DOR: https://dorl.net/dor/20.1001.1.28212606.1401.5.13.2.0

فصلنامه علمی آماد و فناوری دفاعی، سال پنجم، شماره سیزدهم، بهار ۱۴۰۱

بررسی اثرات جایگزینی کنجاله کنجد فراسودمند با کنجاله سویای وارداتی بر شاخص‌های تولیدی مرغ‌های تخم‌گذار

وحید جزی[۱]، شهاب بیشه‌سری [۲] و مجید طغیانی[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۱۲/۱۲ **تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۳/۱۷**

چکیده

این مطالعه به‌منظور بررسی اثرات عمل‌آوری زیستی بر ترکیب شیمیایی کنجاله کنجد و همچنین جایگزینی سطوح مختلف کنجاله کنجد عمل‌آوری شده با کنجاله سویا بر عملکرد و صفات کیفی تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار انجام شد. در این مطالعه، تعداد ۲۵۰ قطعه مرغ تخم‌گذار های-لاین W-36 در قالب طرح کاملاً تصادفی به ۵ تیمار آزمایشی با ۵ تکرار و در هر تکرار ۱۰ قطعه مرغ اختصاص داده شد. نتایج نشان داد که عمل‌آوری زیستی کنجاله کنجد سبب کاهش میزان اسید فایتیک و فیبر خام و افزایش سطح پروتئین خام و جمعیت باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک شد (P<۰/۰۵). درصد تولید تخم‌مرغ و توده تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه‌شده با جیره شاهد و جیره‌های حاوی سطوح ۲۵ و ۵۰ درصد کنجاله کنجد عمل‌آوری شده به‌طور معنی‌داری بیشتر ولی ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با سایر گروه‌ها کمتر بود (P<۰/۰۵). جایگزینی سطوح مختلف کنجاله کنجد عمل‌آوری شده با کنجاله سویا موجب بهبود مقاومت و ضخامت پوسته تخم‌مرغ شد (P<۰/۰۵). بنابراین، با توجه به اثرات مثبت کنجاله کنجد عمل‌آوری شده بر عملکرد و صفات کیفی پوسته تخم‌مرغ‌های تخم‌گذار می‌توان از این منبع پروتئینی فراسودمند به‌عنوان جایگزین مناسبی برای کنجاله سویا در برنامه تغذیه‌ای مرغ‌های تخم‌گذار بهره برد.

واژه‌های کلیدی: اسید فایتیک، تخم‌مرغ، عمل‌آوری زیستی، کنجاله کنجد، مرغ‌های تخم‌گذار

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشگاه گرگان. نویسنده مسئول Jazi.vahid@gmail.com

[۲] دانش آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

[۳] استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اصفهان

مقدمه

دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی یکی از مهم‌ترین اهداف اقتصادی کشورهای جهان می‌باشد. کشور ایران با توجه به اینکه در طی سال‌های گذشته و همچنین در حال حاضر درگیر فشارهای اقتصادی از طرف کشورهای دیگر در قالب تحریم‌های اقتصادی بوده است باید از راهکار جدیدی برای جبران زیان‌های آن تحریم‌ها اقدام کند. یکی از ایده‌های دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی در این حالت استفاده از اقتصاد مقاومتی است. اقتصاد مقاومتی برای کشورهایی که حق واردات و صادرات ندارند یک راهکار مؤثر برای مقابله با آن تحریم‌ها می‌باشد. صنعت کشاورزی یکی از بخش‌هایی است که نقش مهمی در تحقق اقتصاد مقاومتی و نیز تأمین امنیت غذایی جامعه دارد (نبی‌ئیان و همکاران، ۱۳۹۶؛ ۱۸).

در این میان صنعت پرورش طیور به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین بخش‌های صنعت کشاورزی است که با تولید محصولات پروتئینی حیوانی (نظیر گوشت و تخم‌مرغ) نقش غیرقابل‌انکاری در زنجیرۀ غذایی انسانی بر عهده دارد که این امر، پرورش طیور را به فعالیت راهبردی و تولیدات طیوری را به کالای اساسی تبدیل کرده است. بااین‌حال، صنعت طیور کشور در حال حاضر، با چالش‌هایی نظیر قیمت بالا و وارداتی بودن بخش اعظم اقلام خوراکی به‌ویژه کنجاله سویا مواجه است که افزایش روزافزون وابستگی به واردات این نهاده دامی و همراه بودن آن با مسائلی نظیر نوسانات نرخ ارز و تحریم‌های بانکی، قیمت نهایی ناشی از مصرف این نهاده دامی را تحت تأثیر قرار داده است. لذا در صورت عدم ارائه راهکارهایی جهت کاهش ضریب وابستگی به نهاده‌های دامی وارداتی، ممکن است شاهد یک معضل جدی در صنعت دام و طیور و نیز تأمین امنیت غذایی جامعه باشیم. متأسفانه، در طی ماه‌های اخیر به سبب افزایش قیمت نهاده‌های دامی، تولیدکنندگان این صنعت شدیداً متضرر شده که درنتیجه استمرار این

روند شاهد خروج بسیاری از فعالان این صنعت از چرخه تولید خواهیم بود. بنابراین، با توجه به مشکلات پیش‌رو در صنعت طیور و نقش این صنعت در تأمین امنیت غذایی کشور، محققین، متخصصین و سیاست‌گذاران باید با ارائه راهکارها موجب کاهش وابستگی این صنعت به واردات این نهاده دامی به‌ویژه در شرایط تحریم شوند. ازاین‌رو، به‌منظور جلوگیری از خروج ارز از کشور و بهره‌گیری از ظرفیت‌ها و پتانسیل‌های داخلی، شناسایی منابع بومی جایگزین الزامی می‌باشد (نبی‌ئیان و همکاران، ۱۳۹۶؛ ۱۸).

کنجد یک دانه روغنی می‌باشد که در طی سال‌های اخیر بیشتر موردتوجه محققین علوم زراعی و دام‌پروری قرارگرفته است. با توجه به شرایط اقلیمی مناسب ایران برای کاشت کنجد و نیاز به خودکفایی در دانه‌های روغنی، طی سال‌های اخیر سطح زیر کشت این دانه روغنی در مناطق مختلف کشور افزایش قابل‌ملاحظه‌ای داشته است که علاوه بر روغن‌کشی آن جهت مصارف انسانی، از پسماندهای آن می‌توان به‌عنوان منبع پروتئینی در خوراک دام و طیور استفاده نمود. این پسماندها که اصطلاحاً کنجاله اطلاق می‌شود دارای پروفایل اسیدهای آمینه مشابه با کنجاله سویا بوده اما میزان لیزین و متیونین آن نسبت به کنجاله سویا به ترتیب کمتر و بیشتر می‌باشد (کنعانی و همکاران[1]، ۲۰۲۰؛ ۲۸۷). از سویی دیگر، استفاده از کنجاله کنجد خام در تغذیه حیوانات تک معده‌ای ازجمله طیور به دلیل داشتن ترکیبات ضد تغذیه‌ای نظیر تانن و اسید فایتیک محدود می‌باشد (فاران و همکاران[2]، ۲۰۰۰؛ ۴۵۳-۴۵۵). زیرا میزان بالای اسید فایتیک موجود در کنجاله کنجد توانایی ایجاد کیلات پایدار با کاتیون‌های دو ظرفیتی و مواد مغذی جیره را داشته و ترکیبات غیرقابل جذب تولید می‌کند که قابلیت دسترسی مواد مغذی و معدنی را به‌شدت کاهش می‌دهد (کنعانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ ۲۸۷). مطالعات نشان می‌دهد که

[1] Kanani
[2] Farran

تغذیه کنجاله کنجد خام سبب کاهش عملکرد رشد در طیور گوشتی و تخم‌گذار می‌شود (یاموچی و همکاران[1]، ۲۰۰۶؛ ۲۷۳، کنعانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ ۲۸۷).

