نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۴۵، زمستان ۱۴۰۳
ص‌ص: ۲۹~۴۶

تاثیر گندم تقطیری در خوراک با یا بدون آنزیم بر عملکرد، قابلیت هضم ایلئومی و ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی

- **بردیا گوران[۱]، کاوه جعفری خورشیدی*[۲]، شهاب الدین قره ویسی[۲]**

۱- دانشجوی دکتری تخصصی تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران.
۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران.

تاریخ دریافت : آبان ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش : بهمن ۱۴۰۲

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۱۲۶۵۲۷۰
Email: Kaveh.Khorshidi@gmail.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ ASJ.2024.363983.2354

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی استفاده از سطوح مختلف گندم تقطیری در خوراک با یا بدون آنزیم بر عملکرد، ریخت‌شناسی روده و قابلیت هضم ایلئومی ماده خشک و پروتئین خام جوجه‌های گوشتی انجام شد. بدین منظور از تعداد ۳۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر و ماده یک روزه سویه راس ۳۰۸ با میانگین وزن یک روزگی ۰/۳۱±۴۲/۱۸ گرم استفاده شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل ۳×۲ در قالب طرح کاملا تصادفی با ٦ تیمار و ٥ تکرار اجرا شد. جیره‌های آزمایشی شامل سه سطح گندم تقطیری (صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد) با و بدون آنزیم آپسازایم (۱۲۵ گرم درتن) بودند. نتایج نشان داد که استفاده از سطح ۲۰ درصد گندم تقطیری مصرف خوراک دوره پایانی و میانگین کل دوره را نسبت به تیمار شاهد کاهش داد (P<۰/۰۵). استفاده از سطح ۲۰ درصد گندم تقطیری افزایش وزن بدن را نسبت به تیمار ۱۰ درصد گندم تقطیری کاهش داد (P<۰/۰۵). استفاده از ۱۰ و ۲۰ درصد گندم تقطیری در جیره جوجه‌های گوشتی باعث کاهش قابلیت هضم ماده خشک نسبت به تیمار بدون گندم تقطیری شد. همچنین سطح ۲۰ درصد گندم تقطیری قابلیت هضم پروتئین خام نسبت به سطح ۱۰ درصد کاهش داد. استفاده از آنزیم نیز قابلیت هضم پروتئین خام را به طور معنی‌داری افزایش داد (P<۰/۰۵). همچنین جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۲۰ درصد گندم تقطیری ارتفاع پرز کمتر و عمق کریپت بیشتری نسبت به تیمار بدون گندم تقطیری داشتند اما در مقابل استفاده از آنزیم باعث افزایش ارتفاع پرز شد. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از سطح ۱۰ درصد گندم تقطیری تاثیر منفی بر عملکرد نداشت.

واژه‌های کلیدی: آنزیم، پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، جوجه گوشتی، گندم تقطیری، عملکرد.

Copyright: © 2024 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by **Research Journal of Livestock Science** (https://asj.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited

Research Journal of Livestock Science No 145 pp: 29-46

Effect of wheat distillers dried grains with solubles in feed with or without enzyme on performance, ileal digestibility and intestinal morphology of broiler chickens.

By: Bardia Gouran[1], Kaveh Jafari Khorshidi *[2], Shahabodin Gharahveysi[2]
1: Ph.D. Student of Poultry Nutrition, Department of Animal Science, Ghaemshahr Branch, Islamic Azad University, Ghaemshahr, Iran.
2: Associate Professor, Department of Animal Science, Ghaemshahr Branch, Islamic Azad University, Ghaemshahr, Iran.

Received: November 2023 **Accepted: February 2024**

This study was conducted with the aim of investigating the use of different levels of wheat distillers dried grains with solubles (WDDGS) in feed with or without enzymes on performance, intestinal morphology and ileum digestibility of dry matter and crude protein of broiler chickens. For this purpose, 300 one-day-old male and female broiler chickens of Ross 308 strain with an average one-day weight of 42.18±0.31 g were used. This experiment was carried out as a factorial 3x2 in the form of a completely randomized design with 6 treatments and 5 repetitions. The experimental diets included three levels of WDDGS (0, 10 and 20%) with and without Apsazyme enzyme (125 g per ton). The results showed that the use of 20% WDDGS reduced the feed intake of the finisher period and the total period compared to the control treatment (P<0.05). Using the level of 20% WDDGS decreased the body weight gain compared to the treatment of 10% WDDGS (P<0.05). The use of 10 and 20% WDDGS in the diet of broilers decreased the digestibility of dry matter compared to the level of 0% WDDGS. Also, the level of 20% WDDGS reduced the digestibility of crude protein compared to the level of 10%. The use of enzyme also increased the digestibility of crude protein significantly (P<0.05). Also, broilers fed with a diet containing 20% WDDGS had lower villi height and greater crypt depth compared to 0% WDDGS treatment, but the use of enzyme increased villi height. Finally, it can be concluded that the use of 10% level of WDDGS did not have a negative effect on the performance of broiler chickens.

Key words: Enzyme, Non-starch polysaccharides, Broiler, WDDGS, Performance

مقدمه

گندم تقطیری محصول جانبی صنعت اتانول است که در فرآیند تخمیر نشاسته از دانه‌های گندم در کارخانه‌های اتانول تولید می‌شود (AAFCO، ۲۰۰۲). نتایج بسیاری از آزمایش‌های انجام‌شده در سال‌های اخیر تأیید کرده است که گندم تقطیری به‌دست‌آمده از صنعت مدرن اتانول یک ماده خوراکی با ارزش است و می‌تواند با نتایج خوبی در تغذیه حیوانات طیور استفاده شود (Whiting و همکاران، ۲۰۱۸). در طی فرآیند تخمیر، نشاسته دانه به الکل اتیلیک و CO2 تبدیل می‌شود، به طوری که پس از خشک شدن، غلظت مواد مغذی باقی مانده در گندم تقطیری تقریباً دو تا سه برابر افزایش می‌یابد (Swiatkiewicz و Koreleski، ۲۰۰۸). به همین دلیل، گندم تقطیری منبع غنی پروتئین خام، اسیدآمینه‌ها، فسفر و سایر مواد مغذی است. با این حال، مقدار پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای (NSP) در گندم تقطیری نیز به طور قابل توجهی در مقایسه با دانه اصلی (دانه مورد استفاده در فرآیند تخمیر) بالاتر است. علاوه بر این، فرآیندهای تخمیر و خشک کردن در طول تولید گندم تقطیری ممکن است

ویژگی‌های NSP را در دانه تغییر دهد، بنابراین نتیجه تکمیل گندم تقطیری با آنزیم‌های برون‌زا همیشه معادل نتیجه افزودن همان آنزیم‌ها به دانه اصلی نیست (Widyaratne و همکاران، ۲۰۰۹؛ Zijlstra و همکاران، ۲۰۱۰).

هنگامی که غلات تقطیری به جیره جوجه‌های گوشتی اضافه می شوند، بخشی از ذرت، کنجاله سویا و منابع غیر آلی فسفر را جایگزین می‌کند که اغلب منجر به کاهش هزینه جیره می‌شود (Jang et al., 2022). با این حال، از آنجایی که غلات تقطیری حاوی فیبر بیشتر و انرژی قابل سوخت و ساز کمتر نسبت به دانه اصلی هستند، سطوح ۶۰ گرم در کیلوگرم در جیره‌های آغازین و ۱۲۰ تا ۱۵۰ گرم بر کیلوگرم در جیره‌های رشد و پایانی جوجه‌های گوشتی معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرد (Lumpkins و همکاران، ۲۰۰۴؛ Swiatkiewicz و Koreleski، ۲۰۰۸). علاوه بر این، در حالی که بسیاری از مطالعات پاسخ عملکرد مثبت را از تغذیه جیره‌های حاوی غلات تقطیری در جوجه‌های گوشتی گزارش کرده‌اند، مطالعات دیگر پاسخ‌های منفی را بسته به میزان گنجاندن جیره، مرحله رشد، محتوای روغن غلات تقطیری، نوع سیستم انرژی مورد استفاده، و اسید آمینه قابل هضم گزارش کرده‌اند (Jang و همکاران، ۲۰۲۲).

