تولیدات دامی
دوره ۲۳ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۰
صفحه‌های ۳۶۷-۳۵۵
DOI: 10.22059/jap.2021.314150.623575

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر استفاده از دانه گندم فرآوری‌شده با حرارت در جیره بر عملکرد جوجه‌های گوشتی

سیدمحمدرضا صلواتی[1*]، احمد حسن‌آبادی[2]، محسن تیموری[3]، علی‌اکبر سالاری[3]
۱. محقق، گروه علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد، ایران.
۲. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۳. دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۰۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۱۱/۲۵

چکیده
تأثیر فرآوری حرارتی گندم و آنزیم بر انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری و قابلیت هضم پروتئین و ماده خشک آن و تأثیر استفاده از آن‌ها در جیره بر عملکرد رشد، مورفولوژی ژژنوم و جمعیت میکروبی ایلئوم جوجه‌های گوشتی بررسی شد. به همین منظور از ۴۸۰ قطعه جوجه گوشتی در یک آزمایش فاکتوریل ۴×۲ با سه سطح فرآوری حرارتی گندم در دماهای ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲/۵ دقیقه (همراه با یک تیمار بدون فرآوری) و آنزیم روابیو (صفر و ۵۰۰ گرم در تن خوراک) در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار، شش تکرار و ۱۰ قطعه پرنده در هر تکرار در سن ۴۲-۲۵ روزگی استفاده شد. فرآوری حرارتی گندم در ۵۵ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری آن نسبت به تیمار بدون فرآوری شد، به‌طوری‌که انرژی قابل‌متابولیسم گندم فرآوری شده در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد، ۲/۴۹ درصد بیش‌تر از گندم فرآوری نشده بود (P<۰/۰۵). مکمل آنزیمی انرژی قابل‌متابولیسم گندم را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (P<۰/۰۵). فرآوری گندم در هر سه دما ارتفاع ویلی‌های ژژنوم را نسبت به گروه بدون فرآوری کاهش داد (P<۰/۰۱). فرآوری گندم در دماهای ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد جمعیت لاکتوباسیل‌ها را نسبت به تیمار بدون فرآوری افزایش داد (P=۰/۰۵). استفاده از آنزیم در جیره باعث کاهش مصرف خوراک جوجه‌ها و کاهش ارتفاع ویلی‌های ژژنوم شد (P<۰/۰۵). براساس نتایج این آزمایش، استفاده از مکمل آنزیمی و فرآوری حرارتی دانه گندم انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری آن را بهبود می‌بخشند اما تأثیری بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی ندارند.

کلیدواژه‌ها: جوجه گوشتی، عملکرد، فرآوری حرارتی، گندم، مکمل آنزیمی.

Investigation on the Effect of Using Heat-Processed Wheat Grains in the Diet on Broiler Chickens Performance

Seyyed mohammadreza Salavati[1*], Ahmad Hassanabadi[2], Mohsen Teimury[3], Aliakbar Salari[3]
1. Researcher, Department of Animal Science , Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, Khorasan Razavi, Mashhad, Iran.
2. Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3. Former Ph.D. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
Received: November 26, 2020 Accepted: February 13, 2021

Abstract
The effect of heat processing of wheat grains and enzyme supplementation on its apparent metabolizable energy (AME) and digestibility of protein and dry matter as well as the effect of their use in the diet on the growth performance, jejunum morphology and microbial population of ileum were investigated. For this purpose, 480 broiler chickens in a 4×2 factorial experiment with three levels of heat processing of wheat at 55, 70 and 85 °C for 2.5 minutes (with one treatment without thermal processing) and Rovabio enzyme (0 and 500 g/ton of diet) was used in a completely randomized design with eight treatments, six replicates of 10 birds each at the age of 25-42 days. Heat processing of wheat at 55 and 85 °C increased its AME compared to unprocessed treatment; So that the AME of processed wheat at 85 °C was 2.49% higher than unprocessed wheat (P<0.05). Enzyme supplementation significantly increased the AME of wheat (P < 0.05). Wheat processing at all three temperatures reduced the height of jejunum villi compared to the unprocessed group (P < 0.01). Also, processing of wheat at 70 and 85 °C increased the population of lactobacilli compared to treatment without processing (P = 0.05). The use of enzyme in the diet reduced the feed intake of the birds and the height of jejunal villi (P<0.05). Overall,, enzyme supplementation and heat processing of wheat improve its AME but have no remarkable effect on the growth performance of broiler chickens.

Keywords: Broiler, Enzyme supplementation, Heat treatment, Performance, Wheat.

* نویسنده مسئول Email: m.salavati@areeo.ac.ir

مقدمه

هر ساله حدود ۷۰ تا ۸۰ میلیون نفر به جمعیت جهان افزوده می‌شود که تأمین غذای آن‌ها مستلزم افزایش تولید منابع غذایی است. با وجود پیشرفت‌های علمی و فنی در دنیای کنونی فراهم‌کردن مواد غذایی موردنیاز به‌ویژه پروتئین حیوانی برای تغذیه انسان‌ها، یکی از اساسی‌ترین مسائل روز است و به همین علت سعی آدمی بر آن است که با بهره‌گیری از تمام امکانات موجود و با روش‌های مختلف به نحوی بر این مشکل فائق آید [۲۲]. آنچه امروزه در صنعت پرورش طیور مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است مسأله بالابردن بهره‌وری از مواد خوراکی مورد استفاده در تغذیه می‌باشد زیرا حدود ۷۰ درصد از هزینه‌های جاری واحدهای پرورش طیور را تغذیه تشکیل می‌دهد [۳].

گندم یک غله مهم است که اغلب به علت نشاسته بالا، انرژی قابل‌دسترس و پروتئین موجود در آن در تغذیه طیور مورداستفاده قرار می‌گیرد [۱٤]. نشاسته منبع مهم انرژی در غلات است و توجه به قابلیت هضم آن حائز اهمیت می‌باشد. در دیواره سلولی آندوسپرم دانه‌های غلات بخشی از کربوهیدرات‌های ساختمانی وجود دارند (اغلب آرابینوزایلان‌ها) که در روده کوچک طیور محلول هستند و وزن مولکولی بالایی دارند [۲۰]. از جمله تغییرات فیزیکی و شیمیایی مثبت فرآوری با حرارت بخار ژلاتینه‌شدن نشاسته، دناتوره‌شدن پروتئین‌های مهارکننده آنزیم‌های دستگاه گوارش و شکسته‌شدن دیواره سلولی می‌باشد [۸]. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که دمای کاندیشنر بر وزن بدن و خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی که با جیره‌های بر پایه گندم تغذیه می‌شوند تأثیر دارد [۱].

با انجام پژوهش‌های دیگری گزارش شده است که مصرف جیره‌های بر پایه گندم- سویا با فرآوری در دماهای ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۹۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵۵ و ۱٤۰ ثانیه با و بدون مکمل آنزیمی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی تأثیر ندارد [۱۹]. هدف از انجام پژوهش حاضر مطالعه اثر دمای فرآوری دانه گندم و مکمل آنزیمی بر انرژی قابل‌متابولیسم گندم و بررسی اثرات فرآوری حرارتی گندم مورداستفاده در خوراک آردی بر مورفولوژی ژژنوم، جمعیت میکروبی ایلئوم و عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی پرورش بود.