پیش‌تر محققین تلاش کرده‌اند تا با روش‌های مختلفی از قبیل استخراج با حلال‌های شیمیایی و حرارت دهی میزان ترکیبات ضد تغذیه‌ای در کنجاله‌های پروتئینی را کاهش و کیفیت غذایی آن‌ها را افزایش دهند، اما این روش‌ها گهگاه علاوه بر تأثیر سوء بر ارزش تغذیه‌ای کنجاله دارای معایبی نیز بوده است. برای مثال، در روش استخراج به کمک حلال، عدم حذف کامل حلال از کنجاله به‌طور بالقوه ممکن است برای سلامت حیوانات مضر باشد. همچنین، روش حرارت دهی در برخی موارد سبب کاهش قابلیت زیست‌فراهمی برخی از اسیدآمینه‌ها خصوصاً لیزین توسط واکنش میلارد می‌گردد. اخیراً، به‌کارگیری روش عمل‌آوری زیستی برای کاهش ترکیبات ضد تغذیه‌ای و بهبود ارزش تغذیه‌ای پسماندهای کشاورزی و صنعتی بیش‌ازپیش مدنظر است (سوگی هارتو و همکاران[2]، ۲۰۱۹؛ ۲). روش عمل‌آوری زیستی فرآیندی پویا است که در شرایط بی‌هوازی و با استفاده از میکروارگانیسم‌ها (گونه‌های قارچی و یا باکتریایی) صورت می‌گیرد. اثرات مثبت عمل‌آوری زیستی بر کاهش ترکیبات ضد تغذیه‌ای کنجاله‌های پروتئینی گیاهی نظیر گلوکوزینولات و اسید فایتیک در مطالعه چیانگ و همکاران گزارش شده است (چیانگ و همکاران[3]، ۲۰۱۰؛ ۲۶۵). همچنین، محققین نشان دادند که عمل‌آوری مواد خوراکی نظیر پنبه‌دانه (سان و همکاران[4]، ۲۰۱۲؛ ۵۶۵)، کلزا (هو و همکاران[5]، ۲۰۱۶؛ ۱۸۲) و ضایعات هسته خرما (آلشلمانی و همکاران[6]، ۲۰۱۶؛ ۲۱۶) به کمک گونه‌های قارچی و یا باکتریایی موجب افزایش محتوای پروتئین خام و کاهش محتوای فیبر

[1] Yamauchi
[2] Sugiharto
[3] Chiang
[4] Sun
[5] Hu
[6] Alshelmani

خام و چربی خام می‌شود. علاوه بر بهبود ارزش غذایی مواد خوراکی عمل‌آوری شده، این قبیل خوراک‌ها حاوی مقادیر زیادی باکتری‌های مفید نظیر باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک می‌باشند که می‌تواند در حفظ و تأمین بهداشت و سلامت دستگاه گوارش میزبان مفید باشد (نیبا و همکاران[1]، ۲۰۰۹؛ ۱۷۵). ازاین‌رو، با توجه به اینکه کنجاله‌های عمل‌آوری شده به روش تخمیر زیستی، علاوه بر بهبود ارزش غذایی‌شان، در بردارنده برخی ترکیبات فراسودمند (نظیر باکتری‌های پروبیوتیکی و متابولیت‌های آن‌ها) با اثرات سلامت بخش می‌باشند، می‌توان لفظ "خوراک فراسودمند" را به آن‌ها نسبت داد. بااین‌حال، مطالعات در مورداستفاده از این نوع خوراک‌ها در تغذیه طیور (به‌ویژه مرغ‌های تخم‌گذار) محدود می‌باشد و اثرات آن‌ها بر عملکرد رشد متناقض می‌باشد. برای مثال، در یک مطالعه استفاده از کنجاله سویای عمل‌آوری شده به روش تخمیر در تغذیه جوجه‌های گوشتی موجب بهبود عملکرد رشد آن‌ها شد (فنگ و همکاران[2]، ۲۰۰۷؛ ۲۳۵). در مقابل در مطالعه‌ای دیگر نشان شده است که جایگزینی ۱۵ درصد کنجاله سویای عمل‌آوری شده به روش تخمیر با کنجاله سویای خام سبب کاهش عملکرد رشد می‌شود (زو و همکاران[3]، ۲۰۱۲؛ ۱۷۳).

به‌طورکلی، با توجه به واردات کنجاله سویا و تحمیل هزینه‌های گزاف بر تولیدکنندگان داخلی، شرایط اقلیمی مناسب کشور برای کاشت کنجد و محدود بودن گزارشات در این زمینه، ما را بر آن داشت تا با بهره‌گیری از ظرفیت‌های بومی و منطقه‌ای امکان جایگزینی اثرات جایگزینی کنجاله کنجد فراسودمند با کنجاله سویای وارداتی را در جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار موردمطالعه و ارزیابی قرار دهیم. بنابراین، هدف اصلی این مطالعه بررسی امکان تولید محصول فراسودمند از پسماند دانه‌های روغنی کنجد به روش عمل‌آوری زیستی و

[1] Niba
[2] Feng
[3] Xu

استفاده از آن به‌عنوان منبع پروتئینی ایده‌آل در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار می‌باشد و اهداف فرعی آن شامل موارد زیر می‌باشد:

۱. بررسی تأثیر عمل‌آوری زیستی (با استفاده از میکروارگانیسم‌های مختلف) بر ارزش غذایی کنجاله کنجد.
۲. بررسی امکان جایگزینی کنجاله کنجد عمل‌آوری شده (فراسودمند) با کنجاله سویا در جیره مرغ‌های تخم‌گذار.
۳. سنجش تأثیر سطوح مختلف کنجاله کنجد عمل‌آوری شده (فراسودمند) بر عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار.

