تولیدات دامی
دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵
صفحه‌های ۳۲۱-۳۱۱

تأثیر تغذیه کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده بر عملکرد، خصوصیات لاشه و پروفایل چربی سرم خون جوجه‌های گوشتی

وحید جزی[۱*]، فتح‌اله بلداجی[۲]، بهروز دستار[۲]، سید رضا هاشمی[۳]، امین عشایری‌زاده[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه تغذیه دام، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان – ایران
۲. استاد گروه تغذیه دام، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان – ایران
۳. استادیار گروه فیزیولوژی دام، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان – ایران
۴. دانشجوی دکتری گروه تغذیه دام، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان – ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۴/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۲۳

چکیده

تأثیر تغذیه کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده بر عملکرد، خصوصیات لاشه و پروفایل چربی سرم خون با استفاده از ۳۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، پنج تکرار و با ۱۲ پرنده در هر تکرار بررسی شد. کنجاله پنبه‌دانه با کشت مخلوط مایع حاوی *باسیلوس سابتیلیس*، *آسپرژیلوس نایجر* و *آسپرژیلوس اوریزا* به نسبت یک به ۱/۲ تخمیر شد. پس از هفت روز تخمیر، مقدار گوسیپول آزاد از ۵۸۴/۳۳ به ۶۸ میلی‌گرم در کیلوگرم کنجاله کاهش یافت. تیمارهای آزمایش شامل جایگزینی صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد کنجاله پنبه‌دانه خام و یا تخمیری با کنجاله سویا در جیره غذایی بود. استفاده از کنجاله پنبه‌دانه تخمیری در مقایسه با کنجاله پنبه‌دانه خام در جیره سبب بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی شد (P<۰/۰۵). در ۲۱ و ۴۲ روزگی، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در پرنده‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد کنجاله پنبه‌دانه تخمیری اختلاف معنی‌داری با پرنده‌های تغذیه شده جیره شاهد نداشت. چربی محوطه بطنی در جوجه‌هایی که با جیره حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری تغذیه شدند، از سایر پرندگان کمتر بود (P<۰/۰۵). غلظت کلسترول و تری‌گلیسرید سرم خون در گروه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری به طور معنی‌داری کمتر از سایر گروه‌ها بود (P<۰/۰۵). براساس نتایج حاصل، استفاده از کنجاله پنبه‌دانه تخمیری در مقایسه با کنجاله پنبه‌دانه خام عملکرد و سلامت جوجه‌های گوشتی را بهبود می‌بخشد.

کلیدواژه‌ها: *باسیلوس سابتیلیس*، جوجه گوشتی، عملکرد، کنجاله پنبه‌دانه، گوسیپول آزاد

* نویسنده مسئول Email: vahid.j0067@gmail.com

مقدمه

کنجاله سویا به دلیل تعادل اسید آمینه‌ای مطلوب، متداول‌ترین منبع پروتئینی مورد استفاده در تغذیه طیور می‌باشد. با این حال، چالش‌هایی نظیر قیمت بالا و محدود بودن مقدار کنجاله سویا از دغدغه‌های اصلی صنعت طیور در سراسر جهان می‌باشد و این امر سبب شده است که بخشی از تحقیقات در زمینه تغذیه طیور به یافتن جایگزین‌هایی با کیفیت مطلوب، قابل دسترس و ارزان‌تر برای این منبع پروتئینی معطوف شود [۱۲]. کنجاله پنبه‌دانه با داشتن ۲۲۰ تا ۵۶۰ گرم در کیلوگرم پروتئین خام می‌تواند به عنوان جایگزینی برای کنجاله سویا مطرح باشد، اما وجود ترکیبات ضدتغذیه‌ای به نام گوسیپول در این کنجاله استفاده از این منبع پروتئینی را در تغذیه طیور محدود می‌کند [۹]. گوسیپول به دو صورت آزاد و باند شده در پنبه‌دانه وجود دارد. شکل آزاد گوسیپول به دلیل داشتن گروه‌های فنولی و آلدئیدی بسیار واکنش دهنده و سمی است، درحالی‌که شکل باند شده آن غیرسمی می‌باشد [۱۵].