مواد و روش‌ها

گندم موردنیاز در این طرح از نوع کشت زمستانه خریداری و با آسیابی به قدرت ۱٤۸۰ دور در دقیقه (ساخت شرکت آسیاب ایران با ۳۲ چکش) آسیاب شد و از توری سه میلی‌متری عبور داده شد. گندم آسیاب شده به چهار قسمت مساوی تقسیم و یک قسمت از آن بدون فرآوری و سه قسمت دیگر پس از عبور از کاندیشنر (ساخت شرکت آسیاب ایران) به تفکیک در معرض دماهای ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲/۵ دقیقه قرار داده شد. چهار نمونه گندم اشاره شده هر یک به دو بخش تقسیم و به یک بخش از هر نمونه میزان پنج گرم در کیلوگرم آنزیم (روابیو، شرکت آدیسو فرانسه) اضافه شد. در هر گرم از آنزیم مذکور ٦٤۰۰ واحد سلولاز، ۲۰۰۰ واحد بتاگلوکاناز و ۲٤۰۰۰ واحد زایلاناز وجود داشت.

به‌منظور تعیین انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری و قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام و ماده خشک نمونه‌های گندم (بدون فرآوری و سه نمونه گندم فرآوری شده با و بدون مکمل آنزیمی، از ٤۸ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ در سن ۲۵ روزگی استفاده شد. پرندگان به به‌طور تصادفی به ٤۸ قفس متابولیکی منتقل (شش تکرار) و به‌مدت چهار روز با جیره‌های آزمایشی به‌منظور عادت‌پذیری تغذیه شدند. در روز ۲۹ دان‌خوری‌ها برداشته شد و بعد از ۱۲ ساعت گرسنگی، سینی‌های

مخصوص جمع‌آوری فضولات در زیر قفس‌ها تعبیه و هشت جیره آزمایشی که تنها منبع انرژی و پروتئین موجود در آن‌ها دانه گندم بود (جدول ۱) به هر تیمار اختصاص یافت [۱۵]. در سن ۳۲ روزگی، خوراک باقیمانده در دان‌خوری‌های جلوی قفس‌ها و هم‌چنین فضولات آن‌ها جمع‌آوری و توزین گردید. مقدار خوراک مصرفی جوجه‌های هر قفس در سه روز آزمایش با کسر خوراک باقی مانده از خوراک داده شده محاسبه شد [۱۶].

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایش

مواد خوراکی (درصد)	آزمایش اول	آزمایش دوم
	جیره پایه (۳۲-۲۹ روزگی)	جیره پایانی (۴۲ – ۲۵ روزگی)
گندم[1]	۹۶/۹۰	۷۵/۰۹
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین خام)	–	۱۵/۸۰
روغن سویا	–	۴/۹۷
دی کلسیم فسفات	۱/۳۰	۱/۳۵
کربنات کلسیم	۰/۹۴	۰/۹۴
دی ال- متیونین	–	۰/۲۷
ال- لیزین هیدروکلرید	–	۰/۵۱
ال- ترئونین	–	۰/۱۷
نمک طعام	۰/۲۷	۰/۲۲
مکمل مواد معدنی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل ویتامینی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵
جوش شیرین	–	۰/۱۲
کولین کلراید	۰/۰۹	۰/۰۵
مواد مغذی محاسبه‌شده (درصد)		
پروتئین خام	۱۳/۶۶	۱۸/۲۸
فیبرخام	–	۱/۱۱
کلسیم	۰/۶۹	۰/۷۴
فسفر قابل‌دسترس	۰/۳۵	۰/۳۷
متیونین	۰/۲۰	۰/۵۵
متیونین + سیستین	۰/۴۹	۰/۸۵
لیزین	۰/۳۶	۱/۰۹
ترئونین	۰/۳۸	۰/۷۳
کولین	۰/۱۶	۰/۱۵
سدیم	۰/۱۵	۰/۱۵
کلر	۰/۲۲	۰/۲۹
بیوتین	–	۰/۱۳
انرژی قابل‌متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۸۱۰/۸	۳۰۰۰
تعادل کاتیون – آنیون (میلی اکی والان بر کیلوگرم)	۱۱۱/۹۴	۱۵۳/۲۳

۱. هریک از چهار گندم تهیه‌شده (سه نوع فرآوری شده و یکی بدون فرآوری) با و بدون مکمل آنزیمی، جایگزین گندم جیره پایه شده تا هشت جیره آزمایشی برای آزمایش تعیین انرژی قابل‌متابولیسم آن‌ها در دوره رشد و یا پایانی تهیه گردد. ۲- مکمل ویتامینی و مکمل مواد معدنی در هر کیلوگرم جیره مواد مغذی زیر را تأمین کرد: ویتأمین A، ۸۸۰۰ واحد بین‌المللی؛ کوله کلسیفرول، ۲۵۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتأمین E، ۱۱ واحد بین‌المللی؛ ویتأمین K3، ۲/۲ میلی‌گرم؛ ویتأمین B12، ۰/۰۱ میلی‌گرم؛ تیامین، ۱/۵ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین؛ ۴ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۵ میلی گرم؛ اسید فولیک، ۰/۵ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ پریدوکسین، ۲/۵ میلی‌گرم؛ اسید پنتوتنیک، ۸ میلی گرم؛ کولین کلراید، ۵۰ میلی‌گرم؛ بتائین، ۱۹۰ میلی‌گرم؛ روی، ۶۵ میلی‌گرم؛ منگنز، ۷۵ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰/۲ میلی‌گرم؛ ید، ۰/۹ میلی‌گرم؛ مس، ۶ میلی‌گرم؛ آهن، ۷۵ میلی‌گرم.

فضولات دفعی به‌مدت ٤٨ ساعت در جریان هوای ملایم اتاق قرار گرفته سپس در آون با دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٧٢ ساعت قرار داده شد تا کاملاً خشک شوند. فضولات خشک شده دو ساعت در شرایط آزمایشگاهی قرار داده شد تا با شرایط محیط به تعادل برسند. پر و ضایعات احتمالی جدا شده و وزن کل فضولات دفع شده هر قفس توزین شد [٢٠]. کل فضولات مربوط به هر قفس آسیاب و همگن شدند سپس ماده خشک و انرژی خام نمونه‌های خوراک و فضولات براساس روش‌های پیشنهادی [٤] اندازه‌گیری شد. برای تعیین انرژی خام نمونه‌های جیره و فضولات جمع‌آوری شده از بمب کالری‌متر (مدل PARR 1261) استفاده شد.

تأثیر استفاده از گندم فرآوری‌شده با حرارت و مکمل آنزیمی بر عملکرد با استفاده از ٤٨٠ قطعه جوجه گوشتی نر سویه تجاری راس ٣٠٨ در سن ٢٥ روزگی در یک آزمایش فاکتوریل با چهار سطح فرآوری گندم در دماهای ٥٥، ٧٠ و ٨٥ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢/٥ دقیقه (همراه با یک تیمار بدون فرآوری) و دو سطح آنزیم (صفر و٥٠٠ گرم آنزیم روابیو در تن خوراک) در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار، شش تکرار و ١٠ قطعه پرنده) در هر تکرار (به نسبت مساوی از هر دو جنس) بررسی شد. جیره‌های آزمایشی (جیره پایانی؛ ٤٢-٢٥ روزگی) حاوی ٧٥/٠٩ درصد گندم و براساس احتیاجات مواد مغذی توصیه شده سویه تجاری [٥] تنظیم شدند (جدول ١).

در پایان آزمایش (٤٢ روزگی)، وزن پرندگان و خوراک مصرفی آن‌ها اندازه‌گیری و مقدار افزایش وزن و ضریب تبدیل محاسبه شد. در روز پایانی آزمایش از هر واحد آزمایشی یک قطعه پرنده نر که وزن آن به میانگین وزنی پن نزدیک بود انتخاب، توزین و کشتار شد. پس از انجام عملیات پوست‌کنی، وزن لاشه، سینه، ران‌ها، مجموعه پشت، بال و گردن (پوست کنده) و هم‌چنین وزن اندام‌های داخلی شامل قلب، طحال، پیش معده، سنگدان، کبد، لوزالمعده، بورس فابریسیوس، چربی محوطه شکمی، دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم و هم‌چنین طول دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم اندازه‌گیری شد.

