مقایسه اثر کنجاله کنجد خام و فرآوری شده به‌روش تخمیر حالت جامد بر خصوصیات استخوان درشت نی و برخی فراسنجه‌های خون جوجه‌های گوشتی

- **آیدا مظاهری***: گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **محمود شمس‌شرق**: گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **بهروز دستار**: گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **امید عشایری‌زاده**: گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۷

چکیده

این آزمایش با هدف مقایسه اثر کنجاله کنجد خام و فرآوری شده به‌روش تخمیر حالت جامد بر خصوصیات استخوان درشت نی و برخی فراسنجه‌های خون انجام شد. تخمیر کنجاله کنجد با کشت مخلوط مایع حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم در نسبت ۱ به ۱/۲ انجام شد. پس از ۲۸ روز تخمیر، میزان اسید فایتیک و تانن به‌ترتیب از ۱۷/۳۹ و ۱۵/۲۶ به ۵/۲۶ و ۲/۲۲ میلی‌گرم در گرم کنجاله کاهش یافت. تعداد ۳۱۵ قطعه جوجه گوشتی راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار آزمایشی و ۳ تکرار اختصاص یافت. تیمارهای آزمایش شامل جایگزینی ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد کنجاله کنجد خام یا تخمیری با کنجاله سویا (تیمار شاهد) در جیره بودند. نتایج این آزمایش نشان داد استفاده از سطوح ۲۵ و ۵۰ درصدکنجاله کنجد تخمیری، مشابه با تیمار شاهد، افزایش میزان خاکستر، کلسیم و فسفر استخوان درشت نی جوجه‌های گوشتی را نسبت به کنجاله کنجد خام بهبود داد (P<۰/۰۵). هم‌چنین میزان کلسیم و فسفر خون در تیمارهای حاوی کنجاله کنجد تخمیر شده نسبت به سایر تیمارها افزایش معنی‌داری یافت (P<۰/۰۵).

