

اثر سطوح سبوس گندم فراوری شده یا نشده بر عملکرد، ریخت شناسی روده، صفات خونی و سیستم ایمنی در جوجه های گوشتی

• زهرا بختیاری^۱، حسن درمانی کوهی^۲ (نویسنده مسئول)، محمد روستایی علی مهر^۲

۱- دانشجوی دکتری تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشگاه گیلان، ایران.

۲- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشگاه گیلان، ایران.

تاریخ دریافت: فروردین ۱۴۰۴ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۴۰۴

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۸۷۶۲۳۵۸

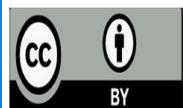
Email: h.darmani@guilan.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2025.366888.2483

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی اثر روش های مختلف فرآوری سبوس گندم بر عملکرد رشد، ریخت شناسی روده، پارامترهای سرم و سیستم ایمنی در جوجه های گوشتی از سن ۱ تا ۴۲ روزگی انجام شد. تعداد ۵۰۴ قطعه جوجه گوشتی نر یکروزه (راس ۳۰۸ با متوسط وزن $44 \pm 42/8$) در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۷ تیمار آزمایشی (۶ تکرار ۱۲ قطعه ای به ازاء هر تیمار) مورد استفاده قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: جیره پایه (کنترل)، جیره پایه حاوی ۳ و ۶ درصد سبوس گندم (بدون عمل آوری)، جیره پایه حاوی ۳ و ۶ درصد سبوس گندم اکسترو شده، جیره پایه حاوی ۳ و ۶ درصد سبوس گندم تخمیر شده با ساکاروما یس سروریزه بودند. در طول دوره آزمایش، برای هر تکرار مصرف خوراک روزانه و افزایش وزن بدن اندازه گیری شدند و ضریب تبدیل خوراک محاسبه شد. در پایان دوره، ۲ قطعه پرنده از هر تکرار انتخاب و پس از توزین کشتار و وزن نسبی اجزای لاشه و اندام های داخلی اندازه گیری شد. نمونه برداری خون از ۲ قطعه جوجه در هر قفس، به منظور ارزیابی عیار ایمنوگلوبولین G (IgG) و M (IgM) و پارامترهای بیوشیمیایی سرم شامل پروتئین کل، آلبومین، تری گلیسرید، کلسترول، گلوکز، اسیداوریک و آنزیم های کبدی انجام شد. تمامی تیمارهای آزمایشی، غلظت گلوکز سرم را در مقایسه با گروه کنترل کاهش دادند ($P < 0/01$). سطح کلسترول، اسیداوریک، آلبومین، پروتئین تام و فعالیت آنزیم آسپارات آمینوترانسفراز در همه گروه های آزمایشی نسبت به گروه شاهد افزایش معنی داری داشت ($P < 0/01$). استفاده از سبوس گندم تخمیری ۶ درصد در جیره غذایی جوجه های گوشتی، تأثیر افزایشی معنی داری بر سطح آلکالین فسفاتاز در مقایسه با گروه کنترل داشت ($P < 0/01$). پرنده گانی که در جیره آنها ۳ و ۶ درصد سبوس گندم تخمیری استفاده شده بود، به صورت معنی داری عمق کریپت کمتری را در مقایسه با گروه شاهد نشان دادند ($P < 0/05$). به طور کلی، بهبود نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در گروه دریافت کننده سبوس گندم تخمیری ۳ درصد و سبوس گندم اکسترو ۳ درصد در مقایسه با شاهد مشاهده شد ($P \leq 0/05$). نتایج این تحقیق نشان داد که نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت که دلالت بر سطح جذب دارد در تیمار حاوی ۳ درصد سبوس گندم تخمیری و اکسترو شده بهبود یافت و استفاده از سبوس گندم تا سطح ۶ درصد به صورت فرآوری شده یا غیر فرآوری شده تأثیر منفی بر عملکرد جوجه های گوشتی و ویژگی های لاشه نداشت.

واژه های کلیدی: جوجه های گوشتی، سبوس گندم، تخمیر، اکسترو کردن، عملکرد، مورفولوژی روده و پارامترهای خونی



Research Journal of Livestock Science No 151 pp: 15-32

Effect of processed or unprocessed wheat bran on performance, intestinal morphology, blood parameters and immune system in broiler chickens.

By: Z. Bakhtiari¹, H. Darmani Kuhi^{*1}, M. Roostaei Alimehr¹

1: Department of Animal. Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

*Corresponding author Email: h.darmani@guilan.ac.ir

Received: April 2025

Accepted: August 2025

This study aimed to investigate the effect of different wheat bran processing methods on growth performance, intestinal morphology, serum parameters, and immune system in broiler chickens from 1 to 42 days of age. A total of 504 one-day-old male broiler chickens (Ross 308 with 42.8 ± 0.44 average weight) were distributed in a completely randomized design into 7 experimental treatments (with 6 replicates, each containing 12 birds). Experimental treatments were: basal diet (without wheat bran), 2 diets with 3 and 6% wheat bran without processing, diets with 3 and 6% extruded wheat bran and diets with 3 and 6% wheat bran fermented with *Saccharomyces cerevisiae*. For each experimental period, feed intake and body weight gain were measured and feed conversion ratio was calculated. At the end of the period (day 42), 2 birds were selected from each replicate and weighed after slaughter, and the relative weight of carcass components and internal organs was measured. Blood sampling was performed from 2 birds in each cage to evaluate immunoglobulin G (IgG) and M (IgM) titers and serum biochemical parameters including total protein, albumin, triglycerides, cholesterol, glucose, uric acid, and liver enzymes. All experimental treatments reduced serum glucose concentration compared to the control group ($P < 0.01$). The levels of cholesterol, uric acid, albumin, total protein and aspartate aminotransferase enzyme activity were significantly increased in all experimental groups compared to the control group ($P < 0.01$). The use of 6% fermented wheat bran in the diet of broilers had a significant increase in alkaline phosphatase levels compared to the control group ($P < 0.01$). Birds fed 3% and 6% fermented wheat bran in their diets showed significantly lower crypt depth compared to the control group ($P < 0.05$). Overall, an improvement in the ratio of villus height to crypt depth was observed in the group receiving 3% fermented wheat bran and 3% extruded wheat bran compared to the control ($P < 0.05$). The results showed that in general, the ratio of villus height to crypt depth, which indicates the level of absorption, was improved in the extruded and fermented wheat bran treatments at 3% and the use of wheat bran up to 6% in processed and unprocessed form did not have a negative effect on broiler performance and carcass characteristics.

Key words: broiler chickens, wheat bran, fermenting, extrusion, performance, intestinal morphology and blood parameters

مقدمه

در سطح ۳ درصد قابلیت هضم پروتئین و انرژی، ارتفاع پرزهای ژژنوم و ایلئوم، فعالیت آنزیمی و فعالیت آنتی اکسیدانی را افزایش داد. ظرفیت آنتی اکسیدانی قوی ترکیبات فنلی سبوس گندم، بافت ها را از تخریب اکسیداتیو محافظت می کنند (Shang و همکاران ۲۰۲۰a).

تحقیقات نشان داده است که فرآیند تخمیر می تواند بر بهبود ارزش تغذیه ای مواد خوراکی موثر باشد، تخمیر حالت جامد به عنوان یکی از قدیمی ترین روش های فرآوری تخمیری شناخته

امروزه در صنعت طیور، استفاده از موادی مانند فرآورده های فرعی کشاورزی سبب کاهش رقابت بین انسان و طیور در استفاده از اقلام خوراکی و کاهش هزینه تولید خوراک می گردد (Choct و همکاران، ۲۰۱۰). سبوس گندم از نظر مقدار پروتئین، املاح معدنی (خصوصاً فسفر) و ویتامین های گروه ب (به ویژه نیاسین) در درجه بالاتری نسبت به خود دانه گندم قرار دارد. نشان داده شده است که استفاده از منابع فیبر نامحلول در جیره جوجه های گوشتی سودمند است (Kim و Tejada، ۲۰۲۱). استفاده از سبوس گندم

شده است (Semjon و همکاران، ۲۰۲۰). این روش برای افزایش زیست فراهمی مواد مغذی، مهار باکتری های بیماری زا روده و کاهش عوامل ضد تغذیه ای در منابع پروتئین گیاهی و در نتیجه بهبود قابلیت هضم مواد مغذی و عملکرد و سلامت روده جوجه های گوشتی استفاده می شود. فرآیند تخمیر حالت جامد شامل رشد و تکثیر میکروارگانیسم ها بر روی مواد جامد تحت شرایط کنترل شده در غیاب آب آزاد است (Olukomaiya و همکاران، ۲۰۱۹). در تحقیق Zhao و همکاران (۲۰۱۷)، تخمیر سبوس گندم توسط ساکارومایسس سرویزیه و لاکتوباسیلوس بولگاریس، محتوای آرابینوزایلان قابل استخراج سبوس گندم را ۳ تا ۴ برابر افزایش و زیست فراهمی فیبر غذایی محلول را بهبود و فنول آزاد کل را افزایش داد و بیش از ۲۰ درصد اسید فیتیک را تجزیه نمود. همانطور که توسط Chuang و همکاران، (۲۰۲۰) گزارش شده است، ساکارومایسس سرویزیه از طریق ترشح آنزیم هایی مانند گلوکاناز، ماناناز، سلولاز و زایلاناز می تواند در تجزیه بخش فیبری در تک معده ای ها موثر باشد.