تغذیه کنجاله پنبه‌دانه (به دلیل داشتن گوسیپول آزاد) سبب کاهش عملکرد تولیدی و افزایش مرگ‌ومیر در جوجه‌های گوشتی می‌شود [۱، ۴ و ۹]. راه‌کارهایی از قبیل استفاده از مکمل سولفات آهن و یا لیزین برای دام انداختن و غیرفعال‌سازی گوسیپول آزاد کنجاله پنبه‌دانه پیشنهاد شده است، اما در میزان کارآیی و اثربخشی این روش‌ها تردیدهایی وجود دارد [۹]. اخیراً، استفاده از روش تخمیر میکروبی برای تولید محصولات پروتئینی با کیفیت و عاری از ترکیبات ضدتغذیه‌ای مورد توجه قرار گرفته است [۲۳]. در این روش، از گونه‌های باکتریایی (نظیر *انتروکوکوس فاسیوم* و *باسیلوس سابتیلیس*) و گونه‌های قارچی (نظیر *آسپرژیلوس نایجر* و *آسپرژیلوس اوریزا*) براساس اهداف تخمیر استفاده می‌شود [۱۷]. تخمیر کنجاله پنبه‌دانه با باکتری *باسیلوس سابتیلیس* سبب کاهش چشم گیری در میزان گوسیپول آزاد محصول تخمیری می‌شود [۲۵].

تحقیقات پیرامون استفاده از خوراک‌های تخمیری در تغذیه طیور محدود است و اثرات آنها نیز بر عملکرد رشد متناقض می‌باشد. استفاده از خوراک‌های تخمیری در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی سبب بهبود عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی شد [۶]. در مقابل، عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های تخمیری در سن شش هفتگی به طور قابل توجهی نسبت به گروه شاهد کاهش یافت [۱۴]. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تغذیه کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده بر عملکرد، خصوصیات لاشه و پروفایل چربی سرم خون جوجه‌های گوشتی است.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر، باکتری *باسیلوس سابتیلیس* PTCC1156 و همچنین قارچ‌های *آسپرژیلوس نایجر* PTCC5010 و *آسپرژیلوس اوریزا* PTCC5163 به شکل ویال‌های لئوفیلیزه از مرکز کلکسیون باکتری و قارچ سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه و به ترتیب با استفاده از محیط‌های نوترینت آگار در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد (برای باکتری) و پی.دی.ای در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (برای قارچ‌ها) فعال شدند. تهیه کشت آغازگر از باکتری و قارچ‌ها، به ترتیب با استفاده از محیط‌های ام.آر.اس براس و پی.دی.ای 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 10^5 واحد تشکیل کلنی در میلی‌لیتر) اضافه شد. مخلوط حاصل درون مخازن ویژه (دارای سوپاپ یک طرفه جهت خروج گازهای تولید شده و ممانعت از ورود هوا) در مدت هفت روز در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد تخمیر شد. نهایتاً، کنجاله پنبه‌دانه تخمیر

شده به مدت سه روز در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد [۲۹]. مقدار گوسیپول آزاد برای پنج نمونه از کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری به روش مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران اندازه‌گیری شد [۲]. مقدار گوسیپول در کنجاله پنبه‌دانه خام و تخمیری به کمک آزمون t و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) مقایسه شدند [۲۱].

برای انجام تحقیق حاضر، تعداد ۳۰۰ قطعه جوجه یک‌روزه نر سویه راس ۳۰۸ به مدت شش هفته در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، پنج تکرار و ۱۲ پرنده در هر تکرار استفاده شد. جیره‌های آزمایشی برای تأمین نیاز مواد مغذی توصیه شده [۱۶] با استفاده از نرم‌افزار UFFDA تنظیم شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱ – جیره ذرت–کنجاله سویا (تیمار شاهد)، ۲ – جیره ذرت–حاوی ۱۰ درصد کنجاله پنبه‌دانه خام جایگزین کنجاله سویا، ۳ – جیره ذرت–حاوی ۲۰ درصد کنجاله پنبه‌دانه خام جایگزین کنجاله سویا، ۴ – جیره ذرت–حاوی ۱۰ درصد کنجاله پنبه‌دانه تخمیری جایگزین کنجاله سویا و ۵ – جیره ذرت–حاوی ۲۰ درصد کنجاله پنبه‌دانه تخمیری جایگزین کنجاله سویا بود. مشخصات ترکیب جیره‌های آزمایشی در دوره‌های آغازین (۲۱–۱ روزگی) و رشد (۴۲–۲۲ روزگی) در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