سؤال اصلی و بنیادی این پژوهش:

آیا عمل‌آوری زیستی پسماند دانه‌های روغنی کنجد امکان تولید محصول فراسودمند را برای تهیه خوراک طیور به‌ویژه مرغ‌های تخم‌گذار فراهم می‌نماید؟

سؤالات فرعی این پژوهش:

۱. آیا عمل‌آوری زیستی (با استفاده از میکروارگانیسم‌های مختلف) تأثیری بر ارزش غذایی کنجاله کنجد دارد؟
۲. آیا امکان جایگزینی کنجاله کنجد عمل‌آوری شده (فراسودمند) با کنجاله سویا در جیره مرغ‌های تخم‌گذار وجود دارد؟
۳. آیا سطوح مختلف کنجاله کنجد عمل‌آوری شده (فراسودمند) تأثیری بر عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار دارد؟

روش‌شناسی

پژوهش حاضر نوعی مطالعه علمی کاربردی می‌باشد که به‌صورت آزمایشگاهی و میدانی (در مزرعه پرورش مرغ تخم‌گذار) در تابستان ۹۸ انجام شد. به‌منظور بررسی امکان تولید

محصول فراسودمند از پسماند دانه‌های روغنی کنجد به روش عمل‌آوری زیستی، از باکتری‌های *باسیلوس سابتیلیس* (PTCC1156)، *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* (PTCC1058) و *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* (PTCC1643) استفاده شد که این میکروارانیسم‌ها از مرکز کلکسیون باکتری و قارچ سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه شدند. فعال‌سازی *باسیلوس سابتیلیس و لاکتوباسیلوس‌ها* به ترتیب در محیط‌های نوترینت آگار و ام.آر.اس آگار در شرایط استریل و زیر هود انجام شد. پس از تلقیح، میکروارگانیسم‌ها به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در گرمخانه قرار داده شدند. پس از فعال‌سازی، کشت‌های آغازگر باکتری‌ها با استفاده از محیط ام.آر.اس براث طی انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد تهیه شد. سپس کنجاله کنجد با نسبت ۱ به ۲ با ترکیب آب مقطر و کشت آغازگر (حاوی حداقل 10^5 واحد تشکیل کلنی در میلی‌لیتر) مخلوط و درون مخازن ویژه به مدت ۲۵ روز در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد گرمخانه گذاری شد. در پایان دوره عمل‌آوری، محصول عمل‌آوری شده به مدت سه روز در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. میزان اسید فایتیک نمونه‌های کنجاله کنجد خام و عمل‌آوری شده از طریق عصاره‌گیری نمونه‌ها با اسید کلریدریک و سولفات سدیم طبق روش گارسیا–استپا و همکاران اندازه‌گیری شد (گارسیا–استپا و همکاران[1]، ۱۹۹۹؛ ۲۱۷). محتوای فیبر خام، چربی خام و پروتئین خام در نمونه‌های کنجاله کنجد خام و عمل‌آوری شده مطابق روش پیشنهادی انجمن شیمیدانان تجزیه، تعیین گردید. شمار باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک و میزان pH در نمونه‌های خام و عمل‌آوری شده 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 (چیانگ و همکاران، ۲۰۱۰؛ ۲٦۸). میزان اسید فایتیک، پروتئین خام، چربی خام، فیبر خام، شمار باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک و

[1] García-Estepa

میزان pH در کنجاله کنجد خام و عمل‌آوری شده بر مبنای آزمون t و با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) آنالیز شدند.

به‌منظور بررسی تأثیر جایگزینی سطوح مختلف کنجاله کنجد عمل‌آوری شده (فراسودمند) با کنجاله سویای آرژانتینی بر شاخص‌های عملکرد و صفات کیفی تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار، از تعداد ۲۵۰ قطعه مرغ تخم‌گذار های-لاین W-36 در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار آزمایشی، ۵ تکرار و ۱۰ قطعه مرغ در هر تکرار استفاده شد. این آزمایش به مدت ۱۲ هفته انجام شد. جیره‌های آزمایشی بر اساس توصیه‌های احتیاجات غذایی راهنمای مرغ تخم‌گذار لگهورن سفید (سویه های-لاین W-36) و به کمک نرم‌افزار UFFDA تنظیم گردید (جدول ۱). جیره‌های آزمایشی شامل ۱) جیره ذرت-کنجاله سویا (شاهد)، ۲) جیره ذرت-۲۵ درصد کنجاله کنجد فراسودمند جایگزین کنجاله سویا، ۳) جیره ذرت-۵۰ درصد کنجاله کنجد فراسودمند جایگزین کنجاله سویا، ٤) جیره ذرت-۷۵ درصد کنجاله کنجد فراسودمند جایگزین کنجاله سویا و ۵) جیره ذرت-۱۰۰ درصد کنجاله کنجد فراسودمند جایگزین کنجاله سویا بودند. در طول دوره پرورش، شرایط محیطی برای تمامی گروه‌های آزمایشی یکسان بود. برنامه نوری به‌صورت ١٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی اجرا شد و تمامی مرغ‌ها به‌صورت آزاد به آب و خوراک دسترسی داشتند. سایر نکات مربوط به دوره پرورش، مطابق پیشنهادات سویه های-لاین W-36 انجام شد.

جدول ۱: ترکیب جیره‌های آزمایشی (برحسب درصد) و ترکیب مواد مغذی آن‌ها

	شاهد	کنجاله کنجد فراسودمند			
مواد خوراکی (٪)		٪۲۵	٪۵۰	٪۷۵	٪۱۰۰
ذرت	۵۷/۹۳	۵۸/۲۵	۵۸/۵۹	۵۸/۹۳	۵۹/۲۷
کنجاله سویا	۲۲/٦۰	١٦/۹۵	۱۱/۳۰	۵/٦۵	–

کنجاله کنجد فراسودمند	–	۵/۵۱	۱۱/۰۱	۱۶/۵۱	۲۲/۰۱
سوس گندم	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰
روغن آفتابگردان	۲/۴۳	۲/۳۶	۲/۳۰	۲/۲۴	۲/۱۷
کربنات کلسیم	۸/۹۲	۸/۷۴	۸/۵۵	۸/۳۶	۸/۱۷
دی‌کلسیم فسفات	۱/۹۹	۱/۹۶	۱/۹۳	۱/۹۰	۱/۸۸
نمک	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹
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	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۱۰
لیزین	۰/۰۵	۰/۱۶	۰/۲۶	۰/۳۶	۰/۴۷
ترئونین	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۴
ترکیب مواد غذایی محاسبه‌شده					
انرژی قابل متابولیسم ظاهری (Kcal/kg)	۲۷۵۰	۲۷۵۰	۲۷۵۰	۲۷۵۰	۲۷۵۰
پروتئین خام (٪)	۱۴/۹۰	۱۴/۹۰	۱۴/۹۰	۱۴/۹۰	۱۴/۹۰
کلسیم (٪)	۳/۸۹	۳/۸۹	۳/۸۹	۳/۸۹	۳/۸۹
فسفر قابل‌دسترس (٪)	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲
لیزین (٪)	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰
متیونین (٪)	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹
اسیدهای آمینه گوگرددار (٪)	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰

۱) هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین‌کننده موارد زیر است: ۱۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۱۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۲/۲ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۴ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۸ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۲ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۰/۰۰۵۶ میلی‌گرم ویتامین B_9، ۱۵ میکروگرم ویتامین B_{12}، ۰/۱۵ میلی‌گرم ویتامین H_2 و کولین کلراید ۲۰۰ میلی‌گرم.

۲) هر کیلوگرم از مکمل معدنی تأمین‌کننده مواد زیر است: ۸۰ میلی‌گرم منگنز، ۵۰ میلی‌گرم آهن، ۶۰ میلی‌گرم روی، ۵ میلی‌گرم مس، ۱ میلی‌گرمید، ۰/۱ میلی‌گرم سلنیوم و ۲۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید.