فرآیند اکستروژن یک فرآیند کوتاه مدت با دمای بالا است که آنزیم ها را غیرفعال نموده و آلودگی میکروبی را کاهش می دهد (Choton و همکاران ۲۰۲۰). همچنین به عنوان یک فرآیند چند مرحله ای، چند منظوره و حرارتی/مکانیکی، کاربردهای متنوعی در مواد غذایی دارد (Offiah و همکاران ۲۰۱۹). فرآیند اکستروژن همانند پلت کردن فرآیندی براساس رطوبت، فشار و حرارت است که میزان ژلاتینه شدن نشاسته خوراک را افزایش داده، بر پیوند عرضی پروتئین تاثیر گذاشته و متعاقباً می تواند بر عملکرد رشدی جوجه های گوشتی موثر باشد (Rahman و همکاران ۲۰۱۵; Logie و همکاران ۲۰۱۸). مطالعات نشان داده است که اکستروژن می تواند خواص فیزیکوشیمیایی سبوس گندم را تغییر داده و فراهمی زیستی و عملکرد فیبر جیره ای محلول را در سبوس گندم افزایش دهد (Menis-Henrique و همکاران ۲۰۲۰).

اطلاعات کمی در مورد تاثیر روش های مختلف فراوری بر ارزش غذایی سبوس گندم در جوجه های گوشتی وجود دارد (Teng et

مواد و روش ها

این تحقیق با هدف بررسی اثر روش های مختلف فراوری سبوس گندم در تغذیه جوجه های گوشتی در سالن پرورش جوجه گوشتی واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان به روش پرورش در بستر انجام شد. تعداد ۵۰۴ قطعه جوجه گوشتی نر یکروزه (سویه راس ۳۰۸) پس از توزین (با میانگین وزن $44 \pm 42/8$)، در ۷ تیمار آزمایشی شامل ۶ تکرار به ازاء هر تیمار (۱۲ پرنده در هر واحد آزمایشی) توزیع شدند، بطوریکه میانگین وزن در همه واحدهای آزمایشی با هم برابر بود. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از:

- ۱- جیره شاهد (جیره بر پایه دانه ذرت و کنجاله سویا)
- ۲- جیره حاوی ۳ درصد سبوس گندم (بدون عمل آوری)
- ۳- جیره حاوی ۶ درصد سبوس گندم (بدون عمل آوری)
- ۴- جیره حاوی ۳ درصد سبوس گندم اکستروژ شده
- ۵- جیره حاوی ۶ درصد سبوس گندم اکستروژ شده
- ۶- جیره حاوی ۳ درصد سبوس گندم تخمیر شده با ساکارومایسس سرویزیه.
- ۷- جیره حاوی ۶ درصد سبوس گندم تخمیر شده با ساکارومایسس سرویزیه.

در این تحقیق از سبوس گندم عمل آوری شده یا نشده در سطوح ۱ و ۲ درصد در دوره آغازین، ۲ و ۴ درصد در دوره رشد و ۳ و ۶ درصد در دوره پایانی استفاده شد.

سبوس گندم اکستروژ شده تحت شرایط بهینه رطوبت ۲۱ درصد، دمای پخت 120°C ، دور مارپیچ ۳۰۰ دور بر دقیقه، میزان سرعت خوراکدهی ۴۰ کیلوگرم بر ساعت و قطر دای ۴ میلیمتر در پایلوت تحقیقاتی و تولید نیمه صنعتی اکستروژن مواد غذایی در پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی سازمان جهاد دانشگاهی

خراسان رضوی تولید شد (Milani و همکاران، ۲۰۰۹).

تخمیر سبوس گندم توسط سوش ساکارومایسس سرویزیه، انجام شد. سوش‌ها بصورت لیوفیلیزه از مرکز پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه گردید. به منظور تکثیر سوش‌های مورد نظر، ابتدا مطابق دستورالعمل الحاقی آمپول‌ها در شرایط استریل شکسته شده و به محیط کشت اختصاصی MRS-agar^۲ منتقل گردید و در دمای ۳۰ درجه سلسیوس آنکوبه گردید. سپس از محیط کشت مادر آماده شده به منظور شمارش جمعیت باکتریایی رقت‌های ۱۰^{-۱} تا ۱۰^{-۷} اختصاصی MRS-agar کشت شد و در دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و شمارش میکروبی صورت گرفت. ۱۰ میلی‌لیتر از محیط کشت مادر با جمعیت تقریبی شمارش شده ۱۰^۷ cfu/g توسط سانتریفیوژ با ۴۰۰۰ دور در دقیقه (۴۰۰۰ rpm/min) در مدت ۱۰ دقیقه جدا و جهت فرآیند تخمیر با مخلوط سبوس گندم و آب با نسبت وزنی یک به یک (۱:۱) اضافه و سپس به مدت ۲۴ ساعت در آنکوباتور ۳۷ درجه قرار گرفت و پس از آن در آن در دمای ۶۰ درجه- سلسیوس قرار داده شد تا خشک شود (Katina و همکاران، ۲۰۱۲).

جیره‌های آزمایشی بر اساس جدول نیازمندی‌های تغذیه‌ای سویه راس ۳۰۸ سال ۲۰۱۹ و در سه مرحله آغازین (۱-۱۰ روزگی)، رشد (۱۱-۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵-۴۲ روزگی) بصورت آردی تهیه شدند. ترکیب جیره پایه شامل ذرت، کنجاله‌گلوتن، کنجاله‌سویا، نمک، روغن، دی‌کلسیم فسفات، صدف، مکمل معدنی، مکمل ویتامینه، لیزین، ترئونین، متیونین، جوش شیرین و کولین بود، همه جیره‌های آزمایشی از نظر انرژی، پروتئین و سایر مواد مغذی یکسان بودند. پرنده‌ها در کل دوره پرورش، دسترسی آزاد به آب و غذا داشتند.

برای محاسبه میانگین افزایش وزن بدن در روز ورود جوجه‌ها به سالن وزن‌کشی انجام شد. در این تحقیق میزان افزایش وزن بدن

به صورت هفتگی و دوره‌ای (آغازین، رشد، پایانی و کل دوره) محاسبه شد. با استفاده از اختلاف وزن جوجه‌های هر پن در ابتدا و انتهای هر هفته میزان افزایش وزن هفتگی مشخص شد. برای اندازه‌گیری خوراک مصرفی خوراک هر گروه از پرندگان ابتدا توزین شد و سپس در اختیار آنها قرار گرفت. در صورتیکه در گروه‌های آزمایشی تلفات وجود داشت، بر اساس تعداد مرغ‌های زنده خوراک مصرفی محاسبه شد. ضریب تبدیل خوراک با محاسبه میانگین خوراک مصرفی بر میانگین افزایش وزن بدن در طول دوره محاسبه شد.

جهت بررسی صفات لاشه، در ۴۲ روزگی از هر پن، دو پرنده با میانگین وزن نزدیک به میانگین واحد آزمایشی، انتخاب و ذبح گردید. بازده لاشه به صورت نسبت وزن لاشه به وزن زنده محاسبه شد. پارامترهای لاشه شامل وزن سینه، ران، بال، پشت، کبد، قلب، طحال، سنگدان، پیش معده، چربی بطنی، پانکراس و اندام‌های ایمنی شامل تیموس و بورس فابریسیوس اندازه‌گیری و به صورت وزن نسبی (درصد از وزن لاشه) گزارش گردید. همچنین، از قسمت میانی ژژنوم دو پرنده (۲ سانتی‌متر) جهت بررسی ریخت‌شناسی، نمونه‌برداری انجام شد. تغییرات ریخت‌شناسی شامل اندازه‌گیری ارتفاع پرز، عمق کریپت و محاسبه نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت، انجام شد. ارزیابی پاسخ ایمنی همورال بر اساس روش پیشنهادی Munns & Lamont (۱۹۹۱) انجام شد. به منظور تعیین عیار پادتن علیه سلول قرمز خون گوسفندی SRBC^۴ ابتدا به سیاهرگ بازویی دو قطعه پرنده از هر تکرار در ۲۵ و ۳۵ روزگی، یک میلی‌لیتر سوسپانسیون ۲۵ درصد سلول قرمز گوسفند تزریق شد. هفت روز بعد، از سیاهرگ بازویی همان جوجه‌ها (۳۲ و ۴۲ روزگی) خونگیری انجام شد، و عیار پادتن‌های کل بر ضد SRBC و عیار ایمنوگلوبولین G (IgG) و M (IgM) بر علیه گلبولهای قرمز گوسفند به روش HI تعیین شد (Nelson و همکاران، ۱۹۹۵).

در ۴۰ روزگی پس از سه ساعت گرسنگی از دو جوجه در هر تکرار، از ورید بال خونگیری انجام شد. به منظور تهیه سرم، خون هر جوجه پس از تشکیل لخته با سرعت ۳۵۰۰ rpm به مدت ۲۰

^۲MRS broth: Dextrose، Peptic Digest of Animal Tissue، Beef Extract، Yeast Extract، Sodium Acetate، Dipotassium Phosphate، Tween 80، Magnesium Sulfate، Manganese Sulfate
^۳ Colony-forming unit

^۴ sheep red blood cell

تغذیه شده با جیره‌های حاوی سبوس گندم بدون عمل‌آوری و اکسترودر در سطح ۳ درصد و سبوس گندم بدون فراوری در سطح ۶ درصد، غلظت تری‌گلیسرید سرمی بالاتری در مقایسه با گروه کنترل داشتند ($P < 0/01$)، سبوس گندم اکسترودر ۶ درصد در مقایسه با گروه شاهد، سطح تری‌گلیسرید سرم را کاهش داد ($P < 0/01$). سطح کلسترول، اسیداوریک، آلبومین، پروتئین تام و فعالیت آنزیم آسپاراتات آمینوترانسفراز در همه گروه‌های آزمایشی حاوی سبوس گندم نسبت به گروه شاهد افزایش معنی‌داری داشت ($P < 0/01$). بعلاوه، همه گروه‌های آزمایشی حاوی سبوس گندم، به جز سبوس گندم ۳ درصد، فعالیت آنزیم آلانین‌آمینوترانسفراز را در مقایسه با شاهد افزایش دادند ($P < 0/01$). استفاده از سبوس گندم تخمیری ۶ درصد، تاثیر معنی‌داری در افزایش سطح آلکالین فسفاتاز در مقایسه با گروه کنترل داشت ($P < 0/01$).