در آزمایشی با جوجه‌های گوشتی، Rano (۲۰۱۶) دریافتند که قابلیت هضم ماده خشک، انرژی خام و پروتئین خام گندم تقطیری در مقایسه با دانه گندم دارای سطوح پایین‌تری است. بنابراین، تأثیر منفی سطوح بالای غلات تقطیری در جیره بر قابلیت هضم مواد مغذی یا عملکرد در برخی از مطالعات (Niemiec و همکاران، ۲۰۱۳؛ Krawczyk و همکاران، ۲۰۱۳؛ Ayoade و همکاران، ۲۰۱۴) را می‌توان با افزایش غلظت NSP در جیره غذایی توضیح داد که در دسترس بودن مواد مغذی را کاهش می‌دهد و بر عملکرد دستگاه گوارش تأثیر می‌گذارد. نتایج برخی از آزمایش‌ها نشان داد که گندم تقطیری می‌تواند منبع خوبی از فسفر باشد و پیشنهاد کردند که افزایش فرآوری حرارتی در طول تولید اتانول می‌تواند بر فراهمی زیستی فسفر در گندم تقطیری تأثیر مثبت بگذارد (Martinez-Amezcua و همکاران، ۲۰۰۴). استفاده از سطوح بالای گندم تقطیری به‌عنوان منبع پروتئین در جیره‌های دام در صورتی که در دسترس بودن مواد مغذی بالایی داشته باشد، می‌تواند از نظر اقتصادی برای به حداکثر رساندن سود با توجه به افزایش قیمت کنجاله سویا توجیه‌پذیر باشد. یکی از روش‌های بالقوه برای بهبود اثرات منفی مرتبط با سطح بالای NSP در گندم تقطیری و همچنین برای غلبه بر محدودیت‌های سطح گندم تقطیری در جیره طیور، ممکن است استفاده از آنزیم‌های برون‌زا باشد (Opoku و همکاران، ۲۰۱۵). استفاده از آنزیم در جیره‌های حاوی NSP ویسکوزیته مواد هضمی را کاهش می‌دهد و قابلیت هضم مواد مغذی و خوراک مصرفی را بهبود می‌بخشد (Lazaro و همکاران، ۲۰۰۳).

در همین راستا، علاقه زیادی به افزودن انواع مختلف آنزیم‌های برون‌زا به جیره‌های جوجه‌های گوشتی به دلیل محتوای فیبر نسبتاً بالای غلات تقطیری برای افزایش عملکرد رشد (Swiatkiewicz و همکاران، ۲۰۱۴)، قابلیت هضم مواد مغذی (Liu و همکاران، ۲۰۱۱) و محتوای انرژی قابل سوخت و ساز (Romero و همکاران، ۲۰۱۳) وجود دارد. اگرچه چندین بررسی علمی وجود دارد که مزایا و چالش‌های استفاده از انواع مختلف آنزیم‌ها را در جیره طیور گزارش کرده‌اند (de Vries و همکاران، ۲۰۱۲؛ Ravindran، ۲۰۱۳؛ Dida، ۲۰۱۶؛ Swiatkiewicz و همکاران، ۲۰۱۶)، اکثر این بررسی‌ها بر پاسخ‌های آنزیمی در جیره‌های طیور حاوی طیف گسترده‌ای از مواد تشکیل دهنده، و نه پاسخ‌های خاص به جیره‌های حاوی گندم تقطیری متمرکز شده‌اند. بنابراین، هدف از این مطالعه بررسی تاثیر استفاده از سطوح مختلف گندم تقطیری در خوراک با یا بدون آنزیم بر عملکرد، ریخت‌شناسی روده و قابلیت هضم ایلئومی ماده خشک و پروتئین خام جوجه‌های گوشتی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این تحقیق از تعداد ۳۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر و ماده یک روزه سویه راس ۳۰۸ با میانگین وزن یک روزگی ۴۲/۱۸±۰/۳۱ گرم استفاده شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل

۲×۳ در قالب طرح کاملا تصادفی با ۶ تیمار آزمایشی اجرا شد، که برای هر تیمار آزمایشی ۵ تکرار در نظر گرفته شد و در هر تکرار (قفس) ۱۰ قطعه جوجه به طور تصادفی (۵ قطعه جنس نر و ۵ قطعه جنس ماده) قرار داده شد. تیمارهای آزمایشی بر پایه ذرت-کنجاله سویا و شامل ۱. تیمار بدون گندم تقطیری و بدون آنزیم، ۲. تیمار حاوی۱۰ درصد گندم تقطیری و بدون آنزیم، ۳. تیمار حاوی ۲۰ درصد گندم تقطیری و بدون آنزیم، ۴. تیمار بدون گندم تقطیری و حاوی ۱۲۵ گرم آنزیم درتن، ۵. تیمار حاوی ۱۰ درصد گندم تقطیری و حاوی ۱۲۵ گرم آنزیم درتن و ۶. تیمار حاوی ۲۰ درصد گندم تقطیری و حاوی ۱۲۵ گرم آنزیم درتن بودند. مقدار ترکیبات شیمایی موجود در گندم تقطیری به روش AOAC (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد. گندم تقطیری مورد استفاده در آزمایش حاضر دارای ۸۶ درصد ماده خشک، ۳۶۰۳ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم، ۳۰/۶ درصد پروتئین خام، ۱۳/۲ درصد چربی خام، ۳۴/۰ درصد NDF، ۵/۳ درصد خاکستر و ۱/۳ درصد نشاسته بود. آنزیم تجاری مورد استفاده آپسازایم بود که طبق گزارش شرکت سازنده میزان آنزیم‌های فعال این محصول شامل آندو-بتا-گلوکاناز به میزان ۱۱۰۰ واحد به ازاری هر گرم، اندو-بتا-زایلاناز به میزان ۱۶۰۰ واحد به ازای هر گرم، آلفا گالاکتوزیداز به میزان ۳۳ واحد به ازای هر گرم و بتاماناز به میزان ۴۵۰ واحد به ازای هر گرم محصول بود. برای تعیین احتیاجات غذایی از نرم افزار WUFFDA بر اساس NRC استفاده شد. جیره‌های تنظیم شده مورد استفاده در دوره‌های آغازین (۱۰-۱ روزگی)، رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۵ روزگی) در جدول ۱ ارائه شده است. در کل دوره پرورش خوراک و آب بصورت آزاد در اختیار پرندگان قرار گرفت. برنامه‌های مدیریت پرورش شامل نور، تهویه، دما، تراکم و بستر برای همه تیمارها یکسان و طبق استاندارد توصیه شده اجراء شدند.

جدول ۱- اجزا و ترکیبات شیمیایی جیره‌های مورد استفاده در مراحل آغازین، رشد و پایانی آزمایش

اجزا (درصد)	آغازین (۱۰-۱ روزگی)			رشد (۲۴-۱۱ روزگی)			پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)		
	شاهد	۱۰درصد	۲۰درصد	شاهد	۱۰درصد	۲۰درصد	شاهد	۱۰درصد	۲۰درصد
ذرت	۵۵/۳۲	۵۲/۵۱	۴۸/۲۸	۵۷/۴۱	۵۲/۷۲	۴۹/۱۴	۶۲/۶۱	۵۹/۰۲	۵۵/۵۲
کنجاله سویا	۳۹/۲۸	۳۲/۰۰	۲۶/۲۰	۳۶/۳۱	۳۰/۹۱	۲۴/۵۰	۳۰/۹۸	۲۴/۵۰	۱۸/۰۰
روغن	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰	۲/۲۶	۲/۲۶	۲/۲۶	۲/۷۵	۲/۷۵	۲/۷۵
تقطیری گندم	–	۱۰/۰۰	۲۰/۰۰	–	۱۰/۰۰	۲۰/۰۰	–	۱۰/۰۰	۲۰/۰۰
دی کلسیم فسفات	۱/۵۵	۱/۵۵	۱/۵۵	۱/۴۴	۱/۴۴	۱/۴۴	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰
کربنات کلسیم	۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶
متیونین	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۳۰	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۲۷	۰/۳۲	۰/۳۲
لیزین	۰/۲۴	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۳۰	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۲۱
ترئونین	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴
مکمل معدنی ویتامینی[1]	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
نمک	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰
ترکیبات محاسبه شده									
انرژی قابل متابولیسم (کالری در گرم)	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۵۰	۲۸۶۰	۲۸۶۰	۲۹۳۰	۲۹۴۰	۲۹۴۰
پروتئین خام (٪)	۲۲/۰۰	۲۲/۰۰	۲۲/۰۰	۲۱/۰۰	۲۱/۰۰	۲۱/۰۰	۱۹/۰۰	۱۹/۰۰	۱۹/۰۰
لیزین (٪)	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲
متیونین+ سیستئین (٪)	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶

[1] منابع ویتامینی در هر کیلوگرم جیره غذایی: ویتامین A (رتینیل استات) ، ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D_3 (کلسیفرول) ، ۱۸۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۱ میلی‌گرم؛ ویتامین K_3 (منادیون دی متیل پیریمیدینول)، ۲ میلی‌گرم؛ تیامین (تیامین مونونیترات) ، ۱/۶ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین، ۶ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۰ میلی‌گرم؛ پانتوتنات کلسیم ، ۱۵ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین، ۲ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۲۵ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۰/۸ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۰/۰۲۰ میلی‌گرم؛ کولین (کولین کلرید)، ۵۰۰ میلی‌گرم. منابع معدنی به‌ازای هر کیلوگرم جیره غذایی: منگنز (اکسید منگنز)، ۶۰ میلی‌گرم؛ روی (سولفات روی)، ۶۰ میلی‌گرم؛ آهن (سولفات آهن)، ۵۰ میلی‌گرم؛ مس (سولفات کاپریک)، ۱۰ میلی‌گرم ؛ ید (یدید پتاسیم) ، ۱ میلی‌گرم؛ سلنیوم (سلنیت سدیم) ، ۰/۳۰ میلی‌گرم.