برای بررسی وضعیت میکروبی روده، در روز کشتار حدود سه گرم از محتویات ناحیه ایلئوم روده کوچک از هر قطعه جوجه کشتار شده به لوله‌های استریل حاوی نه میلی‌لیتر بافر فسفات منتقل و لوله‌ها داخل فلاسک حاوی یخ به آزمایشگاه انتقال داده شدند. ترکیبات تشکیل دهنده بافر شامل کلرید سدیم (NaCl) به مقدار ٨/٥ گرم در لیتر، فسفات هیدروژن سدیم (NaH_2PO_4) به مقدار ٠/٦٨ گرم در لیتر و سود (NaOH) به مقدار ٠/١٥ گرم در لیتر بودند [٢١]. از محیط‌های کشت روگوسا آگار و سلینت اف به‌ترتیب برای کشت لاکتوباسیل‌ها و سالمونلا در شرایط بی‌هوازی استفاده شد. نمونه‌ها به‌مدت ٢٤ ساعت داخل انکوباتور با دمای ٣٧ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند سپس پرگنه‌های تشکیل‌شده شمارش شدند. جهت بررسی‌های بافت شناسی، حدود یک تا دو سانتی‌متر از قسمت میانی ژژنوم جدا و پس از شست‌وشو با محلول سرم فیزیولوژیک (با pH حدود ٧/٢) به ظروف حاوی فرمالین ١٥ درصد با همان اسیدیته منتقل شدند [١٢].

داده‌های حاصل، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ٩/١)، رویه مدل خطی عمومی برای مدل (١) تجزیه و میانگین‌ها به‌کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ($P<٠/٠٥$) مقایسه شدند [١٧].

رابطه ١) $Y_{ijk}= \mu+\alpha i+\beta j+\alpha\beta ij+\varepsilon_{ijk}$

در این رابطه، Y_{ijk}، مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین جامعه؛ α_i، اثر گندم فرآوری شده؛ β_j، اثر مکمل آنزیمی (استفاده یا عدم استفاده از آنزیم)؛ $(\alpha\beta)_{ij}$، اثر متقابل گندم‌های فرآوری‌شده× مکمل آنزیمی و ε_{ijk} خطای آزمایش در هر مشاهده است.

نتایج و بحث

تأثیر دمای فرآوری گندم و مکمل آنزیمی بر انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری و قابلیت هضم پروتئین خام و ماده خشک گندم در جوجه‌های گوشتی در جدول (۲) نشان داده شده است. اثر فرآوری حرارتی گندم بر انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری و انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری تصحیح‌شده برای ازت معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$).

جدول ۲. اثر دمای فرآوری گندم و مکمل آنزیمی بر انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری (کیلوکالری بر کیلوگرم)، قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام و ماده خشک گندم (٪) در جوجه‌های گوشتی (۳۵–۲۹ روزگی)

اثرات		انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری	انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری تصحیح‌شده با ازت	قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام	قابلیت هضم ماده خشک
دمای فرآوری گندم[1]					
بدون فرآوری		۳۰۷۷/۳۶[b]	۳۰۳۱/۲۸[b]	٤۱/۸۹	٦۷/٦۳
۵۵ درجه سانتی‌گراد		۳۱۵٦/۱۰[a]	۳۱٤۷/۵۷[a]	٤٤/۹٦	۷۹/۵۷
۷۰ درجه سانتی‌گراد		۳۰۰۰/۲۲[c]	۲۹۹۲/۳۹[c]	٤۱/۷٦	۷۷/۸۹
۸۵ درجه سانتی‌گراد		۳۱۵٤/۰۵[a]	۳۱٤٤/۲۰[a]	٤۹/۲۷	۷۷/٦٦
SEM[2]		۲۹/۰٦	۲۷/٦۱	۳/٦۳	۳/۹۱
بدون آنزیم[2]		۳۰۷۱/۰۵[b]	۳۰۵۰/۸٦[b]	٤۷/۰٦	۷٦/٤۵
با آنزیم		۳۱٤۲/۹۷[a]	۳۱۱۳/۹۲[a]	٤۲/٤۸	۷٤/۷۷
SEM		۲۰/۵۵	۱۹/۵۲	۲/۵۷	۲/۷۷
		اثرات متقابل			
آنزیم × گندم					
بدون آنزیم	**بدون فرآوری**	۳۰۰۹/۱۵	۲۹۹٤/۳٤	٤۵/۸۱	۷٤/٦۲
	۵۵ درجه سانتی‌گراد	۳۱۲۲/۵۸	۳۱۱۳/٦۰	٤٦/۲۹	۷۹/۲٤
	۷۰ درجه سانتی‌گراد	۳۰۱۵/۰٤	۳۰۰۷/۵۵	٤۳/۰۸	۷۷/۱۵
	۸۵ درجه سانتی‌گراد	۳۱۵٤/۰۳	۳۰۷٦/٦٤	۵۱/۹۹	۷٤/۷۹
با آنزیم	**بدون فرآوری**	۳۱٤۵/۵۷	۳۰٦۰/۸۳	۳۷/۹۸	٦۰/٦٤
	۵۵ درجه سانتی‌گراد	۳۱۸۹/٦۳	۳۱۸۳/۵۳	٤۳/٦۳	۷۹/۹۰
	۷۰ درجه سانتی‌گراد	۲۹۸۱/٦۹	۲۹۷۳/٤۵	٤۰/٤٤	۷۸/۸۱
	۸۵ درجه سانتی‌گراد	۳۲۲۲/۷٤	۳۲۱۱/۷۵	٤٦/۵٤	۸۰/۵۳
SEM		۳۲/٤۹	۳۰/۸٦	٤/۰۵	٤/۳۸
		سطح احتمال			
فرآوری		۰/۰۰۰٦	۰/۰۰۰۵	۰/٤۷۲	۰/۱۵
آنزیم		۰/۰۵	۰/۰٤۷	۰/۲۳۸	۰/۷۱
فرآوری × آنزیم		۰/۲۸	۰/۲٤	۰/۹۵۹	۰/۳۲

a-c: تفاوت میانگین‌های با حروف نامشابه در هر ستون معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$).

SEM: خطای معیار میانگین‌ها.

۱. گندم‌های مورد استفاده در جیره‌ها به میزان ۹٦/۹ درصد بود که شامل چهار نمونه گندم می‌باشند و عبارتند از گندم فرآوری نشده و گندم‌های فرآوری‌شده در دماهای ۵۵،۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲/۵ دقیقه در کاندیشنری به ظرفیت ۸۰۰ کیلوگرم دارای ۳۳ پدال با زاویه ٤۵ درجه.

۲. آنزیم مورداستفاده در جیره‌های آزمایشی آنزیم روابیو (Rovabio) ساخت شرکت Adisseo فرانسه بوده که به میزان ۵۰۰ گرم در تن خوراک مورداستفاده قرار گرفت.