تیمارهای آزمایشی تاثیری بر غلظت ایمونوگلوبین M، G و کل ایمونوگلوبین‌های خون (جدول ۵) در روز ۳۵ و ۴۵ نداشتند ($P \geq 0/05$). ارتفاع پرز (جدول ۶) تحت تاثیر معنی‌دار جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت، اما گروه دریافت‌کننده سبوس گندم بدون فراوری در سطح ۶ درصد تمایل به کاهش ارتفاع پرز ژژنوم را نشان داد ($P = 0/055$). عرض پرز در همه گروه‌های آزمایشی، به غیر از تیمار حاوی سبوس گندم فراوری نشده در سطح ۳ درصد، در مقایسه با گروه شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0/05$). پرندگانی که در جیره آن‌ها از سبوس گندم تخمیری ۳ و ۶ درصد استفاده شده بود، به صورت معنی‌داری عمق کریپت کمتری را در مقایسه با گروه شاهد نشان دادند ($P < 0/05$). به طور کلی، بهبود در نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در گروه دریافت‌کننده سبوس گندم تخمیری ۳ درصد و سبوس گندم اکسترودر ۳ درصد در مقایسه با شاهد مشاهده شد ($P \leq 0/05$).

دقیقه سانتریفیوژ شد. پارامترهای بیوشیمیایی سرم شامل پروتئین کل، آلبومین، تری‌گلیسرید، کلسترول، گلوکز، اسید اوریک و آنزیم‌های کبدی شامل آسپاراتات آمینوترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز، آلکالین فسفاتاز با استفاده از کیت‌های تشخیصی به روش رنگ سنجی اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری گلوکز و کلسترول توسط کیت شرکت پارس آزمون، اندازه‌گیری تری‌گلیسرید، اسید اوریک، آسپاراتات آمینوترانسفراز، آلانین‌آمینوترانسفراز، آلبومین و آلکالین فسفاتاز توسط کیت شرکت من^۵ و پروتئین سرم توسط کیت شرکت بیونیک اندازه‌گیری شد. داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با رویه مدل خطی عمومی (GLM) آنالیز شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها در صورت متفاوت بودن از آزمون توکی در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج

اثر استفاده از سطوح مختلف سبوس گندم، سبوس گندم تخمیری و سبوس گندم اکسترودر شده بر صفات عملکردی جوجه‌های گوشتی در جدول ۵ گزارش شده است. استفاده از سبوس گندم تخمیری در سطح ۶ درصد منجر به بهبود معنی‌دار وزن بدن در مقایسه با گروه کنترل در دوره رشد شد ($P < 0/01$). تیمار حاوی ۶ درصد سبوس گندم تخمیری در دوره رشد و کل دوره، مصرف خوراک را در مقایسه با تیمار حاوی ۶ درصد سبوس گندم بدون عمل‌آوری افزایش داد ($P < 0/05$). ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های آغازین، رشد، پایانی و کل دوره تحت تاثیر هیچ یک از تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. هیچ یک از تیمارهای آزمایشی (جدول ۶ و ۷) تاثیر معنی‌داری بر وزن نسبی لاشه، سینه، ران، بال، پشت و اجزاء داخلی (کبد، قلب، طحال، سنگدان، چربی بطنی، پانکراس، پیش‌معده، تیموس و بورس فابریسیوس) نداشتند. اثر استفاده از تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون و آنزیم‌های کبدی جوجه‌های گوشتی در جدول ۸ ارایه شده است. غلظت گلوکز سرم در تمامی تیمارهای حاوی سبوس گندم در مقایسه با گروه کنترل کاهش نشان داد ($P < 0/01$). جوجه‌های

جدول ۱: آنالیز سیوس گندم تخمیر نشده، سیوس گندم تخمیری و سیوس گندم اکستروود شده

ماده خشک %	پروتئین خام %	خاکستر %	الیاف خام %	چربی خام %
۹۰/۰۲	۱۷/۵۰	۵/۱۰	۱۱/۵۰	۲/۹۰
۹۲/۹۲	۱۹/۰۵	۵/۵۰	۱۰/۳۲	۲/۹۵
۸۸/۸۴	۱۶/۹۵	۵/۱۱	۱۱/۶۰	۲/۸۰

جدول ۲: اجزاء و آنالیز جیره‌ها در دوره استارت (درصد)

دوره آغازین (استارت)							اجزای جیره
شاهد	۱٪ سیوس	۱٪ سیوس تخمیری	۱٪ سیوس اکستروود	۲٪ سیوس	۲٪ سیوس تخمیری	۲٪ سیوس اکستروود	
۵۳/۵۴	۵۲/۴۴	۵۲/۵۳	۵۲/۴۴	۵۱/۳۴	۵۱/۵۳	۵۱/۳۴	ذرت
۱/۶۲	۱/۴۶	۱/۴۱	۱/۴۶	۱/۳	۱/۱۹	۱/۳	گلوتن ذرت
۳۸/۵	۳۸/۵	۳۸/۵	۳۸/۵	۳۸/۵	۳۸/۵	۳۸/۵	کنجاله سویا
۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	نمک
۲/۰۳	۲/۳	۲/۲۶	۲/۳	۲/۵۷	۲/۴۸	۲/۵۷	روغن
۱/۵	۱/۴۹	۱/۴۹	۱/۴۹	۱/۴۸	۱/۴۹	۱/۴۸	DCP
۱/۱۹	۱/۱۹	۱/۱۹	۱/۱۹	۱/۱۹	۱/۱۹	۱/۱۹	صدف
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	مکمل دوقلو
۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	لیزین
۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	ترئونین
۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	متیونین
۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	جوش شیرین
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	کولین
۰	۱	۱	۱	۲	۲	۲	نوع سیوس گندم
							آنالیز محاسبه شده
۸۹/۲۳	۸۹/۲۶	۸۹/۲۵	۸۹/۲۵	۸۹/۲۸	۸۹/۲۷	۸۹/۲۸	ماده خشک
۲۲/۲۴	۲۲/۲۴	۲۲/۲۴	۲۲/۲۴	۲۲/۲۴	۲۲/۲۴	۲۲/۲۴	پروتئین خام
۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	(kcal/kg) انرژی قابل متابولیسم
۲/۹۷۶	۳/۰۶۵	۳/۰۵۴	۳/۰۶۵	۳/۱۵۳	۳/۱۳۲	۳/۱۵۳	فیبر خام
۲/۸۵۱	۲/۸۳۷	۲/۸۳۷	۲/۸۳۷	۲/۸۲۳	۲/۸۲۴	۲/۸۲۳	عصاره اتری
۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸	لیزین
۰/۲۸۶	۰/۲۸۶	۰/۲۸۶	۰/۲۸۶	۰/۲۸۶	۰/۲۸۶	۰/۲۸۶	سیستین
۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱	متیونین
۰/۷۹۷	۰/۷۹۶	۰/۷۹۶	۰/۷۹۶	۰/۷۹۶	۰/۷۹۶	۰/۷۹۶	متیونین+سیستین
۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶	ترئونین
۰/۲۲۸	۰/۲۲۳	۰/۲۲۳	۰/۲۲۳	۰/۲۳۱	۰/۲۳۱	۰/۲۳۱	تریپتوفان
۱/۳۱۳	۱/۳۱۶	۱/۳۱۶	۱/۳۱۶	۱/۳۱۹	۱/۳۱۸	۱/۳۱۹	آرژنین
۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	کلسیم
۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	فسفر
۰/۲۶۴	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۸۲	۰/۲۸۲	۰/۲۸۱	پتاسیم
۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	سدیم
۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	کلر

جدول ۳. اجزاء و آنالیز جیره‌ها در دوره رشد (درصد)

اجزای جیره	دوره رشد					
	شاهد	% سبوس	% سبوس تخمیری	% سبوس اکستروژ	% سبوس	% سبوس تخمیری
ذرت	۵۷/۵۷	۵۶/۳	۵۶/۱۶	۵۶/۲۷	۵۴/۴۳	۵۴/۶۶
گلوتن ذرت	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳
کنجاله سویا	۳۵/۷۸	۳۵/۰۷	۳۴/۹۷	۳۵/۱۱	۳۴/۵۷	۳۴/۳۷
نمک	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶
روغن	۲/۶	۲/۵۷	۲/۵۵	۲/۵۷	۲/۹۳	۲/۸۹
DCP	۱/۳۵	۱/۳۶	۱/۳۶	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۳۶
صدف	۱/۰۶	۱/۰۶	۱/۰۶	۱/۰۶	۱/۰۷	۱/۰۶
مکمل معدنی	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل ویتامینه	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
لیزین	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۲۴	۰/۲۵
ترئونین	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳
متیونین	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹
جوش شیرین	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳
کولین	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
نوع سبوس گندم	۰	۲	۲	۲	۴	۲
آنالیز محاسبه شده						
ماده خشک	۸۹/۲۴	۸۹/۲۸	۸۹/۲۷	۸۹/۲۸	۸۹/۳۳	۸۹/۳۱
پروتئین خام	۲۰/۴۶	۲۰/۴۶	۲۰/۴۶	۲۰/۴۶	۲۰/۴۶	۲۰/۴۶
(kcal/kg) انرژی قابل متابولیسم	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰
فیبر خام	۲/۹۱۹	۳/۰۹۶	۳/۰۷۵	۳/۰۹۵	۳/۲۷۳	۳/۲۷۲
عصاره اتری	۲/۹۱۴	۲/۸۸۷	۲/۸۸۸	۲/۸۸۷	۲/۸۵۹	۲/۹۰۲
لیزین	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵
سیستئین	۰/۲۶۹	۰/۲۶۹	۰/۲۶۸	۰/۲۶۹	۰/۲۶۹	۰/۲۶۹
متیونین	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷
متیونین + سیستئین	۰/۷۳۹	۰/۷۳۹	۰/۷۳۸	۰/۷۳۹	۰/۷۳۸	۰/۷۳۹
ترئونین	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷
تریپتوفان	۰/۲۱	۰/۲۱۳	۰/۲۱۳	۰/۲۱۳	۰/۲۱۶	۰/۲۱۲
آرژنین	۱/۲۱۲	۱/۲۱۹	۱/۲۸	۱/۲۱۹	۱/۲۲۵	۱/۲۰۷
کلسیم	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷
فسفر	۰/۴۳۵	۰/۴۳۵	۰/۴۳۵	۰/۴۳۵	۰/۴۳۵	۰/۴۳۵
پتاسیم	۰/۲۷	۰/۲۸۸	۰/۲۸۸	۰/۲۸۷	۰/۳	۰/۳
سدیم	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
کلر	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳

جدول ۴ اجزاء و آنالیز جیره‌ها در دوره پایانی (درصد)

اجزای جیره	دوره پایانی					
	شاهد	% سبوس	% سبوس تخمیری	% سبوس اکستروود	% سبوس	% سبوس تخمیری
ذرت	۶۴/۳۶	۶۱/۳۶	۶۱/۸۱	۶۱/۴	۵۸/۴	۵۹/۱۶
کنجاله سویا	۳۰	۲۹/۳	۲۹/۰۵	۲۹/۲۸	۲۸/۶	۲۸/۱۵
نمک	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶
روغن	۱/۹۶	۲/۶۲	۲/۴۳	۲/۶	۳/۲۸	۲/۹۴
DCP	۱/۳۱	۱/۳۱	۱/۳۱	۱/۳۱	۱/۳	۱/۳۱
صدف	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳
مکمل دوقلو	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
لیزین	۰/۲۳	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۲۶
ترئونین	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۳
متیونین	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸
جوش شیرین	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳
کولین	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
نوع سبوس گندم	۰	۳	۳	۳	۶	۶
آنالیز محاسبه شده (%)						
ماده خشک	۸۹/۷۰	۸۹/۳۰	۸۹/۳۰	۸۹/۳۱	۸۹/۳۸	۸۹/۳۵
پروتئین خام	۱۸/۳۰	۱۸/۳۰	۱۸/۳۰	۱۸/۳۰	۱۸/۳۰	۱۸/۳۰
(kcal/kg) انرژی قابل متابولیسم	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
فیبر خام	۲/۸۲۸	۳/۰۷۳	۳/۰۴	۳/۰۷۳	۳/۳۱۹	۳/۲۴۵
عصاره اتری	۳/۰۱۶	۳/۰۰۳	۳/۰۱۵	3	۲/۹۹۱	۳/۰۱۲
لیزین	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳
سیستین	۰/۲۴۸	۰/۲۴۸	۰/۲۴۸	۰/۲۴۸	۰/۲۴۹	۰/۲۴۸
متیونین	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳
متیونین+سیستین	۰/۶۷۸	۰/۶۷۹	۰/۶۷۸	۰/۶۷۹	۰/۶۷۹	۰/۶۷۸
ترئونین	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹
تریپتوفان	۰/۱۸۵	۰/۱۸۷	۰/۱۸۶	۰/۱۸۷	۰/۱۸۹	۰/۱۸۷
آرژنین	۱/۰۷	۱/۰۷۴	۱/۰۶۸	۱/۰۷۴	۱/۰۷۲	۱/۰۶۱
کلسیم	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹
فسفر	۰/۳۹۵	۰/۳۹۵	۰/۳۹۵	۰/۳۹۵	۰/۳۹۵	۰/۳۹۵
پتاسیم	۰/۲۷۸	۰/۳۰۴	۰/۳۰۵	۰/۳۰۴	۰/۳۳	۰/۳۳
سدیم	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
کلر	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳

جدول ۵. تاثیر استفاده از سبوس گندم، سبوس گندم تخمیری و سبوس گندم اکسترو د بر پارامترهای عملکردی جوجه های گوشتی از سن ۱ تا ۴۲ روزگی

کنترل	سبوس گندم ٪۳	سبوس گندم تخمیری ٪۳	سبوس گندم اکسترو د ٪۳	سبوس گندم ٪۶	سبوس گندم تخمیری ٪۶	سبوس گندم اکسترو د ٪۶	SEM	P- Value
افزایش وزن (گرم/پرنده/روز)								
دوره آغازین	۱۶/۸۷	۱۷/۱۳	۱۷/۳۱	۱۷/۶۹	۱۵/۳۳	۱۹/۱۶	۱۸/۰۱	۰/۱۱۰
دوره رشد	۴۴/۷۰ ^{bc}	۴۴/۷۵ ^{bc}	۴۶/۹۸ ^b	۴۷/۸۴ ^{ab}	۳۷/۵۱ ^b	۵۵/۳۸ ^a	۵۰/۲۳ ^{ab}	۰/۰۰۷
دوره پایانی	۸۸/۶۱	۸۷/۶۹	۹۵/۴۵	۹۲/۷۸	۸۷/۶۴	۹۴/۳۲	۹۵/۵۲	۰/۵۵۶
کل دوره	۵۷/۲۸	۵۶/۸۱	۶۰/۶۹	۶۰/۱۲	۵۴/۳۶	۶۳/۷۲	۶۲/۵۳	۰/۱۱۶
مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز)								
دوره آغازین	۲۳/۳۷	۲۳/۵۶	۲۴/۱۹	۲۴/۲۳	۲۲/۲۱	۲۵/۲۸	۲۴/۴۶	۰/۱۰
دوره رشد	۶۸/۶۱ ^{ab}	۷۰/۴۲ ^{ab}	۷۰/۱۱ ^{ab}	۶۶/۹۰ ^{ab}	۶۰/۵۴ ^b	۷۶/۷۸ ^a	۷۰/۷۴ ^{ab}	۰/۰۳
دوره پایانی	۱۷۲/۴۲	۱۶۳/۹۸	۱۶۷/۷۵	۱۶۶/۵۴	۱۶۴/۹۴	۱۷۷/۲۱	۱۷۵/۱۲	۰/۰۸
کل دوره	۱۰۲/۸۶ ^{ab}	۹۹/۶۹ ^{ab}	۱۰۱/۰۲ ^{ab}	۹۹/۷۶ ^{ab}	۹۷/۲۰ ^b	۱۰۷/۹۴ ^a	۱۰۵/۳۰ ^{ab}	۰/۰۴
ضریب تبدیل خوراک (گرم مصرف خوراک/گرم افزایش وزن)								
دوره آغازین	۱/۳۹	۱/۳۸	۱/۳۹	۱/۳۷	۱/۴۶	۱/۳۲	۱/۳۷	۰/۴۷
دوره رشد	۱/۵۴	۱/۶۰	۱/۵۱	۱/۴۱	۱/۶۳	۱/۳۸	۱/۴۴	۰/۳۲
دوره پایانی	۱/۹۶	۱/۸۸	۱/۷۶	۱/۷۹	۱/۹۰	۱/۸۸	۱/۸۶	۰/۶۲
کل دوره	۱/۸۰	۱/۷۷	۱/۶۶	۱/۶۶	۱/۸۱	۱/۶۹	۱/۷۱	۰/۵۳

دوره آغازین از ۰ تا ۱۰ روز، دوره رشد از ۱۱ تا ۲۴ روز و دوره پایانی از ۲۵ تا ۴۲ روز می باشد.

حروف متفاوت در یک ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارها است ($P < ۰/۰۵$).

جدول ۶. تاثیر استفاده از سبوس گندم، سبوس گندم تخمیری و سبوس گندم اکستروود بر وزن نسبی (درصد از وزن لاشه) اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی

تیمار	بازده لاشه	سینه	ران	بال	پشت
کنترل	۶۲/۶۸	۴۱/۵۷	۲۹/۸۴	۸/۱۷	۲۰/۴۰
۳٪ سبوس گندم	۶۳/۱۸	۴۱/۰۸	۲۹/۱۰	۷/۹۲	۲۱/۹۰
۳٪ سبوس گندم تخمیری	۶۱/۷۸	۴۳/۲۳	۲۹/۶۸	۷/۵۶	۱۹/۸۱
۳٪ سبوس گندم اکستروود	۶۳/۲۸	۴۱/۹۳	۲۸/۵۲	۸/۲۵	۲۱/۲۲
سبوس گندم ۶٪	۶۱/۵۵	۳۹/۹۱	۲۹/۵۴	۸/۴۹	۲۲/۰۲
۶٪ سبوس گندم تخمیری	۵۴/۵۹	۴۰/۹۱	۲۸/۲۶	۷/۸۳	۲۱/۰۸
۶٪ سبوس گندم اکستروود	۶۴/۶۸	۴۴/۶۳	۲۷/۸۶	۷/۵۳	۱۹/۶۲
SEM	۱/۴۱	۰/۶۱	۰/۲۲	۰/۱۲	۰/۳۰
P-Value	۰/۶۱	۰/۴۸	۰/۱۰	۰/۳۵	۰/۲۱

^{b-c,a} میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

جدول ۷. تاثیر استفاده از سبوس گندم، سبوس گندم تخمیری و سبوس گندم اکستروود بر وزن نسبی (درصد از وزن زنده) اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی

