نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۳٤، بهـار ۱٤۰۱
ص‌ص: ۷۵~۹۰

اثر مکمل آنزیمی و اندازه ذرات گندم بر عملکرد، جمعیت میکروبی و اسیدیته روده کوچک و خصوصیات بستر بلدرچین ژاپنی

- **سیامک مشاهیری**
دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
- **حسن درمانی‌کوهی** (نویسنده مسئول)
دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

تاریخ دریافت : تیر ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش : مرداد ۱۴۰۰
شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۱۹۷۷۶۴۶
Email: salarmoini@uk.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2021.343451.2076

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی بر عملکرد، جمعیت میکروبی و اسیدیته ایلئوم و خصوصیات بستر بلدرچین ژاپنی به صورت آزمایش فاکتوریل ۳×۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار، ٤ تکرار و۲۰ قطعه بلدرچین در هر تکرار، انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل: سه اندازه ذرات گندم (۲، ۳ و ۳/۵ میلی‌متر) و سه سطح مکمل آنزیمی روابیو (صفر، ۲۰۰ و ٤۰۰ ppm) بودند. در کل دوره پرورش، پرندگان دریافت‌کننده گندم دارای ذرات ۲ و۳ میلی‌متر + مکمل آنزیمی ٤۰۰ ppm خوراک مصرفی کمتری نسبت به تیمارهای با اندازه ذرات ۳/۵ میلی‌متر + مکمل آنزیمی ۲۰۰ ppm و بدون مکمل آنزیمی داشتند (p<۰/۰۱). هم‌چنین، پرندگان دریافت‌کننده گندم دارای ذرات ۲ و۳ میلی‌متر + مکمل آنزیمی ٤۰۰ ppm ضریب تبدیل خوراک بهتری را نسبت به پرندگان دریافت کننده گندم دارای ذرات ۳/۵ میلی‌متر و بدون مکمل آنزیمی داشتند (p<۰/۰۱). جمعیت باکتری‌های لاکتوباسیلوس در تیمار گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متر + مکمل آنزیمی ٤۰۰ ppm نسبت به تیمار ۳/۵ میلی‌متر و بدون مکمل آنزیمی افزایش داشت. پرندگان تغذیه شده از جیره‌های با اندازه‌های ذرات گندم۲ ، ۳ و ۳/۵ میلی‌متر + ٤۰۰ ppm مکمل آنزیمی pH بستر کمتری را نسبت به پرندگان تغذیه شده با گندم بدون مکمل آنزیمی داشتند (p<۰/۰۱). تیمار با اندازه ذرات گندم ۲ میلی‌متر + ٤۰۰ ppm مکمل آنزیمی درصد رطوبت بستر کمتری را نسبت به تیمارهای بدون مکمل آنزیمی + اندازه‌های گندم ۳ و ۳/۵ میلی متر نشان دادند (p<۰/۰۱). با توجه به نتایج، استفاده ترکیبی از گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متر به همراه مکمل آنزیمی در سطح ٤۰۰ ppm در جیره بر پایه گندم توصیه می شود.

واژه‌های کلیدی: اندازه ذرات، بلدرچین های ژاپنی، جمعیت میکروبی ، مکمل آنزیمی.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 134 pp: 75-90

Effect of enzyme supplementation and wheat particle size on performance, microbial population and small intestinal acidity and litter characteristics of Japanese quails

By: mashahiri, siamak[1], Darmani kuhi, Hassan*[2]
1: Post Graduate student in MSc, Department of Animal Science, College of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran
2: Associate Professor, Department of Animal Science, College of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht ,Iran

Received: July 2020 **Accepted: August 2021**

This experiment was conducted in order to investigate the effect of dietary enzyme supplementation (DES) and wheat particle size (WPZ) on growth, microbial population and intestinal acidity and litter characteristics of Japanese quails using a 3×3 factorial arrangement in a completely randomized design with nine treatments each replicated 4 times with 20 quails per replicate. The experimental factors included three WPZ [2, 3 and 3/5 mm] and three levels of DES [Rovabio enzyme at 0, 200 and 400 ppm]. Through the whole experimental period, groups of birds received diets with 2 and 3 mm WPZ+400 ppm of DES showed significantly reduced feed intake compared to the groups with 3.5 mm WPZ without and with 200 ppm DES ($p<0.01$). Birds received diets with 2 and 3 mm WPZ+400 ppm of DES also showed better feed conversion ratio than those fed with 3.5 mm WPZ without enzyme supplementation ($p<0.01$). Lactobacillus counts increased significantly in quails fed diets with 2 mm WPZ and 400 ppm of DES in comparison to 3.5 WPZ without enzyme supplementation group ($p<0.01$). Birds fed diets with 2, 3 and 3.5 mm WPZ+400 ppm of DES had lower litter pH than those fed wheat-based diets without enzyme supplementation ($p<0.01$). Treatment of 2 mm WPZ+400 ppm of DES showed less litter moisture than those with 3 and 3.5 mm WPZ without enzyme supplementation ($p<0.01$). In conclusion, dietary inclusion of wheat grain at 2 mm diameter particle size supplemented by 400 ppm enzyme is recommended.

Key words: Particle size, Japanese Quails, Microbial population, Enzyme.