ماده خوراکی (درصد)	جیره ۲۲–۱ روزگی			
	شاهد	پنبه‌دانه خام (درصد)		پنبه‌دانه تخمیری (درصد)	
		۱۰	۲۰	۱۰	۲۰
دانه ذرت	۵۶/۶۰	۵۴/۱۳	۵۱/۶۶	۵۵/۱۱	۵۳/۵۶
کنجاله سویا (۴۴/۲۰ درصد پروتئین خام)	۳۷/۲۵	۲۹/۴۷	۲۱/۶۸	۲۸/۶۳	۲۰/۰۳
کنجاله پنبه‌دانه خام (۳۶/۳۴ درصد پروتئین خام)	۰	۱۰	۲۰	۰	۰
کنجاله پنبه‌دانه تخمیری (۳۹/۲۲ درصد پروتئین خام)	۰	۰	۰	۱۰	۲۰
روغن سویا	۲/۳۵	۲/۶۰	۲/۸۶	۲/۴۶	۲/۵۹
کربنات کلسیم	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸
دی‌کلسیم فسفات	۱/۴۴	۱/۴۴	۱/۴۴	۱/۴۴	۱/۴۴
نمک	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳
مکمل ویتامینی[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
متیونین	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
لیزین	۰	۰	۰	۰	۰/۰۲

ادامه جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

ماده خوراکی (درصد)	جیره ۲۲-۱ روزگی			
	شاهد	پنبه‌دانه خام (درصد)		پنبه‌دانه تخمیری (درصد)	
		۱۰	۲۰	۱۰	۲۰
انرژی و مواد غذایی محاسبه شده					
انرژی قابل متابولیسم ظاهری (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰
پروتئین خام	۲۱/۲۰	۲۱/۲۰	۲۱/۲۰	۲۱/۲۰	۲۱/۲۰
کلسیم	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹۲
فسفر قابل دسترس	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۱
سدیم	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸
لیزین	۱/۱۵	۱/۰۹	۱/۰۴	۱/۰۷	۱/۰۱
متیونین	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸

۱ – هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین‌کننده موارد زیر است: ۳۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D_3، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۹۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۳۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_5، ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۵۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_9، ۷/۵ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۲۵۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین و ۵۰۰ میلی‌گرم بیوتین.
۲ – هر کیلوگرم از مکمل معدنی تأمین‌کننده مواد زیر است: ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۵۰۰۰۰ میلی گرم روی، ۵۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۵۰۰ میلی‌گرم ید و ۱۰۰ میلی‌گرم سلنیوم.

جدول ۲. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

ماده خوراکی (درصد)	جیره ۴۲-۲۲ روزگی			
	شاهد	پنبه‌دانه خام (درصد)		پنبه‌دانه تخمیری (درصد)	
		۱۰	۲۰	۱۰	۲۰
دانه ذرت	۶۲/۹۰	۶۰/۴۱	۵۷/۷۸	۶۱/۳۱	۵۹/۵۸
کنجاله سویا (۴۴/۲۰ درصد پروتئین خام)	۳۱/۱۷	۲۳/۳۹	۱۵/۶۴	۲۲/۵۸	۱۳/۹۹
کنجاله پنبه‌دانه خام (۳۶/۳۴ درصد پروتئین خام)	۰	۱۰	۲۰	۰	۰
کنجاله پنبه‌دانه تخمیری (۳۹/۲۲ درصد پروتئین خام)	۰	۰	۰	۱۰	۲۰
روغن سویا	۲/۶۱	۲/۸۷	۳/۱۸	۲/۷۵	۲/۹۳
کربنات کلسیم	۱/۳۷	۱/۳۷	۱/۳۷	۱/۳۷	۱/۳۷
دی‌کلسیم فسفات	۱/۰۷	۱/۰۷	۱/۰۷	۱/۰۷	۱/۰۷
نمک	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲

ادامه جدول ۲. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

ماده خوراکی (درصد)	جیره ۴۲-۲۲ روزگی				
	شاهد	پنبه‌دانه خام (درصد)		پنبه‌دانه تخمیری (درصد)	
		۱۰	۲۰	۱۰	۲۰
مکمل ویتامینی[۱]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[۲]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
متیونین	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۷
لیزین	۰	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۱۳
ترئونین	۰	۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴
انرژی و مواد غذایی محاسبه شده					
انرژی قابل متابولیسم ظاهری (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۳۰۵۰	۳۰۵۰	۳۰۵۰	۳۰۵۰	۳۰۵۰
پروتئین خام	۱۹/۰۶	۱۹/۰۶	۱۹/۰۶	۱۹/۰۶	۱۹/۰۶
کلسیم	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶
فسفر قابل دسترس	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳
سدیم	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴
لیزین	۱	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵
متیونین	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶

۱ – هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین‌کننده موارد زیر است: ۳۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D_3، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۹۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۳۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_5، ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۵۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_9، ۷/۵ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۲۵۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین و ۵۰۰ میلی‌گرم بیوتین.
۲ – هر کیلوگرم از مکمل معدنی تأمین‌کننده مواد زیر است: ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۵۰۰۰۰ میلی گرم روی، ۵۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۵۰۰ میلی‌گرم ید و ۱۰۰ میلی‌گرم سلنیوم.