به منظور بررسی صفات عملکردی، خوراک مصرفی به صورت روزانه پس از وزن شدن در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت. برای محاسبه میزان خوراک مصرفی هر تکرار مقدار خوراک باقیمانده در پایان هر مرحله پرورشی از کل خوراک داده شده در طول دوره کسر می‌شد. برای محاسبه افزایش وزن هر تکرار در هر دوره زمانی، اختلاف وزن انتها و ابتدای دوره پرورش تعیین شد. در روزهای یک، ۱۰، ۲۴ و ۴۲ نیز همه جوجه‌های هر واحد آزمایشی به صورت جمعی وزن‌کشی شدند. ضریب تبدیل خورک در دوره‌های زمانی مختلف (دوره‌های آغازین، رشد و پایانی) محاسبه گردید. ضریب تبدیل خوراک از تقسیم میانگین خوراک مصرفی بر میانگین افزایش وزن جوجه‌ها برای هر دوره محاسبه شد. در طول آزمایش، روزانه و قبل از تخصیص خوراک به هر واحد آزمایشی، تعداد تلفات در برگه‌های هر واحد آزمایشی ثبت و وزن تلفات آن روز یادداشت شد. از میزان تلفات روزانه در تعیین روز مرغ هر واحد آزمایشی استفاده شد (Awad و همکاران، ۲۰۰۹).

در روز ۳۸ دوره پرورش، به هر یک از جیره‌های آزمایشی ۰/۳ درصد اکسید کروم (Cr_2O_3) اضافه و کاملا مخلوط شد و به مدت ۴ روز در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت. در سن ۴۲ روزگی از

هر تکرار ۱ قطعه جوجه‌گوشتی نر به‌طور تصادفی انتخاب شد و پس از کشتار به روش جابجایی مهره گردن، محتویات ایلئوم از فاصله کیسه زرده (زائده مکل - دایورتکلوم) تا ۲ سانتی‌متر مانده به تقاطع ایلئو-سکال به آرامی جمع‌آوری گردید (Hernandez و همکاران، ۲۰۰۴). نمونه‌ها در دمای ۶۰ درجه در آون به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند (Scott و Hall، ۱۹۹۸). این نمونه‌ها پس از خشک شدن، آسیاب شده و تا زمان انجام آنالیز در دمای ۲۰- نگهداری شدند. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون خشک (۱۰۵ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شدند تا میزان ماده خشک تعیین شود. پروتئین خام با تبدیل نیتروژن به پروتئین خام با فاکتور ۶/۲۵ محاسبه شد که با روش کجلدال تعیین شد (AOAC، ۲۰۰۰). پس از هضم خاکستر با اسید سولفوریک و پراکسید هیدروژن، غلظت اکسید کروم در جیره‌های آزمایشی و محتویات ایلئوم توسط اسپکتروفتومتری (AL800, Aqualytic, Germany) در جذب ۴۱۰ نانومتر، همانطور که توسط Short و همکاران (۱۹۹۶) توضیح داده شد، تجزیه و تحلیل شد.

در پایان آزمایش (۴۲ روزگی)، ۱۰ جوجه از هر تیمار (۲ پرنده در هر تکرار) نیز برای ارزیابی ریخت شناسی روده کوچک انتخاب شدند. پس از تخلیه و شستشو روده، نمونه‌های ژژنوم (به طول تقریبی ۲ سانتی‌متر) برداشته شد و با ۰/۹ درصد نمک شستشو داده شد تا محتویات جدا شوند. نمونه‌ها در فرمالین بافر ۱۰ درصد برای ارزیابی بافت شناسی تثبیت شدند. پس از تثبیت، نمونه‌ها برش، پاکسازی و آبگیری شدند و در پارافین قالب‌زنی شدند. مقاطع در ۷ میکرومتر با استفاده از میکروتوم (Microm, HM 335) برش داده شدند و بر روی اسلایدهای شیشه‌ای قرار گرفتند. پس از پارافین‌زدایی در زایلن، مقاطع در محلول‌های اتانول درجه‌بندی شده هیدراته شدند و با هماتوکسیلین و ائوزین رنگ‌آمیزی شدند (Awad و همکاران، ۲۰۰۸). سه شاخص ارتفاع پرز، عرض پرز و عمق کریپت در زیر میکروسکوپ نوری مدل Nikon EclipseTsR2 مورد بررسی قرار گرفتند. سه مقطع در هر نمونه (۳۰ مقطع برای هر تیمار) و ده اندازه‌گیری در هر مقطع (۳۰۰ اندازه‌گیری در هر تیمار) بررسی شد.

برای تعیین هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم وزن زنده و شاخص کارایی تولید از روابط زیر استفاده شد.

رابطه ۱: هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم وزن زنده = قیمت هر کیلوگرم خوراک مصرفی × ضریب تبدیل خوراک

رابطه ۲:

$$\text{شاخص کارایی تولید} = \frac{\text{میانگین وزن بدن (کیلوگرم)} \times \text{درصد ماندگاری}}{\text{ضریب تبدیل خوراک} \times \text{طول دوره (روز)}}$$

تجزیه داده‌ها بوسیله نرم افزار آماری SAS با استفاده از رویه Mixedدر قالب طرح کاملا تصادفی انجام گرفت. بررسی معنی‌دار بودن اختلافات بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون مقایسه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت. مدل آماری مورد استفاده در آزمایش به صورت زیر بود:

$$Yijk = \mu + Ai + Bj + ABij + eijk$$

ijk =مقدار هر مشاهده، μ =میانگین مشاهدات، Ai =اثر آنزیم، Bj =اثر جیره، ABij =اثر متقابل بین آنزیم و جیره و eijk =اثر باقیمانده (اشتباه آزمایشی) را نشان می‌دهد.

نتایج

اثرات اصلی و متقابل استفاده از سطوح مختلف گندم تقطیری در خوراک با یا بدون آنزیم بر مصرف خوراک، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده مصرف خوراک به طور معنی‌دار در دوره پایانی و میانگین کل دوره تحت تاثیر سطح گندم تقطیری قرار گرفت. بدین صورت که استفاده از سطح ۲۰ درصد گندم تقطیری مصرف خوراک را نسبت به تیمار شاهد کاهش داد (P<۰/۰۵). مصرف خوراک تحت تاثیر مکمل آنزیمی قرار نگرفت اما لازم به ذکر می‌باشد که استفاده از آنزیم باعث افزایش مصرف خوراک به صورت غیرمعنی‌دار شد که از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). مصرف خوراک همچنین تحت تاثیر اثر متقابل سطح گندم تقطیری و مکمل آنزیم قرار نگرفت. افزایش وزن کل دوره به طور معنی‌داری تحت تاثیر سطح گندم تقطیری قرار گرفت. به طوری که استفاده از سطح ۲۰ درصد گندم تقطیری باعث کاهش در افزایش وزن بدن نسبت به تیمار ۱۰

درصد گندم تقطیری شد (P<۰/۰۵). در دوره رشد نیز میزان افزایش وزن تمایل به معنی‌داری داشت (P=۰/۰۶) و در تیمار ۲۰ درصد گندم تقطیری پایین‌تر از سایر تیمارها بود. افزایش وزن بدن تحت تاثیر مکمل آنزیمی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). میزان افزایش وزن همچنین تحت تاثیر اثر متقابل سطح گندم تقطیری و مکمل آنزیم قرار نگرفت. ضریب تبدیل خوراک نیز تحت تاثیر سطح آنزیم، سطح گندم تقطیری و اثر متقابل آنزیم و سطح گندم تقطیری در دوره‌های مختلف پرورش قرار نگرفت. این در حالی است که ضریب تبدیل خوراک در دوره رشد (P=۰/۰۶) و میانگین کل دوره (P=۰/۰۵) در اثر سطح گندم تقطیری تمایل به معنی‌داری داشت و در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۲۰ درصد گندم تقطیری بالاتر بود.

جدول ۳ اثرات اصلی و متقابل استفاده از سطوح مختلف گندم تقطیری در خوراک با یا بدون آنزیم بر قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام خوراک جوجه‌های گوشتی نشان می‌دهد. با توجه به نتایج حاصل شده قابلیت هضم ماده خشک تحت تاثیر سطح گندم تقطیری قرار گرفت و استفاده از ۱۰ و ۲۰ درصد گندم تقطیری در جیره جوجه‌های گوشتی باعث کاهش قابلیت هضم ماده خشک شد (P<۰/۰۵). سطح گندم تقطیری و سطح آنزیم جیره تاثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم پروتئین داشت (P<۰/۰۵). بدین صورت که استفاده از ۲۰ درصد گندم تقطیری در جیره باعث کاهش قابلیت هضم پروتئین نسبت به سطح ۱۰ درصد شد. همچنین استفاده از آنزیم نیز قابلیت هضم پروتئین را به طور معنی‌داری افزایش داد (P<۰/۰۵).