مقدمه

دانه ذرت بخش اصلی خوراک پرندگان تجاری از جمله بلدرچین به منظور تامین انرژی جیره است. به‌هرحال، دانه ذرت به خاطر وارداتی بودن یک دانه غله‌ای گران محسوب شده و در مواقعی ممکن است امکان دسترسی به آن وجود نداشته باشد. اگرچه، دانه گندم به خاطر در دسترس‌تر بودن و قیمت ارزان‌تر می تواند جانشین بسیار مناسبی برای دانه ذرت باشد، اما میزان استفاده از آن در جیره طیور به خاطر وجود عوامل ضد تغذیه‌ای موجود در آن با محدودیت‌هایی همراه می باشد (ملکوتی و خادمی، ۱۳۸۳). دانه گندم حاوی سطوح نسبتا بالایی از پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای است. در این ارتباط، آرابینوزایلان‌ها بیشترین سهم از پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای دانه گندم را به خود اختصاص می-دهند (Meng و همکاران، ۲۰۰۵). به دلیل این که آنزیم‌های اختصاصی هضم پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای دانه گندم توسط طیور ترشح نمی شوند، این پلی ساکاریدها در وضعیت معمول قابل هضم نبوده و بنابراین می توانند انرژی متابولیسمی گندم را تحت تأثیر قرار دهد (Annison and Choct, ۱۹۹۱). افزایش گرانروی محتویات گوارشی، سرعت عبور خوراک و میزان خوراک مصرفی را کاهش می‌دهد. این امر می‌تواند کاهش عملکرد پرنده را به دنبال داشته باشد. هم چنین با افزایش گرانروی محتویات گوارشی، نرخ هضم و جذب مواد مغذی از طریق کاهش واکنش بین آنزیم - سوبسترا در روده کاهش می‌یابد (McNab and Boorman, ۲۰۰۲).

در سال های اخیر تحقیقات زیادی در زمینه افزایش ارزش تغذیه ای دانه گندم از طریق استفاده از آنزیم‌های تجاری صورت گرفته است. یکی از آنزیم های متداول مورد استفاده در جیره‌هایی بر پایه گندم، زایلاناز است که اساسا بر بخش آرابینوزایلان دانه گندم اثر و موجب آزاد سازی مواد مغذی محبوس در داخل دیواره سلولی شده و به این ترتیب آن‌ها را در دسترس دام قرار می‌دهد (Lazaro و همکاران، ۲۰۰۳; Oyeagu و همکاران، ۲۰۰۳). اگر چه بهبود عملکرد طیور با مصرف مکمل زایلاناز به خوبی مشخص شده است، اما در مواردی پاسخ‌های مشاهده شده متناقض است که می تواند وابسته به عواملی مانند نوع آنزیم زایلاناز استفاده شده، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دانه گندم، نژاد و سن پرنده‌ها باشد (Choct و همکاران، ۲۰۰۴). کاهش اندازه ذرات همراه با شکستن پوسته بیرونی بذر و آندوسپرم آن است. کاهش اندازه ذرات خوراک موجب افزایش سطح تماس ذرات و دسترسی بیشتر آن‌ها برای آنزیم‌های گوارشی و در نهایت افزایش بازده هضم و جذب مواد مغذی می شود (Goodband و همکاران، ۲۰۰۲). اندازه ذرات دانه‌ها یک فاکتور تغذیه‌ای مهم است که می تواند روی جنبه‌های مختلف فیزیولوژی دستگاه گوارش از جمله استفاده از مواد مغذی (Kheravii و همکاران، ۲۰۱۸)، نرخ عبور خوراک (Hetland و همکاران، ۲۰۰۲)، توسعه (Pacheco و همکاران، ۲۰۱۳) و پروفایل جمعیت میکروبی دستگاه گوارش (Amerah و همکاران، ۲۰۰۸; Celiو همکاران، ۲۰۱۷; Cordova-Noboa و همکاران، ۲۰۰۲)، تاثیر بگذارد (Celi و همکاران، ۲۰۱۷).