به‌طوری‌که انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری گندم در اثر فرآوری حرارتی در دماهای ۵۵ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد بیش‌تر از دانه فرآوری نشده بود (P<۰/۰۵). انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری گندم فرآوری‌شده در دمای ۵۵ درجه به‌طور معنی‌داری کم‌تر از دانه فرآوری‌نشده و فرآوری‌شده در دو دمای دیگر بود (P<۰/۰۵). فرآوری حرارتی دانه گندم تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام نداشت. اثرات متقابل فرآوری حرارتی گندم و آنزیم بر انرژی قابل‌متابولیسم، قابلیت هضم پروتئین خام و ماده خشک گندم معنی‌دار نبود. در تطابق با نتایج آزمایش حاضر گزارش شده است که پختن ذرت و برنج سبب افزایش قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی می‌شود [۱۱].

انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری نمونه‌های گندم با افزودن آنزیم افزایش یافت (P≤۰/۰۵). نشان داده شده است که استفاده از مولتی آنزیم ناتوزیم پلاس (دارای فیتاز، بتاگلوکاناز، آلفا آمیلاز، سلولاز، همی سلولاز، پکتیناز، آمینوگلیکوزیداز، لیپاز، زایلاناز، پروتئاز، اسیدفسفاتاز و پنتوزاناز) بر میزان انرژی قابل‌متابولیسم گندم اثری ندارد [۲۲].

اثر دمای فرآوری گندم و مکمل آنزیمی بر صفات مربوط به شاخص‌های عملکردی جوجه‌های گوشتی در سن ۲۵ تا ٤۲ روزگی در جدول (۳) نشان داده شده است. فرآوری حرارتی گندم بر مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک تأثیری نداشت. در پژوهشی با استفاده از جیره‌های بر پایه گندم- سویا که در دماهای ۸۰، ۸۵ و ۹۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۵ ثانیه با فشار ۲/۵ بار فرآوری شده بودند با و بدون استفاده از آنزیم زایلاناز در تغذیه جوجه‌های گوشتی، اثری بر مصرف خوراک گزارش نشد ولی باعث بهبود افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل شد [۱٤]. در پژوهشی دیگر، اثر خوراک آردی و پلت بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در سنین ۲۷ تا ٤۸ روزگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد فرآوری خوراک تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن روزانه دارد اما بر ضریب تبدیل خوراک بی‌تأثیر است. افزایش وزن روزانه جوجه‌های مصرف کننده خوراک پلت به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از جوجه‌های تغذیه‌شده با خوراک آردی بود [٦].

در پژوهشی دیگر اثر مصرف جیره‌های گندم- سویا را که در دماهای ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۹۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵۵ و ۱٤۰ ثانیه با و بدون مکمل آنزیمی فرآوری شده بودند بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در سن صفر تا ٤۲ روزگی بررسی نمودند، یافته‌های پژوهش نشان داد اثر دمای کاندیشنینگ بر افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار نبود ولی مکمل آنزیمی بر ضریب تبدیل تأثیر معنی‌داری داشت [۱۹]. در آزمایشی با استفاده از جیره‌های گندم- سویا به سه شکل آردی، افزودن دانه گندم قبل و بعد از کاندیشنر، مشاهده کردند که فرآوری حرارتی اثر مثبت معنی‌داری بر مصرف خوراک و بهبود ضریب تبدیل داشته است [۲۲]. یافته‌های پژوهشی نشان دادند که مکمل آنزیمی زایلاناز در جیره‌های بر پایه گندم تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی و ضریب تبدیل غذایی داشته، به‌طوری‌که مکمل آنزیمی وزن روزانه جوجه‌ها را ۷/٤ درصد افزایش و ضریب تبدیل را ٤/۸ درصد بهبود داده بود [۱۳].

پژوهشی دیگر نشان داد که استفاده از آنزیم در جیره‌های حاوی گندم تأثیر معنی‌دار مثبتی بر افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی در سن ۱۰ تا ۲۸ روزگی و ضریب تبدیل خوراک در ۱ تا ٤۷ روزگی دارد [۱۸]. یافته‌های پژوهشی مبنی بر این‌که مصرف مکمل آنزیمی در دوره ۲۰ تا ۳٦ روزگی تأثیر معنی‌داری بر وزن بدن و افزایش وزن روزانه دارد کاملاً با نتایج حاصل از آزمایش حاضر

مطابقت داشته، به گونه‌ای‌که مصرف مکمل آنزیمی باعث افزایش وزن بدن و افزایش وزن روزانه شد [۱۰]. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که فرآوری حرارتی گندم و مکمل آنزیمی اثر معنی‌داری بر شاخص‌های عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲–۲۵ روزگی نداشت، به‌جز آن‌که مکمل آنزیمی باعث کاهش معنی‌دار مصرف خوراک شد.

جدول ۳. اثر دمای فرآوری گندم و مکمل آنزیمی جیره بر شاخص‌های عملکردی در دوره پایانی جوجه‌های گوشتی (۴۲–۲۵ روزگی)

اثرات	وزن بدن (گرم)	افزایش وزن روزانه (گرم در روز)	مصرف خوراک روزانه (گرم در روز)	ضریب تبدیل خوراک
دمای فرآوری گندم[1]				
بدون فرآوری	۱۵۸۵/۵	۸۸/۰۸	۱۵۲/۹۴	۱/۷۶۴
۵۵ درجه سانتی‌گراد	۱۶۱۶/۷۶	۸۹/۸۲	۱۵۲/۳۸	۱/۷۹۷
۷۰ درجه سانتی‌گراد	۱۵۹۱/۶۸	۸۸/۴۳	۱۵۱/۸۱	۱/۸۳۲
۸۵ درجه سانتی‌گراد	۱۶۶۸/۱۴	۹۲/۶۷	۱۵۶/۵۵	۱/۷۸۰
SEM	۵۰/۰۸	۲/۷۸	۴/۰۱	۰/۰۳۵
بدون آنزیم[2]	۱۵۹۵/۶۸	۸۸/۶۴	[a]۱۵۶/۷۷	۱/۸۲۲
با آنزیم	۱۶۳۴/۱۱	۹۰/۷۸	[b]۱۵۰/۰۷	۱/۷۶۴
SEM	۳۵/۴۱	۱/۹۷	۲/۸۴	۰/۰۲
اثرات متقابل				
آنزیم × گندم				
بدون آنزیم بدون فرآوری	۱۶۰۱/۸۷	۸۸/۹۹	۱۵۸/۲۶	۱/۷۹۵
۵۵ درجه سانتی‌گراد	۱۶۰۹/۳۳	۸۹/۴۱	۱۵۹/۵۶	۱/۸۱۳
۷۰ درجه سانتی‌گراد	۱۵۴۹/۳۲	۸۶/۰۷	۱۵۲/۴۹	۱/۸۴۷
۸۵ درجه سانتی‌گراد	۱۶۱۴/۴۶	۸۹/۶۹	۱۵۶/۷۵	۱/۸۳۶
با آنزیم بدون فرآوری	۱۵۶۹/۱۴	۸۷/۱۷	۱۴۷/۶۲	۱/۷۳۲
۵۵ درجه سانتی‌گراد	۱۶۲۴/۱۹	۹۰/۳۲	۱۴۵/۱۹	۱/۷۸۱
۷۰ درجه سانتی‌گراد	۱۶۲۶/۹۹	۹۰/۳۹	۱۵۱/۱۳	۱/۸۲۰
۸۵ درجه سانتی‌گراد	۱۷۳۲/۵۴	۹۶/۲۵	۱۵۶/۳۵	۱/۷۱۳
SEM	۵۰/۰۸	۲/۷۸	۴/۰۱	۰/۰۳۵
سطح احتمال				
فرآوری	۰/۴۳۸	۰/۴۳۸	۰/۷۳۵	۰/۳۷۹
آنزیم	۰/۲۹۵	۰/۲۹۵	۰/۰۴۸	۰/۰۶۴
فرآوری × آنزیم	۰/۵۹۷	۰/۵۹۷	۰/۳۵۸	۰/۶۵۸

SEM: خطای معیار میانگین‌ها.