تیمار	کبد	قلب	طحال	سنگدان	چربی بطنی	پانکراس	پیش معده	تیموس	بوس
کنترل	۲/۲۱	۰/۵۰	۱/۰	۵۹	۰/۴۵	۲۵	۰/۴۹	۰/۴۵	۰/۱۳
۳٪ سبوس گندم	۲/۳۳	۴۶	۲۷	۶۷	۱/۰۰	۲۴	۰/۴۴	۰/۴۳	۰/۱۵
۳٪ سبوس گندم تخمیری	۲/۱۵	۰/۴۵	۱/۲	۴۲	۱/۱۳	۲۲	۰/۴۶	۰/۳۴	۰/۱۶
۳٪ سبوس گندم اکستروود	۲/۴۱	۰/۴۱	۱/۶	۶۱	۰/۷۴	۲۱	۰/۳۸	۰/۵۰	۰/۱۹
سبوس گندم ۶٪	۲/۳۷	۰/۴۸	۱/۶	۶۰	۱/۰۷	۲۶	۰/۴۷	۰/۳۵	۰/۱۷
۶٪ سبوس گندم تخمیری	۱/۸۹	۰/۴۴	۰/۸	۲۲	۰/۷۱	۲۱	۰/۳۹	۰/۲۱	۰/۱۰
۶٪ سبوس گندم اکستروود	۲/۱۷	۰/۴۵	۱/۰	۵۲	۰/۹۳	۲۰	۰/۳۶	۰/۳۴	۱/۱۶
SEM	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱
P-Value	۰/۴۷	۸۳	۴۱	۱۸	۰/۲۳	۰/۶۵	۰/۳۴	۰/۱۷	۰/۳۲

^{b-c,a} میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

جدول ۸. تاثیر استفاده از سبوس گندم، سبوس گندم تخمیری و سبوس گندم اکستروود بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی و فعالیت آنزیم های کبدی جوجه های گوشتی در سن ۴۰ روزگی

تیمار	گلوکز (mg/dl)	تری گلیسرید (mg/dl)	کلسترول (mg/dl)	اسیداوریک (mg/dl)	آلبومین (mg/dl)	پروتئین تام (mg/dl)	آسپاراتات آمینوترانسفراز (u/l)	آلانین آمینوترانسفراز (u/l)	آلکالین فسفاتاز (u/l)
کنترل	۱۶۴/۶۷ ^a	۱۰۹/۱۷ ^c	۱۱۰/۵۰ ^e	۵/۶۳ ^e	۱/۲۱ ^e	۳/۲۲ ^f	۴۰۲/۶۷ ^e	۲۱/۲۸ ^d	۵۸۰۵/۸۳ ^{bc}
سبوس گندم ۳٪	۱۵۸/۵۰ ^b	۱۱۳/۶۷ ^b	۱۳۰/۱۷ ^c	۵/۷۸ ^d	۱/۲۶ ^d	۳/۳۴ ^e	۴۵۰/۳۳ ^d	۲۳/۱۵ ^{dc}	۵۰۶۷/۶۷ ^c
سبوس گندم تخمیری ۳٪	۱۵۳/۳۳ ^{dc}	۱۱۷/۱۷ ^a	۱۳۳/۰۰ ^c	۵/۸۹ ^{bc}	۱/۳۷ ^a	۴/۰۰ ^a	۴۷۳/۶۷ ^c	۲۵/۳۸ ^{bc}	۶۳۲۰/۸۳ ^{ab}
سبوس گندم اکستروود ۳٪	۱۵۲/۰۰ ^d	۱۱۹/۰۰ ^a	۱۳۶/۰۰ ^b	۵/۸۷ ^c	۱/۳۰ ^c	۳/۶۳ ^c	۴۸۹/۰۰ ^c	۲۶/۷۵ ^b	۶۳۷۰/۸۳ ^{ab}
سبوس گندم ۶٪	۱۵۵/۳۳ ^c	۱۱۶/۸۳ ^a	۱۳۹/۳۳ ^a	۶/۰۴ ^a	۱/۳۵ ^a	۳/۷۷ ^b	۴۸۸/۱۷ ^c	۲۶/۷۸ ^b	۶۵۱۳/۳۳ ^{ab}
سبوس گندم تخمیری ۶٪	۱۵۸/۶۷ ^b	۱۰۸/۸۳ ^c	۱۳۹/۰۰ ^a	۵/۹۷ ^{ab}	۱/۳۴ ^{ab}	۳/۵۹ ^{dc}	۵۱۵/۶۷ ^b	۳۰/۹۸ ^a	۶۹۸۱/۶۷ ^a
سبوس گندم اکستروود ۶٪	۱۶۰/۱۷ ^b	۱۰۵/۳۳ ^d	۱۲۷/۰۰ ^d	۵/۸۹ ^{bc}	۱/۳۲ ^{bc}	۳/۵۵ ^d	۵۵۲/۶۷ ^a	۳۰/۰۵ ^a	۶۴۵۹/۱۷ ^{ab}
SEM	۰/۷۰۱	۰/۸۰۹	۱/۴۸۶	۰/۰۲۲	۰/۰۰۹	۰/۰۳۸	۷/۳۰۴	۰/۵۷۵	۱۵۳/۳۹۵
P-Value	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۲

^{b-c,a} میانگین های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P<۰/۰۵).

جدول ۹. تاثیر استفاده از سبوس گندم، سبوس گندم تخمیری و سبوس گندم اکستروود بر پاسخ ایمنی همورال جوجه های گوشتی

تیمار	۳۲ روزگی			۴۲ روزگی		
	Total Ig(log2)	IgG(log2)	IgM(log2)	Total Ig(log2)	IgG(log2)	IgM(log2)
کنترل	۱/۵۰	۱/۶۷	۳/۱۷	۱/۵۰	۱/۶۶	۳/۱۷
سبوس گندم ۳٪	۱/۵۰	۱/۸۳	۳/۳۳	۱/۵۰	۱/۸۳	۳/۳۳
سبوس گندم تخمیری ۳٪	۱/۸۳	۱/۶۶	۳/۵۰	۱/۸۳	۱/۶۶	۳/۵۰
سبوس گندم اکستروود ۳٪	۱/۵۰	۱/۵۰	۳/۰۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۳/۰۰
سبوس گندم ۶٪	۱/۸۳	۱/۳۳	۳/۱۶	۱/۸۳	۱/۳۳	۳/۱۷
سبوس گندم تخمیری ۶٪	۲/۰۰	۰/۸۳	۲/۸۳	۲/۰۰	۰/۸۳	۲/۸۳
سبوس گندم اکستروود ۶٪	۲/۰۰	۲/۱۷	۴/۱۷	۲/۰۰	۲/۱۷	۴/۱۷
SEM	۰/۱۰۸	۰/۱۳۳	۰/۱۹۴	۰/۱۰۸	۰/۱۳۳	۰/۱۹۴
P-Value	۰/۳	۰/۲۶	۰/۵۱	۰/۳	۰/۲۶	۰/۵۱

^{b-c,a} میانگین های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P<۰/۰۵).

جدول ۱۰. تاثیر استفاده از سبوس گندم، سبوس گندم تخمیری و سبوس گندم اکستروود بر پارامترهای هیستومورفولوژی ژژنوم جوجه های گوشتی

تیمار	ارتفاع پرز (μm)	عرض پرز (μm)	عمق کریپت (μm)	ارتفاع پرز/ عمق کریپت
کنترل	۹۵۹/۶۶ ^a	۱۹۹/۶۲ ^a	۱۷۱/۸۰ ^a	۵/۷۳ ^{bc}
سبوس گندم ۳٪	۸۸۰/۱۶ ^a	۱۴۳/۹۹ ^{bc}	۱۳۰/۳۶ ^{ab}	۶/۹۷ ^{abc}
سبوس گندم تخمیری ۳٪	۷۹۶/۶۵ ^{ab}	۱۱۴/۴۳ ^c	۹۴/۷۹ ^b	۹/۲۵ ^a
سبوس گندم اکستروود ۳٪	۹۴۳/۶۷ ^a	۱۶۵/۵۱ ^{ab}	۱۳۷/۸۹ ^{ab}	۷/۲۰ ^a
سبوس گندم ۶٪	۶۰۵/۷۹ ^b	۱۲۶/۰۰ ^{bc}	۱۳۵/۴۳ ^{ab}	۴/۹۱ ^{abc}
سبوس گندم تخمیری ۶٪	۹۷۲/۴۰ ^a	۱۲۳/۶۶ ^{bc}	۱۱۷/۰۰ ^b	۸/۳۵ ^{ab}
سبوس گندم اکستروود ۶٪	۸۱۴/۸۸ ^{ab}	۱۲۳/۶۶ ^c	۱۲۸/۷۸ ^{ab}	۴/۴۹ ^{bc}
SEM	۳۵/۰۸	۷/۱۳۹	۶/۳۷۸	۰/۳۹۰
P-Value	۰/۰۵۵	۰/۰۲	۰/۰۲۵	۰/۰۴

^{a-b-c} میانگین های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P<۰/۰۵).

بحث

در آزمایش حاضر، افزایش وزن بدن پرندگان در دوره رشد تحت تاثیر سبوس گندم تخمیری ۶ درصد نسبت به گروه شاهد قرار گرفت. Zhang و همکاران (۲۰۲۲) افزایش وزن بالاتر را در جوجه های گوشتی تغذیه شده با جو و گندم تخمیر شده را در مقایسه با جیره شاهد گزارش کردند، بهبود در ارزش غذایی و قابلیت هضم از طریق تجزیه پلی ساکاریدهای غیرنشاسته ای محلول در طی تخمیر، عامل اصلی موثر در بهبود عملکرد جوجه های گوشتی است. در تحقیق Chuang و همکاران (۲۰۲۱)، جوجه های گوشتی تغذیه شده با ۱۰ درصد سبوس گندم تخمیری در مرحله آغازین، افزایش وزن بیشتر و ضریب تبدیل خوراک کمتر در مقایسه با گروه کنترل نشان دادند. این نتایج ممکن است به این دلیل باشد که محتوای الیف جیره های بیشتر در گروه ۱۰ درصد سبوس گندم تخمیری می تواند حمایت بیشتری از میکروبیوتای مفید روده نماید.