تحقیقات نشان داده‌اند که اندازه مطلوب ذرات آسیاب شده تحت تأثیر نوع دانه غله‌ای است. دانه‌های مختلف تحت شرایط آسیابی یکسان اندازه ذرات متفاوتی را تولید می کنند که علت آن متفاوت بودن خصوصیات فیزیکی بخش اندوسپرم دانه غلات است (Lentle و همکاران، ۲۰۰۶). با این‌حال، مطالعات مربوط به اندازه ذرات خوراک محدود و یافته‌های حاصل از آن متناقض است (Amerah و همکاران، ۲۰۰۷). به‌همین منظور این مطالعه با هدف بررسی اثرات اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی بر عملکرد، جمعیت میکروبی و اسیدیته ایلئوم روده و خصوصیات بستر بلدرچین‌های ژاپنی طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با استفاده از ۷۲۰ قطعه بلدرچین ژاپنی نر و ماده (به صورت مخلوط) طی روزهای ۷ الی ۳۵ به صورت آزمایش فاکتوریل ۳×۳ در قالب طرح پایه کاملا تصادفی شامل سه سطح اندازه ذرات گندم (۲، ۳ و ۳/۵ میلی متر) و سه سطح مکمل آنزیمی (صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ ppm) در ۹ تیمار با ۴ تکرار و در هر تکرار ۲۰ پرنده در دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان انجام شد. مکمل آنزیمی مورد استفاده آنزیم روابیو حاوی ۲۲۰۰ واحد بر گرم زایلاناز، ۲۰۰ واحد بر گرم بتاگلوکاناز ، ۱۰۰ واحد بر گرم سلولاز و ۱۰۰ واحد بر گرم پکتیناز بود. سطح حداکثری استفاده از آنزیم مربوطه بر اساس پیشنهاد شرکت سازنده بود. سایزبندی دانه گندم با استفاده از الک‌های مخصوصی صورت گرفت که در داخل دستگاه آسیاب قرارداده شد. جیره پایه مورد استفاده در آزمایش (جدول ۱) بر اساس سطوح پیشنهادی جداول استاندارد غذایی طیور (۱۹۹۴) با استفاده از نرم افزار UFFDA فرموله شد. کف سالن با استفاده از پن‌های فلزی با ابعاد ۱ × ۱ متر به ۳۶ واحد آزمایشی تقسیم و در روز ۷ پرورش جوجه بلدرچین‌ها توزین و بر اساس میانگین وزنی یکسان (۲۹/۸ گرم) به واحدهای آزمایشی اختصاص داده شدند. دما در ۳ روز اول پرورش ۳۸ درجه سانتی-گراد در نظر گرفته شد و با افزایش سن به ازای هر هفته ۳ درجه از دمای سالن کاسته و در دمای ۲۳ درجه تا پایان آزمایش ثابت نگهداشته شد. میزان رطوبت نسبی سالن در محدوده ۵۰-۶۰ درصد در نظر گرفته شد. سیستم نوردهی از یک‌روزگی تا پایان سن دو روزگی بدون خاموشی و از روز سوم به بعد با غروب آفتاب هرروز یک ساعت به ساعات خاموشی افزوده شد تا اینکه در سن ۱۰ روزگی مجموع ساعات خاموشی به ۸ ساعت رسید و تا پایان دوره ادامه یافت. از هیچ‌گونه واکسیناسیونی در طول دوره استفاده نشد.

صفات عملکردی شامل، افزایش وزن (گرم به ازای هر جوجه در

روز)، خوراک مصرفی (گرم به ازای هر جوجه در روز) و ضریب تبدیل خوراک (تقسیم مصرف خوراک بر افزایش وزن) در هفته های دوم، سوم، چهارم و پنجم و کل دوره آزمایش (۷ تا ۳۵ روزگی) اندازه‌گیری و با استفاده از فرمول زیر بر اساس روز پرنده محاسبات مربوطه انجام شد.

(تعداد روزهای زنده‌مانی × تعداد تلفات) + (تعداد جوجه در پایان دوره × تعداد روزهای دوره) = روز پرنده

جهت تعیین جمعیت میکروبی ایلئوم، در پایان دوره (۳۵ روزگی) از هر تکرار دو قطعه بلدرچین که وزنی نزدیک به میانگین گروه داشتند، انتخاب و پس از توزین ذبح شدند. پس از باز کردن حفره شکمی، حدود ۲ سانتی‌متر از بخش میانی ایلئوم به داخل میکروتیوب‌های استریل تخلیه و بلافاصله در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان کشت میکروبی ذخیره شدند. از محیط کشت ائوزین متیلن بلو آگار (EMB agar[1]) برای شمارش باکتری‌های اشریشیاکلی و محیط کشت من‌روگوساشارپ‌آگار (MRS agar) برای شمارش باکتری‌های لاکتوباسیلوس استفاده شد. محیط‌های کشت اشریشیاکلی (EMB agar) به انکوباتور انتقال داده‌شده تا به مدت ۴۸ ساعت در ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوباسیون شود. محیط‌های کشت لاکتوباسیلوس (MRS agar) به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و شرایط بی‌هوازی در انکوباتور قرار گرفتند (Mathlouthi و همکاران، ۲۰۰۲). برای شمارش باکتری‌های اشریشیاکلی و لاکتوباسیلوس رقتی از کشت که در آن تعداد کلنی بین ۳۰ تا ۳۰۰ عدد بود، مورد شمارش قرار گرفت. از روش مشاهده چشمی جهت شمارش پرگنه باکتری‌ها در مناسب‌ترین رقت که برای باکتری‌های لاکتوباسیلوس و اشریشیاکلی ۳ بود، استفاده شد. سپس تعداد کلنی‌های مربوط به هر پلیت در فاکتور رقت (معکوس ضریب رقت) ضرب و نتیجه به‌عنوان شمار CFU در یک گرم نمونه منظور شد و چون ارقام حاصل از شمارش باکتری‌ها بسیار بزرگ بود، بنابراین داده‌های CFU به فرم Log_{10} گزارش و از آن‌ها برای تجزیه‌وتحلیل داده-ها استفاده شد.

برای تعیین pH محتویات روده کوچک، ۱ گرم نمونه تازه همزمان با جمع‌آوری نمونه برای کشت میکروبی از محتویات گوارشی روده کوچک یک پرنده از هر تکرار برداشته و به لوله‌های حاوی ۲ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. درنهایت مقادیر pHبا استفاده از pH متر مطابق با روش(Izat و همکاران، ۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد.

برای اندازه گیری رطوبت بستر، در روز ۳۵ دروه پرورش از شش قسمت مختلف بستر هر واحد آزمایشی (دو قسمت در جلو، دو قسمت در وسط و دو قسمت در انتهای پن) با استفاده از یک قاشق پلاستیکی نمونه برداشته و درون کیسه پلاستیکی ریخته شد. نمونه های حاصل از هر پن برای ایجاد یک نمونه همگن به طور یکنواختی مخلوط و نمونه‌ها سریعاً برای اندازه گیری رطوبت بستر به آزمایشگاه انتقال داده شدند. جهت تعیین محتوای رطوبت ۱۰ گرم از بسترهای ریخته شده درون ظروف شیشه‌ای از پیش توزین شده به مدت ۲۴ ساعت درون آون با درجه حرارت ۱۵۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. بعد از خارج نمودن نمونه¬های خشک شده از آون و توزین مجدد آن ها، محتوای رطوبت بستر از طریق اختلاف وزن نمونه ها قبل و بعد از قرار دادن در آون تعیین گردید (AOAC, ۲۰۰۵).

