boldaji, F., Dastar, B., Hashemi, S.R. 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: 402-408.
- Machado, C.M., Oishi, B.O., Pandey, A. and Soccol, C.R. (2004). Kinetics of *Gibberella fujikuroi* growth and gibberellic acid production by solid - state fermentation in a packed - bed column bioreactor. *Biotechnology Progress*, 20(5): 1449-1453.
- Nagalakshmi, D., Rao, S.V.R., Panda, A.K. and Sastry, V.R. (2007). Cottonseed meal in poultry diets: a review. *The Journal of Poultry Science*, 44(2): 119-134.
- Nayefi, M., Salari, S., Sari, M., and Behgar, M. (2016). Nutritional Value of electron beam irradiated cottonseed meal in broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(4): 643-648.
- Nayefi, M., Salari, S., Sari, M. and Behgar, M. (2014). Treatment by gamma or electron radiation decreases cell wall and gossypol content of cottonseed meal. *Radiation Physics and Chemistry*, 99: 23-25.
- Niba, A.T., Beal, J.D., Kudi, A.C. and Brooks, P.H. (2009). Potential of bacterial fermentation as a biosafe method of improving feeds for pigs and poultry. *African Journal of Biotechnology*, 8: 1758-1767.
- SAS. 2003. SAS Statistics User's Guide. Statistical Analytical System. Version 9.1 edi. SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.
- Sun, H., Tang, J., Yao, X., Wu, Y., 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: 987-993.
- Sun, H., Tang, J.W., Yao, X.H., Wu, Y.F., 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 Agricultural and Biological*, 14: 563-568.
- Taghinejad, M., Nikkhah, A., Sadeghi, A.A., Raisali, G. and Chamani, M. (2009). Effects of Gamma Irradiation on Chemical Composition, Antinutritional Factors, Ruminal Degradation and In vitro Protein Digestibility of Full-fat Soybean. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22: 534-541.
- Zhang, W.J., Xu, Z.R., Zhao, S.H., Sun, J.Y. and Yang, X. (2007). Development of a microbial fermentation process for detoxification of gossypol in cottonseed meal. *Animal Feed Science and Technology*, 135(1-2): 176-186.