کلمات کلیدی: اسیدفایتیک، تانن، تخمیر، جوجه گوشتی، کنجاله کنجد

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: aida.mazaheri66@gmail.com

مقدمه

کنجاله سویا به‌دلیل تعادل اسید آمینه‌های مطلوب، متداول‌ترین منبع پروتئینی مورد استفاده در تغذیه طیور می‌باشد. با این‌حال، 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. کنجاله کنجد حاصل عملیات روغن‌کشی از دانه کنجد و دارای بیش از ۴۴ درصد پروتئین خام و مقادیر مناسب اسیدآمینه‌های ضروری به‌ویژه آرژنین، لوسین و متیونین می‌باشد. مقدار لیزین این کنجاله کم‌تر از حد مورد نیاز بوده و ترکیب آن با کنجاله سویا می‌تواند این کمبود را جبران کند (Mulugeta و Gebrehiwot، ۲۰۱۳). اسیدفایتیک و تانن موجود در کنجاله کنجد به عناصر معدنی متصل شده و آن‌ها را از دسترس آنزیم‌های گوارشی خارج می‌سازد و ممکن است در متابولیسم عناصر معدنی مثل کلسیم مشکل ایجاد کند (محروقی، ۱۳۸۸). راهکارهایی از قبیل پرتودهی، حرارت و یا خیساندن در محلول‌های شیمیایی برای حذف و یا کاهش اسیدفایتیک در کنجاله کنجد ارایه شده اما این روش‌ها مشکل، پرهزینه و گاه ناکارآمد بوده‌اند (Adebiyi و همکاران، ۲۰۱۵؛ Lease، ۱۹۶۶). اخیراً، استفاده از روش تخمیر میکروبی برای تولید محصولات پروتئینی با کیفیت و عاری از ترکیبات ضدتغذیه‌ای مورد توجه قرار گرفته است (Singhania و همکاران، ۲۰۰۹). در این روش، از گونه‌های باکتریایی (نظیر لاکتوباسیلوس پلانتاروم، انتروکوکوس فاسیوم، باسیلوس سابتیلیس)، قارچی (نظیر آسپرژیلوس نایجر، آسپرژیلوس اوریزا) و مخمر (نظیر ساکارمایس سرویزیه) جهت پیشبرد اهداف تخمیر بهره می‌برد. 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 (Dei و همکاران، ۲۰۰۸). براساس اهداف تخمیر نظیر بهبود قابلیت هضم پروتئین، کاهش و یا حذف ترکیبات ضدتغذیه‌ای و غیره از میکروارگانیسم‌هایی که اغلب به گونه‌های باکتریایی، قارچی و یا مخمر تعلق دارند، استفاده می‌شود (Singhania و همکاران، ۲۰۰۹). از سوی دیگر، خوراک‌های تخمیر شده حاوی غلظت‌های بالای اسید لاکتیک (بیش از ۱۵۰ میلی‌مول) و باکتری‌های اسیدلاکتیک (تقریباً ۱۰۰ واحد تشکیل کلنی در هر میلی‌لیتر خوراک می‌باشند (Heres و همکاران، ۲۰۰۳). با توجه به این‌که تاکنون در ایران و خارج از کشور هیچ مطالعه‌ای پیرامون استفاده از کنجاله کنجد فرآوری شده به‌روش تخمیر میکروبی در تغذیه جوجه گوشتی انجام نشده است، این آزمایش به‌منظور بررسی امکان کاهش اسیدفایتیک در کنجاله کنجد به‌روش تخمیر حالت جامد و اثرات آن بر خصوصیات استخوان درشت نی و فراسنجه‌های خون در جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر، باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم (PTCC1058) به‌شکل ویال‌های لئوفیلیزه از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه و با استفاده از محیط MRS-agar (مرک-۱۱۰۶۶۰) در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد فعال شد. تهیه کشت آغازگر از این باکتری با استفاده از محیط MRS-broth (مرک-۱۱۰۶۶۱) در طی گرم‌خانه‌گذاری در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انجام شد. سپس به هر کیلوگرم از کنجاله کنجد، ۲/۱ لیتر از ترکیب آب مقطر و کشت آغازگر (حاوی حداقل ۱۰ واحد تشکیل کلنی در میلی‌لیتر) اضافه شد. مخلوط حاصل درون مخزن ویژه (دارای سوپاپ یک طرفه جهت خروج گازهای تولید شده و ممانعت از ورود هوا) در مدت ۲۵ روز در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد تخمیر شد. نهایتاً، کنجاله کنجد تخمیر شده به‌مدت ۳ روز در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد. مقدار اسیدفایتیک از طریق استخراج نمونه ها با HCl و Na2SO4 و جذب در ۶۶۰ نانومتر (Bassiri و Nahapetian، ۱۹۷۷) و میزان تانن به‌روش فولین دنیز (Mukhopadhyay، ۲۰۰۱) اندازه‌گیری شد. مقدار اسیدفایتیک در کنجاله کنجد خام و تخمیری بر مبنای آزمون T-test و آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۳) انجام شد. بررسی اثرات تغذیه‌ای کنجاله کنجد خام و تخمیر شده با استفاده از ۳۱۵ قطعه جوجه گوشتی نر یک روزه سویه راس ۳۰۸ انجام شد. مدت زمان انجام آزمایش ۴۲ روز بود و در طول این مدت آب و خوراک به‌صورت آزادانه در اختیار پرندگان قرار گرفت. برنامه نوردهی سالن به‌صورت ۲۴ ساعته اعمال گردید. دمای سالن در روز اول پرورش ۳۴ درجه بود و هر هفته ۲ الی ۳ درجه سانتی‌گراد کاهش پیدا کرد تا در هفته ۶ به ۲۰ درجه سانتی‌گراد رسید و تا آخر دوره در این درجه حرارت تنظیم گردید. درصد رطوبت سالن در روزهای اول پرورش در محدوده ۵۰ تا ۶۰ درصد بود، که به‌تدریج افزایش و در ۳ هفتگی به ۶۵ تا ۷۵ درصد رسید و تا پایان دوره در این محدوده نگه‌داری شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱) جیره ذرت-کنجاله سویا (تیمار شاهد) جیره پایه، ۲) جیره ذرت-۲۵ درصد کنجاله کنجد خام جایگزین کنجاله سویا، ۳) جیره ذرت-۵۰ درصد کنجاله کنجد خام جایگزین کنجاله سویا ۴) جیره ذرت-۷۵ درصد کنجاله کنجد خام جایگزین کنجاله سویا، ۵) جیره ذرت-۲۵ درصد کنجاله کنجد تخمیری جایگزین کنجاله سویا، ۶) جیره ذرت-۵۰ درصد کنجاله کنجد تخمیری جایگزین کنجاله سویا