برای اندازه‌گیری pH بستر از هر نمونه به‌دست‌آمده، مقدار ۱۰ گرم برداشت‌شده و در یک ظرف با حجم متناسب ریخته شد. سپس میزان ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر بر روی آن ریخته شد. pH نمونه‌ها بعد از مدت ۳۰ دقیقه با استفاده از دستگاه pH سنج مدل Metrohm 747 خوانده شد (Davasgaium and , ۱۹۹۸ Boodoo).

طرح آماری و تجزیه داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل آماری نتایج از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS استفاده شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح آماری ۵ درصد انجام گردید. مدل آماری طرح به صورت زیر بود.

$$Y_{ijk}= \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijk}$$

که در آن Y_{ijk}، مقدار هر مشاهده، μ، میانگین جمعیت، A_i، اثر

[1] - Eosine Methylene Blue agar

مکمل آنزیمی، B_i، اثر اندازه ذرات گندم، AB_{ij}، اثر متقابل مکمل آنزیمی × اندازه ذرات گندم و e_{ijk}، خطای آزمایش است.

نتایج و بحث

اثر اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی روی عملکرد رشدی جوجه بلدرچین‌های ژاپنی

نتایج مربوط به اثر اندازه های مختلف ذرات گندم و مکمل آنزیمی بر مصرف خوراک بلدرچین‌های ژاپنی در (جدول ۲) ارائه شده است. خوراک مصرفی در هفته‌های مختلف به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اندازه‌های مختلف ذرات گندم قرار گرفت. در طی هفته‌های دوم و سوم پرورش، پرندگان دریافت‌کننده گندم دارای ذرات ۲ میلی‌متر نسبت به ذرات ۳ و ۳/۵ میلی‌متر خوراک مصرفی کمتری را داشتند ($p<۰/۰۱$). در هفته‌های چهارم و پنجم پرورش نیز پرندگان تغذیه‌شده با گندم دارای ذرات ۲ و ۳ میلی‌متر خوراک مصرفی کمتری را نشان دادند ($p<۰/۰۱$). اثرات اندازه مختلف ذرات گندم بر مقدار مصرف خوراک در کل دوره پرورش معنی دار شد، به طوری‌که بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه شده با گندم دارای اندازه ذرات ۲ میلی متر کم‌ترین مصرف خوراک را نشان دادند که اختلاف آنها با تیمارهای ۳ و ۳/۵ میلی‌متر معنی دار بود ($p<۰/۰۱$). نتایج (Yasar, ۲۰۰۳) نشان داد که دانه کامل گندم در جیره باعث افزایش معنی دار خوراک مصرفی نسبت به گندم آسیاب شده شد که دلیل آن را کاهش قابلیت دسترسی انرژی قابل متابولیسم دانه کامل گندم در مقایسه با گندم آسیاب شده گزارش دادند.

اثر استفاده از آنزیم بر مقادیر متوسط خوراک مصرفی جوجه بلدرچین‌ها (جدول ۲) در هفته‌های مختلف و کل دوره پرورش معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$)، به‌نحوی‌که بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده با جیره حاوی ۲۰۰ و ۴۰۰ ppm مکمل آنزیمی در هفته های چهارم و پنجم خوراک مصرفی پایین‌تری را در مقایسه با بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده با جیره بدون آنزیم نشان دادند ($p<۰/۰۱$). در هفته های دوم، سوم و کل دوره پرورش، بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده با جیره حاوی ۴۰۰ ppm مکمل آنزیمی خوراک مصرفی پایین‌تری را در مقایسه با بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده با جیره بدون آنزیم نشان دادند ($p<۰/۰۱$). بر اساس گزارش (Mohamed و همکاران، ۲۰۱۴)، استفاده از آنزیم در جیره جوجه‌های گوشتی باعث کاهش مصرف خوراک شد. افزایش بازدهی مصرف خوراک در جیره حاوی آنزیم، احتمالاً به دلیل تاثیر مستقیم آن بر بهبود بازده استفاده از انرژی قابل متابولیسم جیره می باشد که سبب افزایش بازدهی انرژی جیره توسط پرنده می باشد که نتیجه آن کاهش در مصرف خوراک است.

اثر متقابل اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی نیز به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) مصرف خوراک را در هفته‌های مختلف تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲)، به‌طوری‌که پرندگان دریافت‌کننده گندم دارای ذرات ۲ و۳ میلی‌متر و مکمل آنزیمی ۴۰۰ ppm خوراک مصرفی کمتری را نسبت به پرندگان دریافت کننده اندازه ذرات ۳/۵ میلی‌متر و مکمل آنزیمی ۲۰۰ ppm و بدون مکمل آنزیمی داشتند ($p<۰/۰۱$).

