The effect of fermented sesame meal with a mixture of *Lactobacillus plantarum*, *Bacillus subtilis* and *Aspergillus niger* fungus on growth performance, carcass characteristics, blood parameters, immunity and bone mineralization in broiler chickens

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of fermented sesame meal on performance, carcass characteristics, blood parameters, immunity and bone mineralization in broiler chickens. A total of 525 broiler chicks were randomly allocated into 7 treatments with five replicate pens each. *Lactobacillus plantarum* PTCC1058 and *Bacillus subtilis* PTCC1156 in combination with *Aspergillus niger* PTCC5010 were used to ferment sesame flour. Experimental treatments include a basal diet and basal diet containing 6 or 12% fermented sesame meal and 6 or 12% untreated sesame meal with or without phytase enzyme. The treatment containing 6% USM+phytase enzyme and 12% FSM showed the highest weight gain during the starter and total phases in broilers, respectively ($P<0.05$). During total phase, feed conversion ratio improved in broilers fed diets containing 6 and 12% FSM and USM+phytase ($P<0.05$). The highest and lowest blood glucose concentrations were observed in the treatments containing 6% USM + phytase enzyme and 12% USM + phytase enzyme, respectively ($P <0.05$). The results of antibody titer against Gamboro and bronchitis showed that there was a significant difference in the titer against Gamboro between experimental treatments ($p<0.05$). The highest percentage of ash, phosphorus and calcium was observed in the treatment containing 6% FSM ($P<0.05$). The general result of the present study showed that the processing of sesame meal by fermentation method improved growth prformance and increased the level of antibody titer against Gamboro disease in broiler chickens. In addition, Phytase supplement in sesame meal diets improved bone mineralization in broilers.

Keywords: *Broiler chickens, Blood parameters, Sesame meal, Bone mineralization*

Extended abstract

Introduction:

Today, the use of microbial fermentation method for producing high-quality protein products free from anti-nutritional compounds has been considered. In this method, bacterial species (such as *Enterococcus faecium* and *Bacillus subtilis*) and fungal species (such as *Aspergillus niger* and *Aspergillus oryzae*) are used based on fermentation objectives. However, in the field of using a combination of fungi and bacteria for fermenting sesame meal and comparing this processing method with adding phytase enzyme in diets containing sesame meal for broilers, there have not been many studies conducted.

Materials and methods:

To carry out the fermentation process of sesame meal, two types of bacteria, *Lactobacillus plantarum* (PTCC1058) and *Bacillus subtilis* (PTCC1156), and the fungus *Aspergillus niger* (PTCC5010) were prepared in lyophilized vials from the Institute of Scientific and Industrial Research of Iran. They were activated using MRS-agar and Nutrient-agar media at a temperature of 37 degrees Celsius, respectively.A total number of 525-day-old Ross broiler chicks (male sex) were randomly distributed into 7 dietary treatments with 5 replicates of 10 birds. Growth performance variables, carcass charactersitics and serum metabolites have been measured in the present study and all data were analyzed using SAS software.

Results and discussion:

The results of body weight gain showed that there was a significant difference in the starter period and grower between experimental treatments. The results of feed conversion ratio showed that there was a significant difference in the starter period, grower and the total period between experimental treatments. The highest and lowest blood glucose concentrations were observed in the treatment containing 6% untreated sesame meal + phytase enzyme and the treatment containing 12% untreated sesame meal + phytase enzyme, respectively. The highest titer was observed in the treatment containing 12% untreated sesame meal + phytase enzyme. The highest percentage of ash, phosphorus and calcium was observed in the treatment containing 6% fermented sesame meal.

Conclusions:

The overall findings of the present study demonstrated that processing untreated sesame meal using fermentation with fungi and bacteria improved growth performance and increased the titer of antibodies against Gumboro disease. Additionally, adding enzymes to diets containing untreated sesame meal was effective in improving bone characteristics. In general, the inclusion of 12% fermented sesame meal in broiler diets is recommended

Keywords: *Broiler chickens, Blood parameters, Sesame meal, Bone mineralization*

اثر کنجاله کنجد تخمیر شده با مخلوطی از لاکتوباسیلوس پلانتاروم، باسیلوس سابتیلیس و قارچ آسپرژیلوس نایجر بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه، فراسنجه‌های خونی، ایمنی و معدنی شدن استخوان در جوجه‌های گوشتی

چکیده

این تحقیق جهت بررسی اثر کنجاله کنجد تخمیرشده بر رشد، خصوصیات لاشه، فراسنجه‌های خونی، ایمنی و معدنی‌شدن استخوان در جوجه‌های گوشتی انجام شد. از ۵۲۵ قطعه جوجه گوشتی در ۷ تیمار و هر تیمار دارای ۵ تکرار استفاده شد. برای تخمیر کنجاله کنجد از دو نوع باکتری *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* PTCC1058 و *باسیلوس سابتیلیس* PTCC1156 همرا با قارچ *آسپرژیلوس نایجر* PTCC5010 استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱یک جیره پایه و جیره های بر پایه ۶ و ۱۲ درصد کنجاله کنجد تخمیری و جیره پایه حاوی ۶ و ۱۲ درصد کنجاله کنجد خام با و بدون آنزیم فیتاز بود. نتایج نشان دهنده بهبود ضریب تبدیل غذایی در جوجه های گوشتی تغذیه شده با سطوح ۶ و ۱۲ درصد کنجاله کنجد تخمیری و نیز ۶ درصد کنجاله کنجد خام همراه با آنزیم فیتاز بود (P<۰/۰۵). بالاترین و پایین‌ترین غلظت گلوکز خون به ترتیب در تیمار حاوی ۶ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز و تیمار حاوی ۱۲ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز مشاهده شد (P<۰/۰۵). بالاترین تیتر گامبورو در تیمار حاوی ۱۲ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز مشاهده شد (P<۰/۰۵). بالاترین درصد خاکستر، فسفر و کلسیم در تیمار حاوی ۶ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده مشاهده شد (P<۰/۰۵). نتیجه کلی تحقیق حاضر نشان داد که فرآوری کنجاله کنجد به روش تخمیر سبب بهبود عملکرد رشد و افزایش سطح تیتر آنتی‌بادی علیه بیماری گامبورو شد. همچنین افزودن آنزیم فیتاز به جیره های حاوی کنجاله کنجد خام سبب بهبود ویژگی های استخوان درشت نی در جوجه های گوشتی شد.

کلید واژه‌ها: *جوجه گوشتی، فراسنجه‌های خونی، کنجاله کنجد، معدنی‌شدن استخوان*

غذای دانش استاد

مقدمه

با توجه به این که امروزه جیره‌های طیور بیشتر بر پایه ذرت–کنجاله سویا تنظیم می‌شوند و نیز قیمت کنجاله سویا نسبت به سایر کنجاله‌ها بالاتر می‌باشد، استفاده از سایر منابع جایگزین باکیفیت مناسب مدنظر متخصصین طیور قرار گرفته است (Khan, 2018). از طرفی، پروتئین جیره از مهم‌ترین عوامل تغذیه‌ای مؤثر بر تولید و عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی است که این پروتئین در جیره جوجه‌های گوشتی به مقدار زیادی از منابع پروتئین گیاهی تأمین می‌شود. کنجاله سویا به‌عنوان منبع پروتئینی مناسب برای جوجه های گوشتی مورد توجه است (Wiryawan & Dingle, 1998). جستجو برای یافتن منابع جدید پروتئینی گیاهی جایگزین کنجاله سویا که ارزان قیمت بوده و به‌صورت محلی در دسترس باشند برای متخصصان تغذیه طیور اهمیت دارد (Rahimian *et al.*, 2013). با توجه به شرایط آب‌وهوایی و کمبود آب در ایران، کشت ذرت و سویا که از مهم‌ترین اقلام خوراکی موردنیاز طیور است، در آینده نزدیک با مشکل روبرو خواهد شد. از طرفی کنجد، محصول گیاهی مقاوم به خشکسالی و سازگار با انواع خاک است (Ram et al., 1990) که کنجاله آن را می توان به‌عنوان جایگزینی مناسب برای کنجاله سویا در نظر گرفت. با این حال، وجود برخی عوامل ضدتغذیه‌ای مانند تانن و اسید فایتیک استفاده از آن را به‌ویژه برای حیوانات جوان محدود می‌کند (Jimoh & Aroyehun, 2011). در این تحقیق فرض شده است که تخمیر قارچی و باکتریایی کنجاله کنجد سبب بهبود خصوصیات تغذیه ای آن در جیره جوجه های گوشتی شود.