در طی آزمایش، آب و خوراک به صورت آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار داشت. مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در پایان دوره‌های مختلف پرورش اندازه‌گیری شد. در روز ۲۱ دوره پرورش، خون-گیری از سیاهرگ بال دو پرنده از هر واحد آزمایشی به صورت تصادفی انجام شد. تعیین مقادیر کلسترول کل، تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) توسط کیت تجاری پارس آزمون و با استفاده از اسپکتروفتومتر انجام شد. مقادیر لیپوپروتئین با چگالی خیلی پایین (VLDL) و لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL) به ترتیب با تقسیم تری‌گلیسرید بر واحد پنج و کسر مجموع مقادیر HDL و VLDL از کلسترول کل محاسبه شدند [۳]. در پایان آزمایش (۴۲ روزگی)، دو قطعه جوجه از هر واحد آزمایشی با وزنی نزدیک به میانگین وزن آن واحد انتخاب و ذبح شدند. پس از کشتار، سینه، ران، چربی بطنی، طحال، کبد و قلب توزین و داده‌ها به صورت درصد وزن لاشه بیان شد.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) برای مدل ۱ و با رویه GLM تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح آماری پنج درصد مقایسه شدند [۲۱]:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

در این رابطه، Y_{ij} مقدار هر مشاهده، μ میانگین جامعه، T_i اثر کنجاله پنبه‌دانه خام و یا تخمیری و ε_{ij} خطای آزمایشی هستند.

نتایج و بحث

تخمیر میکروبی میزان گوسیپول آزاد در کنجاله پنبه‌دانه را کاهش داد (P<۰/۰۵) (جدول ۳). کاهش محتوای گوسیپول آزاد کنجاله پنبه‌دانه در زمان تخمیر احتمالاً به دلیل تجزیه گوسیپول آزاد در طی فعالیت‌های میکروبی و یا اتصال گوسیپول آزاد به پروتئین و یا اسیدهای آمینه ترشح شده میکروبی می‌باشد [۱۹ و ۲۸]. ۴۸ ساعت تخمیر کنجاله پنبه‌دانه به کمک باکتری *باسیلوس سابتیلیس* سبب کاهش چشم گیر میزان گوسیپول آزاد در کنجاله تخمیری در مقایسه با کنجاله خام می‌شود [۲۵ و ۲۶]. استفاده از باکتری *باسیلوس سرئوس* برای تخمیر کنجاله پنبه‌دانه میزان گوسیپول آزاد را پس از ۱۲ ساعت از ۴۶۳/۳ به ۱۸۹/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم کنجاله کاهش داد [۲۷].

همچنین، در تخمیر کنجاله پنبه‌دانه با قارچ‌های *آسپرژیلوس اوریزا*، *آسپرژیلوس نایجر* و یا *آسپرژیلوس ترئوس* به ترتیب میزان گوسیپول آزاد از ۵۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کنجاله خام به ۱۷۲، ۱۲۵ و ۲۳۶ میلی‌گرم در کیلوگرم کنجاله تخمیری کاهش یافت [۱۱].

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های مختلف پرورش در جدول ۴ گزارش شده است. جایگزینی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری با کنجاله سویا در مقایسه با کنجاله پنبه-دانه خام در جیره افزایش وزن را بهبود داد (P<۰/۰۵). افزایش وزن جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه خام کمتر از پرندگان شاهد بود (P<۰/۰۵). مصرف خوراک در دوره آغازین (یک–۲۱ روزگی) در تیمار ۲۰ درصد کنجاله پنبه‌دانه خام و در دوره رشد (۲۲–۴۲ روزگی) در تیمارهای ۱۰ و ۲۰ درصد کنجاله پنبه‌دانه خام به طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارهای آزمایشی بود (P<۰/۰۵). پرندگانی که با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری تغذیه شدند، ضریب تبدیل کمتری از پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه خام داشتند (P<۰/۰۵).