۱. گندم‌های مورد استفاده در جیره‌ها شامل چهار نمونه گندم می‌باشند که عبارتند از گندم فرآوری نشده و گندم‌های فرآوری شده در دماهای ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲/۵ دقیقه در کاندیشنری به ظرفیت ۸۰۰ کیلوگرم دارای ۳۳ پدال با زاویه ۴۵ درجه.

۲. آنزیم مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی آنزیم روابیو ساخت شرکت آدیسو فرانسه بوده که به میزان ۵۰۰ گرم در تن مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ٤. اثر دمای فرآوری گندم و مکمل آنزیمی جیره بروزن نسبی اندام‌ها (درصد وزن زنده) و اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی (٤٢ روزگی)

اثرات	لاشه قابل مصرف	ران‌ها	سینه	پشت، بال و گردن	کبد	لوزالمعده	قلب	طحال	بورس فابریسیوس	چربی حفره شکمی
دمای فرآوری گندم[2]										
بدون فرآوری	٦٤/٠٨	١٨/١٤	٢٥/٤٣	[a]٢٠/٦	٠/٢٦	٠/٢١	٠/٥٣	٠/١٠	٠/١٤	١/٤٢
٥٥ درجه سانتی‌گراد	٦٣/٥٧	١٧/٩٩	٢٥/٨٣	[b]١٩/٨	٢/٥٧	٠/٢٠	٠/٥٣	٠/١٢	٠/١٦	١/٣٥
٧٠ درجه سانتی‌گراد	٦٤/١٥	١٨/٧١	٢٦/٣٥	[b]١٩/١	٢/٥٥	٠/١٩	٠/٥٤	٠/١٠	٠/١٥	١/٢٠
٨٥ درجه سانتی‌گراد	٦٤/٠٤	١٨/٤٣	٢٦/٢١	[b]١٩/٤	٢/٥	٠/٢١	٠/٥٦	٠/١١	٠/١٥	١/٤٧
SEM	٠/٦٦	٠/٢٥	٠/٥٢	٠/٢٣	٠/٠٩	٠/٠١	٠/٠٣	٠/٠١	٠/٠١	٠/١٣
بدون آنزیم[3]	٦٤/٠٧	١٨/٢٣	٢٦/٠٢	١٩/٨٠	٢/٥٣	٠/٢٠	٠/٥٤	٠/١١	٠/١٤	١/٢٤
با آنزیم	٦٣/٨٥	١٨/٤٠	٢٥/٨٩	١٩/٥٦	٢/٥٧	٠/٢٠	٠/٥٤	٠/١١	٠/١٥	١/٤٨
SEM	٠/٤٧	٠/١٨	٠/٣٧	٠/١٦	٠/٠٧	٠/٠١	٠/٠٢	٠/٠١	٠/٠١	٠/٠٩
اثرات متقابل										
آنزیم × گندم										
بدون آنزیم بدون فرآوری	٦٤/٠٦	١٧/٥٣	٢٦/١٣	٢/٤٠	٢/٦١	٠/٢١	٠/٥٦	٠./١٠	٠/١٣	١/٣٩٥
٥٥ درجه سانتی‌گراد	٦٣/٧٣	١٧/٩٧	٢٥/٨٢	١٩/٩٤	٢/٦٩	٠/٢١	٠/٥٥	٠/١١	٠/١٤	١/١٢٩
٧٠ درجه سانتی‌گراد	٦٤/٦١	١٨/٩٢	٢٦/٣٩	١٩/٢٩	٢/٤٢	٠/١٩	٠/٥٣	٠/١١	٠/١٥	١/٠٩٦
٨٥ درجه سانتی‌گراد	٦٣/٨٨	١٨/٥٢	٢٥/٧٧	١٩/٦٠	٢/٣٩	٠/٢١	٠/٥٣	٠/١١	٠/١٥	١/٣٤٤
با آنزیم بدون فرآوری	٦٤/١٠	١٨/٧٤	٢٤/٧٤	٢٠/٦٣	٢/٤٩	٠/٢١	٠/٥١	٠/١٠	٠/١٤	١/٤٥٤
٥٥ درجه سانتی‌گراد	٦٣/٤١	١٨/٠١	٢٥/٨٤	١٩/٥٥	٢/٤٧	٠/٢٠	٠/٥١	٠/١٣	٠/١٨	١/٥٨١
٧٠ درجه سانتی‌گراد	٦٣/٦٩	١٨/٥٠	٢٦/٣٢	١٨/٨٨	٢/٧٠	٠/١٩	٠/٥٥	٠/١٠	٠/١٥	١/٣١١
٨٥ درجه سانتی‌گراد	٦٤/٢١	١٨/٣٦	٢٦/٦٧	١٩/١٩	٢/٦٠	٠/٢٠	٠/٥٩	٠/١٠	٠/١٤	١/٦٠
SEM	٠/٦٦	٠/٢٤٩	٠/٥٢	٠/٢٣	٠/٠٩	٠/٠١	٠/٠٣	٠/٠١	٠/٠١	٠/١٣
سطح احتمال										
فرآوری	٠/٩٢	٠/٢٠	٠/٥٩	٠/٠٠٢	٠/٩٥	٠/٦١	٠/٨١	٠/٥٨	٠/٧١	٠/٤٩
آنزیم	٠/٧٤	٠/٥١	٠/٧٩	٠/٢٩	٠/٧٢	٠/٧٦	٠/٩٧	٠/٨٣	٠/٤٦	٠/٠٧
فرآوری× آنزیم	٠/٩٢	٠/١٣	٠/٤٩	٠/٧٢	٠/٢٣	٠/٩٧	٠/٤٨	٠/٦٣	٠/٥٩	٠/٧٦

a-b: تفاوت میانگین‌های با حروف نامشابه در هر ستون معنی‌دار است ($p<0/05$).

SEM: خطای معیار میانگین‌ها.

١. لاشه پوست کنده‌شده.

٢. گندم‌های مورد استفاده در جیره‌ها شامل چهار نمونه گندم می‌باشند که عبارتند از گندم فرآوری‌نشده و گندم‌های فرآوری شده در دماهای ٥٥، ٧٠ و ٨٥ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢/٥ دقیقه در کاندیشنری به ظرفیت ٨٠٠ کیلوگرم دارای ٣٣ پدال با زاویه ٤٥ درجه.

٣. آنزیم مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی آنزیم روابیو ساخت شرکت آدیسو فرانسه بوده که به میزان ٥٠٠ گرم در تن خوراک مورد استفاده قرار گرفت.