پیشینه تحقیق

کنجاله کنجد منبع خوبی از پروتئین (۴۷/۱ درصد) می‌باشد (Al Harthi & El-Deek, 2009). کنجاله کنجد حاوی مقادیر مناسب اسیدهای آمینه ضروری به‌ویژه آرژنین، لوسین و متیونین است و دارای نسبت بالاتری از اسید آمینه‌های گوگرددار مانند متیونین و سیستئین نسبت به کنجاله سویا است، اما میزان لیزین آن کمتر از کنجاله سویا است (Shanti *et al.*, 2012). در مناطقی که کنجاله کنجد نسبتاً در دسترس و ارزان است می‌تواند به عنوان یک منبع پروتئین گیاهی جایگزین کنجاله سویا در جیره جوجه های گوشتی استفاده شود (Mamputu & Buhr, 1995). گزارش شده است که با توجه به اثرات مفید کنجاله کنجد فرآوری شده و خام می‌توان از این منبع پروتئینی فراسودمند به عنوان جایگزینی برای کنجاله سویا در جیره بلدرچین‌های تخمگذار (Alinejad *et al.*, 2023) و جوجه های گوشتی (Mazaheri *et al.*, 2018) بهره برد.

مطالعات نشان دادند که مصرف کنجاله کنجد تخمیر شده در جیره سبب بهبود خصوصیات استخوان درشت‌نی (Hajimohammadi *et al.*, 2020) در جوجه‌های گوشتی و صفات لاشه (Ghavidel *et al.*, 2021) در بلدرچین‌های ژاپنی شد (Hajimohamadi *et al.*, 2020، & Al Harthi El-Deek, 2009). با این حال، میزان بالای اسید فیتیک کنجاله کنجد می‌تواند سبب کاهش ارزش تغذیه‌ای آن و کاهش دسترسی به فسفر موجود در آن در جوجه‌های گوشتی شود. استفاده از آنزیم فیتاز دسترسی زیستی به مواد مغذی خوراک و به ویژه فسفر را افزایش می‌دهد. از طرفی، یکی از موضوعات اصلی صنعت طیور، بهبود استفاده از فسفر توسط پرندگان و کاهش مقدار آن در فضولات است. مکمل فیتاز در خوراک بهترین راه حل برای غلبه بر این مشکلات است (Cowieson *et al.*, 2016). مطالعات نشان دادند که افزودن مکمل فیتاز در جیره جوجه‌های گوشتی، پیوند فسفر در فیتات را آزاد می‌کند و استفاده از مواد مغذی مانند انرژی، پروتئین و اسیدهای آمینه را بهبود می‌بخشد (Ravindran & Selle, 2007). اخیراً، استفاده از روش تخمیر میکروبی برای تولید محصولات پروتئینی با کیفیت و عاری از ترکیبات ضدتغذیه‌ای مورد توجه قرار گرفته است (Singhania *et al.*, 2009). در این روش، از گونه‌های باکتریایی (نظیر *انتروکوکوس فاسیوم* و *باسیلوس سابتیلیس*) و گونه‌های قارچی (نظیر *آسپرژیلوس نایجر* و *آسپرژیلوس اوریزا*) بر اساس اهداف تخمیر استفاده می‌شود (Niba *et al.*, 2009).

اما در زمینه استفاده ترکیبی از قارچ و باکتری برای تخمیر کنجاله کنجد و مقایسه این روش فراوری با افزودن آنزیم فیتاز در جیره های حاوی کنجاله کنجد در جوجه های گوشتی مطالعات زیادی انجام نشده است. هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی اثر کنجاله کنجد تخمیرشده با مخلوطی از قارچ آسپرژیلوس ناجر و باکتریهای لاکتوباسیلوس پلانتاروم و باسیلوس سابتیلیس بر خصوصیات لاشه، فراسنجه‌های خونی، ایمنی و معدنی‌شدن استخوان در جوجه‌های گوشتی بود.

روش‌شناسی پژوهش

این مطالعه در یک واحد خصوصی پرورش جوجه گوشتی واقع در استان مازندران، شهرستان ساری، بخش چهار دانگه، روستای تلمادره با استفاده از ۵۲۵ قطعه جوجه یکروزه گوشتی (مخلوط نر و ماده) سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار و ۵ تکرار و هر تکرار با ۱۵ قطعه جوجه انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- جیره پایه حاوی کنجاله سویا، ۲- جیره حاوی ۶ درصد جایگزینی کنجاله کنجد خام، ۳- جیره حاوی ۱۲ درصد جایگزینی کنجاله کنجد خام، ۴- جیره حاوی ۶ درصد جایگزینی کنجاله کنجد تخمیر شده، ۵- جیره حاوی ۱۲ درصد جایگزینی کنجاله کنجد تخمیر شده، ۶- جیره حاوی ۶ درصد جایگزینی کنجاله کنجد خام همراه با آنزیم فیتاز و ۷- جیره حاوی ۱۲ درصد جایگزینی کنجاله کنجد خام همراه با آنزیم فیتاز بودند. کنجاله کنجد مورد استفاده در این مطالعه از کارخانه روغن‌کشی واقع در استان مازندران، شهرک صنعتی جویبار تهیه شد. برای انجام عمل تخمیر کنجاله کنجد دو نوع باکتری *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* (PTCC1058) و *باسیلوس سابتیلیس* (PTCC1156) و قارچ *آسپرژیلوس نایجر* (PTCC5010) به شکل ویال‌های لئوفیلیزه از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه و به ترتیب با استفاده از محیط MRS-agar و Nutrient-agar در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد فعال‌سازی شدند. تهیه کشت آغازگر از این باکتری‌ها و قارچ با استفاده از محیط MRS-broth و PDA در دمای ۳۷ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. سپس به هر کیلوگرم کنجاله کنجد، ۲/۱ لیتر از ترکیب آب مقطر و کشت آغازگر (حاوی حداقل ۱۰ واحد تشکیل کلنی در میلی لیتر) اضافه شد. مخلوط حاصل درون مخزن ویژه (دارای سوپاپ یک‌طرفه 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 به مدت ۳ روز در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد (Bassiri & Nahapetia, 1977). آنزیم فیتاز مورد استفاده در این مطالعه محصول شرکت بیوشم با نام تجاری فیزایم که در هر گرم آن حداقل ۵۰۰۰ واحد فعال فیتاز وجود داشت. میزان مصرف آنزیم مطابق با دز پیشنهادی شرکت سازنده (۱۰۰ گرم در یک تن خوراک) در نظر گرفته شد.