اثر استفاده از آنزیم و اثرات متقابل مکمل آنزیمی و اندازه ذرات گندم بر مقادیر افزایش وزن بدن جوجه بلدرچین‌های مورد آزمایش (جدول ۳) در هیچ‌یک از هفته‌ها و کل دوره معنی‌دار نبود که این نتایج با نتایج (Gous and Iji, ۲۰۰۱) مطابقت دارد.

افزایش وزن بدن در هفته‌های مختلف به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اندازه‌های مختلف ذرات گندم قرار گرفت (جدول ۳). در طی هفته های پنجم وکل دوره پرورش، پرندگان دریافت‌کننده گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متر نسبت به تیمارهای حاوی گندم با اندازه های ذرات ۳ و ۳/۵ میلی‌متر افزایش وزن بیشتری را داشتند ($p<۰/۰۱$). پرندگان تغذیه‌شده با جیره حاوی گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متر هم‌چنین طی هفته‌های دوم تا چهارم افزایش وزن بیشتری را در مقایسه با پرندگان تغذیه‌شده با جیره حاوی گندم با اندازه ذرات ۳/۵ میلی‌متر از خود نشان دادند ($p<۰/۰۱$). در توافق با نتایج این آزمایش، (Banfield, ۲۰۰۲) گزارش کردند که پرندگانی که از دانه کامل گندم در ترکیب جیره استفاده کرده بودند نسبت به گندم آسیاب شده از وزن بدن پایین تری برخوردار

بودند. مطالعات نشان داده است که کاهش اندازه ذرات دانه باعث شکسته شده لایه بیرونی و بنابراین شکستن اندوسپرم آن می شود. خرد کردن دانه باعث افزایش تعداد ذرات خوراک شده و بنابراین نواحی سطحی دانه را نسبت به حجم آن افزایش می دهد که این خود منجر به افزایش قابلیت دسترسی ترکیبات مغذی دانه برای آنزیم‌های هضمی شده و راندمان هضمی را افزایش می دهد که نتیجه آن بهبود عملکرد پرنده است (Goodband و همکاران، ۲۰۰۲).

اثر مکمل کردن آنزیم به جیره (جدول ۴) روی مقادیر ضریب تبدیل خوراک در هفته‌های مختلف و کل دوره معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). به‌طوری‌که استفاده از سطح مکمل آنزیمی ۴۰۰ ppm باعث کاهش ضریب تبدیل خوراک نسبت به سطح صفر مکمل آنزیمی شد ($p<۰/۰۱$). اثر اندازه های مختلف ذرات گندم بر ضریب تبدیل خوراک بلدرچین‌های ژاپنی (جدول ۴) در تمامی هفته‌ها و هم‌چنین کل دوره پرورش معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده با جیره بر پایه گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متر ضریب تبدیل خوراک بهتری را نسبت به بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده با گندم با ذرات ۳ و ۳/۵ میلی‌متر از خود نشان دادند ($p<۰/۰۱$). اثر متقابل اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) ضریب تبدیل خوراک را در طی هفته‌ها و کل آزمایش تحت تأثیر قرارداد (جدول ۴)، به‌طوری‌که پرندگان دریافت‌کننده گندم دارای ذرات ۲ و۳ میلی‌متر و مکمل آنزیمی ۴۰۰ ppm ضریب تبدیل خوراک کمتری را نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی گندم با اندازه ذرات ۳/۵ میلی‌متر و بدون مکمل آنزیمی داشتند ($p<۰/۰۱$).

مطالعات نشان داده است که افزودن آنزیم به جیره‌های بر پایه گندم ضریب تبدیل خوراک را به طور معنی‌داری بهبود می بخشد، که این بهبود می تواند مرتبط با کاهش ویسکوزیته مواد گوارشی در دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم، افزایش هضم مواد مغذی و کاهش قابلیت دسترسی مواد مغذی برای تخمیر باکتریایی در روده باریک، بهبود استفاده از انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم پروتئین و کربوهیدراتها و کاهش درگیری قابل توجه با میکروفلورای روده در پاسخ به مکمل آنزیمی بوده باشد (Santos و همکاران، ۲۰۰۴).

نتایج حاکی از آن است که افزودن مکمل آنزیمی منجر به کاهش و افزایش معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) به ترتیب در جمعیت باکتری‌های اشرشیاکلی و لاکتوباسیلوس ایلئوم شد (شکل ۱). اثر اندازه مختلف ذرات گندم تاثیر معنی‌داری روی جمعیت باکتری‌ها اشرشیاکلی و لاکتوباسیلوس ایلئوم نداشت. اثرات متقابل اندازه مختلف ذرات گندم و مکمل آنزیمی (شکل۲) تاثیر معنی‌داری بر جمعیت باکتری اشرشیاکلی ایلئوم نداشت، اما این اثر سبب افزایش معنی‌دار در جمعیت باکتری لاکتوباسیلوس شد ($p<۰/۰۱$). به طوری‌که پرندگان دریافت‌کننده گندم دارای ذرات ۲ میلی‌متر و مکمل آنزیمی ۴۰۰ ppm جمعیت باکتری لاکتوباسیلوس بیشتری را نسبت به پرندگان دریافت کننده گندم دارای ذرات ۳/۵ میلی‌متر و بدون مکمل آنزیمی داشتند ($p<۰/۰۱$).