و ۷) جیره ذرت-۷۵ درصد کنجاله کنجد تخمیری جایگزین کنجاله سویا بودند که به هر تیمار ۳ تکرار متشکل از ۱۵ قطعه جوجه گوشتی اختصاص یافت. مشخصات و ترکیب جیره‌های آزمایشی در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در پایان دوره‌های مختلف پرورش اندازه‌گیری‌شدند. در روز ۴۲ دوره آزمایش، جهت تعیین فراسنجه‌های خونی، یک قطعه جوجه از هر واحد آزمایشی به گونه‌ای انتخاب شد که وزن آن نزدیک به میانگین وزن واحد آزمایشی مربوطه باشد. خون‌گیری از ورید بال انجام شد و نمونه‌ها جهت تعیین مقدار فراسنجه‌ها (کلسیم و فسفر) به آزمایشگاه انتقال داده شدند (Gordon، ۱۹۹۸). هم‌چنین در آخر دوره آزمایش و پس از کشتار، استخوان درشت نی پای چپ یک قطعه جوجه از هر واحد آزمایشی به‌دقت جدا شد و پس از جدا کردن تمامی بافت‌های اطراف آن‌ها، برای تعیین خصوصیات استخوان درشت‌نی مانند حجم، وزن نسبی (Kim و همکاران، ۲۰۰۴)، چگالی و وزن خاکستر (Zhang و Coon، ۱۹۹۷) غلظت فسفر و کلسیم (AOAC، ۱۹۹۵) مورد استفاده قرار گرفتند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel تنظیم و دسته‌بندی شد و در قالب طرح کاملاً تصادفی توسط رویه مدل خطی (GLM) نرم‌افزار SAS (۱/۹) آنالیز گردید. تفاوت بین میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و سطح معنی‌داری ۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت. مدل آماری مورد استفاده به‌صورت زیر می‌باشد:

$$Yij = \mu + Ti + Eij$$

که در فرمول فوق: Yij=مقدار هر یک از مشاهدات ، μ = میانگین جمعیت، Ti = اثر تیمارهای آزمایش، Eij =اثر خطای آزمایشی

جدول ۱: ترکیب جیره‌های آزمایشی (بر حسب درصد هوا خشک) و خصوصیات شیمیایی آن‌ها

	جیره‌های آغازین (۱۰-۰ روزگی) براساس درصد جایگزینی کنجاله سویا				جیره‌های رشد (۱۱-۲۴ روزگی) براساس درصد جایگزینی کنجاله سویا				جیره‌های پایانی (۲۵-۴۲ روزگی) براساس درصد جایگزینی کنجاله سویا			
مواد خوراکی	**شاهد**	**٪۲۵**	**٪۵۰**	**٪۷۵**	**شاهد**	**٪۲۵**	**٪۵۰**	**٪۷۵**	**شاهد**	**٪۲۵**	**٪۵۰**	**٪۷۵**
ذرت	۵۲/۴۱	۵۳/۸۷	۵۵/۳۴	۵۵/۷۵	۵۶/۱۴	۵۷/۴۵	۵۸/۷۸	۵۹/۳۳	۶۱/۳۶	۶۲/۴۹	۶۳/۶۲	۶۶/۶۴
کنجاله سویا[1]	۴۰/۵۲	۲۹/۷۳	۱۸/۹۴	۸/۳۷	۳۶/۴۹	۲۶/۷۷	۱۷/۰۶	۷/۴۹	۳۱/۰۵	۲۲/۷۸	۱۴/۵۱	۶/۲۶
کنجاله کنجد خام[2]	-	۱۰/۰۷	۲۰/۱۳	۳۰/۱۹	-	۹/۰۶	۱۸/۱۲	۲۷/۱۹	-	۷/۷۱	۱۵/۴۲	۲۳/۱۳
روغن سویا	۲/۶۸	۲/۱۵	۱/۶۲	۱/۴۴	۳/۴۰	۲/۹۳	۲/۴۵	۲/۲۳	۳/۹۱	۳/۵۱	۳/۱۱	۲/۷۳
دی کلسیم فسفات	۱/۶۷	۱/۶۴	۱/۶۱	۱/۹۳	۱/۴۸	۱/۴۵	۱/۴۲	۱/۶۶	۱/۳۴	۱/۳۱	۱/۲۹	۱/۲۹
کربنات کلسیم	۱/۱۳	۰/۷۱	۰/۲۸	۰	۱/۰۴	۰/۶۶	۰/۲۸	۰	۰/۹۷	۰/۶۴	۰/۳۱	۰
نمک	۰/۴۴	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۲	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۳	۰/۴۲	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۳۹	۰/۳۹
مکمل ویتامینی[3]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[4]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
لیزین	۰/۲۲	۰/۴۸	۰/۷۵	۱/۰۱	۰/۱۶	۰/۴۰	۰/۶۴	۰/۸۷	۰/۱۷	۰/۳۷	۰/۵۷	۰/۷۷
ترئونین	۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۱۴
متیونین	۰/۳۵	۰/۲۹	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۱۳
مواد مغذی محاسبه شده												
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم)	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰
پروتئین خام	۲۲/۲۳	۲۲/۲۳	۲۲/۲۳	۲۲/۲۳	۲۰/۸۰	۲۰/۸۰	۲۰/۸۰	۲۰/۸۰	۱۸/۸۹	۱۸/۸۹	۱۸/۸۹	۱۸/۸۹
کلسیم	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۱/۰۶	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۹۴	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۷
فسفر قابل دسترس	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۵۳	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۷	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۹
سدیم	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
ترئونین	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵
لیزین	۱/۳۹	۱/۳۹	۱/۳۹	۱/۳۹	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲
متیونین	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶
اسیدهای آمینه گوگرد دار	۱/۰۴	۱/۰۴	۱/۰۴	۱/۰۴	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸

۱) حاوی ۴۵/۳۹ درصد پروتئین خام، ۲) حاوی ۴۷/۶۷ درصد پروتئین خام، ۳) هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی شامل: ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D۳، ۱۴۴۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۸۰۰ میلی‌گرم ویتامین K۳، ۷۰۰ میلی‌گرم ویتامین B۱، ۲۶۴۰ میلی‌گرم ویتامین B۲، ۳۹۲۰ میلی‌گرم ویتامین B۳، ۱۱۸۸۰ میلی‌گرم ویتامین B۵، ۱۱۷۶ میلی‌گرم ویتامین B۶، ۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین B۹، ۶ میلی‌گرم بیوتین، ۴۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان، ۱۲۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید، کریر (سبوس گندم و کربنات کلسیم) تا ۱۰۰۰ گرم. ۴) هر کیلوگرم از مکمل معدنی شامل: ۳۹۶۸۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم روی، ۳۹۶ میلی‌گرم ید، ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم، ۸۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید، ۴۰۰۰ میلی‌گرم مس، کریر (سبوس گندم و کربنات کلسیم) تا ۱۰۰۰ گرم.

جدول ۲: ترکیب جیره‌های آزمایشی (بر حسب درصد هوا خشک) و خصوصیات شیمیایی آن‌ها

مواد خوراکی	جیره‌های آغازین (۱۰-۰ روزگی) براساس درصد جایگزینی کنجاله سویا				جیره‌های رشد (۱۱-۲۴ روزگی) براساس درصد جایگزینی کنجاله سویا				جیره‌های پایانی (۲۵-۴۲ روزگی) براساس درصد جایگزینی کنجاله سویا			
	شاهد	٪۲۵	٪۵۰	٪۷۵	شاهد	٪۲۵	٪۵۰	٪۷۵	شاهد	٪۲۵	٪۵۰	٪۷۵
ذرت	۵۲/۴۱	۵۴/۴۶	۵۶/۵۳	۵۷/۵۷	۵۶/۱۴	۵۷/۹۹	۵۹/۸۵	۶۰/۹۶	۶۱/۳۶	۶۲/۹۵	۶۴/۵۳	۶۶/۰۵
کنجاله سویا[1]	۴۰/۵۲	۲۹/۰۸	۱۷/۶۵	۶/۴۲	۳۶/۴۹	۲۶/۱۹	۱۵/۹۰	۵/۷۴	۳۱/۰۵	۲۲/۲۸	۱۳/۵۲	۴/۷۷
کنجاله کنجد تخمیری[2]	-	۱۰/۰۷	۲۰/۱۳	۳۰/۱۹	-	۹/۰۶	۱۸/۱۲	۲۷/۱۹	-	۷/۷۱	۱۵/۴۲	۲۳/۱۳
روغن سویا	۲/۶۸	۲/۱۸	۱/۶۸	۱/۵۲	۳/۴۰	۲/۹۵	۲/۵۰	۲/۳۰	۳/۹۱	۳/۵۳	۳/۱۵	۲/۷۹
دی کلسیم فسفات	۱/۶۷	۱/۶۵	۱/۶۲	۱/۹۵	۱/۴۸	۱/۴۶	۱/۴۴	۱/۶۷	۱/۳۴	۱/۳۲	۱/۳۰	۱/۳۰
کربنات کلسیم	۱/۱۳	۰/۷۱	۰/۲۸	۰	۱/۰۴	۰/۶۶	۰/۲۸	۰	۰/۹۷	۰/۶۴	۰/۳۱	۰
نمک	۰/۴۴	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۲	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۳	۰/۴۲	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۳۹	۰/۳۹
مکمل ویتامینی[3]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[4]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
لیزین	۰/۲۲	۰/۵۰	۰/۷۸	۱/۰۵	۰/۱۶	۰/۴۱	۰/۶۶	۰/۹۱	۰/۱۷	۰/۳۸	۰/۶۰	۰/۸۱
ترئونین	۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۴
متیونین	۰/۳۵	۰/۲۹	۰/۲۲	۰/۱۶	۰/۳۰	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۱۲
مواد مغذی محاسبه شده												
انرژی‌قابل‌متابولیسم(کیلوکالری/کیلوگرم)	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰
پروتئین خام	۲۲/۲۳	۲۲/۲۳	۲۲/۲۳	۲۲/۲۳	۲۰/۸۰	۲۰/۸۰	۲۰/۸۰	۲۰/۸۰	۱۸/۸۹	۱۸/۸۹	۱۸/۸۹	۱۸/۸۹
کلسیم	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۱/۰۶	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۹۴	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۷
فسفر قابل دسترس	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۵۳	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۷	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۹
سدیم	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
ترئونین	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵
لیزین	۱/۳۹	۱/۳۹	۱/۳۹	۱/۳۹	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲
متیونین	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶
اسیدهای آمینه گوگرددار	۱/۰۴	۱/۰۴	۱/۰۴	۱/۰۴	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸

۱) حاوی ۴۵/۳۹ درصد پروتئین خام، ۲) حاوی ۴۷/۶۷ درصد پروتئین خام، ۳) هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی شامل: ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D۳، ۱۴۴۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۸۰۰ میلی‌گرم ویتامین K۳، ۷۰۰ میلی‌گرم ویتامین B۱، ۲۶۴۰ میلی‌گرم ویتامین B۲، ۳۹۲۰ میلی‌گرم ویتامین B۳، ۱۱۸۸۰ میلی‌گرم ویتامین B۵، ۱۱۷۶ میلی‌گرم ویتامین B۶، ۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین B۹، ۶ میلی‌گرم بیوتین، ۴۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید، کریر (سبوس گندم و کربنات کلسیم) تا ۱۰۰۰ گرم. ۴) هر کیلوگرم از مکمل معدنی شامل: ۳۹۶۸۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم روی، ۳۹۶ میلی‌گرم ید، ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم، ۸۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید، ۴۰۰۰ میلی‌گرم مس، کریر (سبوس گندم و کربنات کلسیم) تا ۱۰۰۰ گرم.

نتایج

تأثیر تخمیر میکروبی بر میزان اسیدفایتیک و تانن در کنجاله کنجد: براساس نتایج جدول ۳، به‌کارگیری تکنیک تخمیر میکروبی سبب کاهش چشمگیر میزان اسیدفایتیک و تانن در کنجاله کنجد تخمیری نسبت به کنجاله کنجد خام شد (P<۰/۰۵).

خصوصیات استخوان درشت نی: مقایسه میانگین خصوصیات استخوان درشت‌نی در جدول ۴ نشان داده شده است. داده‌های مربوط به تأثیر سطوح مختلف تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی، حجم، چگالی و کلسیم استخوان درشت نی نشان داد که این فاکتورها تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. درصد خاکستر، فسفر و کلسیم استخوان درشت نی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۵).

فراسنجه‌های خون: مقایسه میانگین فراسنجه‌های خون درجدول ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از سطوح مختلف کنجاله کنجد تخمیری سبب افزایش در میزان کلسیم و فسفر خون می‌شود (P<۰/۰۵).

جدول ۳: مقایسه میانگین تأثیر تخمیر میکروبی بر سطح اسید فایتیک و تانن (میلی‌گرم در گرم) در کنجاله کنجد خام و تخمیری

	کنجاله کنجد خام	کنجاله کنجد تخمیری	SEM	سطح احتمال
اسیدفایتیک	۱۷/۳۹[a]	۵/۲۶[b]	۰/۰۶	۰/۰۰۰۱
تانن	۱۵/۲۶[a]	۲/۲۲[b]	۰/۰۵	۰/۰۰۰۱

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

جدول ۴: تأثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات درشت نی جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

خصوصیات درشت نی	تیمارهای غذایی						SEM	سطح احتمال
	شاهد	کنجاله کنجد خام			کنجاله کنجد تخمیری			
		٪۲۵	٪۵۰	٪۷۵	٪۲۵	٪۵۰	٪۷۵	
وزن نسبی (گرم)	۵/۳۴	۵/۳۳	۵/۲۶	۵/۳۰	۵/۳۵	۵/۴۲	۵/۳۴	۰/۳۰	۰/۲۱۵
حجم (سانتی‌متر مکعب)	۲/۴۲	۲/۳۳	۲/۲۵	۲/۲۳	۲/۳۵	۲/۳۹	۲/۳۳	۰/۳۵	۰/۱۱۲
چگالی (گرم برسانتی‌متر مکعب)	۱/۸۴	۱/۹۵	۱/۹۶	۱/۹۳	۲/۰۸	۲/۰۶	۱/۹۸	۰/۲۲	۰/۵۲۲
خاکستر (درصد)	۴۷/۷۱^{a}	۴۶/۲۱^{b}	۴۶/۱۲^{b}	۴۶/۱۰^{b}	۴۷/۷۳^{a}	۴۷/۸۲^{a}	۴۶/۲۴^{b}	۰/۲۷	۰/۰۱۷
کلسیم (درصد)	۲۶/۵۲^{a}	۲۵/۲۶^{b}	۲۵/۲۰^{b}	۲۵/۱۶^{b}	۲۶/۷۲^{a}	۲۶/۶۵^{a}	۲۵/۳۳^{b}	۰/۳۲	۰/۰۰۵
فسفر (درصد)	۱۴/۳۸^{a}	۱۳/۴۷^{b}	۱۳/۳۵^{b}	۱۳/۲۲^{b}	۱۴/۶۲^{a}	۱۴/۷۷^{a}	۱۳/۷۴^{b}	۰/۲۵	۰/۰۰۲