جیره‌های آزمایشی بر اساس توصیه سویه تجاری راس ۳۰۸ (۲۰۱۹) در سه دوره آغازین (۱ الی ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ الی ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ الی ۴۲ روزگی) تنظیم شد (جداول ۲،۱و۳). در هر مرحله برای هر واحد آزمایشی دان داده شده در ابتدا و دان باقی‌مانده در پایان آن دوره توزین شد. از تفاضل وزن خوراک داده شده و خوراک باقی‌مانده تقسیم بر تعداد روز مرغ، خوراک مصرفی دوره محاسبه شد. علاوه بر این در پایان هر دوره، وزن‌کشی جوجه‌های هر تکرار به‌صورت گروهی و بعد از دو ساعت اعمال گرسنگی به‌کمک ترازوی دیجیتال با دقت ±۱۰ گرم انجام شد. افزایش وزن روزانه در هر مرحله از تفاضل وزن جوجه‌های هر قفس در انتها و ابتدای آن دوره و تقسیم بر تعداد روز مرغ محاسبه شد. به‌منظور تعیین ضریب تبدیل غذایی در هر مرحله، دان مصرفی آن مرحله بر افزایش وزن در همان مرحله تقسیم شد. در پایان دوره آزمایش از هر تکرار تعداد یک قطعه پرنده نر، انتخاب و پس از اعمال حداقل هشت ساعت گرسنگی، کشتار و تجزیه لاشه شدند. وزن لاشه و اجزای لاشه نظیر ران، سینه، کبد، سنگدان، قلب، طحال، پانکراس و بورس فابرسیوس با ترازوی دیجیتال با دقت یک صدم گرم، اندازه گیری شدند و وزن نسبی اجزای لاشه نسبت به وزن لاشه و وزن لاشه تهی شده نسبت به کل لاشه محاسبه شدند. در انتهای دوره از هر واحد آزمایشی (پن) یک قطعه مرغ به‌صورت تصادفی انتخاب و از ورید بال آن‌ها خون‌گیری شد. نمونه‌های خون داخل شیشه‌های حاوی ماده ضدانعقاد ریخته شدند و به‌منظور اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی گلوکز، کلسترول، تری گلیسرید، لیپوپروتئین با دانسیته بالا و آلبومین به آزمایشگاه ارسال شد. برای جداسازی سرم، نمونه‌ها در ۱۵۰۰ دور (g) و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و سرم حاصل تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی خون در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سرم حاصل جهت اندازه‌گیری فراسنجه‌های مورد نظر با استفاده از کیت‌های بیوشیمیایی شرکت پارس آزمون و توسط دستگاه اتوآنالیزر مدل (RA1000) استفاده شدند.

جهت بررسی وضعیت تیتر آنتی‌بادی علیه برونشیت و گامبورو، در هفت روزگی این واکسن به صورت آشامیدنی مصرف و در سنین سیزده و نوزده روزگی خون‌گیری انجام شد.

به منظور اندازه‌گیری خصوصیات استخوان درشت نی، در انتهای دوره آزمایش، از هر تکرار دو قطعه جوجه نر یا ماده به‌طور تصادفی انتخاب و کشتار گردید. استخوان درشت نی پای راست و چپ جوجه‌های گوشتی از لاشه جدا شدند و پس از تمیز کردن و جداکردن تمامی بافت‌ها، برای تعیین خصوصیات آن شامل درصد خاکستر و مواد معدنی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای سنجش میزان کلسیم و فسفر، استخوان‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شد. سپس، نمونه‌ها آسیاب و در داخل بوته چینی در کوره ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و درصد خاکستر اندازه‌گیری شد. غلظت فسفر نمونه‌های استخوان از طریق روش فتومتریک با استفاده از مولیبدووانادات تعیین شد. غلظت کلسیم نمونه‌ها با استفاده از روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد (AOAC, 1995).

داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS (2011) تجزیه و تحلیل آماری شد. مدل ریاضی طرح آماری مورد استفاده به صورت رابطه (۱) بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$ رابطهٔ ۱)

که در این رابطه Y_{ij}: مقدار هر مشاهده، μ: میانگین کل، T_i: اثر هر تیمار و e_{ij}: اثر خطای آزمایشی می‌باشد. مقایسه میانگین تیمارها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد (Duncan, 1955).

عیرقابل استناد

جدول ۱. ترکیبات مواد خوراکی و مواد مغذی جیره‌های دوره آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)

ترکیبات (درصد)	تیمارها					
ذرت	۵۳/۹۳	۵۳/۵۶	۵۴/۱۵	۵۳/۵۶	۵۴/۱۵	۵۳/۵۶	۵۴/۱۵
کنجاله سویا (۴۳ درصد)	۳۹/۱۰	۳۳/۵۳	۲۷/۰۳	۳۳/۵۳	۲۷/۰۳	۳۳/۵۳	۲۷/۰۳
کنجاله کنجد خام	۰	۶/۰۰	۱۲/۰۰	۰	۰	۶/۰۰	۱۲/۰۰
کنجاله کنجد تخمیرشده	۰	۰	۰	۶/۰۰	۱۲/۰۰	۰	۰
روغن سویا	۲/۲۲	۲/۳۸	۲/۴۲	۲/۳۸	۲/۴۲	۲/۳۸	۲/۴۲
دی کلسیم فسفات	۱/۷۷	۱/۷۶	۱/۷۶	۱/۷۶	۱/۷۶	۱/۷۶	۱/۷۶
سنگ آهک	۱/۱۹	۰/۹۲	۰/۶۶	۰/۹۲	۰/۶۶	۰/۹۲	۰/۶۶
نمک	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۰	۰/۳۸	۰/۳۰	۰/۳۸	۰/۳۰
جوش شیرین	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۳۲	۰/۲۰	۰/۳۲	۰/۲۰	۰/۳۲
دی ال-متیونین	۰/۲۶	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۱۹
ال-لیزین هیدروکلراید	۰/۳۷	۰/۴۶	۰/۵۸	۰/۴۶	۰/۵۸	۰/۴۶	۰/۵۸
ال-ترئونین	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۶
مکمل ویتامینی[۱]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[۲]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
آنزیم فیتاز	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰/۰۵
انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری/کیلوگرم)	۲۹۸۰	۲۹۸۰	۲۹۸۰	۲۹۸۰	۲۹۸۰	۲۹۸۰	۲۹۸۰
پروتئین خام (درصد)	۲۲/۹۰	۲۲/۹۰	۲۲/۹۰	۲۲/۹۰	۲۲/۹۰	۲۲/۹۰	۲۲/۹۰
لیزین (درصد)	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۴۳
متیونین (درصد)	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶
ترئونین (درصد)	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶
کلسیم (درصد)	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۶	۰/۴۸	۰/۴۶	۰/۴۸	۰/۴۶
سدیم (درصد)	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳

[۱]هر کیلوگرم مکمل ویتامینی شامل: ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۸۰۰ واحد بین‌الملل ویتامین E، ۲۰۰۰ میلی‌گرم منادیون، ۱۸۰۰ میلی‌گرم تیامین، ۶۶۰۰ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۳۰ میلی‌گرم نیاسین، ۳۰۰۰ میلی‌گرم پیرودوکسین، ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم دی پنتوتنیک اسید، ۱۰۰۰ میلی‌گرم فولیک‌اسید، ۱۰۰ میلی‌گرم بیوتین، ۵۰۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید.

[۲]هر کیلوگرم مکمل معدنی شامل: ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم منگنز ۹۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۲۰۰ میلی‌گرم سلنیوم

غیرقابل استناد

جدول ۲- ترکیبات مواد خوراکی و مواد مغذی جیره‌های دوره رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)

ترکیبات (درصد)	تیمارها					
ذرت	۵۷/۲۹	۵۶/۴۸	۵۷/۸۷	۵۶/۴۸	۵۷/۸۷	۵۶/۴۸	۵۷/۸۷
کنجاله سویا (۴۳ درصد)	۳۵/۴۲	۲۹/۸۴	۲۳/۰۴	۲۹/۸۴	۲۳/۰۴	۲۹/۸۴	۲۳/۰۴
کنجاله کنجد خام	۰	۶/۰۰	۱۲/۰۰	۰	۰	۶/۰۰	۱۲/۰۰
کنجاله کنجد تخمیرشده	۰	۰	۰	۶/۰۰	۱۲/۰۰	۰	۰
روغن سویا	۳/۰۳	۳/۳۶	۳/۱۷	۳/۳۶	۳/۱۷	۳/۳۶	۳/۱۷
دی کلسیم فسفات	۱/۵۳	۱/۵۲	۱/۵۲	۱/۵۲	۱/۵۲	۲/۱۵	۱/۵۲
سنگ آهک	۱/۱۱	۱/۰۹	۰/۵۸	۱/۰۹	۰/۵۸	۱/۰۹	۰/۵۸
نمک	۰/۳۶	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
جوش شیرین	۰/۲۰	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۸
دی ال-متیونین	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۱۵
ال-لیزین هیدروکلراید	۰/۲۹	۰/۳۸	۰/۵۱	۰/۳۸	۰/۵۱	۰/۳۸	۰/۵۱
ال-ترئونین	۰/۰۰۶	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۴
مکمل ویتامینی[۱]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[۲]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
آنزیم فیتاز	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰/۰۵
انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری/کیلوگرم)	۳۰۷۰	۳۰۷۰	۳۰۷۰	۳۰۷۰	۳۰۷۰	۳۰۷۰	۳۰۷۰
پروتئین خام (درصد)	۲۱/۴۰	۲۱/۴۰	۲۱/۴۰	۲۱/۴۰	۲۱/۴۰	۲۱/۴۰	۲۱/۴۰
لیزین (درصد)	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸
متیونین (درصد)	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱
ترئونین (درصد)	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷
کلسیم (درصد)	۰/۷۶	۰/۹۵	۰/۸۶	۰/۹۵	۰/۸۶	۰/۹۵	۰/۸۶
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳
سدیم (درصد)	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲

[۱]هر کیلوگرم مکمل ویتامینی شامل: ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۸۰۰ واحد بین‌الملل ویتامین E، ۲۰۰۰ میلی‌گرم منادیون، ۱۸۰۰ میلی‌گرم تیامین، ۶۶۰۰ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۳۰ میلی‌گرم نیاسین، ۳۰۰۰ میلی‌گرم پیرودوکسین، ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم دی پنتوتنیک اسید، ۱۰۰۰ میلی‌گرم فولیک‌اسید، ۱۰۰ میلی‌گرم بیوتین، ۵۰۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید.

[۲]هر کیلوگرم مکمل معدنی شامل: ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم منگنز ۹۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۲۰۰ میلی‌گرم سلنیوم

غیرقابل استناد

جدول ۳- ترکیبات مواد خوراکی و مواد مغذی جیره‌های دوره پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی)

ترکیبات (درصد)	تیمارها					
ذرت	۶۲/۲۴	۶۲/۶۰	۶۲/۷۵	۶۲/۶۰	۶۲/۷۵	۶۲/۶۲	۶۲/۷۵
کنجاله سویا (۴۳ درصد)	۳۰/۰۱	۲۳/۷۸	۱۷/۷۴	۲۳/۷۸	۱۷/۷۴	۲۳/۷۸	۱۷/۷۴
کنجاله کنجد خام	۰	۶/۰۰	۱۲/۰۰	۰	۰	۶/۰۰	۱۲/۰۰
کنجاله کنجد تخمیرشده	۰	۰	۰	۶/۰۰	۱۲/۰۰	۰	۰
روغن سویا	۳/۸۰	۳/۸۵	۳/۹۳	۳/۸۵	۳/۹۳	۳/۸۵	۳/۹۳
دی کلسیم فسفات	۱/۴۱	۱/۴۱	۱/۴۰	۱/۴۱	۱/۴۰	۱/۴۱	۱/۴۰
سنگ آهک	۱/۰۱	۰/۷۴	۰/۴۷	۰/۷۴	۰/۴۷	۰/۷۴	۰/۴۷
نمک	۰/۳۱	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
جوش شیرین	۰/۲۰	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱
دی ال-متیونین	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۳
ال-لیزین هیدروکلراید	۰/۲۸	۰/۳۹	۰/۵۰	۰/۳۹	۰/۵۰	۰/۳۹	۰/۵۰
ال-ترئونین	۰	۰/۰۰۹	۰/۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۲
مکمل ویتامینی[۱]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[۲]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
آنزیم فیتاز	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰/۰۵
انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری/کیلوگرم)	۳۱۷۰	۳۱۷۰	۳۱۷۰	۳۱۷۰	۳۱۷۰	۳۱۷۰	۳۱۷۰
پروتئین خام (درصد)	۱۹/۳۰	۱۹/۳۰	۱۹/۳۰	۱۹/۳۰	۱۹/۳۰	۱۹/۳۰	۱۹/۳۰
لیزین (درصد)	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵
متیونین (درصد)	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷
ترئونین (درصد)	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷
کلسیم (درصد)	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰
سدیم (درصد)	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰

[۱]هر کیلوگرم مکمل ویتامینی شامل: ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۸۰۰ واحد بین‌الملل ویتامین E، ۲۰۰۰ میلی‌گرم منادیون، ۱۸۰۰ میلی‌گرم تیامین، ۶۶۰۰ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۳۰ میلی‌گرم نیاسین، ۳۰۰۰ میلی‌گرم پیرودوکسین، ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم دی پنتوتنیک اسید، ۱۰۰۰ میلی‌گرم فولیک‌اسید، ۱۰۰ میلی‌گرم بیوتین، ۵۰۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید.

[۲]هر کیلوگرم مکمل معدنی شامل: ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم منگنز ۹۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۲۰۰ میلی‌گرم سلنیوم

غیرقابل استناد

یافته‌های پژوهش

نتایج مصرف خوراک تیمارهای آزمایشی در جدول ۴ گزارش شده است. نتایج نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر مقدار مصرف خوراک در هیچکدام از دوره‌های پرورش معنی‌دار نبود.

جدول ٤- اثر تیمارهای آزمایشی بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی (گرم)

تیمارهای آزمایشی	۱-۱۰ روزگی	۲٤-۱۱ روزگی	۲۵-٤۲ روزگی	۱-٤۲ روزگی
شاهد	۲۱۹/۴۰	۹۹۶/۲۰	۳۱۶۸/۸۰	۴۳۸۴/۴۰
۶ درصد کنجاله کنجد خام	۲۲۲/۰۰	۱۰۳۵/۰۰	۳۰۳۷/۰۰	۴۲۹۴/۰۰
۱۲ درصد کنجاله کنجد خام	۲۱۴/۶۰	۹۹۱/۸۰	۳۰۴۱/۴۰	۴۲۴۷/۸۰
۶ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده	۲۲۲/۰۰	۱۰۰۷/۴۰	۳۰۹۶/۸۰	۴۳۲۶/۲۰
۱۲ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده	۲۲۱/۰۰	۱۰۴۱/۰۰	۲۹۶۳/۸۰	۴۲۲۶/۰۰
۶ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز	۲۲۲/۰۰	۱۰۰۴/۴۰	۳۱۲۲/۸۰	۴۳۴۹/۲۰
۱۲ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز	۲۲۷/۰۰	۱۰۴۰/۴۰	۳۰۵۹/۲۰	۴۳۲۶/۶۰
اشتباه معیار میانگین	۳/۰۱	۱۶/۷۷	۵۰/۶۲	۵۹/۳۷
سطح احتمال معنی‌داری	۰/۳۹	۰/۳۴	۰/۳۱	۰/۷۰

میانگین‌های هر ستون با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای اختلاف معنی‌داری هستند.

نتایج افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی در جدول ۵ گزارش شده است. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در دوره آغازین (۱۰-۱ روزگی) و رشد (۱۱-۲۴ روزگی) بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت ($p<۰/۰۵$). بیشترین و کمترین مقدار افزایش وزن در دوره آغازین به ترتیب در تیمار حاوی ۶ درصد کنجاله کنجد خام+آنزیم فیتاز و تیمار حاوی ۶ درصد کنجاله کنجد خام مشاهده شد. همچنین در دوره شد بیشترین و کمترین مقدار افزایش وزن به ترتیب در تیمار ۱۲ درصد کنجاله کنجد تخمیرشده و تیمار حاوی ۶ درصد کنجاله کنجد تخمیرشده مشاهده شد.

نتایج ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی در جدول ۶ گزارش شده است. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در دوره آغازین (۱۰-۱ روزگی)، رشد (۱۱-۲۴ روزگی) و کل دوره (۴۲-۱ روزگی) بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت ($p<۰/۰۵$). نتایج نشان داد که استفاده از کنجاله کنجد تخمیرشده و نیز کنجاله کنجد به همراه آنزیم نسبت به سایر تیمارها دارای ضریب تبدیل غذایی بهتری بودند.