مکمل زایلاناز در جیره‌های مبتنی برگندم توانست تعداد باکتری‌های کلی فرم و سالمونلا را در ایلئوم کاهش و تعداد لاکتوباسیلوس را افزایش دهد، زایلاناز از طریق افزایش قابلیت هضم مواد مغذی، مواد مغذی در دسترس باکتری‌های بیماری‌زا را کاهش و بنابراین از رشد و تکثیر آن‌ها ممانعت می‌کند(Nian و همکاران، ۲۰۱۱). آنزیم‌های هاضم پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته-ای از طریق بهبود قابلیت هضم مواد مغذی و کاهش ویسکوزیته مواد هضمی در روده کوچک، باعث بهبود در جمعیت میکروبی روده می‌شوند (Meng و همکاران، ۲۰۰۵).

اثر افزودن آنزیم به جیره روی pH مواد هضمی ناحیه ایلئوم (شکل۳) معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). افزودن آنزیم به جیره‌ها به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) موجب کاهش pH مواد هضمی ناحیه ایلئوم شد. اثر اندازه ذرات گندم (شکل۳) نیز بر pH مواد هضمی ناحیه ایلئوم معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). جوجه بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده با جیره بر پایه گندم با اندازه ذرات ۳/۵ میلی‌متر بیشترین pH مواد هضمی ناحیه ایلئوم را از خود نشان دادند که تفاوت آن نسبت به بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده با گندم دارای

ذرات ۲ میلی‌متر معنی‌دار بود. اثرات متقابل دو عامل اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی روی pH مواد هضمی ناحیه ایلئوم معنی‌دار نبود.

افزایش میزان غلات با سطوح بالای کربوهیدرات‌های غیر نشاسته‌ای که مقادیر قابل توجهی ترکیبات زایلان و بتاگلوکان دارند، باعث افزایش گران‌روی محتویات روده و به دنبال آن افزایش جمعیت میکروبی تخمیرکننده مواد مغذی و تولید اسیدهای چرب فرار شده که در نهایت منجر به کاهش اسیدیته محتویات روده می‌گردد. این تغییرات درمجموع باعث کاهش اثر آنزیم‌های هضم‌کننده با منشای داخلی و کاهش انتقال مواد هضمی به سطح جذبی روده و کاهش میزان هضم و جذب مواد مغذی می‌گردد. استفاده از آنزیم‌های با منشای خارجی تا حد زیادی این مشکل را رفع نموده و از میزان گران‌روی محتویات هضمی کاسته و اسیدیته روده را تعدیل می‌نماید (Ikegami و همکاران، ۱۹۹۰). Gabriel و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که افزودن دانه کامل به جیره، pH محتویات روده را نسبت به دانه آسیاب شده افزایش می‌دهد. مکمل نمودن جیره با آنزیم زایلاناز، موجب کاهش معنی‌دار pH سنگدان و روده گردید که در مطابقت با نتایج تحقیق حاضر است (Engberg و همکاران، ۲۰۰۴).

افزودن مکمل آنزیمی (شکل ۳) باعث کاهش معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) در pH بستر شد، ولی اندازه ذرات گندم تاثیر معنی‌داری روی pHبستر جوجه بلدرچین‌های ژاپنی نداشت (شکل۳).

اثر متقابل اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی (شکل ۴) نیز به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) pH بستر را تحت تأثیر قرارداد، به‌طوری‌که استفاده از اندازه های متفاوت گندم وسطح مکمل آنزیمی ۴۰۰ ppm باعث کاهش pH بستر نسبت به اندازه های مختلف گندم و بدون آنزیم شد. ($p<۰/۰۱$). این موضوع احتمالاً مرتبط با افزایش ابقاء نیتروژن در بدن در پاسخ به افزودن مکمل آنزیمی به جیره باشد. با مطالعه تاثیر زایلاناز بر قابلیت هضم پروتئین در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با واریته های مختلف گندم، گزارش کردند که مکمل آنزیمی سبب بهبود قابلیت هضم پروتئین و بسیاری از اسید-های آمینه ازجمله متیونین و لیزین به دلیل کاهش ویسکوزیته مواد هضمی می شود (Hadorn and Wiedmer, ۲۰۰۱). افزایش در محتوای pH بستر هم‌چنین می‌تواند مرتبط با افزایش حجم فضولات واردشده توسط پرنده‌ها به بستر باشد (Huff و همکاران، ۱۹۸۴).

اثر افزودن مکمل آنزیمی به جیره و اثر اندازه ذرات گندم روی مقادیر درصد رطوبت بستر در پایان دوره (شکل۳) معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). افزودن آنزیم به جیره‌ها به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) موجب کاهش مقادیر درصد رطوبت بستر شد. رطوبت بستر جوجه بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده با تیمار جیره‌ای بر پایه گندم با اندازه ذرات ۳/۵ میلی‌متر بیشترین درصد را نشان دادند که تفاوت آن‌ها نسبت به بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه‌شده با گندم دارای ذرات ۲ میلی‌متر معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$).