اثرات اصلی و متقابل استفاده از سطوح مختلف گندم تقطیری در خوراک با یا بدون آنزیم بر ریخت شناسی ژژنوم جوجه‌های گوشتی در جدول ۴ آورده شده است. تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که ارتفاع پرز تحت تاثیر سطح آنزیم و ارتفاع پرز و عمق کریپت تحت تاثیر سطح گندم تقطیری در جیره قرار می‌گیرند (P<۰/۰۵). استفاده از آنزیم در جیره ارتفاع پرز را به طور معنی‌دار افزایش داد. همچنین جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۲۰ درصد گندم تقطیری ارتفاع پرز کمتر و عمق کریپت بیشتری نسبت به تیمار بدون گندم تقطیری داشتند (P<۰/۰۵). ارتفاع پرز، عرض پرز و عمق کریپت تحت تاثیر اثر متقابل سطح گندم تقطیری و آنزیم قرار نگرفتند (P>۰/۰۵).

جدول ۲- اثرات اصلی و متقابل استفاده از سطوح مختلف گندم تقطیری در خوراک با یا بدون آنزیم بر عملکرد جوجه‌های گوشتی

اثرات	مصرف خوراک (گرم)				افزایش وزن بدن (گرم)				ضریب تبدیل خوراک			
	۱-۱۰ روزگی	۱۱-۲۴ روزگی	۲۵-۴۲ روزگی	۱-۴۲ روزگی	۱-۱۰ روزگی	۱۱-۲۴ روزگی	۲۵-۴۲ روزگی	۱-۴۲ روزگی	۱-۱۰ روزگی	۱۱-۲۴ روزگی	۲۵-۴۲ روزگی	۱-۴۲ روزگی
اثر آنزیم												
بدون آنزیم	۲۲۲/۵۴	۸۳۱/۴۶	۲۸۹۹/۰۰	۳۹۶۳/۰۰	۲۰۹/۳۸	۵۳۶/۶۷	۱۳۰۹/۹۲	۲۰۵۳/۸۳	۱/۰۷	۱/۵۴	۲/۲۲	۱/۹۲
با آنزیم	۲۱۵/۴۲	۸۴۱/۰۸	۲۹۸۵/۱۷	۴۰۳۱/۶۷	۲۰۶/۰۸	۵۵۰/۰۸	۱۳۱۱/۰۸	۲۰۶۹/۳۸	۱/۰۵	۱/۵۵	۲/۲۸	۱/۹۷
SEM	۴/۲۱	۱۵/۸۵	۴۵/۱۲	۴۸/۴۸۱	۳/۸۵	۱۴/۱۶	۲۴/۱۹	۲۰/۲۹	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۲
P-value	۰/۲۸	۰/۶۱	۰/۲۸	۰/۴۵	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۹۸	۰/۵۵	۰/۷۴	۰/۵۹	۰/۳۲	۰/۱۷
اثر سطح گندم تقطیری												
صفر	۲۱۸/۵۶	۸۰۹/۳۳	۳۰۶۲/۱۳^{a}	۴۱۱۱/۵۴^{a}	۲۰۶/۳۳	۵۲۵/۸۹	۱۳۱۸/۶۳	۲۰۵۱/۲۵^{ab}	۱/۰۶	۱/۵۴	۲/۲۱	۱/۹۱
۱۰	۲۱۹/۸۸	۸۷۳/۱۳	۲۹۴۲/۶۳^{ab}	۴۰۳۵/۶۳^{ab}	۲۰۸/۶۳	۵۸۳/۲۵	۱۳۲۸/۷۵	۲۱۲۰/۶۳^{a}	۱/۰۶	۱/۵۲	۲/۲۲	۱/۹۳
۲۰	۲۱۹/۰۲	۸۳۰/۳۸	۲۸۳۰/۱۱^{b}	۳۸۵۸/۱۷^{b}	۲۰۸/۶۵	۵۲۴/۳۸	۱۲۸۷/۲۵	۲۰۱۹/۲۲^{b}	۱/۰۵	۱/۵۹	۲/۳۲	۲/۰۱
SEM	۵/۱۵	۱۹/۴۲	۵۵/۲۳	۵۹/۳۶	۴/۷۱	۱۷/۲۸	۲۹/۶۷	۲۴/۷۴	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۳
P-value	۰/۹۸	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۹۳	۰/۰۶	۰/۶۳	۰/۰۴	۰/۹۸	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۰۵
اثرات متقابل گندم تقطیری و آنزیم												
صفر ٪ گندم تقطیری بدون آنزیم	۲۲۶/۴۵	۸۱۳/۲۶	۲۹۵۹/۲۳	۴۰۳۹/۲۳	۲۱۵/۶۴	۵۲۳/۶۳	۱۲۹۴/۵۳	۲۰۵۸/۵۳	۱/۰۵	۱/۵۵	۲/۱۳	۱/۸۶
صفر ٪ گندم تقطیری با آنزیم	۲۰۸/۷۵	۸۰۴/۷۵	۳۱۶۵/۴۷	۴۱۸۴/۱۷	۱۹۴/۷۵	۵۲۸/۷۷	۱۳۴۲/۷۸	۲۰۴۴/۲۲	۱/۰۷	۱/۵۲	۲/۳۰	۱/۹۷
۱۰٪ گندم تقطیری بدون آنزیم	۲۱۹/۲۶	۸۵۹/۷۶	۲۹۷۵/۲۸	۴۰۵۴/۲۷	۲۰۰/۱۹	۵۸۰/۲۱	۱۳۱۸/۱۷	۲۰۹۸/۵۴	۱/۱۰	۱/۴۸	۲/۲۶	۱/۹۳
۱۰٪ گندم تقطیری با آنزیم	۲۲۰/۵۸	۸۸۶/۵۳	۲۹۱۰/۲۴	۴۰۱۷/۲۶	۲۱۷/۲۵	۵۸۶/۲۸	۱۳۳۹/۲۰	۲۱۴۲/۷۵	۱/۰۲	۱/۵۱	۲/۱۷	۱/۸۷
۲۰٪ گندم تقطیری بدون آنزیم	۲۲۱/۱۴	۸۵۸/۷۴	۲۷۹۰/۳۶	۳۸۲۹/۴۷	۲۱۱/۰۷	۵۵۳/۹۳	۱۳۱۵/۶۳	۲۰۵۴/۸۳	۱/۰۵	۱/۵۶	۲/۲۸	۱/۹۶
۲۰٪ گندم تقطیری با آنزیم	۲۱۷/۴۷	۸۰۲/۱۳	۲۸۸۰/۲۵	۳۸۹۳/۷۸	۲۰۶/۲۹	۴۹۵/۴۳	۱۲۵۱/۲۸	۱۹۷۴/۴۸	۱/۰۵	۱/۶۲	۲/۳۶	۲/۰۴
SEM	۷/۲۸	۲۷/۴۳	۷۸/۱۳	۸۳/۸۹	۶/۶۷	۲۴/۴۰	۴۱/۸۹	۳۴/۹۰	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۴
P-value	۰/۹۸	۰/۴۱	۰/۳۲	۰/۶۳	۰/۰۵	۰/۴۱	۰/۴۵	۰/۲۹	۰/۶۴	۰/۳۸	۰/۱۹	۰/۱۲

^{b,a}: میانگین‌های هر ستون برای هر عامل که دارای حرف غیرمشترک می‌باشند، اختلاف معنی‌داری دارند ($P<۰/۰۵$).

جدول ۳- اثر استفاده از سطوح مختلف گندم تقطیری در خوراک با یا بدون آنزیم بر قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام خوراک جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

اثرات		ماده خشک (درصد)	پروتئین خام (درصد)
آنزیم	بدون آنزیم	۸۵/۲۱	۷۳/۸۲[b]
	با آنزیم	۸۵/۹۳	۷۵/۵۵[a]
	SEM	۰/۳۱	۰/۱۷
	P-value	۰/۱۱	۰/۰۰۶
سطح گندم تقطیری	صفر	۸۶/۲۲[a]	۷۴/۰۶[ab]
	۱۰	۸۵/۲۴[b]	۷۴/۶۷[a]
	۲۰	۸۵/۳۷[b]	۷۳/۸۳[b]
	SEM	۰/۳۸	۰/۲۱
	P-value	۰/۰۳	۰/۰۲
اثرات متقابل آنزیم و سطح گندم تقطیری			
	صفر ٪ گندم تقطیری	۸۵/۶۰	۷۳/۷۸
	صفر ٪ گندم تقطیری با آنزیم	۸۶/۸۳	۷۴/۳۴
	۱۰٪ گندم تقطیری بدون آنزیم	۸۴/۷۵	۷۴/۲۳
	۱۰٪ گندم تقطیری با آنزیم	۸۵/۷۳	۷۵/۰۹
	۲۰٪ گندم تقطیری بدون آنزیم	۸۵/۲۶	۷۳/۴۴
	۲۰٪ گندم تقطیری با آنزیم	۸۴/۲۲	۷۴/۲۱
	SEM	۰/۵۳	۰/۳۴
	P-value	۰/۴۶	۰/۸۶

[b,a]: میانگین‌های هر ستون برای هر عامل که دارای حرف غیرمشترک می‌باشند، اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