برای ارزیابی شاخص‌های تولیدی و عملکردی، تخم‌مرغ‌های تولیدی روزانه جمع‌آوری، توزین و میانگین وزن آن‌ها به‌طور هفته‌ای محاسبه گردید. درصد تولید تخم‌مرغ از حاصل تقسیم تعداد کل تخم‌مرغ‌های تولیدی هر واحد آزمایشی در هفته بر روز مرغ، ضرب‌در ۱۰۰ به

دست آمد. 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 تعیین گردید. به‌منظور بررسی صفات کیفی تخم‌مرغ در پایان هر دوره آزمایشی 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 مقاومت سنج (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 قرارگرفته و نیرو از طریق آن به تخم‌مرغ وارد می‌شد و در لحظه‌ای که پوسته تخم‌مرغ‌ها شکسته می‌شد نیروی وارده ثبت می‌شد. پس‌ازآن تخم‌مرغ‌ها شکسته شده و پوسته آن‌ها بعدازاین که ٤٨ ساعت در دمای اتاق خشک شد با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین گردید. ضخامت پوسته تخم‌مرغ‌ها از سه مقطع سر، ته و وسط تخم‌مرغ‌ها به همراه غشای زیرین آن با استفاده از دستگاه ضخامت سنج (Ogawa Seiki Co., LTD. OSK 13469, Japan) اندازه‌گیری شد و میانگین این مقادیر محاسبه و به‌عنوان ضخامت پوسته هر تخم‌مرغ ثبت گردید. جهت تعیین ارتفاع سفیده غلیظ از یک میکرومتر سه‌پایه (Ogawa Seiki Co., LTD. OSK 13471, Japan) مخصوص استفاده شد و پس از تعیین ارتفاع سفیده، واحد هاو طبق فرمول زیر محاسبه گردید:

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

در این فرمول، 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. داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و با رویه GLM تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

یافته‌ها

کنجاله کنجد پس از روغن‌کشی دانه‌های کنجد حاصل می‌شود که از آن می‌توان به‌عنوان منبع پروتئینی جایگزین کنجاله سویا در خوراک دام و طیور استفاده نمود. اما استفاده از این منبع پروتئینی بومی در تغذیه حیوانات تک معده‌ای ازجمله طیور به دلیل داشتن ترکیبات ضد تغذیه‌ای نظیر اسید فایتیک محدود می‌باشد. یکی از روش‌های نوین عمل‌آوری جهت کاهش ترکیبات ضد تغذیه‌ای و بهبود ارزش غذایی مواد خوراکی، استفاده از فرآیند تخمیر زیستی به کمک گونه‌های باکتریایی و قارچی می‌باشد. در مطالعه حاضر، ما اثرات عمل‌آوری زیستی را بر ترکیب شیمیایی و خصوصیات فیزیکی کنجاله کنجد موردبررسی قرار داده‌ایم که نتایج آن‌ها در جدول ۲ ارائه‌شده است. در شرایط آزمایش حاضر، عمل‌آوری زیستی کنجاله کنجد با استفاده از باکتری‌های *باسیلوس سابتیلیس*، *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* به طور مؤثری سبب کاهش میزان pH و اسید فایتیک، فیبر خام و چربی خام و افزایش محتوای پروتئین خام و جمعیت باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک در کنجاله کنجد شد ($P<۰/۰۵$). بنابراین، با توجه به این نتایج می‌توان بیان نمود که استفاده از باکتری‌های *باسیلوس سابتیلیس*، *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* به مدت ۲۵ روز برای عمل‌آوری به‌طور مؤثری سبب بهبود کیفی (نظیر اسید فایتیک) و کمی (نظیر افزایش پروتئین خام و تعداد باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک) ارزش غذایی کنجاله کنجد می‌شود.

جدول ۲: نتایج تأثیر عمل‌آوری زیستی بر ترکیبات شیمیایی کنجاله کنجد			
	کنجاله کنجد خام	کنجاله کنجد عمل‌آوری شده	خطای معیار
pH	۵/۵۸[a]	٤/۰۱[b]	۰/۰۷
باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک (log_{10} (cfu/g	۵/۲۷[b]	۱۳/۲۵[a]	۰/۸۵
پروتئین خام (٪)	۳۹/۳٤[b]	٤۲/۰۵[a]	۰/۲۲
فیبر خام (٪)	۱۰/۷۲[a]	٦/۸٤[b]	۰/۱۳
چربی خام (٪)	۳/۸۱[a]	۱/۹۷[b]	۰/٤۵
اسید فایتیک (mg/g)	۱۸/۱۹[a]	۳/۰۸[b]	۱/۱۸
[a-b] در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری هستند (P<۰/۰۵).			

با توجه به بهبود ارزش تغذیه‌ای کنجاله کنجد پس از عمل‌آوری زیستی و از طرفی کمبود کنجاله سویا (رایج‌ترین منبع پروتئینی وارداتی) در صنعت طیور کشور، ما در این مطالعه اثرات جایگزینی سطوح مختلف کنجاله کنجد عمل‌آوری شده (فراسودمند) با کنجاله سویا را در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار موردمطالعه و بررسی قراردادیم. نتایج مربوط به اثرات جایگزینی سطوح مختلف کنجاله کنجد فراسودمند با کنجاله سویا بر شاخص‌های تولیدی و عملکردی مرغ‌های تخم‌گذار در مقاطع سنی ٤۰–٤۵ و ٤٦–۵۱ هفتگی در جدول ۳ گزارش‌شده است. در مرحله سنی ٤۰–٤۵ هفتگی، هیچ‌یک از شاخص‌های تولیدی (وزن تخم‌مرغ، درصد تخم‌گذاری و وزن توده تخم‌مرغ) و عملکردی (مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). همچنین جایگزینی سطوح مختلف کنجاله کنجد فراسودمند با کنجاله سویا تأثیری بر وزن تخم‌مرغ و مصرف خوراک در مرحله سنی ٤٦–۵۱ هفتگی نداشت (P<۰/۰۵). بااین‌حال، در همین مرحله، جایگزینی ۲۵ و ۵۰ درصد کنجاله کنجد فراسودمند با کنجاله سویا سبب بهبود درصد تولید تخم‌مرغ شد

(P<۰/۰۵). وزن توده تخم‌مرغ صفتی مهم و اقتصادی است که تحت تأثیر درصد تولید تخم‌مرغ و وزن تخم‌مرغ‌های تولیدی قرار می‌گیرد. این شاخص در مرحله سنی ٤٦-۵۱ هفتگی، در پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد کنجاله کنجد فراسودمند به‌طور معنی‌داری بهبود یافت (P<۰/۰۵). پرندگان تغذیه‌شده با جیره شاهد و جیره‌های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد کنجاله کنجد فراسودمند کمترین ضریب تبدیل خوراک را نسبت به سایر گروه‌ها داشتند (P<۰/۰۵). در مقابل، بالاترین ضریب تبدیل خوراک و کمترین درصد تولید تخم‌مرغ و وزن توده تخم‌مرغ به مرغ‌های تخم‌گذار دریافت‌کننده جیره‌های حاوی ۷۵ و ۱۰۰ درصد کنجاله کنجد فراسودمند تعلق داشت (P<۰/۰۵).