$^{a-c}$در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

جدول ۵: تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خون جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

فراسنجه‌های خون	تیمارهای غذایی						SEM	سطح احتمال
	شاهد	کنجاله کنجد خام			کنجاله کنجد تخمیری			
		٪۲۵	٪۵۰	٪۷۵	٪۲۵	٪۵۰	٪۷۵	
فسفر (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۵/۳۸^{b}	۵/۳۴^{b}	۵/۲۷^{b}	۵/۱۷^{b}	۵/۶۲^{a}	۵/۶۷^{a}	۵/۵۳^{a}	۰/۱۸	۰/۰۱۵
کلسیم (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۸/۵۵^{b}	۸/۵۱^{b}	۸/۴۴^{b}	۸/۴۱^{b}	۸/۹۳^{a}	۸/۸۸^{a}	۸/۷۲^{a}	۰/۲۶	۰/۰۰۳

$^{a-c}$در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

بحث

تأثیر تخمیر میکروبی بر میزان اسیدفایتیک و تانن در کنجاله کنجد: نتایج حاصل از تاثیر اسیدفایتیک و تانن بر جذب مواد مغذی ازجمله کلسیم و فسفر در بدن نشان داد که این ترکیبات ضدمغذی با یون‌های فلزی تشکیل کیلات داده و از تماس آنزیم‌های گوارشی با خوراک و فعالیت آن‌ها جلوگیری کرده و منجر به کاهش استفاده از مواد مغذی می‌شود (Afinah و همکاران،۲۰۱۰). Fazhi و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که میزان اسیدفایتیک در کنجاله کلزای تخمیرشده به‌وسیله لاکتوباسیلوس پلانتاروم نسبت به کنجاله کلزای خام کم‌تر بود. کاهش میزان فیتات در هنگام تخمیر اسید لاکتیک ممکن است به‌دلیل فعال شدن فیتاز آندوژنوسی گیاه و تجزیه فیتات در اثر کاهش pH در طول تخمیر باشد. اکثر دانه‌های گیاهی فعالیت فیتاز را از pH ۳ تا ۱۰ و حداکثر فعالیت را در pH بین ۵ تا ۵/۵(lopez و همکاران، ۲۰۰۱) نشان می‌دهند. باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم به‌وسیله تولید آنزیم فیتاز میکروبی و اسیدی شدن محیط تخمیر، شرایط مناسبی را برای فعالیت فیتاز آندوژن و میکروبی فراهم می‌کند (Didar و Haddad Khodaparast، ۲۰۱۱). تشکیل اسید سیتریک، لاکتیک، استیک، بوتیریک و اسیدفرمیک در طی دوره تخمیر، باعث تشکیل کمپلکس‌های محلول از کمپلکس‌های نامحلول اسیدفایتیک شده و از این رو جذب موادمعدنی را افزایش می‌دهد (Gibson و همکاران، ۱۹۹۸). باکتری‌های لاکتوباسیلوس در طول دوره تخمیر با تولید آنزیم‌های تاناز، فیتاز، سلولاز، زایلاناز، و بتاگلوکوناز، باعث تجزیه و تخریب ترکیبات ضدمغذی ازجمله اسید فایتیک و تانن شده و از این‌رو منجر به آزاد شدن عناصری نظیر کلسیم و فسفر و افزایش جذب این عناصر را در روده می‌شود (Jimenez و همکاران، ۲۰۱۴؛ Morais و همکاران، ۲۰۱۳).

خصوصیات استخوان درشت نی: داده‌های مربوط به تأثیر سطوح مختلف تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی، حجم، چگالی و کلسیم استخوان درشت نی نشان داد که این فاکتورها تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. درصد خاکستر، فسفر و کلسیم استخوان درشت نی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره شاهد و جیره حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد کنجاله کنجد تخمیری میزان خاکستر، کلسیم و فسفر استخوان درشت نی بیش‌تر از سایر گروه‌های آزمایشی بود(P<۰/۰۵). این نتایج نشان می‌دهد که مکمل‌های پروبیوتیکی و گونه‌های باکتری اسیدلاکتیکی، درجه معدنی شدن و رشد استخوان را افزایش می‌دهند. ارتباطات مثبتی بین مصرف جیره‌های دارای گونه‌های لاکتوباسیلوس و ابقا کلسیم و فسفر در بدن، افزایش مصرف خوراک و اندازه تخم‌مرغ را نشان داده شده است (Mutus و همکاران، ۲۰۰۶). افزودن پروبیوتیک به جیره غذایی احتمالاً باعث توسعه جمعیت میکروبی مطلوب در دستگاه گوارش و کاهش pH روده می‌شود و این امر منجر به افزایش قابلیت هضم و دسترسی مواد مغذی مانند کلسیم و فسفر، افزایش سطح سرمی این عناصر و افزایش ابقاء