غیر قابل استناد

جدول ۵- اثر تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی (گرم)

تیمارهای آزمایشی	۱-۱۰ روزگی	۱۱-۲۴ روزگی	۲۵-۴۲ روزگی	۱-۴۲ روزگی
شاهد حاوی کنجاله سویا	۱۶۰/۲۰۰^{ab}	۶۶۸/۸۰^{ab}	۱۶۸۲/۰۰	۲۴۵۹/۸۰
۶ درصد کنجاله کنجد خام	۱۵۶/۸۰۰^{b}	۶۸۸/۴۰^{a}	۱۵۸۹/۶۰	۲۳۶۸/۰۰
۱۲ درصد کنجاله کنجد خام	۱۶۰/۶۰۰^{ab}	۶۴۹/۲۰^{ab}	۱۶۲۰/۴۰	۲۳۴۹/۸۰
۶ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده	۱۶۵/۶۰۰^{ab}	۶۳۹/۲۰^{b}	۱۶۷۵/۶۰	۲۴۸۴/۰۰
۱۲ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده	۱۶۷/۸۰۰^{ab}	۷۱۸/۸۰^{a}	۱۶۱۱/۸۰	۲۴۱۹/۰۰
۶ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز	۱۷۰/۴۰۰^{a}	۶۸۸/۸۰^{ab}	۱۷۰۶/۴۰	۲۵۰۲/۰۰
۱۲ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز	۱۶۸/۴۰۰^{ab}	۷۰۳/۶۰^{ab}	۱۶۴۷/۶۰	۲۴۱۰/۰۰
اشتباه معیار میانگین	۲/۵۱	۱۲/۸۵	۳۴/۳۶	۳۳/۸۵
سطح احتمال معنی‌داری	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۳۹	۰/۰۹

میانگین‌های هر ستون با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای تفاوت معنی‌داری هستند.

جدول ٦- اثر تیمارهای آزمایشی بر ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی

تیمارهای آزمایشی	۱-۱۰ روزگی	۱۱-۲۴ روزگی	۲۵-۴۲ روزگی	۱-۴۲ روزگی
شاهد حاوی کنجاله سویا	۱/۳۷^{ab}	۱/۴۸^{ab}	۱/۸۸	۱/۷۸^{ab}
۶ درصد کنجاله کنجد خام	۱/۴۱^{a}	۱/۵۰^{ab}	۱/۹۱	۱/۸۱^{a}
۱۲ درصد کنجاله کنجد خام	۱/۳۳^{b}	۱/۵۲^{a}	۱/۸۸	۱/۸۰^{a}
۶ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده	۱/۳۴^{b}	۱/۴۵^{b}	۱/۸۴	۱/۷۴^{b}
۱۲ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده	۱/۳۱^{b}	۱/۴۵^{b}	۱/۸۴	۱/۷۴^{b}
۶ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز	۱/۳۰^{b}	۱/۴۵^{b}	۱/۸۳	۱/۷۴^{b}
۱۲ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز	۱/۳۵^{ab}	۱/۴۷^{ab}	۱/۸۵	۱/۷۹^{ab}
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۰	۰/۰۱
سطح احتمال معنی‌داری	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۲	۰/۰۰۰۵

میانگین‌های هر ستون با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای تفاوت معنی‌داری هستند.

غیر قابل استناد

نتایج خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی در جدول ۷ نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت.

جدول ۷- اثر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی (درصدی از وزن زنده)

تیمارهای آزمایشی	لاشه	ران‌ها	سینه	سنگدان	کبد	قلب	طحال	پانکراس	بورس فابریسیوس
شاهد حاوی کنجاله سویا	۶۴/۴۶	۱۹/۲۸	۲۴/۶۷	۱/۷۰	۲/۰۲	۰/۵۶	۰/۱۳	۰/۲۵	۰/۰۷
۶ درصد کنجاله کنجد خام	۶۴/۸۳	۱۸/۶۷	۲۶/۵۵	۱/۸۴	۲/۲۶	۰/۴۹	۰/۰۸	۰/۲۶	۰/۰۸
۱۲ درصد کنجاله کنجد خام	۶۳/۱۵	۱۹/۰۶	۲۴/۶۹	۱/۸۵	۲/۴۱	۰/۴۹	۰/۱۲	۰/۲۸	۰/۰۹
۶ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده	۶۶/۴۶	۲۰/۶۳	۲۶/۳۳	۱/۹۶	۲/۲۶	۰/۵۰	۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۰۷
۱۲ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده	۶۴/۳۷	۲۰/۴۲	۲۴/۶۴	۱/۹۰	۲/۰۹	۰/۵۸	۰/۱۰	۰/۳۲	۰/۰۸
۶ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز	۶۶/۲۹	۱۹/۸۳	۲۵/۳۵	۱/۹۹	۲/۳۹	۰/۵۰	۰/۱۱	۰/۲۶	۰/۸۴
۱۲ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز	۶۴/۷۹	۱۹/۸۴	۲۵/۱۰	۱/۹۱	۲/۳۶	۰/۵۵	۰/۱۰	۰/۲۹	۰/۱۰
اشتباه معیار میانگین	۰/۸۷	۰/۳۹	۰/۹۶	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱
سطح احتمال معنی‌داری	۰/۳۰	۰/۰۵	۰/۸۰	۰/۵۶	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۷۱

میانگین‌های هر ستون با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای تفاوت معنی‌داری هستند.

نتایج فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی در جدول ۸ نشان داد که تنها در غلظت گلوکز تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت ($p<0/05$). بالاترین و پایین‌ترین غلظت گلوکز خون به ترتیب در تیمار حاوی ۶ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز و تیمار حاوی ۱۲ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز مشاهده شد.

جدول ۸- اثر تیمارهای آزمایشی بر برخی فراسنجه‌های خونی (میلی‌گرم در دسی لیتر)

تیمارها	گلوکز	تری‌گلیسرید	کلسترول	HDL-c	آلبومین
شاهد حاوی کنجاله سویا	۲۱۳/۴۰^{ab}	۹۱/۰۰۰	۱۱۰/۰۰۰	۷۳/۸۰۰	۱/۳۸۰۰۰
۶ درصد کنجاله کنجد خام	۲۱۹/۰۰^{ab}	۸۸/۴۰۰	۱۲۰/۲۰۰	۷۵/۰۰۰	۱/۱۲۲۰۰
۱۲ درصد کنجاله کنجد خام	۲۰۳/۸۰^{ab}	۸۹/۸۰۰	۱۰۸/۶۰۰	۷۸/۲۰۰	۱/۲۵۲۰۰
۶ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده	۱۹۵/۴۰^{b}	۸۱/۲۰۰	۱۰۳/۰۰۰	۷۶/۴۰۰	۱/۴۰۰۰۰
۱۲ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده	۲۲۵/۸۰^{ab}	۹۳/۶۰۰	۱۱۳/۶۰۰	۷۷/۶۰۰	۱/۳۶۰۰۰
۶ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز	۲۴۰/۰۰^{a}	۹۸/۸۰۰	۱۱۸/۲۰۰	۷۵/۴۰۰	۱/۳۳۸۰۰
۱۲ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز	۱۹۲/۴۰^{b}	۹۹/۴۰۰	۱۱۲/۶۰۰	۸۰/۸۰۰	۱/۴۰۰۰۰
اشتباه معیار میانگین	۷/۵۸	۴/۰۴	۴/۵۵	۲/۵۴	۰/۰۷
سطح احتمال معنی‌داری	۰/۰۰۸	۰/۱۴	۰/۳۴	۰/۸۰	۰/۲۳

میانگین‌های هر ستون با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای تفاوت معنی‌داری هستند.

نتایج تیتر آنتی‌بادی علیه گامبورو و برونشیت در جدول ۹ نشان داد که در تیتر علیه گامبورو تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت ($p<۰/۰۵$). بالاترین و پایین‌ترین تیتر علیه گامبورو به ترتیب در تیمار حاوی ۱۲ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز و تیمار حاوی ۱۲ درصد کنجاله کنجد خام مشاهده شد.