نتایج صفات کیفی تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه‌شده با سطوح مختلف کنجاله کنجد فراسودمند در مقاطع سنی ٤۰-٤۵ و ٤٦-۵۱ هفتگی در جدول ٤ ارائه‌شده است. جایگزینی سطوح مختلف کنجاله کنجد فراسودمند با کنجاله سویا موجب بهبود ضخامت پوسته تخم‌مرغ در مرحله سنی ٤٦-۵۱ هفتگی شد (P<۰/۰۵). تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار با جیره‌های حاوی سطوح مختلف کنجاله کنجد فراسودمند سبب افزایش معنی‌دار مقاومت تخم‌مرغ در مراحل سنی ٤۰-٤۵ و ٤٦-۵۱ هفتگی شد (P<۰/۰۵). بااین‌حال، نتایج حاضر نشان داد که تیمارهای آزمایشی در هیچ‌یک از مراحل سنی تأثیری بر واحد هاو، ارتفاع آلبومین و رنگ زرده نداشتند (P>۰/۰۵). بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تأثیر تیمارهای آزمایشی بر شاخص‌های عملکردی و تولیدی و خصوصیات کیفی تخم‌مرغ می‌توان اذعان داشت که جایگزینی ۵۰ درصد کنجاله کنجد فراسودمند با کنجاله سویا نه‌تنها هیچ اثر سوئی بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار ندارد بلکه سبب بهبود شاخص‌های تولیدی و برخی صفات کیفی تخم‌مرغ‌های تولیدی می‌شود.

جدول ۳: نتایج تأثیر سطوح مختلف کنجاله کنجد فراسودمند بر شاخص‌های عملکردی مرغ‌های تخم‌گذار

پارامترهای مورد ارزیابی	شاهد	کنجاله کنجد فراسودمند				خطای معیار
		٪۲۵	٪۵۰	٪۷۵	٪۱۰۰	
وزن تخم‌مرغ (گرم)						
هفته ۴۰-۴۵	۶۰/۹۶	۶۰/۶۴	۶۰/۲۹	۵۹/۳۷	۵۹/۰۸	۰/۷۰
هفته ۴۶-۵۱	۶۲/۲۷	۶۲/۵۳	۶۱/۸۵	۶۱/۰۵	۶۰/۷۴	۰/۶۸
تولید تخم‌مرغ (درصد)						
هفته ۴۰-۴۵	۸۶/۲۰	۸۷/۴۵	۸۷/۰۱	۸۵/۹۳	۸۴/۷۲	۰/۷۹
هفته ۴۶-۵۱	۸۹/۱۵^{a}	۹۰/۰۹^{a}	۸۹/۷۸^{a}	۸۷/۰۲^{b}	۸۶/۳۱^{b}	۰/۵۴
توده تخم‌مرغ تولیدی (گرم)						
هفته ۴۰-۴۵	۵۲/۵۴	۵۳/۰۰	۵۲/۴۶	۵۱/۰۳	۵۰/۰۷	۰/۷۲
هفته ۴۶-۵۱	۵۵/۵۱^{a}	۵۶/۳۳^{a}	۵۵/۵۲^{a}	۵۳/۱۲^{b}	۵۲/۴۳^{b}	۰/۶۶
مصرف خوراک (گرم)						
هفته ۴۰-۴۵	۱۱۸/۶۲	۱۱۸/۸۶	۱۱۹/۴۲	۱۲۰/۴۶	۱۲۱/۱۴	۲/۱۶
هفته ۴۶-۵۱	۱۲۴/۳۴	۱۲۸/۹۸	۱۲۶/۹۲	۱۲۷/۶۰	۱۲۷/۵۲	۱/۵۷
ضریب تبدیل غذایی						
هفته ۴۰-۴۵	۲/۲۸	۲/۲۴	۲/۲۵	۲/۳۲	۲/۳۵	۰/۰۳
هفته ۴۶-۵۱	۲/۲۵^{b}	۲/۲۹^{b}	۲/۲۷^{b}	۲/۳۹^{a}	۲/۴۳^{a}	۰/۰۲

$^{a-b}$ در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P<0/05$).

جدول ۴: نتایج تأثیر سطوح مختلف کنجاله کنجد فراسودمند بر خصوصیات کیفی تخم‌مرغ‌های تولیدی

پارامترهای مورد ارزیابی	شاهد	کنجاله کنجد فراسودمند				خطای معیار
		٪۲۵	٪۵۰	٪۷۵	٪۱۰۰	
واحد هاو						
هفته ۴۰-۴۵	۷۴/۵۰	۷۷/۲۲	۷۶/۰۷	۷۴/۷۳	۷۴/۱۰	۲/۰۹
هفته ۴۶-۵۱	۷۸/۳۸	۷۹/۴۹	۸۰/۹۱	۷۶/۳۷	۷۶/۰۹	۱/۶۷
ارتفاع آلبومین (mm)						
هفته ۴۰-۴۵	۵/۷۴	۶/۰۹	۵/۹۶	۵/۷۹	۵/۶۷	۰/۲۸
هفته ۴۶-۵۱	۶/۳۷	۶/۵۵	۶/۷۳	۶/۱۰	۶/۰۴	۰/۲۲
رنگ زرده						
هفته ۴۰-۴۵	۵/۳۰	۵/۲۰	۵/۴۰	۵/۴۰	۵/۶۰	۰/۱۸
هفته ۴۶-۵۱	۵/۵۰	۵/۷۰	۵/۳۰	۵/۷۰	۵/۴۰	۰/۲۰
ضخامت پوسته (mm)						
هفته ۴۰-۴۵	۰/۳۵	۰/۴۸	۰/۵۳	۰/۵۰	۰/۵۷	۰/۰۳
هفته ۴۶-۵۱	۰/۳۹^{b}	۰/۵۱^{a}	۰/۶۲^{a}	۰/۶۹^{a}	۰/۶۳^{a}	۰/۰۳
مقاومت پوسته (kg/cm^2)						
هفته ۴۰-۴۵	۲/۷۲^{b}	۳/۴۵^{a}	۳/۲۱^{a}	۳/۳۹^{a}	۳/۵۲^{a}	۰/۱۶
هفته ۴۶-۵۱	۳/۰۴^{b}	۳/۵۹^{a}	۳/۶۷^{a}	۳/۷۳^{a}	۳/۷۸^{a}	۰/۱۸

$^{a-b}$ در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P<0/05$).