جدول ۳. سطح گوسیپول آزاد (میلی‌گرم در کیلوگرم) در پنبه دانه خام و کنجاله پنبه‌دانه تخمیری

ترکیب	پنبه‌دانه خام	کنجاله پنبه‌دانه تخمیری	خطای معیار میانگین‌ها	سطح احتمال
گوسیپول آزاد	۵۸۴/۳۳[a]	۶۸/۰۰[b]	۱۱۵/۴۹	<۰/۰۰۰۱

a,b – در هر ردیف، میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

جدول ۴. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش

فراسنجه‌های عملکرد	تیمارها				خطای معیار میانگین‌ها	سطح احتمال
	شاهد	پنبه‌دانه خام (درصد)		پنبه‌دانه تخمیری (درصد)		
		۱۰	۲۰	۱۰	۲۰	
دوره آغازین (یک تا ۲۱ روزگی)						
افزایش وزن (گرم)	۷۱۵/۶۰^{a}	۶۸۵/۷۰^{b}	۶۱۶/۵۰^{c}	۷۳۰/۱۰^{a}	۷۲۲/۲۰a	۹/۹۵	<۰/۰۰۰۱
مصرف خوراک (گرم)	۱۲۴۸/۴۰^{ab}	۱۲۰۹/۴۰^{b}	۱۱۲۵/۴۰^{c}	۱۲۶۱/۲۰^{a}	۱۲۴۶/۸۰ab	۱۳/۴۴	<۰/۰۰۰۱
ضریب تبدیل خوراک	۱/۷۴^{bc}	۱/۷۶^{b}	۱/۸۲^{a}	۱/۷۲^{c}	۱/۷۲c	۰/۰۰۷	<۰/۰۰۰۱
دوره آغازین (۲۲ تا ۴۲ روزگی)							
افزایش وزن (گرم)	۱۶۰۷/۲۰^{a}	۱۵۱۹/۴۰^{b}	۱۴۰۱/۷۰^{c}	۱۶۲۹/۷۰^{a}	۱۶۳۲/۳۰ ^{a}	۱۹/۴۵	<۰/۰۰۰۱
مصرف خوراک (گرم)	۳۱۸۶/۴۰^{b}	۳۰۸۷/۴۰^{c}	۲۹۲۶/۴۰^{d}	۳۲۱۰/۶۰^{ab}	۳۲۴۸/۲۰^{a}	۳۰/۵۹	<۰/۰۰۰۱
ضریب تبدیل خوراک	۱/۹۸^{c}	۲/۰۲^{b}	۲/۰۹^{a}	۱/۹۷^{c}	۱/۹۹^{c}	۰/۰۰۷	<۰/۰۰۰۱

a-c – در هر ردیف، میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

استفاده از کنجاله پنبه‌دانه خام در جیره غذایی سبب کاهش عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی می‌شود [۱]. این موضوع در ارتباط با وجود ترکیبات ضدتغذیه‌ای به نام گوسیپول در کنجاله پنبه‌دانه است. گوسیپول آزاد از دو طریق باعث کاهش قابلیت دسترسی و هضم‌پذیری پروتئین در تک‌معده‌ای‌ها (به‌ویژه طیور) می‌شود که متعاقباً سبب کاهش مصرف خوراک و افزایش وزن می‌گردد. روش نخست اینکه گوسیپول آزاد با گروه اپسیلون آزاد اسید آمینه لیزین در زمان فرآوری باند شده و ترکیب پروتئین-گوسیپول در کنجاله مانع از فعالیت پروتئولیتیکی بر پپتیدهای مجاور می‌شود. در روش دوم، گوسیپول آزاد ممکن است به طور مستقیم مانع از فعالیت آنزیم‌های دستگاه گوارش پرنده نظیر پپسینوژن، پپسین و تریپسین شود [۲۴]. از دیگر دلایل کاهش عملکرد رشد هنگام استفاده کنجاله پنبه‌دانه خام در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی، می‌توان به کیفیت پروتئینی پایین‌تر کنجاله پنبه‌دانه نسبت به کنجاله سویا اشاره کرد [۱۰]. مشابه با نتایج حاضر، گزارش شده است که جایگزینی سطوح مختلف کنجاله پنبه‌دانه خام با کنجاله سویا در جیره غذایی جوجه-های گوشتی سبب کاهش مصرف خوراک و افزایش وزن می‌شود [۴، ۷ و ۱۰].