کلسیم و فسفر در استخوان و درنتیجه افزایش درجه معدنی شدن استخوان می‌گردد(Eizaguirre و همکاران، ۲۰۰۲). Didar و Haddad Khodaparast(۲۰۱۱)بیان کردند که باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم به‌وسیله تولید آنزیم فیتاز میکروبی و اسیدی شدن محیط تخمیر، شرایط مناسبی را برای فعالیت فیتاز آندوژن و میکروبی فراهم می‌کند. تشکیل اسیدسیتریک، لاکتیک، استیک، بوتیریک و اسید فرمیک در طی دوره تخمیر، باعث تشکیل کمپلکس‌های محلول از کمپلکس‌های نامحلول اسیدفایتیک می‌شود و از این‌رو جذب مواد معدنی را افزایش می‌دهد (Gibson و همکاران، ۱۹۹۸).

فراسنجه‌های خون: نتایج نشان می‌دهد که استفاده از سطوح مختلف کنجاله کنجد تخمیری سبب افزایش در میزان کلسیم و فسفر خون می‌شود ($P<0/05$). با وجود معنی‌دار بودن نتایج حاصل از اندازه-گیری غلظت کلسیم، فسفر در خون می‌توان گفت که تخمیر خوراک توسط باکتری‌های اسیدلاکتیکی باعث توسعه جمعیت میکروبی مطلوب در دستگاه گوارش و کاهش pH روده می‌شود و این امر منجر به افزایش قابلیت هضم و دسترسی مواد مغذی مانند کلسیم و فسفر، افزایش سطح سرمی این عناصر و افزایش ابقاء کلسیم و فسفر در استخوان و درنتیجه افزایش درجه معدنی شدن استخوان می‌گردد (Eizaguirre و همکاران، ۲۰۰۲). باکتری‌های لاکتوباسیلوس در طول دوره تخمیر با تولید آنزیم‌های تاناز، فیتاز، سلولاز، زایلاناز، و بتاگلوکوناز، باعث تجزیه وتخریب ترکیبات ضدمغذی ازجمله‌اسیدفایتیک و تانن شده و از این‌رو منجر به آزاد شدن عناصری نظیر کلسیم و فسفر و افزایش جذب این عناصر را در روده می‌شود (Jimenez و همکاران، ۲۰۱۴؛Morais و همکاران، ۲۰۱۳).

براساس یافته‌های این آزمایش می‌توان اظهار داشت که تکنیک تخمیر میکروبی روشی کارآمد و مؤثر برای کاهش اسیدفایتیک و تانن در کنجاله کنجد می‌باشد. استفاده از کنجاله کنجد تخمیری در مقایسه با کنجاله کنجد خام در تغذیه جوجه‌های گوشتی می‌تواند سبب بهبود خصوصیات استخوان درشت‌نی و فراسنجه‌های خون آن‌ها شود واز این‌رو این منبع پروتئینی فرآوری شده را می‌توان به‌عنوان جایگزین مناسبی برای کنجاله سویا در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی مدنظر قرار داد.

منابع

۱. **محروقی، آ.، ۱۳۸۸.** پرورش عملی بلدرچین از ابتدا تا انتها. انتشارات سروآ. چاپ اول. ۴۳۲ صفحه.

۲. **Adebiyi, O.A.; Famakinwa, A.; Adeniji, O.A. and Omojola, A.B., 2015.** Effect of Dietary Replacement of Soyabean Meal with Toasted Sesame Seed on Performance, Tibia Bone Mineralisation and Gut Morphology of Broilers Chicken. American Journal o Experimental Agriculture. Vol. 5, pp: 156-163.

۳. **Afinah, S.; Yazid, A.M.; Shobirin-Anis, M.H. and Shuhaini, M., 2010.** Phytase: application in food industry. International Food Research Journal. Vol. 17, pp: 13-21.

۴. **AOAC. 1995.** Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

۵. **Bassiri, A. and Nahapetian, A., 1977.** Differences in concentrations and interrelationships of phytate, phosphorus, magnesium, calcium, zinc and iron in wheat varieties grown under dryland and irrigated Conditions. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 25, pp:1118-1122.

۶. **Dei, H.K.; Rose, S.P.; Mackenzie, A.M. and Amarowicz, R., 2008.** Growth performance of broiler chickens fed diets containing shea nut (*Vitellaria paradoxa*, Gaertn.) meal fermented with Aspergillus niger. Poultry Science. Vol. 87, pp: 1773-1778.