اثر دمای فرآوری گندم و مکمل آنزیمی جیره بر وزن نسبی اندام‌ها و اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی در سن ٤٢ روزگی در جدول (٤) گزارش داده شده است. فرآوری حرارتی گندم بردرصد وزن نسبی ران، سینه، کبد، لوزالمعده، قلب، طحال، بورس فابریسیوس و چربی محوطه شکمی جوجه‌های گوشتی در سن ٤٢ روزگی تأثیر معنی‌داری نداشت. به‌جز این‌که فرآوری دانه گندم مورد استفاده در جیره آردی جوجه‌های گوشتی باعث کاهش مجموع قطعات پشت، بال و گردن نسبت به جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره دارای گندم فرآوری نشده شد. پژوهش‌گران این افزایش را قابل تفسیر نمی‌دانند و احتمالاً به‌دلیل خطا و تنوع در برش قطعات لاشه می‌باشد. یافته‌های پژوهشی نیز مشابه نتایج آزمایش حاضر نشان داد که فرآوری حرارتی گندم در دماهای ٦٠، ٧٥ و ٩٠ درجه سانتی‌گراد در مدت ٣٠ ثانیه تأثیر معنی‌داری بر درصد وزن کبد، طحال و لوزالمعده ندارد [١]. هم‌چنین یافته‌های پژوهشی دیگر نیز نشان داد که درصد وزن نسبی سینه، ران، کبد، لوزالمعده، سنگدان و چربی محوطه شکمی تحت تأثیر افزودن آنزیم به جیره‌های بر پایه گندم قرار نگرفته است [٩]. از سوی دیگر، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از مکمل آنزیمی تأثیر معنی‌داری بر وزن نسبی لاشه، قطعات آن و اندام‌های داخلی ندرد. اثر متقابل فرآوری حرارتی گندم و مکمل آنزیمی بر وزن نسبی لاشه، قطعات آن و اندام‌های داخلی معنی‌دار نبود. در پژوهشی دیگر نشان داده شد که فرآوری حرارتی جیره‌های بر پایه گندم بر درصد وزن لوزالمعده، کبد، لاشه زنده، سینه، ران و چربی محوطه شکمی اثر معنی‌داری ندارد. ضمن آن‌که گزارش شده است مکمل آنزیمی بر درصد وزن لاشه، وزن سینه، وزن ران، کبد، لوزالمعده و چربی محوطه شکمی نیز تأثیر معنی‌داری دارد [١٠].

اثر دمای فرآوری گندم و مکمل آنزیمی بر درصد وزن پیش‌معده، سنگدان، طول روده کوچک، طول بخش‌های مختلف روده کوچک و درصد وزن آن‌ها در جدول (٥) نشان داده شده است.

فرآوری حرارتی گندم تأثیر معنی‌داری بر درصد وزن نسبی پیش معده، سنگدان، طول روده کوچک و طول بخش‌های مختلف روده کوچک نداشت. در پژوهش دیگری، مشابه نتایج آزمایش حاضر نشان داده شد که فرآوری حرارتی گندم بر درصد وزن نسبی پیش معده، سنگدان و درصد وزن نسبی بخش‌های مختلف روده‌کوچک تأثیر معنی‌داری ندارد [١٠]. هم‌چنین در پژوهش دیگری گزارش شد که فرآوری حرارتی جیره‌های بر پایه گندم در دماهای ٦٠، ٧٥، ٩٠ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٣٠ ثانیه بر درصد وزن نسبی وزن پیش معده، سنگدان و روده کوچک تأثیر معنی‌داری ندارد [٢]. یافته‌های دیگری نیز نشان دادند که اثر فرآوری حرارتی گندم بر درصد وزن نسبی وزن پیش معده معنی‌دار نیست اما بر درصد وزن نسبی سنگدان اثر معنی‌دار دارد، به‌طوری‌که بیش‌ترین وزن سنگدان مربوط به جوجه‌هایی بود که گندم مورداستفاده در جیره آن‌ها در دماهای ٩٠ و ٧٥ درجه سانتی‌گراد فرآوری شده بود. درحالی‌که فرآوری حرارتی گندم تأثیر معنی‌داری بر طول ژژنوم، ایلئوم و روده کوچک نداشت، طول دئودنوم را به‌طور معنی‌داری افزایش داد [١]. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که مکمل آنزیمی بر درصد وزن نسبی پیش معده، سنگدان و طول و وزن بخش‌های مختلف روده کوچک اثر معنی‌داری ندارد.

یافته‌های یک پژوهش نشان داد که مکمل آنزیمی تأثیر معنی‌داری بر درصد وزن نسبی پیش‌معده، سنگدان، طول بخش‌های مختلف روده کوچک و چربی محوطه شکمی ندارد [١٠] که با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد.

در این آزمایش، اثر متقابل فرآوری حرارتی گندم و مکمل آنزیمی بر درصد وزن نسبی پیش معده، سنگدان، طول روده کوچک و طول بخش‌های مختلف آن و درصد وزن نسبی بخش‌های مختلف روده کوچک معنی‌دار نبود.

جدول ۵. اثر دمای فرآوری گندم و مکمل آنزیمی جیره بر وزن نسبی اندام‌ها و بخش‌های مختلف روده کوچک (درصد وزن زنده) و مقایسه طول آن‌ها (برحسب سانتی‌متر) در جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

اثرات	وزن نسبی (درصد وزن زنده)					طول روده کوچک	طول دئودنوم	طول ژژنوم	طول ایلئوم
	وزن پیش معده	وزن سنگدان	وزن دئودنوم	وزن ژژنوم	وزن ایلئوم				
دمای فرآوری گندم [1]									
بدون فرآوری	۰/۳٤	۱/۲۹	۰/۵۹	۱/۱۸	۰/۹٦	۲۱۸/٤	۳۵/۸۷	۸۹/۵	۹۳/۰٦
۵۵ درجه سانتی‌گراد	۰/۳۳	۱/۱۹	۰/۵۸	۱/۱۹	۰/۹۰	۲۲۰/۰	۳۷/۷۵	۹۰/۱۸	۹۲/۱۲
۷۰ درجه سانتی‌گراد	۰/۳۱	۱/۲۵	۰/۵٦	۱/۱٤	۰/۹٦	۲۱۸/۸	۳۷/۱۲	۸٦/۵٦	۹۵/۱۲
۸۵ درجه سانتی‌گراد	۰/۳۲	۱/۱۹	۰/۵۲	۱/۱۵	۰/۸۳	۲۲۲/۳	۳٦/٦۸	۹۱/۵	۹٤/۰٦
SEM	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰٤	٦/٤۷	۱/۱۳	۲/۸۲	۳/۸۳
بدون آنزیم [2]	۰/۳۳	۱/۲۵	۰/۵۹	۱/۱۹	۰/۹٤	۲۲۱/۷	۳۷/٦۵	۸۹/۵	۹٤/۵٦
با آنزیم	۰/۳۳	۱/۲۰	۰/۵٤	۱/۱٤	۰/۸۹	۲۱۸/۱	۳٦/۰٦	۸۹/۳۷	۹۲/٦۲
SEM	۰/۰۱۳	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	٤/۵۸	۰/۸۰	۱/۹۹	۲/٦٤
اثرات متقابل									
آنزیم× گندم									
بدون آنزیم بدون فرآوری	۰/۳۵	۱/۳۵	۰/٦۳	۱/۱۷	۰/۹۹	۲۱۷/۸۸	۳۵/۲۵	۸۸/۰	۹٤/٦۳
۵۵ درجه سانتی‌گراد	۰/۳۳	۱/۱۵	۰/٦۱	۱/۲۷	۰/۹۳	۲۲٤/۱۳	۳۸/۷۵	۹۰/٦۳	۹٤/۷۵
۷۰ درجه سانتی‌گراد	۰/۳۰	۱/۲۹	۰/۵۹	۱/۱۲	۱/۰	۲۲۱/۸۸	۳۹/۷۵	۸٦/٦۳	۹۵/۵
۸۵ درجه سانتی‌گراد	۰/۳۲	۱/۲٤	۰/۵۳	۱/۱۸	۰/۸۲	۲۲۳/۰	۳٦/۸۸	۹۲/۷۵	۹۳/۳۸
با آنزیم بدون فرآوری	۰/۳٤	۱/۲٤	۰/۵٦	۱/۱۸	۰/۹۲	۲۱۹/۰	۳٦/۵۰	۹۱/۰	۹۱/۵۰
۵۵ درجه سانتی‌گراد	۰/۳۳	۱/۲۳	۰/۵۵	۱/۱۱	۰/۸۷	۲۱٦/۰	۳٦/۷۵	۸۹/۷۵	۸۹/۵۰
۷۰ درجه سانتی‌گراد	۰/۳۲	۱/۲۰	۰/۵٤	۱/۱۵	۰/۹۲	۲۱۵/۷۵	۳٤/۵۰	۸٦/۵۰	۹٤/۷۵
۸۵ درجه سانتی‌گراد	۰/۳۲	۱/۱٤	۰/۵۲	۱/۱۲	۰/۸٤	۲۲۱/۵۰	۳٦/۵۰	۹۰/۲۵	۹٤/۷۵
SEM	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰٤	٦/٤۷	۱/۱۳	۲/۸۲	۳/۸۳
سطح احتمال									
فرآوری	۰/٦۵	۰/٦۳	۰/٤۱	۰/۸۵	۰/۰۹	۰/۹۸	۰/٦۹	۰/٦۵	۰/۹۵
آنزیم	۰/۹٤	۰/۳۹	۰/۱۵	۰/۳٦	۰/۲٤	۰/۵۸	۰/۱۷	۰/۹٦	۰/٦۱
فرآوری× آنزیم	۰/۹۸	۰/۷۲	۰/۹۱	۰/۵۵	۰/۷۹	۰/۹٦	۰/۲٤	۰/۹۲	۰/۹۳