در آزمایش حاضر، جایگزینی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری نسبت به کنجاله پنبه‌دانه خام در جیره سبب بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی شد. این امر احتمالاً در ارتباط با کاهش مقدار گوسیپول و افزایش سطح کیفی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری (نظیر افزایش قابلیت هضم‌پذیری اسیدهای آمینه ضروری و سایر مواد مغذی مفید) می‌باشد [۱۸ و ۲۵]. افزایش وزن و ضریب

تبدیل خوراک روزانه در ۶۴-۲۱ روزگی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی شش درصد کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده با *کاندیدا تروپیکالیس* و یا *کاندیدا تروپیکالیس* و *ساکارومایسس سرویزیه* نسبت به گروه شاهد بهبود یافت [۱۸]. همچنین، جایگزینی چهار و هشت درصد کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده با *باسیلوس ساتیلیس* با کنجاله سویا در جیره‌ای بر پایه ذرت-کنجاله سویا-کنجاله پنبه‌دانه سبب افزایش وزن قابل توجهی در جوجه‌های گوشتی در مقایسه با گروه تغذیه شده با جیره شاهد شد [۲۵]. سطح هشت درصد جایگزینی کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده با *باسیلوس ساتیلیس* نسبت به سطوح دیگر جایگزینی (چهار و ۱۲ درصد) و تیمار شاهد باعث افزایش وزن معنی‌داری جوجه‌ها در کل دوره پرورش شد، اما هیچ یک از تیمارهای آزمایشی تأثیری بر مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک نداشتند [۲۶].

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی در جدول ۵ گزارش شده است. در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره شاهد و جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری درصد سینه به طور معنی‌داری بیشتر از جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۲۰ درصد کنجاله پنبه‌دانه خام بود (P<۰/۰۵). درصد چربی محوطه بطنی به طور قابل توجهی در تیمارهای حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی کمتر بود (P<۰/۰۵). درصد طحال، کبد و قلب تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت.

همسو با نتایج تحقیق حاضر، افزایش درصد سینه و کاهش چربی محوطه بطنی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی شش درصد کنجاله پنبه‌دانه تخمیر شده با *کاندیدا تروپیکالیس* و یا *کاندیدا تروپیکالیس* و *ساکارومایسس سرویزیه* نسبت به گروه شاهد گزارش شده است [۱۸].

جدول ۵. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی (برحسب درصد وزن لاشه)

فراسنجه‌های لاشه	تیمارها					خطای معیار میانگین‌ها	سطح احتمال
	شاهد	پنبه‌دانه خام (درصد)		پنبه‌دانه تخمیری (درصد)			
		۱۰	۲۰	۱۰	۲۰		
سینه	۳۴/۳۲^{a}	۳۳/۴۴^{ab}	۳۲/۸۸^{b}	۳۴/۴۱^{a}	۳۴/۵۶^{a}	۰/۲۱	۰/۰۴
ران	۲۹/۲۱	۲۹/۲۸	۲۹/۳۱	۲۹/۳۴	۲۹/۱۹	۰/۱۰	۰/۹۹
چربی بطنی	۲/۰۵^{b}	۲/۱۷^{b}	۲/۵۶^{a}	۱/۶۹^{c}	۱/۵۹^{c}	۰/۰۸	<۰/۰۰۰۱
طحال	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۰۷	۰/۳۷
کبد	۲/۷۵	۲/۹۷	۳/۰۸	۲/۷۳	۲/۷۰	۰/۰۲	۰/۴۳
قلب	۰/۷۷	۰/۸۲	۰/۹۱	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۰۰۵	۰/۷۵

a-c – در هر ردیف، میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

در آزمایش حاضر، جوجه‌های گوشتی که عملکرد رشد بالاتری داشتند، از ترکیب لاشه (درصد سینه) بهتری نیز برخوردار بودند، اما نکته ظریف در ترکیب لاشه، مقدار کمتر چربی محوطه بطنی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری است. خوراک‌های تخمیری غنی از باکتری‌های اسید لاکتیکی هستند که می‌توانند اثرات مثبتی بر سلامت حیوان داشته باشند [۱۷]. باکتری‌های اسید لاکتیکی فعالیت آنزیم استیل کوآنزیم آکربوکسیلاز (آنزیم محدودکننده سرعت ساخت اسیدهای چرب) را کاهش داده و از این راه، میزان ساخت چربی را در بدن کنترل می‌کنند [۲۲].

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر پروفایل چربی سرم خون جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱ روزگی در جدول ۶ گزارش شده است. غلظت کلسترول، تری‌گلسیرید، VLDL و LDL سرم خون جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله پنبه‌دانه تخمیری به‌طور معنی‌داری نسبت به جوجه-های تغذیه شده با سایر جیره‌های آزمایشی کاهش یافته بود (P<۰/۰۵). غلظت HDL تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت.