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، یافته‌ها نشان داد که پس از ۲۵ روز انکوباسیون، عمل‌آوری کنجاله کنجد با *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و *باسیلوس سابتیلیس* سبب کاهش مقدار pH و افزایش جمعیت باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک شد. در طی این فرآیند، باکتری *باسیلوس سابتیلیس* با مصرف اکسیژن محیط سبب فراهم شدن شرایط زیستی مطلوب برای باکتری‌های بی‌هوازی *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* شد. از سوی دیگر، باکتری‌های *باسیلوس سابتیلیس* با افزایش تولید متابولیت‌هایی نظیر سابتیلیسین و کاتالاز باعث اختصاصی شدن شرایط محیطی برای رشد و زیست باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک شد. با افزایش تعداد باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک و درنتیجه افزایش تولید اسیدهای آلی (به‌ویژه اسیدلاکتیک)، pH محصول افت چشمگیری یافت. محققین در مطالعات قبلی نیز اظهار داشتند که عمل‌آوری (تخمیر) زیستی دانه‌های ذرت با میکروارگانیسم‌های پروبیوتیکی سبب افزایش جمعیت لاکتوباسیل‌ها و نیز کاهش میزان pH و باکتری‌های مضر نظیر کلی‌فرم‌ها می‌شود (رنجیتکار و همکاران[1]، ۲۰۱۶؛ ۱۰۰). به‌طورکلی، محصولات حاصل از این فرآیند، حاوی مقادیر زیادی ترکیبات فراسودمند نظیر باکتری‌های پروبیوتیکی، اسیدلاکتیک و سایر اسیدهای آلی می‌باشند که در بهبود سلامت دستگاه گوارش میزبان نقش مهمی را ایفا می‌کنند.

در مطالعه حاضر، عمل‌آوری زیستی کنجاله کنجد به کمک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و *باسیلوس سابتیلیس* سبب کاهش محتوای اسید فایتیک، فیبر خام، چربی خام و افزایش سطح پروتئین خام کنجاله شد. پژوهشگران در مطالعه‌ای نشان دادند که عمل‌آوری زیستی کنجاله کنجد با *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* سبب کاهش فیبر خام و محتوای

[1] Ranjitkar

اسید فایتیک (به ترتیب ٤٨/٩ درصد و ١٦/٧ درصد) می‌شود، درحالی‌که پروتئین خام به میزان ٢٦/٢ درصد افزایش یافت (آلود و همکاران[1]، ٢٠١٦؛ ٤٠٠). به همین ترتیب، تخمیر کلزا با *باسیلوس سوبتیلیس*، *کاندیدا یوتیلیس* و *انتروکوکوس فکالیس* سبب افزایش پروتئین خام از ٤٢/١١ درصد به ٤٤/٦٣ درصد شد (هو و همکاران، ٢٠١٦؛ ١٨٤). افزایش پروتئین خام ممکن است به دلیل کاهش محتوای ماده خشک، تولید پروتئین میکروبی و ترشح آنزیم‌ها در طول دوره عمل‌آوری باشد. افزایش تعداد میکروارگانیسم‌ها در محصول عمل‌آوری شده ممکن است سبب افزایش سطح پروتئین خام نیز گردد، زیرا حدود ٦٣٪ بیومس میکروبی از پروتئین تشکیل می‌شود (سان و همکاران، ٢٠١٢؛ ٥٦٥). علاوه بر این، آنزیم‌های پروتئولیتیک سنتز شده توسط میکروارگانیسم‌ها ممکن است منجر به افزایش پپتیدها و اسیدهای آمینه آزاد شود (هو و همکاران، ٢٠١٦؛ ١٨٥). عمل‌آوری زیستی کنجاله کتان با استفاده از *باسیلوس سابتیلیس* میزان چربی خام را نیز کاهش داد (سان و همکاران، ٢٠١٢؛ ٥٦٦). کاهش میزان چربی خام نیز ممکن است به دلیل توانایی تولید لیپاز توسط سویه‌های *باسیلوس* باشد، بنابراین لیپیدها به ذرات کوچک‌تر تجزیه می‌شوند (سان و همکاران، ٢٠١٢؛ ٥٦٦). کاهش فیبر خام و اسید فایتیک را می‌توان به آنزیم‌های تجزیه‌کننده فیبر و فیتات (همی سلولز، سلولز و فیتاز) تولید شده توسط میکروارگانیسم‌ها نسبت داد (هو و همکاران، ٢٠١٦؛ ١٨٥). همچنین، محققان گزارش کردند که آنزیم فیتاز سنتز شده توسط *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* با کاتالیز نمودن فیتات باعث تولید اورتوفسفات معدنی می‌شود که درنتیجه میزان اسید فایتیک را کاهش می‌دهد (پلاسیس و همکاران[2]، ٢٠٠٨؛ ٨٣). از سویی دیگر، اسیدهای آلی تولیدشده توسط میکروارگانیسم‌ها، با ایجاد کمپلکس‌های محلول از کمپلکس‌های نامحلول اسید فایتیک منجر

[1] Olude
[2] Palacios

به افزایش جذب مواد معدنی می‌شوند (گیبسون و همکاران[1]، ۱۹۹۸؛ ٤٨٥). درنتیجه، این موضوع به‌خوبی اثبات‌شده که تجزیه اسید فایتیک، در دسترس بودن بسیاری از کاتیون‌ها و درنتیجه ارزش غذایی کنجاله کنجد را افزایش می‌دهد (وست[2]، ۲۰۱٤؛ ۲).

در آزمایش حاضر، تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر شاخص‌های تولید تخم‌مرغ، وزن توده‌ای تخم‌مرغ، درصد تخم‌گذاری و ضریب تبدیل غذایی در مرحله سنی ٤٦ تا ۵۱ هفتگی داشت. به‌طوری‌که، بالاترین درصد تولید و وزن توده‌ای تخم‌مرغ‌های تولیدی و بهترین ضریب تبدیل غذایی به جیره شاهد و جیره‌های حاوی سطوح ۲۵ و ۵۰ درصد کنجاله کنجد عمل‌آوری شده اختصاص داشت. بااین‌حال، با افزایش سطح کنجاله کنجد عمل‌آوری شده در جیره (از ۷۵ درصد تا ۱۰۰ درصد)، شاخص‌های تولیدی و عملکردی پرندگان در مقایسه با سایر گروه‌های آزمایشی کاهش یافت. این امر ممکن است در ارتباط با افزایش فیبر خام و محتوای اسید فایتیک در این جیره‌ها باشد که موجب کاهش قابلیت هضم و جذب مواد مغذی می‌گردد. در مطالعه کنعانی و همکاران با بررسی شاخص‌های عملکردی ازجمله مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی، مناسب‌ترین سطح جایگزینی کنجاله کنجد عمل‌آوری نشده با کنجاله سویا در جیره غذایی، سطح ۱۰ درصد پیشنهاد شد (کنعانی و همکاران، ۲۰۱۰؛ ۲۷۹). همچنین این محققین اظهار داشتند که این سطح پیشنهادی اثر سوئی بر کیفیت تخم‌مرغ‌های تولیدی نداشت. در مطالعه‌ای دیگر، پژوهشگران نیز نشان دادند که جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی کنجاله کنجد خام، نسبت به گروه شاهد (گروه حاوی کنجاله سویا) افزایش وزن کمتری داشتند. این پژوهشگران اظهار داشتند که افزایش اگزالات و فیتات در جیره‌های حاوی کنجاله کنجد می‌تواند برافزایش وزن جوجه‌های گوشتی تأثیر منفی بگذارد