جدول ٤- اثر استفاده از سطوح مختلف گندم تقطیری در خوراک با یا بدون آنزیم بر ریخت شناسی ژژنوم جوجه‌های گوشتی در سن ٤٢ روزگی

اثرات		ارتفاع پرز (میکرومتر)	عرض پرز (میکرومتر)	عمق کریپت (میکرومتر)
آنزیم	بدون آنزیم	۹۰۴/۸۷[b]	۱۴۷/۳۳	۲۰۸/۳۳
	با آنزیم	۹۲۴/۶۴[a]	۱۳۷/۳۸	۲۰۶/۵۳
	SEM	۱۷/۳۳	۴/۴۴	۴/۸۸
	P-value	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۱۴
سطح گندم تقطیری	صفر	۹۲۴/۱۸[a]	۱۴۹/۷۳	۲۰۱/۹۳[b]
	۱۰	۹۳۹/۶۷[a]	۱۴۱/۷۴	۲۰۴/۳۵[ab]
	۲۰	۸۸۰/۵۲[b]	۱۳۵/۱۴	۲۱۶/۱۶[a]
	SEM	۲۱/۴۵	۵/۴۶	۵/۹۸
	P-value	۰/۰۱	۰/۱۸	۰/۰۲
اثرات متقابل آنزیم و سطح گندم تقطیری				
صفر ٪ گندم تقطیری بدون آنزیم		۹۰۲/۲۳	۱۵۲/۸۵	۲۰۰/۰۷
صفر ٪ گندم تقطیری با آنزیم		۹۴۶/۹۴	۱۴۶/۶۹	۲۰۳/۸۳
۱۰٪ گندم تقطیری بدون آنزیم		۹۴۳/۸۸	۱۵۴/۴۷	۲۰۴/۱۱
۱۰٪ گندم تقطیری با آنزیم		۹۳۵/۴۷	۱۲۹/۳۳	۲۰۴/۶۰
۲۰٪ گندم تقطیری بدون آنزیم		۸۶۸/۶۳	۱۳۴/۸۶	۲۱۵/۶۲
۲۰٪ گندم تقطیری با آنزیم		۸۹۲/۴۲	۱۳۵/۴۳	۲۱۶/۷۸
SEM		۳۰/۱۳	۷/۶۹	۸/۴۸
P-value		۰/۶۹	۰/۲۳	۰/۹۸

[b,a]: میانگین‌های هر ستون برای هر عامل که دارای حرف غیرمشترک می‌باشند، اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

جدول ۵ نتایج مربوط به اثر سطوح مختلف گندم تقطیری در خوراک با یا بدون آنزیم بر هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم وزن زنده و شاخص کارایی تولید جوجه‌های گوشتی را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم وزن زنده و شاخص کارایی تولید جوجه‌های گوشتی تحت تاثیر تیمارهای مختلف آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵).

جدول ۵- اثر استفاده از سطوح مختلف گندم تقطیری در خوراک با یا بدون آنزیم بر هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم وزن زنده و شاخص کارایی تولید جوجه‌های گوشتی در کل دوره

اثرات		هزینه خوراک (تومان)	شاخص تولید
آنزیم	بدون آنزیم	۳۵۸۹۰/۷۲	۲۶۱/۲۲
	با آنزیم	۳۶۸۶۳/۴۶	۲۵۰/۰۲
	SEM	۲۹۹/۴۷	۹/۳۳
	P-value	۰/۳۹	۰/۴۰
سطح گندم تقطیری	صفر	۳۶۹۳۸/۲۴	۲۵۵/۴۴
	۱۰	۳۵۸۰۲/۲۹	۲۶۷/۷۸
	۲۰	۳۶۳۹۰/۷۳	۲۴۳/۶۶
	SEM	۲۷۹/۱۵	۱۱/۴۳
	P-value	۰/۷۱	۰/۳۴
اثرات متقابل آنزیم و سطح گندم تقطیری			
صفر ٪ گندم تقطیری		۳۵۷۶۲/۶۰	۲۶۸/۱۲
صفر ٪ گندم تقطیری با آنزیم		۳۸۱۱۳/۸۸	۲۴۲/۷۴
۱۰٪ گندم تقطیری بدون آنزیم		۳۶۳۲۲/۳۲	۲۶۳/۶۸
۱۰٪ گندم تقطیری با آنزیم		۳۵۲۸۲/۲۶	۲۷۱/۸۸
۲۰٪ گندم تقطیری بدون آنزیم		۳۵۵۸۷/۲۳	۲۵۱/۸۵
۲۰٪ گندم تقطیری با آنزیم		۳۷۱۹۴/۲۴	۲۳۵/۴۵
SEM		۳۸۴/۷۳	۱۶/۱۶
P-value		۰/۴۴	۰/۵۶

[b,a]: میانگین‌های هر ستون برای هر عامل که دارای حرف غیرمشترک می‌باشند، اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

بحث

نتایج نشان داد که استفاده از سطح ۲۰ درصد گندم تقطیری در دوره پایانی و کل دوره مصرف خوراک را نسبت به تیمار شاهد کاهش داد. اما آنزیم مصرف خوراک را به طور غیرمعنی‌دار بهبود بخشید. در تمامی دوره‌های پرورشی، گندم تقطیری و آنزیم اثر متقابلی را نشان ندادند. این نتایج با نتایج گزارش شده توسط Senkoylu و همکاران (۲۰۰۴) و همچنین Engberg و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد. Gutierrez و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی اثر آنزیم بر جیره‌های غذایی حاوی گندم در جوجه‌های گوشتی مشاهده کردند که آنزیم تنها در دوره رشد مصرف خوراک را تحت تأثیر قرار داد و موجب افزایش آن گردید. همچنین هیچگونه اثر متقابلی بین گروه‌های آزمایشی بر مصرف خوراک مشاهده نگردید. گزارش شده است که علت کاهش ارزش غذایی گندم تقطیری جهت مصرف طیور میزان NSPهای موجود در آن به ویژه بتاگلوکان‌ها و آرابینوزایلان‌ها می‌باشد زیرا

در نتیجه حل شدن این پلی‌ساکاریدها، ویسکوزیته مواد هضمی افزایش می‌یابد و متعاقب آن تضعیف هضم و جذب مواد مغذی و کاهش خوراک مصرفی اتفاق می‌افتد. از طرف دیگر افزایش ویسکوزیته موجب کاهش سطح برخی از آنزیم‌های لوزالمعده از جمله آمیلاز در مجرای روده کوچک می‌شود. اثر دیگر پلی-ساکاریدها ایجاد کردن سدی در برابر دستیابی آنزیم‌ها به نشاسته و پروتئین داخل سلول و یا کند کردن آن می‌باشد (Bedford و همکاران، ۱۹۹۲). استفاده از آنزیم در جیره‌های حاوی NSP ویسکوزیته مواد هضمی را کاهش می‌دهد و قابلیت هضم مواد مغذی و خوراک مصرفی را بهبود می‌بخشد (Lazaro و همکاران، ۲۰۰۳). در این مطالعه نیز هرچند آنزیم تأثیر معنی‌داری بر میانگین مصرف خوراک در کل دوره نداشت اما جیره‌های حاوی آنزیم مصرف خوراک بیشتری را نشان دادند که این امر می‌تواند به این دلیل باشد که به احتمال زیاد میزان NSPهای مصرف شده آنقدر نبوده که یک ویسکوزیته نسبتا شدیدی ایجاد کند به طوری که مانع از عمل آنزیم و حرکت مواد هضمی در دستگاه گوارش و به طبع آن کاهش خوراک مصرفی در جیره حاوی آنزیم گردد.

نتایج افزایش وزن بدن نشان داد که اثر گندم تقطیری بر میانگین این صفت در کل دوره معنی‌دار بود و با استفاده از ۲۰ درصد گندم تقطیری در جیره میانگین افزایش وزن کاهش نشان داد. اثر آنزیم در تمام دوره‌ها به طور غیر معنی‌دار افزایش وزن بدن را افزایش داد که می‌تواند به دلیل افزایش در قابلیت هضم جیره باشد. پایین بودن میانگین افزایش وزن در تیمار ۲۰ درصد گندم تقطیری می‌تواند به دلیل فیبر بالای این جیره و بالا رفتن گران‌روی محتویات روده باشد. مواد غذایی مدت بیشتری در دستگاه گوارش باقی می‌ماند و سبب افزایش و تشدید حرکات روده می-گردند و به دنبال آن ترشح پروتئین، آب و مواد معدنی و اسیدهای چرب به داخل مجرای روده اتفاق می‌افتد که با اتلاف این مواد رشد پرنده کاهش می‌یابد (Choc و Annison، ۱۹۹۲). حضور NSPها با ایجاد شرایط ویسکوز در روده باریک، جذب مواد مغذی و عملکرد پرنده را کاهش می‌دهد و مکمل‌های آنزیمی برون‌زا می‌توانند اثرات مفیدی بصورت هیدرولیز NSPها، کاهش ویسکوزیته و در نتیجه بهبود در جاذب مواد مغذی داشته باشند (Wang و همکاران، ۲۰۰۵).