جدول ۶ . تأثیر تیمارهای آزمایشی بر پروفایل چربی سرم خون (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱ روزگی

فراسنجه‌های خونی	تیمارها					خطای معیار میانگین‌ها	سطح احتمال
	شاهد	پنبه‌دانه خام (درصد)		پنبه‌دانه تخمیری (درصد)			
		۱۰	۲۰	۱۰	۲۰		
کلسترول	۱۳۱/۷۳^{a}	۱۳۳/۳۳^{a}	۱۳۵/۰۶^{a}	۱۲۲/۱۳^{b}	۱۱۹/۴۶^{b}	۱/۲۵	<۰/۰۰۰۱
تری‌گلیسرید	۷۲/۸۰^{a}	۷۴/۴۰^{a}	۷۷/۷۳^{a}	۶۰/۲۶^{b}	۶۴/۱۳^{b}	۱/۴۳	<۰/۰۰۰۱
HDL	۶۱/۴۶	۶۱/۶۰	۶۳/۳۳	۶۴/۳۳	۶۶/۲۰	۰/۷۹	۰/۲۹
VLDL	۱۴/۵۶^{a}	۱۴/۸۸^{a}	۱۵/۵۴^{a}	۱۲/۰۵^{b}	۱۲/۸۲^{b}	۰/۲۸	<۰/۰۰۰۱
LDL	۵۵/۷۰^{a}	۵۶/۸۵^{a}	۵۶/۱۸^{a}	۴۵/۷۴^{b}	۴۰/۴۴^{b}	۱/۵۵	۰/۰۰۰۴

a,b – در هر ردیف، میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

کاهش کلسترول سرم خون جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با کنجاله پنبه‌دانه تخمیری در ارتباط با ویژگی منحصربه فرد (غنی از باکتری‌های اسید لاکتیکی) این خوراک‌ها می‌باشد [۱۷]. باکتری‌های اسید لاکتیکی با غیرمزدوج ساختن نمک‌های صفراویی در چرخه بازجذب نمک‌های صفراویی از روده اختلال ایجاد می‌کنند و درنتیجه میزان دفع مدفوعی آنها افزایش می‌یابد. لذا، کبد برای برقراری مجدد چرخه روده‌ای-کبدی نمک‌های صفراوی، مقدار بیشتری از کلسترول را به صفرا تبدیل می‌کند. بنابراین، از غلظت کلسترول در بافت‌ها و خون کاسته می شود [۲۰]. همچنین، باکتری‌های اسید لاکتیکی از فعالیت آنزیم هیدروکسی متیل گلوتاریل کوآنزیم A جلوگیری کرده که این امر نیز کاهش ساخت کلسترول را به دنبال دارد [۸]. تغذیه خوراک مایع تخمیر شده با *باسیلوس سابتیلیس* و *ساکارمایسیس سرویزیه* سبب کاهش غلظت کلسترول، HDL و LDL سرم خون غازها شد [۵].

براساس نتایج پژوهش حاضر، تخمیر میکروبی کنجاله پنبه‌دانه می‌تواند به طور مؤثری سبب کاهش گوسیپول آزاد

شود. همچنین، باتوجه به نتـایج مثبـت اسـتفاده از کنجالـه پنبه‌دانه تخمیری در جیره غذایی بر عمکرد رشد و پروفایل چربی سرم خون جوجه‌های گوشتی می‌تـوان از ایـن منبـع پروتئینی فرآوری شده بدون نگرانی از حیث مقادیر بـالای گوسیپول آزاد و اثرات سوء آن بر سلامت و عملکرد رشـد در تهیه خوراک طیور (به ویژه جوجه‌هـای گوشـتی) بهـره برد.

منابع

۱. فرشی م و طهماسبی ع (۱۳۸۸) بررسی اثـرات کنجالـه پنبه دانه غنـی شـده بـا لیـزین و فـروس سـولفات بـر عملکرد جوجه‌های گوشتی. پژوهش های علوم دامـی. ۱۹(۱): ۲۹-۱۹.

۲. مؤسسه استاندارد و تحقیقـات صـنعتی ایـران (۱۳۷۶) روش تعیین مقدار گوسیپول آزاد و کـل خـوراک دام و طیور. چاپ دوم. شماره استاندارد ۳۰۲۲. تهران.

3. Ashayerizadeh A, Dabiri N, Ashayerizadeh O, Mirzade, KH, Roshanfekr H and Mamooee M (2009) Effect of dietary antibiotic, probiotic and prebiotic as growth promoters, on growth performance, carcass characteristics and hematological indices of broiler chickens. Pakistan Journal of Biological Sciences. 12: 52–57.

4. Banser JT, Fomunyam RT, Pone DK and Fai EN (2000) Effect of meals of sweet potato and varieties formulated with Soya meal or cottonseed meal on broiler production. Journal of Food Technology in Africa. 5: 115-119.