۷. **Didar, Z. and Haddad Khodaparast, M.H., 2011.** Effect of Different Lactic Acid Bacteria on Phytic Acid Content and Quality of Whole Wheat Toast Bread. Journal of Food Biosciences and Technology. Vol. 1, pp:1-10.

۸. **Eizaguirre, I.; Urkia, N.G.; Asensio, A.B.; Zubillaga, I.; Zubillaga, P.; Vidales, C.; Garcia renzana, J.M. and Aldazabal, P., 2002.** Probiotic supplementation reduces the risk of bacterial translocation in experimental short bowel syndrome. J of Pediatric Surgery. Vol. 37, pp: 699-702.

۹. **Fazhi, X.; LVmu, L.; Jiaping, X.; Kun, Q.; Zhide, Z. and Zhangyi, L., 2011.** Effects of fermented rapeseed meal on growth performance and serumparameters in ducks. Asian-Australasian J of Animal Sciences. Vol. 24, pp:678-684.

۱۰. **Gibson, R.; Yeudall, F.; Drost, N. and Callinan, T., 1998.** Dietary intervention to prevent Zinc deficiency. The American Journal of Clinical Nutrition. Vol. 4, pp: 484-487.

۱۱. **Gordon, R.W. and Ronald, D., 1998.** Influence of supplemental phytase calcium and phosphors utilization on lying hens. Poultry Science. Vol. 77, pp:290-294.

۱۲. **Heres, L.; Engel, B.; van Knapen, F.; de Jong, M.C.; Wagenaar, J.A. and Urlings, H.A., 2003.** Fermented liquid feed reduces susceptibility of broilers for Salmonella enteritidis. Poultry Science. Vol. 82, pp: 603-11.

۱۳. **Jimenez, N.; Esteban-Torres, M.; Mancheno, J.M.; de las Rivas, B. and Munoz, R., 2014.** Tannin degradation by a novel tannase enzyme present in some Lactobacillus plantarum strains. Applied and Environmental Microbiology. Vol. 80, pp: 2991-2997.

۱۴. **Kim, W.K.; Donaldson, L.M.; Herrera, P.; Wood Ward, C.L.; Kubena, L.F.; Nisbet, D.J. and Ricke, S.C., 2004.** Effects of different bone preparation methods (fresh, dry and fat-free dry) on bone parameters and the correlations between bone breaking strength and the other bone parameters. Poultry Science. Vol. 83, pp: 1663-1666.

۱۵. **Lease, J.G., 1966.** The Effect of Autoclaving Sesame Meal on its Phytic Acid Content and on the Availability of its Zinc to the Chick. Poultry Science. Vol. 45, pp: 237-241.

۱۶. **Lopez, H.W.; Krespine, V.; Guy, C.; Messager, A.; Demigne, C. and Remesy, C., 2001.** Prolonged fermentation of whole wheat sourdough reduces phytate level and increases soluble magnesium. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 49, pp: 2657-2662.

۱۷. **Morais, S.; Shterzer, N.; Rozman Grinberg, I.; Mathiesen, G.; Eijsink, V.; Axelsson, L.; Lamed, R.; Edward, A. and Mizrahib, I., 2013.** Establishment of a Simple Lactobacillus plantarum Cell Consortium for Cellulase-Xylanase Synergistic Interactions. Applied and Environmental Microbiology. Vol. 17, pp: 5242-5249.

۱۸. **Mukhopadhyay, N., 2001.** Effect of fermentation on apparent total and nutrient digestibility of sesame (*Sesamum indicum*) seed meal in rohu, *Labeo rohta* (hamilton) Fingerlings. Acta Ichthyologicaet Piscat. Vol. 31, pp:19-28.

۱۹. **Mulugeta, F. and Gebrehiwot, T., 2013.** Effect of sesame cake supplementation on feed intake, body weight gain, feed conversion efficiency and carcass parameters in the ration of sheep fed on wheat bran and teff (Eragrostis teff) straw. Momona Ethiopian Jof Science. (MEJS). Vol. 5, pp: 89-106.

۲۰. **Mutus, R.; Kocabag, N.; Alp, M.; Acar, N.; Eren, M. and Gezen, S.S., 2006.** The Effect of Dietary Probiotic Supplementation on Tibial Bone Characteristics and Strength in Broilers. Poultry Science. Vol. 85, pp:1621-1625.

۲۱. **SAS Institute, SAS User's Guide. 2003.** Version 9.1 edition. SAS Institute Inc. Cary, NO.

۲۲. **Singhania, R.R.; Patel, A.K; Soccol, C.R. and Pandey, A., 2009.** Recent advances in solid-state fermentation. Biochemical Engineering. Vol. 44, pp:13-18.

۲۳. **Zhang, B. and Coon, C.N., 1997.** The relationship of various tibia bone measurements in Hens. Poultry Science. Vol. 76, pp: 1698-1701.