ضریب تبدیل خوراک با افزایش سطح گندم تقطیری افزایش یافت، اما این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. نتایج این تحقیق با یافته‌های گزارش شده توسط محققین دیگر (Audren و همکاران، ۲۰۰۲) منطبق می‌باشد. مکمل آنزیمی به طور غیر معنی‌داری میانگین افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک را بهبود بخشید. Jabbar و همکاران (۲۰۲۱) بیان کردند که ضریب تبدیل خوراک به وسیله آنزیم بهبود می‌یابد که این بهبود به دلیل افزایش هضم و جذب نشاسته، پروتئین و چربی با افزودن آنزیم به جیره می‌باشد. گزارش شده است که آنزیم با تجزیه NSPهای موجود درگندم سبب بهبود هضم مواد مغذی و ضریب تبدیل خوراک می‌شود (Smeets et al., 2018). در اکثر مطالعات در دوره آغازین و رشد جوجه‌های تغذیه شده با مکمل آنزیمی پاسخ بهتری داشتند که نشان می‌دهد جوجه‌های جوان قادر به هضم NSPها نیستند و هضم آنزیمی پلی‌ساکاریدها منجر به مصرف مؤثرتر مواد مغذی و بهبود عملکرد می‌شود.

طبق نتایج گزارشات موجود (Daymeh و همکاران، ۲۰۱۶؛ Austin و همکاران، ۱۹۹۹) قابل انتظار بود که عملکرد تیمارهای حاوی گندم تقطیری با آنزیم بهبود یابد و به دلیل شکسته شدن پیوندهای عرضی بین واحدهای تشکیل دهنده زنجیره‌های آرابینوزایلان در گندم و باز شدن باندهای کمپلکس فیتات در ساختار این اقلام، انرژی بیشتری آزاد شده، مواد مغذی (پروتئین، نشاسته و چربی) و مواد معدنی (کلسیم و فسفر) به دام افتاده قابل دسترس شده و در فرآیند جذب بهتر مورد استفاده قرار گرفته و در نهایت رشد بیشتری حاصل شود (Daymehو همکاران، ۲۰۱۶؛Malekzadeh و Shakouri، ۲۰۱۶). بعلاوه طبق یافته-های Ravindran و همکاران (۱۹۹۹) ترکیب کردن آنزیم‌ها باهم در جیره طیور باعث بهبود هضم مواد مغذی بیشتر از حالت مستقل آنها می‌شود. بنابراین برای کسب حداکثر کارایی و رشد از جیره‌های دارای گندم تقطیری، باید این جیره‌ها را با آنزیم‌های

مناسب مکمل کرده تا آثار منفی ناشی از وجود NSPها یا فیبر در جیره برطرف و تعادل فیزیکوشیمیایی دستگاه گوارش برقرار شده و در نهایت به بهبود صفات عملکردی منجر شود (Malekzadeh و Shakouri، ۲۰۱۶؛ Rama-Rao و همکاران، ۲۰۰۴).

قابلیت هضم پروتئین جیره به کیفیت مواد خام مورد استفاده در جیره طیور بستگی دارد. بنابراین، پروتئین هضم نشده یک شانس مهم برای استفاده از آنزیم در جیره طیور است. در مطالعه حاضر، میانگین قابلیت هضم پروتئین خام در جیره‌های بدون آنزیم ۷۳/۸۲ درصد بود که نشان دهنده وجود ۲۶/۱۸ درصد پروتئین غیرقابل هضم است. با این حال، پروتئین غیر قابل هضم با افزودن آنزیم به ۲۴/۴۵ درصد کاهش یافت. به عبارت دیگر، می‌توان حدس زد که مکمل آنزیم باعث بهبود در بخش پروتئین غیرقابل هضم جیره شده است که منجر به دفع کمتر نیتروژن می‌شود (Amerah و همکاران، ۲۰۱۷). پیشنهاد شده است که مکمل پروتئاز ممکن است به خنثی کردن عوامل ضد تغذیه‌ای مانند پروتئین‌های آنتی-ژنی، مهارکننده‌های تریپسین و لکتین‌ها و بهبود قابلیت هضم پروتئین کمک کند (Douglas و همکاران، ۲۰۰۰). مطالعات قبلی (Amerah و همکاران، ۲۰۱۷) همچنین نشان دادند که پروتئاز قابلیت هضم پروتئین و حفظ نیتروژن را بهبود می‌بخشد. با این وجود، افزودن پروتئاز همیشه منجر به بهبود قابلیت هضم پروتئین نمی‌شود. در یکی از این مطالعات، Campasino و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند که مکمل پروتئاز قابلیت هضم پروتئین را در سطح گنجاندن ۱۰ درصد ذرت تقطیری بهبود نمی-بخشد و با کمال تعجب، قابلیت هضم پروتئین در سطح گنجاندن ۱۵ درصد ذرت تقطیری بهبود یافت.

NSPها را می‌توان تا حدی توسط میکروارگانیسم‌های موجود در روده حیوانات تک معده‌ای تخمیر کرد. با این حال، انرژی آن توسط طیور ضعیف استفاده می‌شود و NSPها به عنوان یک عامل ضد تغذیه‌ای بر قابلیت هضم سایر مواد مغذی، به ویژه در حیوانات جوان تأثیر منفی می‌گذارند (Jorgensen و همکاران، ۱۹۹۶). در آزمایشی با خوک‌های در حال رشد، Nyachoti و همکاران (۲۰۰۵) دریافتند که گندم تقطیری در مقایسه با دانه گندم دارای سطوح پایین‌تری از قابلیت هضم ماده خشک، انرژی ناخالص و پروتئین خام است. بنابراین، تأثیر منفی سطوح بالای گندم تقطیری در جیره بر قابلیت هضم مواد مغذی در برخی از مطالعات را (Urriola و Stein، ۲۰۱۰؛ Ayoade و همکاران، ۲۰۱۴؛ Foltyn و همکاران، ۲۰۱۴) می‌توان با افزایش غلظت NSPها در جیره توضیح داد که در دسترس بودن مواد مغذی را کاهش می‌دهد و بر عملکرد دستگاه گوارش تأثیر می‌گذارد.

استفاده از آنزیم‌های شکننده باعث رفع این مشکل خواهد شد. همانطور که Graham و همکاران (۱۹۹۳) نشان دادند، افزایش میزان گرانروی محتویات گوارشی به‌دنبال مصرف سطوح بالای کربوهیدرات غیرنشاسته‌ای در جیره‌های طیور به کاهش معنی‌دار عملکرد پرندگان منجر شد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد، افزایش میزان غلات دارای مقادیر زیاد مواد ضدتغذیه‌ای بتاگلوکان یا آرابینوزایلان، باعث افزایش گرانروی محتویات گوارشی، افزایش جمعیت میکروبی تخمیرکننده مواد مغذی و تولید محصولات مختلف از جمله اسیدهای چرب فرار شده که در نهایت به کاهش اسیدیته محتویات روده منجر می‌شود (Finnie و همکاران، ۲۰۰۶). این تغییرات در مجموع باعث کاهش اثر آنزیم‌های هضم کننده با منشای داخلی و کاهش انتقال مواد هضمی به سطح جذبی روده و کاهش میزان هضم و جذب مواد مغذی می‌شود (Daymeh و همکاران، ۲۰۱۶). بنابراین استفاده از آنزیم‌های با منشا خارجی تا حد زیادی می‌تواند این مشکل را رفع نموده و میزان گرانروی محتویات هضمی را کاهش دهد.

نتایج ریخت‌شناسی نشان داد که افزایش سطح گندم تقطیری در جیره منجر به افزایش معنی‌دار عمق کریپت و کاهش معنی‌دار ارتفاع ویلی گردید. اما در مقابل افزودن آنزیم به جیره منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع ویلی شد. عرض ویلی‌ها و عمق کریپت با افزودن مکمل آنزیمی کاهش پیدا کرد، اما این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. Santos و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که افزودن مکمل آنزیمی به جیره بوقلمون‌های تغذیه شده با جیره بر پایه گندم منجر به کاهش ۲۰ درصدی عمق کریپت شد که

نشان دهنده کاهش نرخ سنتز در مقایسه تجزیه انتروسیت‌ها می-باشد. گزارش شده است که افزایش عمق کریپت با افزایش نرخ تکثیر سلول‌های کریپت همراه است که منجر به سنتز و تجزیه سریع‌تر انتروسیت‌ها و کاهش عملکرد می‌شود (Pluske و همکاران، ۱۹۹۷). نرخ سنتز و تجزیه سریع‌تر انتروسیت‌ها با افزایش غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر که محصول نهایی تخمیر میکروبی در روده بزرگ می‌باشند، همراه است. اسیدهای چرب کوتاه زنجیر می‌توانند تکثیر سلول‌های اپیتلیال روده‌ای را تسریع بخشند که این امر منجر به تغییر مورفولوژی موکوس و بزرگ شدن دستگاه گوارشی می‌گردد (Pluske و همکاران، ۱۹۹۷). در مشاهدات میکروسکوپی، پرزها کوتاه‌تر، ضخیم‌تر و آسیب دیده‌تر مشاهده شدند، که با افزودن مکمل آنزیمی از شدت آسیب کاسته شد. Jaroni و همکاران (۱۹۹۹) کوتاه شدن، ضخیم شدن و آتروفی پرزهای ژژنوم با مصرف ۸ و ۱۶ درصد گندم تقطیری را گزارش کردند. آنها نشان دادند که افزودن مکمل آنزیمی منجر شد که ریخت‌شناسی روده جوجه‌های تغذیه شده با گندم تقطیری مشابه با جوجه‌های تغذیه شده با جیره ذرت –سویا شود. Vahjen و همکاران (۱۹۹۸) تغییر در جمعیت میکروبی دستگاه گوارش را در آسیب دیدگی پرزها مؤثر دانسته-اند. افزایش جمعیت باکتریایی روده باعث افزایش ضخامت لایه مخاطی و در نتیجه آسیب دیدگی پرزها می‌شود. مکمل آنزیمی جمعیت میکروبی روده را کاهش و اثرات منفی آنها در آتروفی ویلی را کاهش می‌دهد (Choct و همکاران، ۱۹۹۵).