5. 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: 978-985.

6. Dei HK, Rose SP, Mackenzie AM and Amarowicz R (2008) Growth performance of broiler chickens fed diets containing shea nut (Vitellaria paradoxa, Gaertn.) meal fermented with Aspergillus niger. Poultry Science. 87: 1773-1778.

7. Fernandez SR and Parsons CM (1996) Bioavailablity of the digestible lysine and valine in cottonseed meal and soybean meal for chicks. Poultry Science. 75: 216-223.

8. Fukushima M and Nakano M (1995) The effect of a probiotic on faecal and liver lipid classes in rats. British Journal of Nutrition. 73: 701-710.

9. Henry MH, Pesti CM, Bakalli R, Lee J, Toledo RT, Eitnmiler RR and Philips RD (2001) The performance of broiler chicks fed diets containing extruded cottonseed meal supplemented with lysine. Poultry Science. 80: 762-768.

10. Jason LE, Michele WD, Stephanie DB, Carl MP and David HB (1999) Bioavailability of lysine from liquid lysine source in chicks. Poultry Science. 78: 383-386.

11. Khalaf MA and Meleigy SA (2008) Reduction of free gossypol levels in cottonseed meal by microbial treatment. International Journal of Agriculture and Biology. 10: 185-190.

12. Laudadio V and Tufarelli V (2010) Growth performance and carcass and meat quality of broiler chickens fed diets containing micronized-dehulled peas (*Pisum sativum* cv. Spirale) as a substitute of soybean meal. Poultry Science. 89: 1537-1543.

13. Lynn A, Jones A and Jarrod Kersey H (2003) Cottonseed. National cottonseed products association (USA). NCPA Press.

14. Mathivanan R, Selvaraj P and Nanjappan K (2006) Feeding of fermented soybean meal on broiler performance. International Journal of Poultry Science. 5: 868-872.

15. Nagalakshmi D, Rao SVR, Panda AK and Sastry VRB (2007) Cottonseed meal in poultry diets: A review. Poultry Science. 44: 119-134.

16. National Research Council (1994) Nutrient Requirement for Poultry. 9th Ed. National Academy press, Washington, DC, USA.

17. Niba AT, Beal JD, Kudi AC and Brooks PH (2009) Potential of bacterial fermentation as a biosafe method of improving feeds for pigs and poultry. African Journal of Biotechnology. 8: 1758-1767.

18. Nie C, Zhang W, Ge W, Wang Y, Liu Y and Liu J (2015) Effects of fermented cottonseed meal on the growth performance, apparent digestibility, carcass traits, and meat composition in yellow-feathered broilers. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 39: 350-356.

19. Risco CA, Holmberg CA and Kutches A (1992) Effect of graded concentration of gossypol on calf performance: toxicological and pathological considerations. Journal of Dairy Science. 75: 2787-2798.

20. Ros E (2000) Intestinal absorption of triglyceride and cholesterol. Dietary and pharmacological inhibition to reduce cardiovascular risk. Atherosclerosis 51: 357-379.

21. SAS Institute inc. (2003) SAS/STAT Users Guide: Version 9.1 edition. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.

22. Santose U, Tanaka K and Othani S (1995) Effect of dried Bacillus subtilis culture on growth, body composition and hepatic lipogenic enzyme activity in female broiler chicks. British Journal of Nutrition. 74: 523-529.

23. Singhania RR, Patel AK, Soccol CR and Pandey A (2009) Recent advances in solid-state fermentation. Biochemical Engineering. 44: 13-18.

24. Sharma NK, Lodhi GN and Ichhponani JS (1978) Comparative feeding value of expeller processed undecorticated and decorticated cottonseed cakes for growing chicks. The Journal of Agricultural Science. 91: 531-541.

25. Sun H, Tang JW, Yao XH, Wu YF, Wang X and Feng J (2012) 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.

26. Tang JW, Sun H, Yao XH, Wu YF, Wang X and Feng J (2012) Effects of replacement of soybean meal by fermented cottonseed meal on growth performance, serum biochemical parameters and immune function of yellow-feathered broilers. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 25: 393-400.

27. Wang W, Tang JW, Yao XH, Wu YF, Sun H and Xu YX (2012) Effect of Bacillus cereus Br on bacterial community and gossypol content during fermentation in cottonseed meal. African Journal of Microbiology Research. 6: 6537-6544.

28. Willard ST, Neuendorff DA, Lewis AW and Randel RD (1995) Effect of FG in the diet of pregnant and postpartum Brahman cows on calf development and cow performance. Journal of Animal Science. 73: 496-507.

29. 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: 176-186.