SEM: خطای معیار میانگین‌ها.

۱. گندم‌های مورد استفاده در جیره‌ها شامل چهار نمونه گندم می‌باشند که عبارتند از گندم فرآوری نشده و گندم‌های فرآوری شده در دماهای۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲/۵ دقیقه در کاندیشنری به ظرفیت ۸۰۰ کیلوگرم دارای ۳۳ پدال با زاویه ٤۵ درجه. ۲– آنزیم مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی آنزیم روابیو ساخت شرکت آدیسِو فرانسه بوده که به میزان ۵۰۰ گرم در تن خوراک مورد استفاده قرار گرفت.

جمعیت میکروبی لاکتوباسیل و آلودگی به سالمونلا در ناحیه ایلئوم روده کوچک در سن ٤٢ روزگی در جدول (٦) نشان داده شده است. اثر فرآوری حرارتی گندم در دماهای مختلف تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع ویلی‌ها در ناحیه ژژنوم داشت ولی بر پهنای ویلی‌ها، عمق کریپت و نسبت ارتفاع ویلی‌ها به عمق کریپت در این ناحیه اثر معنی‌داری نداشت. یافته‌های پژوهشی نشان داد که فرآوری حرارتی گندم در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۰ دقیقه بر ارتفاع ویلی‌ها، عمق کریپت و نسبت ارتفاع به عمق کریپت تأثیر معنی‌داری ندارد [١٦].

جدول ٦. اثر دمای فرآوری گندم و مکمل آنزیمی جیره بر مشخصات ظاهری پرزهای ناحیه ژژنوم و جمعیت میکروبی لاکتوباسیل و آلودگی به سالمونلا در ناحیه ایلئوم روده کوچک جوجه‌های گوشتی در سن ٤٢ روزگی

اثرات	ارتفاع ویلی (میکرومتر)	پهنای ویلی (میکرومتر)	عمق کریپت (میکرومتر)	نسبت ارتفاع ویلی به عمق کریپت	لاکتوباسیل (Log10CFU/g)	سالمونلا
دمای فرآوری گندم[1]						
بدون فرآوری	۹۳۲/۳۳^{a}	۱۹۱/۰۰	۲۰۵/۳۳	٤/٥٤	۷/٦۸^{b}	منفی
٥٥ درجه سانتی‌گراد	۷۱٥/۰۰^{c}	۱۹۰/۳۳	۱۸۲/۰۰	۳/۹۷	۷/۸۷^{ab}	منفی
۷۰ درجه سانتی‌گراد	۷۹۷/۳۳^{b}	١٦۷/۳۳	۱۸۷/٦۷	٤/۳٥	۸/۳٦^{a}	منفی
۸٥ درجه سانتی‌گراد	۷۰۲/٦۷^{c}	۱۸۲/٦۷	۱۸۱/٦۷	۳/۹۱	۸/٤۰^{a}	منفی
SEM	۱۳/۳۲	۱۱/٥۷	۸/٦٤	۰/۲۲	۰/۲	
بدون آنزیم[2]	۸۰۳/٥^{a}	۱۸۳/٦۷	۱۸٦/٥	٤/۳٦	۷/۹۰	منفی
با آنزیم	۷۷۰/۱۷^{b}	۱۸۲/۰۰	۱۹۱/۸۳	٤/۰۲	۸/۲٥	منفی
SEM	۹/٤۲	۸/۱۸	٦/۱۱	۰/۱٥	۰/۱٤	
اثرات متقابل						
آنزیم × گندم						
بدون آنزیم بدون فرآوری	۹٥۲/٦۷	۱٥۸/۰^{b}	۲۰٦/۰	٤/٦۲	۸/۰۸^{ab}	منفی
٥٥ درجه سانتی‌گراد	۷۳٦/۰	۲۰٤/٦۷^{ab}	۱۸٦/٦۷	٤/۰۲	۷/۷^{b}	منفی
۷۰ درجه سانتی‌گراد	۸۰۹/۳۳	۱۷۳/۳۳^{b}	۱۷٤/۰	٤/۷۸	۷/۹۲^{ab}	منفی
۸٥ درجه سانتی‌گراد	۷۱٦/۰	۱۹۸/٦۷^{ab}	۱۷۹/۳۳	٤/۰۲	۷/۹۳^{ab}	منفی
با آنزیم بدون فرآوری	۹۱۲/۰	۲۲٤/۰^{a}	۲۰٤/٦۷	٤/٤٦	۷/۲۸^{b}	منفی
٥٥ درجه سانتی‌گراد	٦۹٤/۰	۱۷٦/۰^{ab}	۱۷۷/۳۳	۳/۹۳	۸/۰٥^{ab}	منفی
۷۰ درجه سانتی‌گراد	۷۸٥/۳۳	١٦۱/۳۳^{b}	۲۰۱/۳۳	۳/۹۲	۸/۸۱^{a}	منفی
۸٥ درجه سانتی‌گراد	٦۸۹/۳۳	١٦٦/٦۷^{b}	۱۸٤/۰	۳/۷۹	۸/۸۸^{a}	منفی
SEM	۱۱/٥٤	۱۰/۰۲	۷/٤۹	۰/۱۹	۰/۱۷	
سطح احتمال						
فرآوری	<۰/۰۰۰۱	۰/٤٦	۰/۲۲	۰/۱٦	۰/۰٥	منفی
آنزیم	۰/۰۲٤	۰/۸۹	۰/٥٥	۰/۱٤	۰/۱۰۳	منفی
فرآوری × آنزیم	۰/۹٥	۰/۰۲۸	۰/٥۰	۰/٥۹	۰/۰۲٤	منفی

a-c: میانگین‌های دارای حرف غیر مشترک در هر ستون و برای هر عامل دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰٥).

۱. گندم‌های مورد استفاده در جیره‌ها شامل چهار نمونه گندم می‌باشند که عبارتند از گندم فرآوری‌نشده و گندم‌های فرآوری‌شده در دماهای ٥٥، ۷۰ و ۸٥ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲/٥ دقیقه در کاندیشنری به ظرفیت ۸۰۰ کیلوگرم دارای ۳۳ پدال با زاویه ٤٥ درجه.