Belal و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که افزودن ۱۰ درصد سبوس گندم تخمیری در حالت جامد، باعث افزایش معنی دار مصرف خوراک شد که دلیل آن به خوش خوراکی بیشتر خوراک تخمیری نسبت داده شد. نتایج مطالعه Taheri و همکاران

(۲۰۱۶) نشان داد افزودن سبوس گندم به جیره های مبتنی بر جو تاثیری در مصرف خوراک جوجه های گوشتی ندارد. Donkoh و همکاران گزارش دادند (۱۹۹۹) که میانگین وزن جوجه ها در سن ۳ هفتگی برای پرندگانی که با تیمارهای ۱۵۰، ۲۵۰، ۳۵۰ و ۴۵۰ گرم در کیلوگرم سبوس گندم پرورش یافته بودند، مشابه بود. با این حال، تفاوت معنی داری در افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در طول دوره ۳-۸ هفتگی مشاهده شد. پرندگان با تیمار حاوی ۱۵۰ گرم در کیلوگرم سبوس گندم، بیشترین افزایش وزن را داشتند و تاثیر آن بر مصرف خوراک در مقایسه با سایر تیمارها بیشتر بود.

بر خلاف نتایج آزمایش حاضر در مطالعه Teng و همکاران (۲۰۱۷) گنجانیدن سبوس گندم تخمیر شده در حالت جامد با ساکارومایسس سرویزیه^۶ به تنهایی و همراه با باسیلوس آمیلولیکوئیفیشنز^۷ باعث بهبود عملکرد رشد و ضریب تبدیل خوراک جوجه های گوشتی نسبت به گروه شاهد شد. Chen و همکاران (۲۰۰۹) گزارش دادند که جیره تخمیر شده با ۱۰^۶ cfu ساکارومایسس سرویزیه و باسیلوس سوبتیلیس تفاوت معنی داری بر روی ضریب تبدیل خوراک جوجه های گوشتی نداشت، که

⁶ *Saccharomyces cerevisiae*

⁷ *Bacillus amyloliquefaciens*

با گروه شاهد، سطح تری گلیسرید سرم را کاهش داد. در مطالعه (Paul و همکاران، ۲۰۲۳) پرندگان تغذیه شده با سبوس گندم در روز ۴۲، غلظت سرمی لیپوپروتئین باچگالی کم، کلسترول و تری گلیسرید کمتری داشتند. در مطالعه Teng و همکاران (۲۰۱۷) نشان داده شد که در تیمارهای با ۱۰ درصد سبوس گندم تخمیر شده با باسیلوس آمیلولیکوئیفیشنز، ساکارومایسس سرویزیه و ۱۰ درصد سبوس گندم تخمیر شده با مخلوط ساکارومایسس+باسیلوس تمایل به کاهش کلسترول سرم در مقایسه با تیمار شاهد وجود داشت. کلسترول در دستگاه گوارش حیوانات می تواند در غشای سلولی لاکتوباسیل ها نفوذ کند. بخش الیافی سبوس گندم می تواند توسط باکتری های لاکتوباسیلوس مورد استفاده قرار گرفته، جمعیت باکتری های لاکتوباسیلوس روده را افزایش و در نتیجه کلسترول سرم را در جوجه های گوشتی کاهش دهد.

سطح گلوکز در تمامی تیمارهای آزمایشی حاوی سبوس در مقایسه با تیمار شاهد کاهش داشت. Paul و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند که غلظت گلوکز خون در روزهای ۲۸ و ۴۲ پرورش در تیمارهای دریافت کننده سبوس گندم تخمیری بیش تر بود که بر خلاف نتایج تحقیق حاضر است.

در تایید نتایج مطالعه حاضر، Li و همکاران (۲۰۱۹) بیان داشتند که سطوح سرمی پروتئین تام و آلبومین در گروه دریافت کننده سبوس گندم تخمیری به طور معنی داری افزایش یافت. همچنین An و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند که در مقایسه با گروه شاهد تیمارهای دریافت کننده سبوس گندم تخمیر شده در حالت جامد و غوطه ور در سطح ۷ درصدی به طور معنی داری سطوح سرمی پروتئین کل و گلوبولین را در روز ۲۱ افزایش دادند.

در مطالعه حاضر، غلظت سرمی اسید اوریک جیره های حاوی سبوس گندم در مقایسه با شاهد افزایش معنی داری داشت ($P < 0.01$). سطح آنزیم های کبدی یک پارامتر شاخص برای سطح فعالیت کبد است (Cheesborough، ۱۹۹۱). در این مطالعه همه گروه های آزمایشی حاوی سبوس گندم، به جز سبوس گندم ۳ درصد در رابطه با سطح آلانین آمینوترانسفراز، سطح

با آزمایش ما هم خوانی داشت.

Teng و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که تخمیر سبوس گندم در دسترس بودن مواد مغذی آن را بهبود می بخشد و باعث عملکرد بهتر رشد می شود. کاربرد سبوس گندم در سطح ۱۲ درصد در مقایسه با جیره ذرت و جو مکمل شده با آنزیم تاثیری بر ضریب تبدیل خوراک نداشت.

در این مطالعه هیچ یک از تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی داری بر وزن نسبی اندام های داخلی نداشتند. در مطابقت با نتایج این تحقیق، مطالعه Martínez و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که گنجاندن سطوح مختلف سبوس گندم در جیره غذایی پولات های تخمگذار (۱۶ هفته) هیچ تاثیری بر وزن نسبی اندام های ایمنی، اندام های گوارشی و امعاء واحشاء، یا روی طول نسبی روده کوچک و سکوم نداشت. (González-Alvarado و همکاران، ۲۰۰۸) گزارش کردند که با افزودن منابع فیبر مختلف به جیره جوجه های گوشتی، وزن نسبی بالاتری از اندام های گوارشی و ضمیمه مشاهده شد. (Viveros و همکاران، ۱۹۹۴ Eastwood و همکاران، ۱۹۹۲) نیز گزارش نمودند که افزایش سطوح مختلف فیبر در جیره غذایی ممکن است طول سکوم را به دلیل ماندگاری طولانی تر خوراک در این بخش افزایش دهد. هم چنین (Rodríguez و همکاران، ۲۰۰۶؛ González Alvarado و همکاران، ۲۰۰۷) هیچ تغییری در وزن نسبی طحال در پولات های تخمگذار و جوجه های گوشتی تغذیه شده با منابع مختلف فیبر مشاهده نکردند.

گزارش شده است جیره های حاوی غلات تخمیری تغذیه شده به جوجه های گوشتی، وزن لاشه بیشتری نسبت به جوجه هایی که با غلات تخمیر نشده تغذیه شده بودند، تولید کردند (Paul و همکاران، ۲۰۲۳).

فراسنجه های بیوشیمیایی خون

در این مطالعه در سرم خون پرندگان دریافت کننده سبوس گندم ۳ درصد، ۶ درصد و سبوس گندم تخمیری ۳ درصد میزان تری-گلیسرید بیشتری در مقایسه با گروه شاهد مشاهده شد. در حالیکه پرندگان دریافت کننده سبوس گندم اکستروود ۶ درصد در مقایسه

است، که می تواند به دلیل افزایش جمعیت باکتری های لاکتوباسیل باشد. به کار بردن ۱۰ درصد سبوس گندم تخمیر شده با ساکارومایسس سرویزیه به طور معنی داری ارتفاع پرزهای روده ای را افزایش داد که ممکن است با مخمر ساکارومایسس سرویزیه مرتبط باشد. مطالعات قبلی نشان داده است که استفاده از مخمر یا دیواره سلولی مخمر، مورفولوژی روده را بهبود می بخشد. دیواره سلولی ساکارومایسس سرویزیه که حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد وزن سلول را شامل می شود، غالباً متشکل از مانان الیگوساکارید و بتاگلوکان است. این ترکیبات ممکن است از اتصال باکتری های بیماری زا به پرز جلوگیری کرده و از مخاط در برابر مواد سمی محافظت کنند (Teng و همکاران، ۲۰۱۷). Li و همکاران (۲۰۱۹) اظهار داشتند که احتمالاً ترکیبات زیست فعال موجود در سبوس گندم تخمیر شده یکپارچگی روده را بهبود می بخشد و بنابراین هضم و جذب پروتئین را افزایش می دهد.

در این پژوهش پس از تخمیر سبوس گندم فیبر خام ۱/۱۸٪ کاهش یافت و مقدار پروتئین خام ۱/۵۵٪ افزایش یافت که با نتیجه پژوهش Jishan و همکاران (۲۰۲۲) همسو بود، آنان اظهار کردند کاهش محتوای فیبر خام ممکن است مربوط به سلولاز حاصل از باکتری های پروبیوتیک در طول تخمیر باشد، علاوه بر این، افزایش محتوای پروتئین خام احتمالاً به دلیل اثر غلظت مواد تخمیر شده به قیمت از دست دادن کربوهیدرات ها در فرآیند تخمیر میکروبی بوده است (Zhang et al., 2022). همچنین Omwango و همکاران (۲۰۱۳) گزارش دادند تخمیر، پروتئین خام را افزایش داد، در حالی که همزمان محتوای فیبر خام را کاهش داد.

پس از اکستروژن کردن سبوس گندم پروتئین خام ۰/۵۵٪ کاهش یافت اما فیبر خام تغییر خاصی نداشت، Li و همکاران (۲۰۲۳) اظهار داشتند پس از اکستروژن، تفاوت معنی داری در میزان کل فیبر و پروتئین مشاهده نشد. برخی از محققان پیشنهاد کردند که محتوای بدون تغییر کل فیبر جیره ای عمدتاً به تشکیل نشاسته مقاوم همزمان با تخریب فیبر غذایی نسبت داده می شود (Andesson و همکاران ۲۰۱۷).