جدول ۹- اثر تیمارهای آزمایشی بر تیتر آنتی‌بادی علیه گامبورو و برونشیت ($\log_2$ HI)

تیمارها	گامبورو	برونشیت
شاهد حاوی کنجاله سویا	۴۱۸۱/۴^{ab}	۶۵۵۵/۰
۶ درصد کنجاله کنجد خام	۴۳۲۲/۲^{a}	۶۲۷۴/۰
۱۲ درصد کنجاله کنجد خام	۳۹۶۳/۰^{b}	۶۴۵۶/۴
۶ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده	۴۱۸۶/۸^{ab}	۶۳۰۴/۸
۱۲ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده	۴۲۷۸/۰^{ab}	۶۳۷۳/۰
۶ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز	۴۳۳۶/۶^{a}	۶۱۵۴/۰
۱۲ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز	۴۳۶۱/۴^{a}	۶۲۳۲/۰
اشتباه معیار میانگین	۹۴/۴۲	۶۷/۳۰
سطح احتمال معنی‌داری	۰/۰۲	۰/۲۱

میانگین‌های هر ستون با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای تفاوت معنی‌داری هستند.

نتایج خصوصیات استخوان درشت نی جوجه‌های گوشتی در جدول ۱۰ نشان داد که در مقدار خاکستر، فسفر و کلسیم تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت ($p<۰/۰۵$). بالاترین و پایین‌ترین درصد خاکستر، فسفر و کلسیم به ترتیب در تیمار حاوی ۶ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده و تیمار حاوی ۱۲ درصد کنجاله کنجد خام مشاهده شد.

غیر قابل استناد

جدول ۱۰– اثر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات استخوان درشت نی (درصد)

تیمارها	خاکستر	فسفر	کلسیم
شاهد حاوی کنجاله سویا	۴۲/۴۱^{b}	۷/۷۵^{c}	۱۴/۸۴^{bc}
۶ درصد کنجاله کنجد خام	۴۱/۶۲^{c}	۷/۲۱^{d}	۱۴/۱۲^{e}
۱۲ درصد کنجاله کنجد خام	۴۰/۶۴^{d}	۷/۰۷^{d}	۱۴/۰۰^{e}
۶ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده	۴۳/۷۶^{a}	۸/۶۹^{a}	۱۵/۶۵^{a}
۱۲ درصد کنجاله کنجد تخمیر شده	۴۳/۵۰^{a}	۸/۳۹^{a}	۱۵/۳۳^{ab}
۶ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز	۴۲/۵۸^{b}	۸/۳۲^{ab}	۱۵/۱۶^{bc}
۱۲ درصد کنجاله کنجد خام + آنزیم فیتاز	۴۲/۳۶^{b}	۷/۹۷^{bc}	۱۴/۶۴^{d}
اشتباه معیار میانگین	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۰۸
سطح احتمال معنی‌داری	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱

میانگین‌های هر ستون با حروف متفاوت در سطح آماری ۰/۰۵ دارای تفاوت معنی‌داری هستند.

بحث

نتایج مصرف خوراک در تحقیق حاضر با نتایج گزارش شده از سایر محققین در خصوص عدم اثرگذاری کنجاله کنجد روی مصرف خوراک در جوجه‌های گوشتی (Ghazvinian *et al.*, 2016) و آنزیم فیتاز روی بلدرچین ژاپنی (Sacakli *et al.*, 2005) مطابقت دارد. در یک پژوهش مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی در تیمارهای حاوی سطوح مختلف کنجاله کنجد تخمیری تفاوت معنی‌داری نداشت (Hajimohammadi *et al.*, 2020). Mamputu & Buhr (1995) گزارش کردند که در بین جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره کنجاله سویا و تغذیه‌شده با جیره حاوی ۳۸ درصد کنجاله کنجد تفاوت معنی‌داری در خوراک مصرفی مشاهده نشد. همچنین همسو با این نتایج، (Rahimian *et al.*, 2013) بیان داشتند که استفاده از سطوح مختلف کنجاله کنجد به همراه آنزیم فیتاز بر خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی تأثیر معنی‌داری نداشت. عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف به لحاظ مصرف خوراک در کل دوره پرورش در این آزمایش می‌تواند ناشی از یکسان بودن جیره به لحاظ انرژی و پروتئین و دیگر مواد مغذی باشد و از آن جایی که یکی از مکانیسم‌های مهم در میزان مصرفی خوراک توسط پرنده، دریافت انرژی توسط پرنده است. به‌دلیل تأمین انرژی مشابه در تیمارهای مختلف مصرف خوراک تحت‌تأثیر قرار نگرفته است. برخلاف نتایج تحقیق حاضر، بهبود در مصرف خوراک در اثر مصرف آنزیم فیتاز در بلدررچین‌های ژاپنی مشاهده شد (Rezaeipour *et al.*, 2016). این محققین کاهش عوامل ضدتغذیه‌ای مانند تانن و اسید فایتیک در کنجاله کنجد فرآوری شده را دلیل بهبود هضم و جذب ترکیبات مغذی خوراک و بهبود مصرف خوراک دانستند (Al Harthi & El-Deek, 2009).

نتایج وزن بدن جوجه‌های گوشتی در تحقیق حاضر نشان داد که افزودن آنزیم فیتاز به کنجاله کنجد در دوره آغازین و نیز استفاده از کنجاله کنجد تخمیری در مرحله رشد به بهبود افزایش وزن بدن کمک نموده است. همسو با نتایج تحقیق حاضر، (Hajimohammadi *et al.*, 2020) گزارش دادند که وزن بدن در جوجه‌های گوشتی مصرف‌کننده کنجاله تخمیری کنجد در دوره

رشد، پایانی و کل دوره بالاتر بود. گزارش شده است که جایگزینی کنجاله سویا تخمیرشده به‌جای کنجاله سویا خام، سبب بهبود افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی می‌شود (Feng *et al.*, 2007). در یک تحقیق جایگزینی ۴ و ۲ درصد کنجاله پنبه‌دانه تخمیرشده با *باسیلوس سابتیلیس* با کنجاله سویا، سبب افزایش وزن معنی‌داری در جوجه‌های گوشتی در مقایسه با گروه تغذیه شده با جیره شاهد شد (Sun *et al.*, 2012). بهبود در افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی مصرف‌کننده کنجاله کنجد همراه با آنزیم احتمالاً به دلیل نقش مکمل فیتاز در بهبود جذب فسفر قابل دسترس، افزایش قابلیت هضم نشاسته، افزایش قابلیت هضم پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه باشد (Sebastian *et al.*, 1996). در یک مطالعه افزودن آنزیم فیتاز سبب افزایش بدن در بلدرچین های ژاپنی شد که احتمالاً به‌دلیل افزایش انتشار مواد معدنی از فیتات و بهبود قابلیت هضم مواد مغذی بوده است (Saima *et al.*, 2014). دلایل متفاوتی برای دریافت پاسخ‌های متفاوت به کنجاله کنجد و آنزیم فیتاز وجود دارد که شامل کیفیت و سطح کنجاله کنجد مورداستفاده در جیره، نوع فرآوری اعمال‌شده، سن پرنده، عوامل مربوط به خوراک، نسبت کلسیم به فسفر، نوع و منبع تولید آنزیم و مقدار فیتاز به‌کار رفته می‌باشند (Angel *et al.*, 2002 ؛Ravindran *et al.*, 1995).

نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج گزارش شده از سایر محققین مطابقت دارد (Saima *et al.*, 2014 ؛Rezaeipour *et al.*, 2016) نتیجه یک مطالعه نشان داد که ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی مصرف‌کننده جیره حاوی کنجاله کنجد تخمیری به همراه آنزیم فیتاز به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه حاوی کنجاله سویا کاهش یافت (Hajimohammadi *et al.*, 2020). از دلایل احتمالی افزایش ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های مصرف‌کننده کنجاله کنجد خام در تحقیق حاضر به‌دلیل بالا بودن چربی و الیاف خام کنجاله کنجد خام نسبت به کنجاله کنجد فرآوری‌شده است که سرعت عبور مواد هضمی را تحت‌تأثیر قرار داده و از طرفی بالا بودن الیاف خام جیره این اثر را تشدید می‌کند (Rezaeipour *et al.*, 2016). بهبود در ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های مصرف‌کننده کنجاله کنجد فرآوری شده احتمالاً به نقش متیونین در کنجاله کنجد نسبت داده شده است (Olaiya & Makinde 2015). در یک مطالعه مصرف کنجاله کلزای تخمیر شده در جیره جوجه‌های گوشتی، به‌طور معنی‌داری سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی شد (Chiang *et al.*, 2009). از دلایل احتمالی برای توضیح بهبود ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با کنجاله کنجد تخمیری در مقایسه با کنجاله کنجد خام می‌توان به کاهش مقدار اسید فایتیک در طی فرآیند تخمیر میکروبی (Olude *et al.*, 2016). افزایش قابلیت هضم‌پذیری اسیدهای آمینه ضروری و سایر مواد مغذی مفید (نظیر پپتیدهای کوچک) (Sun *et al.*, 2012) و غنی‌بودن کنجاله تخمیری از باکتری‌های اسید لاکتیکی و کاهش میزان pH دستگاه گوارش (Paton *et al.*, 2006) اشاره نمود. همسو با نتایج تحقیق حاضر، چندین مطالعه بهبود در ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی با افزودن آنزیم فیتاز به جیره حاوی کنجاله کنجد را گزارش دادند (Saima *et al.*, 2014 ؛Shanti *et al.*, 2012).