[1] Gibson
[2] West

(فاران، ۲۰۰۰؛ ٤٥٥-٤٥٥). همچنین، برخی دیگر از محققین دلیل کاهش عملکرد پرندگان تغذیه‌شده با کنجاله کنجد خام را این‌گونه بیان کردند که اسید فایتیک با اختلال در استفاده از مواد معدنی (نظیر کلسیم، منیزیم و روی) و مواد مغذی (نظیر کربوهیدرات و پروتئین) و نیز عملکرد آنزیم‌های هضمی می‌تواند سبب کاهش عملکرد تولیدی شود (یاموچی و همکاران[1]، ۲۰۰٦؛ ۲۷۳). علاوه بر این، کم بودن ضریب هضم پروتئین کنجاله کنجد خام نسبت به کنجاله سویا و افزایش فیبر خام کنجاله کنجد خام از دیگر عوامل کاهش عملکرد رشد می‌باشند (یاموچی و همکاران، ۲۰۰٦؛ ۲۷۳). با توجه به بررسی مطالعات پیشین، یافته‌های بسیار محدودی در زمینه به‌کارگیری کنجاله‌های روغنی عمل‌آوری شده به روش تخمیر زیستی در تغذیه طیور وجود دارد. بااین‌حال، در این قسمت به بحث و بررسی اثرات سایر محصولات فراسودمند در تغذیه طیور می‌پردازیم. در مطالعه حاضر، یافته‌های حاصل از جایگزینی ۲۵ و ۵۰ درصد کنجاله کنجد فراسودمند با کنجاله سویا بر شاخص‌های تولیدی و عملکردی مرغ‌های تخم‌گذار اثرات مثبتی را نشان داد و حتی سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک در این گروه‌ها نسبت سایر گروه‌های آزمایشی شد. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که تغذیه خوراک‌های حاوی ۸ درصد کنجاله تخم پنبه عمل‌آوری شده به روش تخمیر زیستی نسبت به گروه شاهد سبب بهبود عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی می‌شود (سان و همکاران، ۲۰۱۳؛ ۹۸۷). این محققین دلیل بهبود عملکرد رشد پرندگان را به کاهش و یا حذف ترکیبات ضد تغذیه‌ای و ارتقاء ارزش تغذیه‌ای خوراک نسبت دادند. به‌طورکلی با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش و بررسی مطالعات قبل، دو دلیل برای توضیح بهبود صفات عملکردی مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه‌شده با کنجاله کنجد فراسودمند می‌توان بیان نمود. اولین دلیل در ارتباط با بهبود شرایط اکولوژی دستگاه گوارش پرندگان می‌باشد. با توجه به اینکه محصولات عمل‌آوری شده به

[1] Yamauchi

روش زیستی حاوی مقادیر زیادی از باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک و اسیدهای آلی می‌باشند، تغذیهٔ این نوع خوراک‌ها سبب اسیدی شدن قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش می‌شود که به‌تبع آن شرایط محیطی مطلوبی را برای رشد و تکثیر جمعیت باکتری‌های مفید نظیر باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک ایجاد می‌کند (سوگی هارتو و همکاران[1]، ۲۰۱۹؛ ۲-۳) که این عمل بسیار شبیه به نقش افزودنی‌های خوراکی نظیر پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها در بهبود سلامت و کارآیی دستگاه گوارش پرندگان می‌باشد. دلیل دوم را می‌توان به بهبود ارزش کیفی کنجاله کنجد از طریق افزایش قابلیت هضم مواد مغذی و همچنین کاهش عوامل ضد تغذیه‌ای آن نظیر اسید فایتیک در طی دوره عمل‌آوری نسبت داد (الاگونجو و همکاران[2]، ۲۰۱۹؛ ۲٤۰۹).

در آزمایش حاضر، تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار با خوراک‌های حاوی سطوح مختلف کنجاله کنجد عمل‌آوری شده باعث افزایش معنی‌دار مقاومت و ضخامت تخم‌مرغ‌های تولیدی شد. افزایش مقاومت و ضخامت پوسته تخم‌مرغ را می‌توان به ویژگی منحصربه‌فرد خوراک‌های فراسودمند نسبت داد. همان‌طور که قبلاً ذکر شد، این خوراک‌ها سرشار از باکتری‌های پروبیوتیکی با pH پایین بوده که در محیط دستگاه گوارش با فراهم نمودن شرایط مساعد برای رشد باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک سبب تولید اسیدهای آلی و متعاقباً کاهش pH دستگاه گوارش می‌شوند. در همین حال، افت pH روده باعث افزایش جذب کلسیم و فسفر (این دو عنصر نقش بسزایی در تشکیل پوسته تخم‌مرغ دارند) از روده می‌شود (عبدالفتاح و همکاران[3]، ۲۰۰۸؛ ۲۲۰). همچنین، محققین گزارش کردند که مکمل سازی خوراک مرغان تخم‌گذار با

[1] Sugiharto
[2] Olagunju
[3] Abdel-Fattah

بوتیرات از طریق کاهش pH و افزایش جذب کلسیم و فسفر موجب بهبود مقاومت پوسته تخم‌مرغ می‌شود (سنگر و همکاران، ۲۰۰۷؛ ۱۶۲).

بر اساس نتایج این مطالعه می‌توان بیان نمود که عمل‌آوری زیستی رویکردی جدید را برای ارتقاء ارزش تغذیه‌ای کنجاله کنجد پیش‌روی محققین و فعالان صنعت طیور قرار می‌دهد. همچنین، استفاده از کنجاله کنجد فراسودمند تا سطح ۵۰ درصد پروتئین جیره، عملکردی مشابه با گروه شاهد (کنجاله سویای وارداتی) را نشان داد. علاوه بر این، تغذیه سطوح مختلف کنجاله کنجد فراسودمند سبب بهبود ضخامت و مقاومت پوسته تخم‌مرغ‌های تولیدی شد. بنابراین، با توجه به نتایج فوق‌الذکر می‌توان دو راهبرد مهم و ویژه اقتصادی را در راستای خودکفایی کشور مدنظر قرار داد. نخست اینکه، با استفاده از روش عمل‌آوری زیستی می‌توان از پسماندهای پروتئینی گیاهی به‌طور بهینه و مؤثرتر در تغذیه طیور استفاده نمود و باعث رفع برخی از مشکلات اخیر صنعت طیور درزمینهٔ تأمین خوراک شد. دوم، علاوه بر دستیابی به محصول پروتئینی با ارزش غذایی افزوده برای تهیه خوراک، می‌توان به ترکیبی غنی از باکتری‌های سودمند ازجمله باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک نیز دست‌یافت که می‌تواند نقش مکمل‌های خوراکی از قبیل آنتی‌بیوتیک، پروبیوتیک و پری‌بیوتیک را در راستای بهبود عملکرد و سلامت طیور ایفاء نماید که این امر نیز علاوه بر کاهش نیاز به واردات افزودنی‌های فوق‌الذکر می‌تواند سبب تولید محصولات عاری از آنتی‌بیوتیک گردد. شایان‌ذکر است که در صورت توجه به کشت این دانه روغنی در سطح وسیع (با توجه به سازگاری آن با شرایط اقلیمی کشور) علاوه بر استفاده از روغن جهت مصارف انسانی، می‌توان با بهبود ارزش غذایی کنجاله کنجد تحت عمل‌آوری یادشده به کشورهای متقاضی جهت مصارف دامی و طیوری عرضه داشت و از این طریق برای کشور درآمد ارزی داشت.