آلانین آمینوترانسفراز و آسپارات آمینوترانسفراز را در مقایسه با شاهد افزایش دادند ($P < 0/01$) که می تواند نشان دهنده افزایش فعالیت کبدی باشد. در مطالعه Semjon و همکاران (۲۰۲۰) غلظت کمتر آلکالین فسفاتاز و کلسیم و غلظت بیشتر تری-گلیسیرید در سرم خون پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ درصد سبوس گندم تخمیر شده گزارش شد.

در آزمایش حاضر هیچ یک از تیمارهای آزمایش تاثیر معنی داری بر سطح سرمی ایمونوگلوبین های M، G و توتال نداشتند ($P \geq 0/05$). اما یافته های مطالعه Wang و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که گنجاندن پلی ساکاریدهای سبوس گندم تخمیری در جیره جوجه های گوشتی منجر به افزایش غلظت سرمی ایمونوگلوبولین M (IgM) شد. هم چنین نتایج مطالعه He و همکاران (۲۰۲۱) در خوک های تغذیه شده با سبوس گندم تخمیر شده، نشان داد که سطوح IgG و IgM به طور معنی داری افزایش یافتند.

در روده کوچک، ارتفاع پرزهای بلندتر و عمق کریپت کم تر می تواند سطح بزرگ تری را برای هضم و جذب مواد مغذی فراهم کند (Teng و همکاران، ۲۰۱۷؛ Baurhoo و همکاران، ۲۰۰۷؛ Chu و همکاران، ۲۰۱۷). در این تحقیق نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در ژژنوم در پرندگان که سبوس گندم تخمیری و سبوس گندم اکستروژن در سطح ۳ درصد دریافت کردند، افزایش یافت. نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت یک معیار مفید برای تخمین ظرفیت جذب روده کوچک است. این اثرات مثبت، احتمالاً مربوط به اثرات مفید فیبر جیره بر ترکیب میکروبیوتای روده و متابولیت های مرتبط است (Dražbo و همکاران، ۲۰۱۸). نسبت بین ارتفاع پرز به عمق کریپت به عنوان شاخصی برای تخمین ظرفیت جذب روده کوچک پذیرفته شده است (Mateos و همکاران، ۲۰۱۲). میانگین بالاتر این نسبت نشان دهنده بهبود عملکرد و بلوغ بهتر روده است (Baurhoo و همکاران، ۲۰۰۷).

Chuang و همکاران (۲۰۲۱) در آزمایشی که با گنجاندن سبوس گندم در جیره جوجه های گوشتی انجام دادند، گزارش کردند که محتوای فیبر به طور مثبت با ارتفاع پرز در ژژنوم مرتبط

نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که به کاربردن سبوس گندم تا سطح ۶ درصد بصورت فراوری شده و غیر فراوری شده تاثیر منفی بر عملکرد جوجه های گوشتی و ویژگی های لاشه ندارد، هر چند که وزن بدن در پرندگانی که با سبوس گندم تخمیری (۶ درصد) تغذیه شدند در دوره رشد بهبود یافت. نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت که نشان دهنده سطح جذب است در تیمارهای سبوس گندم اکستروود و تخمیری در سطح ۳ درصد، بهبود یافت. البته افزایش در سطح آنزیمهای کبدی در پرندگانی که سطوح مختلف سبوس گندم فراوری شده و فراوری نشده دریافت کردند مشاهده شد که نیاز به بررسی بیشتر دارد با توجه به نتایج بدست آمده در آزمایش استفاده از سبوس گندم تخمیری و اکستروود شده در سطح ۳٪ توجیه اقتصادی دارد.

در مورد بحث اقتصادی جیره حاوی سبوس گندم تخمیر شده ۴۹۰ ریال از کنترل گرانتر و سبوس اکستروود شده ۳۹۱۰ ریال از کنترل ارزانتر بود و در سطح ۶٪ جیره حاوی سبوس گندم تخمیری ۴۴۵۰ ریال از کنترل بالاتر و جیره حاوی سبوس اکستروود شده ۳۶۱۰ ریال از کنترل ارزانتر بود، افزایش قیمت جیره با سبوس گندم تخمیری نامحسوس است، همچنین در این دوره با استفاده از سبوس گندم اکستروود شده کاهش قیمت داشته ایم و با توجه به این مسئله که بیشترین مصرف خوراک در دوره پایانی می باشد، بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده در آزمایش استفاده از سبوس گندم تخمیری و اکستروود شده در سطح ۳٪ توجیه اقتصادی دارد.

منابع

- An, J., Shi, J., Liu, K., Li, A., He, B., Wang, Y., and He, J. (2022). Effects of solid-state fermented wheat bran on growth performance, immune function, intestinal morphology and microflora in lipopolysaccharide-challenged broiler chickens. *Animals*, 12(9): 1100. DOI:10.3390/ani12091100
- Andersson, A. A. M., Andersson, R., Jonsäll, A., Andersson, J. and Fredriksson, H. (2017) Effect of different extrusion parameters on dietary fiber in wheat bran and rye bran. *Journal of Food Science*. 82: 1344–1350. DOI: 10.1111/1750-3841.13741
- Ari M.M., Ayanwale, B.A., Adama, T.Z., Olatunji E.A. (2012). Effects of diets containing alkali-treated Soybeans on performance traits, nutrient digestibility and cost benefits of broiler chickens. *Nigerian Journal of Animal Production* 39: 125–134. DOI: 10.51791/njap. v39i2.745
- Baurhoo, B., Phillip, L., and Ruiz-Feria, C. A. (2007). Effects of purified lignin and mannan oligosaccharides on intestinal integrity and microbial populations in the ceca and litter of broiler chickens. *Poultry Science*, 86(6), 1070-1078. DOI: 10.1093/ps/86.6.1070
- Belal, E. (2017). Assessment of the performance of chicks fed with wheat bran solid fermented by *Trichoderma longibrachiatum* (SF1). *Journal of Sustainable Agricultural Sciences*, 43(2), 115-126. Doi: 10.21608/jsas.2017.1162.1008
- Cheesborough M. Tropical health technology and Butterworth scientific limited Cambridge; Edinburgh, England: (1991). *Medical Laboratory Manual for Tropical Countries 2nd Edition*. 358-361.
- Chen, K. L., Kho, W. L., You, S. H., Yeh, R. H., Tang, S. W., and Hsieh, C. W. (2009). Effects of *Bacillus subtilis* var. natto and *Saccharomyces cerevisiae* mixed fermented feed on the enhanced growth performance of broilers. *Poultry Science*, 88(2): 309-315. DOI: 10.3382/PS.2008-00224
- Choct, M., Dersjant-Li, Y., McLeish, J., and Peisker, M. (2010). Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: a review of digestion, nutritive and anti-nutritive effects in pigs and poultry. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(10): 1386-1398. DOI:10.5713/ajas.2010.90222
- Choton, S., Gupta, N., Bandral, J. D., Anjum, N., and Choudary, A. (2020). Extrusion technology and its application in food processing: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 9(2): 162-168. DOI: 10.22271/tpi.2020.v9.i2d.4367
- Chu, Y. T., Lo, C. T., Chang, S. C., and Lee, T. T. (2017). Effects of *Trichoderma* fermented wheat bran on growth performance, intestinal

- morphology and histological findings in broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*. 16(1): 82-92. DOI: 10.1080/1828051X.2016.1241133
- Chuang, W. Y., Hsieh, Y. C., and Lee, T. T. (2020). The effects of fungal feed additives in animals: A review. *Animals*. 10(5): 805. DOI: org/10.3390/ani10050805
- Chuang, W. Y., Lin, L. J., Hsieh, Y. C., Chang, S. C., and Lee, T. T. (2021). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* and phytase co-fermentation of wheat bran on growth, antioxidation, immunity and intestinal morphology in broilers. *Animal Bioscience*. 34(7): 1157. DOI: DOI: 10.5713/ajas.20.0399
- Donkoh, A., Atuahene, C. C., and Dzineku, M. (1999). Growth response of broiler chickens to finisher diets containing high amounts of wheat bran. *Ghana Journal of Agricultural Science*. 32(2): 213-219. DOI: 10.4314/gjas.v32i2.1904
- Dražbo, A., Ognik, K., Zaworska, A., Ferenc, K., and Jankowski, J. (2018). The effect of raw and fermented rapeseed cake on the metabolic parameters, immune status, and intestinal morphology of turkeys. *Poultry Science*. 97(11): 3910-3920. DOI: 10.3382/ps/pey250.
- Eastwood, M. A. (1992). The physiological effect of dietary fiber: an update. DOI: 10.1146/annurev.nu.12.070192.000315.
- González-Alvarado, J. M., Jiménez-Moreno, E., Lázaro, R., and Mateos, G. G. (2007). Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. *Poultry Science*. 86(8): 1705-1715. DOI: 10.1093/ps/86.8.1705.
- González-Alvarado, J. M., Jiménez-Moreno, E., Valencia, D. G., Lázaro, R., and Mateos, G. G. (2008). Effects of fiber source and heat processing of the cereal on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers fed diets based on corn or rice. *Poultry Science*. 87(9): 1779-1795. DOI: 10.3382/ps.2008-00070.
- Gonzalez-oritz, G., and Olukosi, O.A. (2024). Interaction of wheat bran particle size and stimbiotic supplementation on growth performance and gut health parameters in broilers. *Animals*. 14(18):2685. DOI: org/10.3390/ani14182685.
- He, W., Gao, Y., Guo, Z., Yang, Z., Wang, X., Liu, H., sun, H. and Shi, B. (2021). Effects of fermented wheat bran and yeast culture on growth performance, immunity, and intestinal microflora in growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*. 99(11): skab308. DOI: 10.1093/jas/skab308.
- Hemery, Y., Rouau, X., Lullien-Pellerin, V., Barron, C., and Abecassis, J. (2007). Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality. *Journal of Cereal Science*. 46(3): 327-347. DOI:10.1016/j.jcs.2007.09.008.
- Idan, F., Paulk, C.B., Pokoo-Aikins, A. and Stark, C.R., (2023). Growth performance, intestinal morphometry, and blood serum parameters of broiler chickens fed diets containing increasing levels of wheat bran with or without exogenous multi-enzyme supplementation during the grower and finisher phases. *Livestock Science*. 275: 105296. DOI: org/10.1016/j.livsci.2023.105296.
- Katina, K., Juvonen, R., Laitila, A., and Flander, L. (2012). Fermented wheat bran as a functional ingredient in baking. *Cereal Chemistry*. 89(2): 126-134. DOI:10.1094/CCHEM-08-11-0106.
- Kim, K. H., Tsao, R., Yang, R. and Cui, S. W. 2006. Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. *Food Chemistry*. 95: 466-473. DOI: org/10.1016/j.foodchem.2005.01.032
- Knudsen, K. E. B. (2014). Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets. *Poultry Science*. 93: 2380-2393. DOI: .org/10.3382/ps.2014-03902.
- Li, B., Schroyen, M., Leblois, J., Beckers, Y., Bindelle, J., and Everaert, N. (2019). The use of inulin and wheat bran only during the starter period or during the entire rearing life of broilers: effects on growth performance, small intestinal maturation, and cecal microbial colonization until slaughter age. *Poultry Science*. 98(9): 4058-4065. DOI:10.3382/ps/pez088.
- Li, R., Wang, C., Wang, Y., Xie, X., Sui, W., Liu, R., Wu, T. and Zhang, M. (2023). Extrusion Modification of Wheat Bran and Its Effects on Structural and Rheological Properties of Wheat Flour Dough. *Foods*. 12(9): 1813. DOI: org/10.3390/foods12091813.