همسو با این نتایج، مصرف کنجاله کنجد خام (Yakubu & Alfred 2014) و فرآوری‌شده (Diarra *et al.*, 2008) روی خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی اثر معنی‌داری نداشت. در مطالعه‌ای تأثیر مکمل فیتاز بر خصوصیات لاشه بلدرچین‌های تغذیه شده با سطوح کم فسفر غیرفیتاته بررسی شد و گزارش گردید افزودن آنزیم فیتاز به جیره تأثیر معنی‌داری بر صفات لاشه بلدرچین‌های ژاپنی نداشت (Sacakli *et al.*, 2006). تفاوت بین عملکرد پرندگان تغذیه شده با مکمل فیتاز ممکن است مربوط به عواملی مانند منبع فیتاز، مواد تشکیل‌دهنده و ویژگی‌های جیره باشد (Ravindran *et al.*, 1995). برخلاف نتیجه تحقیق حاضر، (Rezaeipour *et al.*, 2016) گزارش کردند درصد کبد در بلدرچین‌های تغذیه‌شده با جیره‌ی حاوی ۱۲ و۲۰ درصد کنجاله کنجد به‌صورت معنی‌دار افزایش یافت.

همسو با این نتایج، در یک مطالعه گزارش شد که غلظت تری‌گلیسرید، کلسترول و آلبومین بلدرچین‌های ژاپنی مصرف‌کننده کنجاله کنجد تخمیری دارای تفاوت معنی‌داری نبودند (Ghavidel *et al.*, 2021). از طرفی افزایش غلظت گلوکز خون در جوجه

های گوشتی دریافت کننده آنزیم فیتاز در جیره مشاهده شد (Cowieson *et al.*, 2013). در مطالعه دیگری گزارش شد که جوجه های گوشتی دریافت‌کننده کنجاله سویای تخمیری نسبت به تیمار دریافت‌کننده کنجاله سویای خام دارای سطح گلوکز خون بالاتری بودند (Tsai *et al.*, 2022).

در گزارشی افزودن آنزیم فیتاز به جیره سبب افزایش معنی‌دار آنتی‌بادی علیه واکسن در جوجه‌های گوشتی شد (Liu *et al.*, 2008). همسو با نتایج تحقیق حاضر، گزارش شد که بالاترین عیار آنتی‌بادی علیه بیماری گامبورو در تیمار حاوی کنجاله کنجد فرآوری‌شده وجود داشت. همچنین در این مطالعه اثر تیمارهای آزمایشی بر عیار آنتی‌بادی علیه بیماری برونشیت معنی‌دار نبود (Bahadori *et al.*, 2023). Zhu *et al*, (2020) بیان داشتند که خوراک تخمیری سبب افزایش تیتر آنتی‌بادی علیه بیماری نیوکاسل در جوجه‌های گوشتی شد. Boling *et al*, (2000) گزارش کردند بهبود شرایط هضم و جذب از جمله افزایش انرژی قابل متابولیسم خوراک‌ها از طریق مصرف آنزیم‌ها می‌تواند به سبب قابلیت دسترسی بهتر به مواد مورد نیاز سیستم ایمنی، سبب ایجاد ایمنی مطلوب گردد.

همسو با این نتایج، گزارش شد که مصرف کنجاله کلزای تخمیرشده سبب افزایش سطح کلسیم و فسفر استخوان درشت نی در جوجه‌های گوشتی شد (Shi et al., 2017). دو دلیل عمده را می‌توان برای توضیح افزایش کلسیم، فسفر و خاکستر استخوان درشت نی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با کنجاله کنجد تخمیری در مقایسه با کنجاله کنجد خام ذکر نمود. نخست اینکه مصرف گونه‌های باکتری اسید لاکتیکی 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، افزایش ابقاء کلسیم و فسفر در استخوان و در نتیجه افزایش درجه معدنی شدن استخوان می‌گردد (Eizaguirre et al., 2002). دوم، باکتری‌های لاکتوباسیلوس در طول دوره تخمیر با تولید آنزیم‌های فیتاز، سلولاز، زایلاناز، و بتاگلوکوناز، باعث تجزیه و تخریب ترکیبات ضدمغذی از جمله اسید فایتیک شده و ازاین‌رو منجر به آزاد شدن عناصری نظیر کلسیم و فسفر و افزایش جذب این عناصر را در روده و معدنی شدن استخوان می‌شوند (Jiménez et al., 2014; Morais et al., 2013). همچنین Rama Rao et al., (2008) گزارش کردند در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی کنجاله کنجد خام، وزن ودرصد خاکستر استخوان درشت نی کاهش می‌یابد، که مربوط به کاهش قابلیت دسترسی فسفر و کلسیم در پرندگان تغذیه شده با محتوی بالای کنجاله کنجد است.

نتیجه‌گیری

نتیجه کلی تحقیق حاضر نشان داد که فرآوری کنجاله کنجد خام به روش تخمیر با قارچ و باکتری سبب بهبود عملکرد رشد و افزایش سطح تیتر آنتی‌بادی علیه بیماری گامبورو و نیز افزودن آنزیم به جیره حاوی کنجاله کنجد خام در بهبود خصوصیات استخوان درشت نی موثر بود. در کل مصرف سطح ۱۲ درصد کنجاله کنجد فرآوری‌شده در جیره جوجه‌های گوشتی قابل توصیه است.

منابع

Al Harthi A. & El Deek AA. (2009). Evaluation of sesame meal replacement in broiler diets with phytase and probiotic supplementation. *Egyption Poultry Science Journal*, 29, 99-125.

Alinejad M., Hajkhodadadi I., Ghasemi H.A., & Khojastehkey M. (2023). Evaluation of different sesame meal level with internalal enzyme on production, egg quality traits, blood metabolite and jejenum morphology of layer quail in middle production phase. *Animal Sciences Journal*, *35*(137), 131-144.

Angel R., Tamim NM., Applegate TJ., Dhandu AS. & Ellestad LE. (2002). Phytic acid chemistry: influence on phytin-phosphorus availability and phytase efficacy. *Journal of Applied Poultry Research*, 11(4), 471-480.

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

Bahadori MM., Rezaeipour V., Abdullahpour R. & Irani M. (2023). The combined effects of sesame meal bioactive peptides and plant essential oils on growth performance, nutrient digestibility, immune and hematological parameters in broiler chickens. *Iranian Journal of Animal Science*, 54(2), 175-186.

Bassiri A. & 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*, 25(5), 1118-1122.

Boling SD., Webel DM., Mavromichalis I., Parsons CM. & Baker DH. (2000). The effects of citric acid on phytate-phosphorus utilization in young chicks and pigs. *Journal of Animal Science*, 78(3), 682-689.

Chiang G., Lu WQ., Piao XS., Hu JK., Gong LM. & Thacker PA. (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.

Cowieson AJ., Ptak A., Maćkowiak P., Sassek M., Pruszyńska-Oszmałek E., Żyła K., & Józefiak D. (2013). The effect of microbial phytase and myo-inositol on performance and blood biochemistry of broiler chickens fed wheat/corn-based diets. *Poultry Science*, 92(8), 2124-2134.