۲. آنزیم مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی آنزیم روابیو ساخت شرکت آدیسو فرانسه بوده که به میزان ٥۰۰ گرم در تن مورد استفاده قرار گرفت.

پژوهشی دیگر نیز بی اثر بودن فرآوری گندم به همراه مکمل آنزیمی را بر عمق کریپت و ارتفاع ویلی‌ها تأیید کرده است [۲۱]. در پژوهش حاضر جمعیت لاکتوباسیل‌ها در ناحیه ایلئوم تحت تأثیر فرآوری حرارتی گندم قرار گرفت و منجر به افزایش معنی‌دار این باکتری‌ها گردید. در هیچ‌یک از تیمارها سالمونلا در محتویات ایلئوم مشاهده نشد.

استفاده از مکمل آنزیمی در جیره جوجه‌های گوشتی ارتفاع ویلی‌های ناحیه ژژنوم روده را به‌طور معنی‌داری کاهش داد ($P<۰/۰۵$)؛ اما تأثیر معنی‌داری بر پهنای ویلی‌ها، عمق کریپت و نسبت ارتفاع ویلی‌ها به عمق کریپت نداشت. مطالعات نشان داده است که استفاده از آنزیم در جیره‌های دارای گندم بر ارتفاع و پهنای ویلی‌ها، عمق کریپت ونسبت ارتفاع ویلی‌ها به عمق کریپت تأثیر معنی‌داری دارد [۲۱]. برخلاف نتایج پژوهش حاضر، یافته‌های دیگر استفاده از گندم به همراه آنزیم بر جمعیت میکروبی لاکتوباسیل‌ها را فاقد تأثیر معنی‌دار گزارش نمودند که این تفاوت نتایج احتمالاً به‌دلیل اختلاف فرآوری حرارتی گندم و یا نوع واریته گندم مورداستفاده در آزمایش بوده است. به‌نظر می‌رسد فرآوری حرارتی گندم مقدار مواد غیرنشاسته‌ای محلول را کاهش داده و باعث عدم تغییر در جمعیت میکروبی روده شده است. در آزمایش حاضر اثر متقابل فرآوری حرارتی گندم و مکمل آنزیمی بر ارتفاع و پهنای ویلی‌ها، عمق کریپت و نسبت ارتفاع ویلی به عمق کریپت و هم‌چنین بر جمعیت لاکتوباسیل‌ها معنی‌دار نبود.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش، فرآوری گندم باعث افزایش انرژی قابل‌متابولیسم آن می‌شود اما استفاده از گندم فرآوری شده در جیره‌های آردی گندم-کنجاله سویا تأثیر مثبتی بر عملکرد رشد، بافت شناسی روده، صفات لاشه و سایر شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده ندارد. استفاده از مکمل آنزیمی نیز باعث افزایش انرژی قابل‌متابولیسم گندم شد اما افزودن آنزیم به جیره تأثیر مثبتی بر عملکرد رشد جوجه‌ها و سایر شاخص‌های اندازه‌گیری شده ندارد.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر حمایت مالی و از مدیریت محترم شرکت خوراک دام و طیور دردانه چناران به پاس همکاری صمیمانه برای انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع مورد استفاده

1. Abdollahi M (2011) Influence of feed processing on the performance, nutrient utilization and gut development of poultry and feed quality. A thesis presented in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Poultry Nutrition.
2. Abdollahi MR, Ravindran V, Wester TJ, Ravindran G and Thomas DV (2011) Influence of feed form and conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of starch and nitrogen in broiler starters fed wheat-based diet. Animal Feed Science and Technology, 168: 88-99.
3. Amuzmehr A (2007) Effect of different levels of raw and processing rice bran on performance of broiler chicks. Master's Degree in Animal Sciences and natural Resources of Gorgan University, 1(2): 85-98. (In Persian)
4. AOAC (2005) Association of official analytical chemists, official methods of analysis. 18th(Ed). Maryland, USA.
5. Aviagen (2014) Nutrition Specifications Manual: Ross 308. Aviagen Ltd., Scotland, UK.
6. Bennett CD, Classen HL and Riddell C (2002) Feeding broiler chickens wheat and barley diets containing whole, ground and pelleted grain. Poultry Science, 81: 995-1003.
7. Carre B, Idi A, Maisonnier S, Melcion JP, Oury FX, Gomez J and Pluchard P (2002) Relationships between digestibilities of food c omponents and characteristics of wheats (Triticum-Astivum) introduced as the only cereal source in a broiler chicken diet. British Poultry Science, 43: 404-415.

8. Choct M (1999) Soluble non-starch polysaccharides affect net utilization of energy by chickens. Recent Advances in Animal Nutrition. University of Armdale, Nsw. 31-35.
9. Farhadi A, Sayyahzadeh H and Jafarbavari A (2008) Effect of Enzyme on diet and Corn, Wheat and Barley on yield and carcass traits of broiler chickens. Journal of Agriculture Science and Natural Resources, 16: 153-167. (In Persian)
10. Ghobadi, Z., A. Karimi. 2012. Effect of feed processing and enzyme supplementation of wheat-based diets on performance of broiler chicks. Journal of Applied Animal Research, 40: 260-266.
11. Gonza´lez-Alvarado JM, Jime´nez-Moreno ER, La´zaro and Mateos GG (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: 1705–1715.
12. Iji PA, Hughes RJ, Choct M and Tivey DR (2001) Intestinal structure and function of broiler chickens on wheat-based diets supplemented with a microbial enzyme. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 14: 54-60.
13. Kiarie E, Romero LF, Ravindran V (2014) Growth performance, nutrient utilization, and digesta characteristics in broiler chickens fed corn or wheat diets without or with supplemental xylanase. Poultry Science, 93: 1186-1196.
14. Pickford J R (1992) Effect of processing on the stability of heat labile nutrients in animal feeds. International Information System for the Agriculture Science and Technology, 177-192.
15. Ravindran V, Tilman ZV, Morel PCH, Ravindran G and Coles GD (2007) Influence of β-glucanase supplementation on the metabolisable energy and ileal nutrient digestibility of normal starch and waxy barleys for broiler chickens. Animal Feed Science and Technology, 134: 45-55.
16. Rezaeipour V, Hasanpour M, Janitabar M and Abdullahpour R (2017) Effects of two native Iranian wheat cultivars, processing method, and enzyme supplementation on performance, carcass, intestinal morphology and microbiota activity in broiler chickens. Journal of Applied Animal Research, 45: 517-523 (In Persian)
17. SAS Institute Inc (2004) User's guide, version 9.1. Cary, NC: SAS Institute Inc.
18. Seifi S (2013) An investigation of the effects of using an enzyme-probiotic combination on broilers performance. Iranian Journal of veterinary Medicine, 7: 299-304.
19. Silversides FG and Bedford MR (1999) Effect of pelleting temperature on the recovery and efficacy of a xylanase enzyme in wheat-based diets. Poultry Science, 78: 1184 –1190.
20. Wiseman J (2000) Correlation between physical measurements and dietary energy values of wheat for poultry and pigs. Animal Feed Science Technology, 84: 1-11.
21. Yaghobfar A, Ila, N, Deghan M and Kucheki A (2014) The effect of cell wall cell carbohydrates in wheat and bran in diets with and without Enzyme activity on serum and intestinal enzymes, volatile fatty acids, morphology And bacterial population of broiler chickens. Animal Science Journal, 107: 253-268.
22. Yaghobfar A, S. Sharifi D and Golestani G (2014) Effects Natozyme enzyme plus on metabolizable energy and protein digestibility of diets containing wheat and rapeseed meal in broiler chickens. Animal production research, 5(10) (In Persian).