کاهش ارتفاع پرز و افزایش عمق کریپت در نتیجه استفاده از دانه گندم در مقایسه با ذرت گزارش شده است (Shahir و همکاران، ۲۰۱۱). ویسکوزیته بالای محتویات گوارشی سبب کاهش ارتفاع پرز می‌شود. دلیل این موضوع را می‌توان به تخریب و تحلیل سلول‌های پوششی نوک پرز توسط فیبر نسبت داد که با افزایش آتروفی این سلول‌ها، فعالیت سلول‌های زاینده موجود در عمق کریپت برای ساخت سلول‌های پوششی و جایگزین نمودن آن‌ها با سلول‌های آتروفی شده افزایش می‌یابد. با افزایش ترن‌آور سلولی ارتفاع پرز کاهش و عمق کریپت افزایش می‌یابد. گزارش شده است که به پرزهای روده و غشاء مخاطی روده کوچک جوجه‌های گوشتی که با جیره حاوی ۸۰ درصد چاودار تغذیه شدند آسیب جدی وارد شد (Rakowska و همکاران، ۱۹۹۳). کوتاه‌تر شدن و ضخیم‌تر شدن پرزهای روده کوچک و افزایش تعداد سلول‌های گابلت در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با دانه جو نیز گزارش شده است (Viveros و همکاران، ۱۹۹۴). تغییرات در ریخت‌شناسی سلول‌های روده به علل متفاوتی از قبیل ساختار فیزیکی مواد غذایی و فرم خوراک و ماهیت شیمیایی مواد آزمایشی می‌تواند باشد (Noll و همکاران، ۲۰۰۷). بررسی نتایج مربوط به ارتفاع پرز نشان می‌دهد که گروه‌های دریافت کننده سطوح ۱۰ و ۲۰ درصد گندم تقطیری نسبت به گروه شاهد موجب کاهش این صفت مهم روده شده‌اند. از طرفی، نتایج عرض پرز نشان می‌دهد که با افزایش سطح گندم تقطیری این صفت روده نیز به لحاظ عددی کاهش یافته است. در این مشاهدات، نقش همپوشانی بین این یافته‌ها و هم راستا بودن با نتایج سایر محققین وجود داشته و تأثیر سوء استفاده از غلات حاوی NSPها بر ریخت شناسی ژژنوم را تأیید می‌کند. این تأثیر منفی در مورد غلات مختلف متفاوت بوده و هر غله‌ای بازه‌ای از سطوح برای استفاده در جیره را دارا می‌باشد.

نتیجه گیری

به طور کلی استفاده از گندم تقطیری تا سطح ۱۰ درصد در جیره جوجه‌های گوشتی تاثیر منفی بر عملکرد نداشت و با توجه به قیمت مناسب آن می‌تواند در جیره جوجه‌های گوشتی مورد توجه قرار گیرد. در حالیکه افزایش سطح گندم تقطیری به ۲۰ درصد عملکرد را به طور منفی تحت تاثیر قرار داد و افزودن آنزیم به جیره حاوی ۲۰ درصد گندم تقطیری این اثرات منفی را تا حدی کاهش داد. بعلاوه باید توجه داشت که سموم قارچی یکی دیگر از نگرانی‌های استفاده از غلات تقطیری در جیره طیور هستند چون اگر دانه اصلی دارای سموم قارچی باشد، احتمال دارد غلظت این سموم طی فرآوری به سه برابر حالت اول برسد. بنابراین درصورت استفاده از گندم تقطیری تا سطح ۲۰ درصد، استفاده از آنزیم و توجه به نکات فوق‌الذکر پیشنهاد می‌گردد.

منابع

AAFCO, (2002). Official Publication of the Association of American Feed Control Officials. AAFCO, Oxford, IN.

Amerah, A. M., Romero, L. F., Awati, A. and Ravindran, V. (2017). Effect of exogenous xylanase, amylase, and protease as single or combined activities on nutrient digestibility and growth performance of broilers fed corn/soy diets. *Poultry science*, *96*(4), 807-816.

AOAC, B. A. M. (2000). International. Official methods of analysis of AOAC International. 17th ed. Washington DC: AOAC International.

Audren, G. P., Classen, H. L., Schwean, K. V. and Racz, V. (2002). Nutritional value of wheat screenings for broiler chickens. *Canadian journal of animal science*, *82*(3), 393-398.

Austin, S. C., Wiseman, J. and Chesson, A. (1999). Influence of non-starch polysaccharides structure on the metabolisable energy of UK wheat fed to poultry. *Journal of cereal science*, *29*(1), 77-88.

Awad, W., Ghareeb, K. and Böhm, J. (2008). Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a synbiotic containing Enterococcus faecium and oligosaccharides. *International Journal of Molecular Sciences*, *9*(11), 2205-2216.

Ayoade, D. I., Kiarie, E., Slominski, B. A. and Nyachoti, C. M. (2014). Growth and physiological responses of growing pigs to wheat–corn distillers dried grains with solubles. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, *98*(3), 569-577.

Bedford, M. R., Patience, J. F., Classen, H. L. and Inborr, J. (1992). The effect of dietary enzyme supplementation of rye-and barley-based diets on digestion and subsequent performance in weanling pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, *72*(1), 97-105.

Benzie, I. F. and Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, *239*(1), 70-76.

Campasino, A., Williams, M., Latham, R., Bailey, C. A., Brown, B. and Lee, J. T. (2015). Effects of increasing dried distillers' grains with solubles and non-starch polysaccharide degrading enzyme inclusion on growth performance and energy digestibility in broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, *24*(2), 135-144.

Choct, M., Hughes, R. J., Trimble, R. P., Angkanaporn, K. and Annison, G. (1995). Non-starch polysaccharide-degrading enzymes increase the performance of broiler chickens fed wheat of low apparent metabolizable energy. *The Journal of nutrition*, *125*(3), 485-492.

Daymeh, S., Afzali, N. and Bashtini, M. (2016). Effect of revabio in diets containing wheat bran on growth performance, some blood metabolites and absorbing of mineral elements in broilers chickens. *Research on animal production*, 7: 33-4

De Vries, S., Pustjens, A. M., Schols, H. A., Hendriks, W. H. and Gerrits, W. J. J. (2012). Improving digestive utilization of fiber-rich feedstuffs in pigs and poultry by processing and enzyme technologies: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 178(3-4), 123-138.

Dida, M. F. (2016). Review paper on enzyme supplementation in poultry ration. *International Journal of Bioorganic Chemistry*, 1(1), 1-7.

Douglas, M. W., Parsons, C. M. and Bedford, M. R. (2000). Effect of various soybean meal sources and Avizyme on chick growth performance and ileal digestible energy. *Journal of Applied Poultry Research*, *9*(1), 74-80.

Engberg, R. M., Hedemann, M. S., Steenfeldt, S. and Jensen, B. B. (2004). Influence of whole wheat and xylanase on broiler performance and microbial composition and activity in the digestive tract. *Poultry science*, *83*(6), 925-938.

Finnie, S. M., Bettge, A. D. and Morris, C. F. (2006). Influence of cultivar and environment on water-soluble and water-insoluble arabinoxylans in soft wheat. *Cereal Chemistry*, *83*(6), 617-623.

Graham, H., Bedford, M. and Choct, M. (1993). High gut viscosity can reduce poultry performance. *Feedstuffs (USA)*.

Gutierrez Del Alamo, A. G., Verstegen, M. W. A., Den Hartog, L. A., De Ayala, P. P. and

Villamide, M. J. (2008). Effect of wheat cultivar and enzyme addition to broiler chicken diets on nutrient digestibility, performance, and apparent metabolizable energy content. *Poultry science*, *87*(4), 759-767.

Hernandez, F., Madrid, J., Garcia, V., Orengo, J. and Megias, M. D. (2004). Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry science*, *83*(2), 169-174.

Jang, J. C., Zeng, Z., Urriola, P. E. and Shurson, G. C. (2022). A systematic review and meta-analysis of the growth performance effects of feeding diets containing corn distillers dried grains with solubles (cDDGS) and feed enzymes to broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 115464.