Diarra SS., Usman BA., Kwari ID. & Yisa A. (2008). Effects of processing methods on the antinutrional factor and the nutritional comparison of sesame (*Sesamum indicum* l) seed. *Journal of Veterinary Sciences*, 7(1).

Duncan D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. Biometrics, 1: 1-42.

Eizaguirre I., Urkia NG., Asensio AB., Zubillaga I., Zubillaga P., Vidales C., Garcia-Arenzana JM. & Aldazabal P. (2002). Probiotic supplementation reduces the risk of bacterial translocation in experimental short bowel syndrome. *Journal of Pediatric Surgery*, 37(5), 699-702.

Feng J., Liu X., Xu ZR., Liu YY. & Lu YP. (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.

Ghavidel-Heydari S., Bagherzadeh-Kasmani F. & Mehri M. (2021). The effect of fermented sesame meal or its combination with probiotics on the performance, carcass triats, blood parameters, and humoral immunity in growing japanese quails. *Poultry Science Journal*.

Ghazvinian K., Pour, HA. & Alanghi AR. (2016). Effect of sesame meal supplementation to the feed on performance, blood parameters and physiology characteristics in Japanese quail. *Entomology and Applied Science Letters*, 3, 71-75.

Hajimohammadi A., Mottaghitalab M., & Hashemi M. (2020). Influence of microbial fermentation processing of sesame meal and enzyme supplementation on broiler performances. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1), 712-722.

Hudson L., Hay FC. & Hudson L. (1989). Practical immunology (Vol. 3). Oxford: Blackwell scientific publications.

Jiménez N., Esteban-Torres M., Mancheño JM., de Las Rivas B. & Muñoz R. (2014). Tannin degradation by a novel tannase enzyme present in some Lactobacillus plantarum strains. *Applied and Environmental Microbiology*, 80(10), 2991-2997.

Jimoh WA. & Aroyehun HT. (2011). Evaluation of Cooked and Mechanically Defatted Sesame (*Sesamum indicum*) Seed Meal as a Replacer for Soybean Meal in the Diet of African Catfish (*Clarias gariepinus*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11(2).

Khan S.H. (2018). Recent advances in role of insects as alternative protein source in poultry nutrition. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 1144-1157.

Liu T., She R., Wang K., Bao H., Zhang Y., Luo D., Hu Y., Ding Y., Wang D. & Peng K. (2008). Effects of rabbit sacculus rotundus antimicrobial peptides on the intestinal mucosal immunity in chickens. *Poultry Science*, 87(2), 250-254.

Mamputu M. & Buhr R.J. (1995). Effect of substituting sesame meal for soybean meal on layer and broiler performance. *Poultry Science*, 74(4), 672-684.

Mazaheri A., Shams Shargh M., Dastar B., & Ashayerizadeh O. (2018). Comparison the effects of raw and fermented sesame meal by solid state fermentation on performance, cacass characteristic, and intestinal morphology in broiler chickens. *Animal Sciences Journal*, *31*(120), 147-158. (In Persian)

Moraïs S., Shterzer N., Grinberg I.R., Mathiesen G., Eijsink VG., Axelsson L., Lamed R., Bayer EA. & Mizrahi I. (2013). Establishment of a simple *Lactobacillus plantarum* cell consortium for cellulase-xylanase synergistic interactions. *Applied and Environmental Microbiology*, 79(17), 5242-5249.

Niba AT., Beal, JD., Kudi AC. & Brooks PH. (2009). Potential of bacterial fermentation as a biosafe method of improving feeds for pigs and poultry. *African Journal of Biotechnology*, 8(9).

Olaiya O.D. & Makinde O.J. (2015). Response of broiler chickens fed diets containing differently processed sesame (Sesame indicum L.) seed meal. Academy *Research Journal of Agricultural Science Research*, 3(2), 13-20.

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

Paton A.W., Morona R. & Paton JC. (2006). Designer probiotics for prevention of enteric infections. *Nature Reviews Microbiology*, 4(3), 193-200.

Rahimian Y., Tabatabaie S., Valiollahi S., Toghiani M., Kheiri F., Zamani F., Rafiee A., Miri Y., Asgarian F. & Khajeali Y. (2013). Effect of use cumulative levels of sesame (*Sesamum indicum*) meal with phytase enzyme on performance of broiler chicks. *Scientific Journal of Veterinary Advances*, 2(12), 178-188.

Ram R., Catlin D., Romero J. & Cowley C. (1990). Sesame: new approaches for crop improvement. In Advances in new crops. Proceedings of the first national symposium'New crops: research, development, economics', Indianapolis, Indiana, USA, 23-26 October 1988. (pp. 225-228). Timber Press.

Rama Rao SV., Raju MVLN., Panda AK., Poonam NS., Sunder GS. & Sharma R.P. (2008). Utilisation of sesame (*Sesamum indicum*) seed meal in broiler chicken diets. *British Poultry Science*, 49(1), 81-85.

Ravindran V. (1995). Phytates: occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. *Poultry and Avian Biology Reviews*, 6, 125-143.

Rezaeipour V., Barsalani A. & Abdullahpour R. (2016). Effects of phytase supplementation on growth performance, jejunum morphology, liver health, and serum metabolites of Japanese quails fed sesame (*Sesamum indicum*) meal-based diets containing graded levels of protein. *Tropical Animal Health and Production*, 48, 1141-1146.

Sacakli P., Sehu A., Genc B. & Selcuk Z. (2005). The effect of phytase and organic acid on growth performance, carcass yield and tibia ash in quails fed diets with low levels of non-phytate phosphorus. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, 19(2), 198-202.

Saima M., Shad A., Pasha TN., Akram M., Ditta YA. & Khan MZU. (2014). Effect of microbial phytase supplementation on growth performance of Japanese quails. *Journal Animal Poultry Sciences*, 24, 19-23.

SAS. (2001). Statistical Analysis System User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.

Sebastian S., Touchburn S.P., Chavez E.R. & Lague P.C. (1996). The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. *Poultry Science*, 75(6), 729-736.

Selle PH. & Ravindran V. (2007). Microbial phytase in poultry nutrition. *Animal feed science and technology*, 135(1-2), 1-41.

Shanti H., Abo Omar J., Al-Shakhrit K. & Ghany AA. (2012). Performance and some blood constituents of broilers fed sesame meal supplemented with microbial phytase. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1, 1-8.

Shi C., Zhang Y., Lu Z. & Wang Y. (2017). Solid-state fermentation of corn-soybean meal mixed feed with Bacillus subtilis and Enterococcus faecium for degrading antinutritional factors and enhancing nutritional value. *Journal of Animal science and Biotechnology*, 8(1), 1-9.

Singhania R.R., Patel A.K., Soccol C.R. & Pandey A. (2009). Recent advances in solid-state fermentation. *Biochemical Engineering Journal*, 44(1), 13-18.

Sun H., Tang JW., Yao XH., Wu YF., 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 & Biology*, 14(4).

Tsai CF., Lin J., Wang C.H., Tsai C.S., Chang SC. & Lee TT. (2022). Effects of fermented soybean meal with Bacillus velezensis, Lactobacillus spp. or their combination on broiler performance, gut antioxidant activity and microflora. *Animal Bioscience*, 35(12), 1892.

Wang W., Wang Z., Yang H., Cao Y. & Zhu X. (2013). Effects of phytase supplementation on growth performance, slaughter performance, growth of internal organs and small intestine, and serum biochemical parameters of broilers.*Open Journal of Animal Science*, 3(3), 1-6.

Wiryawan K.G. & Dingle J.G. (1999). Recent research on improving the quality of grain legumes for chicken growth. *Animal Feed Science and Technology*, 76(3-4), 185-193.

Yakubu, B. & Alfred, B. (2014). Nutritional evaluation of toasted white sesame seed meal Sesamum indicum as a source of methionine on growth performance, carcass characteristics, Haematological and biochemical indices of finisher broiler chickens. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7(1), 46-52.

Zhu F., Zhang B., Li J. & Zhu L. (2020). Effects of fermented feed on growth performance, immune response, and antioxidant capacity in laying hen chicks and the underlying molecular mechanism involving nuclear factor-κB. *Poultry science*, 99(5), 2573-2580.