- Lichovnikova, M., L. Zeman, S. Kracmar. and D. Klecker. (2004). The effect of the extrusion process on the digestibility of feed given to laying hens. *Animal Feed Science and Technology*. 116: 313-318. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2004.07.018.
- Logié, N., Della Valle, G., Rolland-Sabaté, A., Descamps, N. and Soulestin, J. (2018). How does temperature govern mechanisms of starch changes during extrusion? *Carbohydrate Polymers*. 184: 57-65. DOI: 10.1016/j.carbpol.2017.12.040.
- Martínez, Y., Carrión, Y., Rodríguez, R., Valdivié, M., Olmo, C., Betancur, C., ... and Duraipandiyar, V. (2015). Growth performance, organ weights and some blood parameters of replacement laying pullets fed with increasing levels of wheat bran. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 17(3): 347-354. DOI: 10.1590/1516-635X1703347-354.
- Mateos, G. G., Jiménez-Moreno, E., Serrano, M. P., and Lázaro, R. P. (2012). Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *Journal of Applied Poultry Research*. 21(1): 156-174. DOI:10.3382/japr.2011-00477.
- Meng, X., B.A. Slominski, C.M. Nyachoti, L.D. Campbell, and W. Guenter. (2005). Degradation of cell wall polysaccharides by combinations of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. *International Journal of Poultry Science*. 84: 37-47. DOI: 10.1093/ps/84.1.37.
- Menis-Henrique, M.E.C., Scarton, M., Piran, M.V.F. and Clerici, M.T.P.S. (2020). Cereal fiber: Extrusion modifications for food industry. *Current Opinion in Food Science*. 33: 141-148. DOI: 10.1016/j.cofs.2020.05.001.
- Milani, E., Pourazarang, H., and Mortazavi, S. A. (2009). Effect of rice bran addition on dough rheology and textural properties of Barbary bread. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*. 6(20): 23-31.
- Moritz, J.S., A.S. Parsons, N.P. Buchanan, W.B. Calvacanti, K.R. Cramer and R.s. Beyer. (2005). Effect of gelatinizing dietary starch through feed processing on zero-to-three weeks' broiler performance and metabolism. *Journal Applied Poultry Research*. 14: 47-54. DOI: 10.1093/japr/14.1.47
- Munns, P.L. and Lamont, S. J., (1991). Research note: Effects of age and immunization interval on the anamnestic response to T-cell-dependent and T-cell-independent antigens in chickens. *Poultry Science*. 70: 2371-2374.
- Nelson, N. A., Lakshmanan, N., and Lamont, S. J. (1995). Sheep red blood cell and Brucella abortus antibody responses in chickens selected for multitrait immunocompetence. *Poultry Science*. 74(10): 1603-1609. DOI: 10.3382/ps.0741603
- Offiah, V., Kontogiorgos, V. and Falade, K.O. (2019). Extrusion processing of raw food materials and by-products: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 59: 2979-2998. DOI: 10.1080/10408398.2018.1480007
- Olukomaiya, O., Fernando, C., Mereddy, R., Li, X., and Sultanbawa, Y. (2019). Solid-state fermented plant protein sources in the diets of broiler chickens: A review. *Animal Nutrition*. 5(4): 319-330. DOI: 10.1016/j.aninu.2019.05.005
- Omwango, E. O., Njagi, E. N. M., Orinda, G. O., and Wanjau, R. N. (2013). Nutrient enrichment of pineapple waste using *Aspergillus niger* and *Trichoderma viride* by solid state fermentation. *African Journal of Biotechnology*. 12: 6193-6196. DOI: 10.5897/AJB2013.12992
- Paul, A., Samanta, A. K., Das, B. K., Debbarmma, G., Paul, S., and Datta, M. (2023). Effects of fermented wheat bran on blood biochemical parameters and carcass characteristics of broiler birds. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*. 14(5): 780-788. DOI: 10.23910/1.2023.3382
- Rahman, M.A.U., A. Rehman, X. Chuanqi, Z.Z. long, C. Binghai, J. Linbao & S. Huawei. (2015). Extrusion of feed/feed ingredients and its effect on digestibility and performance of poultry. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 4: 48-61. https://www.researchgate.net/publication/274894715_Extrusion_of_FeedFeed_Ingredients_and_Its_Effect_on_Digestibility_and_Performance_of_Poultry_A_Review.
- Rodríguez, R., Martínez, M., Valdivié, M., Cisneros, M., Cardenas, M., and Sarduy, L. (2006). Morphometry of the gastrointestinal tract and its accessory organs in laying hens fed feedstuffs containing proteinic sugarcane meal. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 40(3): 343. https://www.researchgate.net/publication/289110192_Morphometry_of_the_gastrointestinal_tract_and_its_accessory_organs_in_laying_hens_fed

- _feedstuffs_containing_proteinic_sugarcane_meal .Semjon, B., Bartkovský, M., Marcinčáková, D., Klempová, T., Bujňák, L., Hudák, M., et al. (2020). Effect of solid-state fermented wheat bran supplemented with agrimony extract on growth performance, fatty acid profile, and meat quality of broiler chickens. *Animals*. 10(6): 942. DOI: 10.3390/ani10060942.
- Shang, Q., Wu, D., Liu, H., Mahfuz, S. and Piao, X. 2020. The impact of wheat bran on the morphology and physiology of the gastrointestinal tract in broiler chickens. *Animals*. 10: 1-12. DOI: org/10.3390/ani10101831.
- Smits, C. H. M. and Annison, G. (1996). Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition – towards a physiologically valid approach to their determination. *Worlds Poultry Science Journal*. 52: 203-221. DOI: org/10.1079/WPS19960016.
- Stevenson, L. E. O., Phillips, F., O'sullivan, K., & Walton, J. (2012). Wheat bran: its composition and benefits to health, a European perspective. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(8): 1001-1013. DOI: 10.3109/09637486.2012.687366
- Taheri, H. R., Tanha, N., and Shahir, M. H. (2016). Effect of wheat bran inclusion in barley-based diet on villus morphology of jejunum, serum cholesterol, abdominal fat and growth performance of broiler chickens. *Journal of Livestock Science and Technologies*. 4(1): 9-16. https://www.researchgate.net/publication/311617091_Effect_of_wheat_bran_inclusion_in_barley
- Tejeda, O.J. and Kim, W. K. (2021). Effects of fiber type, particle size, and inclusion level on the growth performance, digestive organ growth, intestinal morphology, intestinal viscosity, and gene expression of broilers. *Poultry Science*. 100: 101397. DOI: org/10.1016/j.psj.2021.101397.
- Teng, P. Y., Chang, C. L., Huang, C. M., Chang, S. C., and Lee, T. T. (2017). Effects of solid-state fermented wheat bran by *Bacillus amyloliquefaciens* and *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance and intestinal microbiota in broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 16(4): 552-562. DOI: 10.1080/1828051X.2017.1299597
- Viveros, A., Brenes, A., Pizarro, M., and Castaño, M. (1994). Effect of enzyme supplementation of a diet based on barley, and autoclave treatment, on apparent digestibility, growth performance and gut morphology of broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 48(3-4): 237-251. DOI: 10.1016/0377-8401(94)90175-9
- Wang, R. F., Wang, Y., An, X. P., Ji, X., Du, J., Hu, Y. C., ... and Qi, J. W. (2022). Effects of biomacromolecules on growth, digestibility, digestive enzyme activity, antioxidation, and immunity in broilers. *South African Journal of Animal Science*. 52(4): 539-551. DOI: 10.4314/sajas.v52i4.14
- Wang, Y., He, B., Liu, K., Shi, J., Li, A., Cheng, J., et al (2022). Effects of long-term dietary supplementation of fermented wheat bran on immune performance and inflammatory response in laying hens. *Food and Agricultural Immunology*. 33(1): 150-166. DOI: 10.1080/09540105.2021.2025346
- Zhang, A. R., Wei, M., Yan, L., Zhou, G. L., Li, Y., Wang, H. M., et al. (2022). Effects of feeding solid-state fermented wheat bran on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science*. 101(1): 101402. DOI: 10.1016/j.psj.2021.101402.
- Zhao, H. M., Guo, X. N., and Zhu, K. X. (2017). Impact of solid state fermentation on nutritional, physical and flavor properties of wheat bran. *Food Chemistry*, 217: 28-36. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.08.062.