Jabbar, A., Tahir, M., Alhidary, I. A., Abdelrahman, M. A., Albadani, H., Khan, R. U. and Tufarelli, V. (2021). Impact of microbial protease enzyme and dietary crude protein levels on growth and nutrients digestibility in broilers over 15–28 days. *Animals*, *11*(9), 2499.

Jaroni, D., Scheideler, S. E., Beck, M. M. and Wyatt, C. (1999). The effect of dietary wheat middlings and enzyme supplementation II: apparent nutrient digestibility, digestive tract size, gut viscosity, and gut morphology in two strains of leghorn hens. *Poultry Science*, *78*(12), 1664-1674.

Jørgensen, H., Zhao, X. Q. and Eggum, B. O. (1996). The influence of dietary fibre and environmental temoperature on the development of the gastrointestinal tract, digestibility, degree of fermentation in the hind-gut and energy metabolism in pigs. *British journal of nutrition*, *75*(3), 365-378.

Kaab, H., Bain, M. M. and Eckersall, P. D. (2018). Acute phase proteins and stress markers in the immediate response to a combined vaccination against Newcastle disease and infectious bronchitis viruses in specific pathogen free (SPF) layer chicks. *Poultry science*, *97*(2), 463-469.

Krawczyk, J., Sokołowicz, Z., Świątkiewicz, S. and Sosin-Bzducha, E. (2013). Effect of outdoor access and increased amounts of local feed materials in the diets of hens covered by the gene-pool protection programme for farm animals in Poland on quality of eggs during peak egg production. *Annals of Animal Science*, *13*(2), 327-339.

Lazaro R, Garcia M, Aranibar MJ and MateosG, 2003. Effect of enzyme addition to wheat–, barley and rye– based diets on nutrient digestibility and performance of laying hens. British Poultry Science 44: 256–265.

Lázaro, R., García, M., Aranibar, M. J. and Mateos, G. G. (2003). Effect of enzyme addition to wheat-, barley-and rye-based diets on nutrient digestibility and performance of laying hens. *British poultry science*, *44*(2), 256-265.

Liu, N., Ru, Y. J., Tang, D. F., Xu, T. S. and Partridge, G. G. (2011). Effects of corn distillers dried grains with solubles and xylanase on growth performance and digestibility of diet components in broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 163(2-4), 260-266.

Lumpkins, B. S., Batal, A. B. and Dale, N. M. (2004). Evaluation of distillers dried grains with solubles as a feed ingredient for broilers. *Poultry science*, 83(11), 1891-1896.

Malekzadeh, M. and Shakouri, M. D. (2016). The effect of four barley cultivars in whole and ground forms on performance, nutrients digestibility and blood lipid parameters of broiler chickens. *Research On Animal Production (Scientific and Research)*, *7*(13), 48-40.

Marquardt, W. W., Snyder, D. B. and Schlotthober, B. A. (1981). Detection and quantification of antibodies to infectious bronchitis virus by enzyme-linked immunosorbent assay. *Avian Diseases*, 713-722.

Amezcua, C. M., Parsons, C. M. and Noll, S. L. (2004). Content and relative bioavailability of phosphorus in distillers dried grains with solubles in chicks. *Poultry science*, *83*(6), 971-976.

Mingan, C. (2001). Alternative to in-feed antibiotics in monogastric animal industry. ASA *Technical Bulletin*. AN30:1-6.

Niemiec, J., Riedel, J., Szulc, T. and Stępińska, M. (2013). Feeding corn distillers dried grains with solubles (DDGS) and its effect on egg

quality and performance of laying hens. *Annals of Animal Science*, *13*(1), 97-107.

Noll, S. L., Brannon, J. and Parsons, C. (2007). Nutritional value of corn distiller dried grains with solubles (DDGs): Influence of solubles addition. *Poultry Science*, *86*(Suppl 1), 68.

Opoku, E. Y., Classen, H. L. and Scott, T. A. (2015). Effects of wheat distillers dried grains with solubles with or without protease and β-mannanase on the performance of turkey hen poults. *Poultry Science*, *94*(2), 207-214.

Pluske, J. R., Hampson, D. J. and Williams, I. H. (1997). Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livestock production science*, *51*(1-3), 215-236.

Rakowska, M., Rek-Cieply, B., Sot, A., Lipinska, E., Kubinski, T., Barcz, I. and Afanasjew, B. (1993). The effect of rye, probiotics and nisine on faecal flora and histology of the small intestine of chicks. *J. Anim. Feed Sci*, *2*(1-2), 73-81.

Rano, N. B. (2016). *Nutritional evaluation of wheat distillers dried grains with solubles for broiler chickens* (Doctoral dissertation, Newcastle University).

Rao, S. V., Raju, M. V. L. N., Reddy, M. R. and Panda, A. K. (2004). Replacement of yellow maize with pearl millet (Pennisetum typhoides), foxtail millet (Setaria italica) or finger millet (Eleusine coracana) in broiler chicken diets containing supplemental enzymes. *Asian-australasian journal of animal sciences*, *17*(6), 836-842.

Ravindran, V. (2013). Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities. *Journal of Applied Poultry Research*, *22*(3), 628-636.

Ravindran, V., Selle, P. H. and Bryden, W. L. (1999). Effects of phytase supplementation, individually and in combination, with glycanase, on the nutritive value of wheat and barley. *Poultry Science*, *78*(11), 1588-1595.

Romero, L. F., Parsons, C. M., Utterback, P. L., Plumstead, P. W. and Ravindran, V. (2013). Comparative effects of dietary carbohydrases without or with protease on the ileal digestibility of energy and amino acids and AMEn in young broilers. *Animal feed science and technology*, *181*(1-4), 35-44.

Santos Jr, A. A., Ferket, P. R., Grimes, J. L. and Edens, F. W. (2004). Dietary supplementation of endoxylanases and phospholipase for turkeys fed wheat-based rations. *Int. J. Poult. Sci*, *3*(1), 20-32.

Scott, T. A. and Hall, J. W. (1998). Using acid insoluble ash marker ratios (diet: digesta) to predict digestibility of wheat and barley metabolizable energy and nitrogen retention in broiler chicks. *Poultry Science*, *77*(5), 674-679.

Senkoylu, N. and Akyurek, H. (2004). Implications of b-glucanase and pentosanase enzymes in low-energy low-protein barley and wheat based broiler diets. *Czech Journal of Animal Science*, *49*(3), 108-114.

Shahir, M. H., Moradi, S., Afsareyan, O. and Hey Darei Nya, A. (2011). Effects of enzyme and organic acid in wheat and corn based diets on performance and intestinal morphology of broilers. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *3*(4).

Short, F. J., Gorton, P., Wiseman, J. and Boorman, K. N. (1996). Determination of titanium dioxide added as an inert marker in chicken digestibility studies. *Animal feed science and technology*, *59*(4), 215-221.

Smeets, N., Nuyens, F., Van Campenhout, L., Delezie, E. and Niewold, T. A. (2018). Interactions between the concentration of non-starch polysaccharides in wheat and the addition of an enzyme mixture in a broiler digestibility and performance trial. *Poultry science*, *97*(6), 2064-2070.

Swiatkiewicz, S., Arczewska-Wlosek, A. and Jozefiak, D. (2014). Feed enzymes, probiotic, or chitosan can improve the nutritional efficacy of broiler chicken diets containing a high level of distillers dried grains with solubles. *Livestock Science*, 163, 110-119.

Swiatkiewicz, S., Swiatkiewicz, M., Arczewska-Wlosek, A. and Jozefiak, D. (2016). Efficacy of feed enzymes in pig and poultry diets containing distillers dried grains with solubles: a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(1), 15-26.

Świątkiewicz, S. and Koreleski, J. (2008). The use of distillers dried grains with solubles (DDGS) in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, *64*(2), 257-266.

Urriola, P. E. and Stein, H. H. (2010). Effects of distillers dried grains with solubles on amino acid, energy, and fiber digestibility and on hindgut fermentation of dietary fiber in a corn-soybean meal diet fed to growing pigs. *Journal of animal science*, *88*(4), 1454-1462.

Vahjen, W., Gläser, K., Schäfer, K. and Simon, O. (1998). Influence of xylanase-supplemented feed on the development of selected bacterial groups in the intestinal tract of broiler chicks. *The Journal of Agricultural Science*, *130*(4), 489-500.

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.

Wang, Z. R., Qiao, S. Y., Lu, W. Q. and Li, D. F. (2005). Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. *Poultry Science*, *84*(6), 875-881.

Whiting, I., Pirgozliev, V., Rose, S. P., Karadas, F., Mirza, M. W. and Sharpe, A. (2018). The temperature of storage of a batch of wheat distillers dried grains with solubles samples on their nutritive value for broilers. *British poultry science*, *59*(1), 76-80.

Widyaratne, G. P., Patience, J. F. and Zijlstra, R. T. (2009). Effect of xylanase supplementation of diets containing wheat distiller's dried grains with solubles on energy, amino acid and phosphorus digestibility and growth performance of grower-finisher pigs. *Canadian journal of animal science*, *89*(1), 91-95.