پیشنهادها

با توجه به مشکلات اخیر صنعت پرورش طیور کشور درزمینهٔ تأمین کنجاله سویا (رایج‌ترین منبع پروتئینی وارداتی) و نتایج مثبت استفاده از کنجاله کنجد فراسودمند بر سلامت و عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار، به‌کارگیری تکنیک عمل‌آوری زیستی جهت استفاده بیشتر از این منبع پروتئینی در تهیه خوراک مرغ‌های تخم‌گذار پیشنهاد می‌شود. علاوه بر این، با توجه به نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌شود که:

- تأثیر سایر میکروارگانیسم‌های مفید بر ارزش تغذیه‌ای دیگر پسماندهای پروتئینی گیاهی و حیوانی موردمطالعه قرار گیرد.
- تأثیر خوراک‌های عمل‌آوری شده به روش زیستی بر عملکرد پرندگان در مواجه با تنش‌های محیطی مانند گرمایی و میکروبی مورد ارزیابی قرار بگیرد.
- تأثیر خوراک‌های عمل‌آوری شده به روش زیستی بر شاخص‌های عملکردی و تولیدی سایر طیور بررسی شود.

منابع و مآخذ

الف) منابع فارسی

نورانیان، شهباز و نوبخت علی، (۱۳۹۵)، اثرات استفاده از تفاله سیب و پروبیوتیک بر عملکرد، صفات کیفی تخم‌مرغ و متابولیت‌های خون در مرغ‌های تخم‌گذار ٦٥ تا ٧٦ هفتگی، نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران، شمارهٔ ۲.

نبی‌ئیان، صدیقه، ساسان اسفندیاری و احسان سپهوند، (۱۳۹٦)، بررسی تأثیر متغییرهای کلان اقتصادی بر Q توبین (انگیزهٔ سرمایه‌گذاری) بخش کشاورزی، فصلنامهٔ تحقیقات اقتصاد کشاورزی، سال نهم، شمارهٔ ۳.

ب) منابع انگلیسی

AOAC, official methods of analysis, 16th ed, association of official analytical chemists, Washington, DC, 2005.

Abdel-Fattah, S. A., El-Sanhoury, M. H., El-Mednay, N. M., & 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, 215-222.

Alshelmani, M. I., Loh, T. C., Foo, H. L., Sazili, A. Q., & Lau, W. H. (2016). Effect of feeding different levels of palm kernel cake fermented by *Paenibacillus polymyxa* ATCC 842 on nutrient digestibility, intestinal morphology, and gut microflora in broiler chickens. Animal Feed Science and Technology, 216, 216-224.

Chiang, G., Lu, W. Q., Piao, X. S., Hu, J. K., Gong, L. M., & Thacker, P. A. (2009). 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 Sciences, 23(2), 263-271.

Farran, M. T., Uwayjan, M. G., Miski, A. M. A., Akhdar, N. M., & Ashkarian, V. M. (2000). Performance of broilers and layers fed graded levels of sesame hull. Journal of Applied Poultry Research, 9(4), 453-459.

Feng, J., Liu, X., Xu, Z. R., Liu, Y. Y., & Lu, Y. P. (2007). Effects of *Aspergillus oryzae* 3.042 fermented soybean meal on growth performance and plasma biochemical parameters in broilers. Animal Feed Science and Technology, 134(3-4), 235-242.

García-Estepa, R. M., Guerra-Hernández, E., & García-Villanova, B. (1999). Phytic acid content in milled cereal products and breads. Food research international, 32(3), 217-221.

Gibson, R. S., Yeudall, F., Drost, N., Mtitimuni, B., & Cullinan, T. (1998). Dietary interventions to prevent zinc deficiency. The American journal of clinical nutrition, 68(2), 484S-487S.

Hosoi, T., Ametani, A., Kiuchi, K., & Kaminogawa, S. (2000). Improved growth and viability of lactobacilli in the presence of Bacillus subtilis (natto), catalase, or subtilisin. Canadian journal of microbiology, 46(10), 892-897.

Hu, Y., Wang, Y., Li, A., Wang, Z., Zhang, X., Yun, T., & Yin, Y. (2016). Effects of fermented rapeseed meal on antioxidant functions, serum biochemical parameters and intestinal morphology in broilers. Food and Agricultural Immunology, 27(2), 182-193.

Kanani, P., Hosseintabar-Ghasemabad, B., Azimi-Youvalari, S., Seidavi, A., Laudadio, V., Mazzei, D., & Tufarelli, V. (2020). Effect of dietary sesame (Sesame indicum L) seed meal level supplemented with lysine and phytase on performance traits and antioxidant status of late-phase laying hens. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 33(2), 277.

Niba, A. T., Beal, J. D., Kudi, A. C., & Brooks, P. H. (2009). Potential of bacterial fermentation as a biosafe method of improving feeds for pigs and poultry. African Journal of Biotechnology, 8(9).

Olagunju, A. I., & Ifesan, B. O. (2019). Changes in nutrient and antinutritional contents of sesame seeds during fermentation. Journal of Microbiology, Biotechnology and food sciences, 2019, 2407-2410.

Olude, O., George, F., & Alegbeleye, W. (2016). Utilization of autoclaved and fermented sesame (Sesamum indicum L.) seed meal in diets for Til-aqua natural male tilapia. Animal Nutrition, 2(4), 339-344.

Palacios, M.C., Harson, M., Sanz, Y. and Rosell, C.M. (2008). Selection of lactic acid bacteria with high phytate degradation activity for application in whole wheat bread making, LWT. 41(7), 82–92.

Ranjitkar, S., Karlsson, A. H., Petersen, M. A., Bredie, W. L., Petersen, J. S., & Engberg, R. M. (2016). The influence of feeding crimped kernel maize silage on broiler production, nutrient digestibility and meat quality. British poultry science, 57(1), 93-104.

Sengor, E., Yardimci, M., Cetingul, S., Bayram, I., Sahin, H., & Dogan, I. (2007). Short Communication Effects of short chain fatty acid (SCFA) supplementation on performance and egg characteristics of old breeder hens. South African Journal of Animal Science, 37(3), 158-163.

Sugiharto, S., & Ranjitkar, S. (2019). Recent advances in fermented feeds towards improved broiler chicken performance, gastrointestinal tract microecology and immune responses: A review. Animal Nutrition, 5(1), 1-10.

Sun, H., Jiang-Wu, T., Xiao-Hong, Y., Yi-Fei, W., Wang, X., & 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).

Sun, H., Tang, J. W., Yao, X. H., Wu, Y. F., Wang, X., & 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.

West, T. P. (2014). Effect of phytase treatment on phosphate availability in the potential food supplement corn distillers' grains with solubles. Journal of Food Processing, 2014.

Xu, F. Z., Zeng, X. G., & Ding, X. L. (2012). Effects of replacing soybean meal with fermented rapeseed meal on performance, serum biochemical variables and intestinal morphology of broilers. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 25(12), 1734.

Yamauchi, K., Samanya, M., Seki, K., Ijiri, N. and Thongwittaya, N. (2006). Influence of dietary sesame meal level on histological alterations of the intestinal mucosa and growth performance of chickens. Poultry Science Association, 15(5), 266-173.

acid, Egg, Bio-processing, Sesame meal, Laying hens.