اثر متقابل اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) درصد رطوبت بستر دوره پایانی پرورش را تحت تأثیر قرارداد (شکل۴)، به‌طوری‌که در زمان استفاده از گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متری و مکمل آنزیمی ۴۰۰ ppm درصد رطوبت بستر کمتری نسبت به تیمارهایی با اندازه ذرات گندم ۳ و ۳/۵ میلی متر و بدون آنزیم مشاهده شد. در آزمایش Costa و همکاران (۲۰۰۸)، اثر سطوح مکمل آنزیمی بر رطوبت فضولات معنی‌دار بود، به‌طوری‌که با افزایش سطح آنزیم رطوبت بستر و دفع ازت کاهش یافت. کاهش چسبندگی مواد دفعی و بهبود شرایط بستر از سودمندی‌های استفاده از آنزیم‌ها است که باعث می‌شود تا مشکل پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای و افزایش ویسکوزیته مرتبط با آن-ها قابل مدیریت بیش‌تری باشد. افزایش ویسکوزیته محتوای روده به دنبال مصرف پنتوزان‌ها، منجر به افزایش مصرف آب و تولید مدفوع آبکی و چسبناک شد . افزودن آنزیم‌های شکننده پلی-ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای می‌تواند با هیدرولیز ساختار پلی‌ساکاریدی ترکیبات دیواره سلولی منجر به بهبود قابلیت دسترسی پروتئین و کربوهیدارت و کاهش ویسکوزیته مواد هضمی و بنابراین خشک‌تر شدن فضولات و بستر شود (Choct و همکاران، ۲۰۰۴).

جدول ۱- اجزا و ترکیب شیمیایی جیره غذایی پایه

اجزاء خوراک	مقدار (٪)	ترکیب شیمیایی	
دانه گندم	۲۰	انرژی قابل متابولیسم (kcal/kg)	۲۹۰۰
روغن سویا	۱/۴۱	پروتئین (٪)	۲۴
دانه ذرت	۴۰/۴۳	لیزین (٪)	۱/۴۷
کنجاله سویا ۴۴٪	۳۴/۲۶	آرژنین (٪)	۱/۶۵
کربنات کلسیم	۱/۳۲	متیونین + سیستئین (٪)	۰/۹۱
دی کلسیم فسفات	۰/۹۷	ترئونین (٪)	۰/۹۶
نمک	۰/۳۶	تریپتوفان (٪)	۰/۲۹
مکمل ویتامینی[۱]	۰/۲۵	پتاسیم	۰/۹۷
مکمل معدنی[۲]	۰/۲۵	کلسیم (٪)	۰/۸۵
DL- متیونین	۰/۱	فسفر غیر فیتاته (٪)	۰/۳۸
L- لیزین HCL	۰/۲۹	سدیم (٪)	۰/۱۵

[۱]مکمل ویتامینی در یک کیلوگرم جیره حاوی ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۱۸ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۲ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۱/۸ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۶/۶ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۳۰ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۳ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۰/۱ میلی‌گرم ویتامین B_7، ۰/۰۱۵ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۵۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید، ۱۰ میلی‌گرم کلسیم پانتوتنات و ۱ میلی گرم اسید فولیک.

[۲]مکمل معدنی در یک کیلوگرم جیره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم منگنز (اکسید منگنز)، ۱۰۰ میلی‌گرم روی (اکسید روی)، ۱۰ میلی‌گرم مس (سولفات مس)، ۱ میلی‌گرم ید (کلسیمیدات)، ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم و ۵۰ میلی‌گرم آهن (فروس سولفات).

جدول ۲- اثر اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی در جیره بر پایه گندم روی مصرف خوراک جوجه بلدرچین‌های ژاپنی (گرم/پرنده/روز)

اثرات اصلی	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	کل دوره (۷ تا ۳۵ روزگی)
سطح مکمل آنزیمی (ppm)					
صفر	۷/۶۷^{a}	۱۲/۷۹^{a}	۲۳/۳۸^{a}	۲۷/۱۶^{a}	۱۷/۶۷^{a}
۲۰۰	۷/۱۶^{ab}	۱۲/۴۵^{ab}	۲۲/۸۸^{b}	۲۷/۲۹^{b}	۱۷/۷۷^{ab}
۴۰۰	۶/۴۵^{b}	۱۰/۳۳^{b}	۲۱/۳۹^{b}	۲۵/۵۹^{b}	۱۶/۵۹^{b}
SEM	۰/۳۷۱	۱/۶۲	۱/۶۶	۰/۸۳۱	۰/۶۴۰
	۰/۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۶
اندازه ذرات گندم (میلی‌متر)					
۲	۶/۲۰^{b}	۱۰/۷۶^{b}	۲۲/۲۷^{b}	۲۶/۰۸^{b}	۱۶/۵۴^{b}
۳	۷/۴۴^{a}	۱۲/۳۲^{a}	۲۲/۴۰^{b}	۲۶/۴۶^{b}	۱۷/۶۳^{a}
۳/۵	۷/۶۵^{a}	۱۲/۵۰^{a}	۲۳/۹۷^{a}	۲۷/۵۱^{a}	۱۷/۸۶^{a}
SEM	۰/۵۸۱	۰/۸۳۱	۰/۸۹۱	۰/۵۴۲	۰/۴۹۱
	۰/۰۰۸	۰/۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
اندازه ذرات گندم (میلی‌متر) × مکمل آنزیمی (ppm)					
صفر ×۲	۷/۱۰^{ab}	۱۰/۹۲^{b}	۲۲/۷۲^{ab}	۲۶^{bc}	۱۶/۹۷^{abc}
صفر ×۳	۷/۴۴^{ab}	۱۲/۶۰^{ab}	۲۳/۸۳^{ab}	۲۷^{abc}	۱۷/۹۱^{abc}
صفر × ۳/۵	۸/۱۰^{a}	۱۴/۸۵^{a}	۲۵/۹۷^{a}	۲۸/۵۰^{a}	۱۸/۱۳^{a}
۲× ۲۰۰	۵/۸۵^{ab}	۱۱/۹۲^{ab}	۲۴/۲۲^{ab}	۲۷/۱۴^{abc}	۱۶/۶۶^{abc}
۳× ۲۰۰	۷/۵۳^{ab}	۱۲/۳۵^{ab}	۲۴/۶۲^{ab}	۲۷/۲۵^{abc}	۱۸/۱۹^{ab}
۲۰۰ × ۳/۵	۷/۷۵^{a}	۱۳/۰۷^{ab}	۲۵/۱۹^{a}	۲۷/۵۰^{ab}	۱۸/۴۶^{a}
۲× ۴۰۰	۵/۵۷^{b}	۹/۴۲^{b}	۲۱/۳۰^{b}	۲۵^{c}	۱۶^{c}
۳× ۴۰۰	۶/۴۶^{b}	۹/۵۷^{b}	۲۱/۵۵^{b}	۲۵/۲۵^{bc}	۱۶/۳۲^{bc}
۴۰۰ × ۳/۵	۷/۳۲^{ab}	۱۲^{ab}	۲۳/۷۲^{ab}	۲۶/۵۳^{abc}	۱۷/۴۷^{abc}
SEM	۰/۲۹۵	۰/۹۱۶	۰/۸۲۵	۰/۴۱۵	۰/۸۸۸
P- value	۰/۰۰۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱

$^{a, b}$ حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح اطمینان ۰/۰۵ است.

جدول ۳- اثر اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی در جیره‌های بر پایه گندم روی افزایش وزن بدن جوجه بلدرچین‌های ژاپنی(گرم/پرنده/روز)

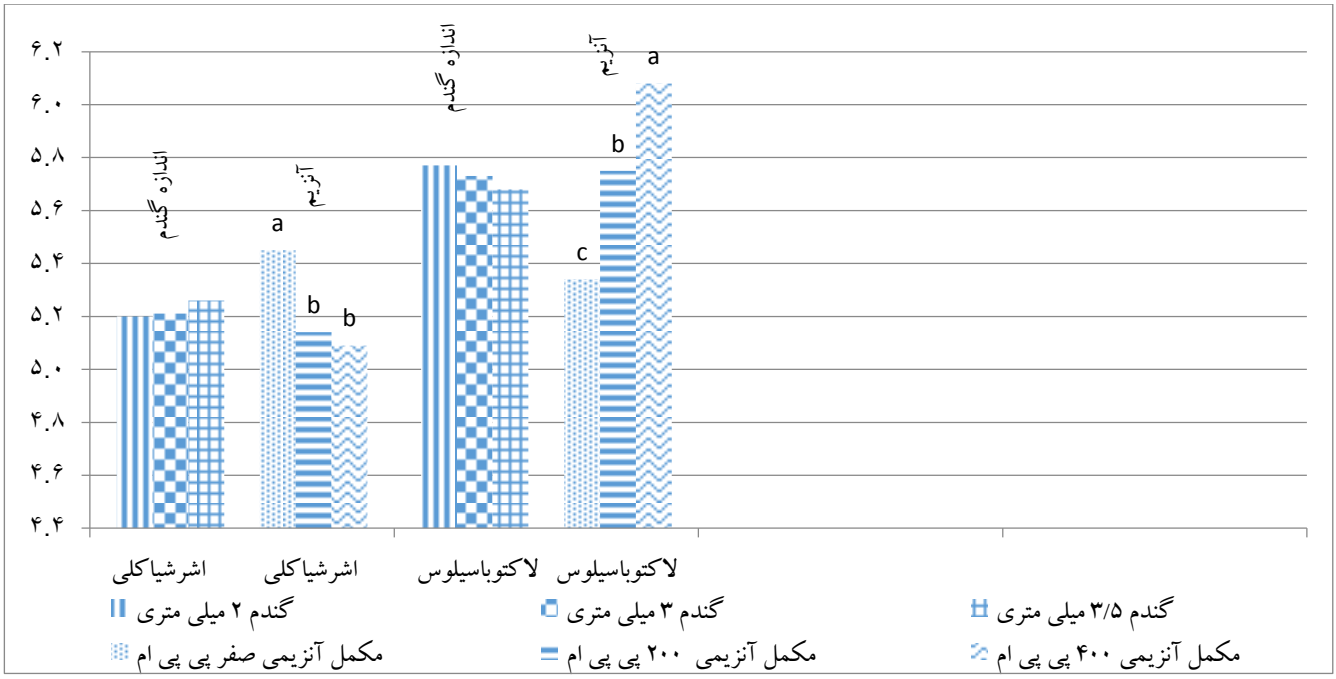
اثرات اصلی	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	کل دوره (۷ تا ۳۵ روزگی)
سطح مکمل آنزیمی (ppm)					
صفر	۴/۳۳	۵/۱۷	۶/۰۸	۴/۵۹	۶/۰۸
۲۰۰	۴/۴۱	۵/۳۱	۶/۱۶	۴/۶۰	۶/۰۷
۴۰۰	۴/۳۹	۵/۲۰	۶/۰۲	۴/۷۰	۶/۰۷
SEM	۰/۰۱۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۲۶
	۰/۱۱	۰/۷	۰/۶۷	۰/۸۶	۰/۹۸
اندازه ذرات گندم (میلی‌متر)					
۲	۴/۶۰^{a}	۵/۵۰^{a}	۶/۵۴^{a}	۵/۰۷^{a}	۶/۲۸^{a}
۳	۴/۵۳^{ab}	۵/۱۴^{ab}	۶/۰۴^{ab}	۴/۴۴^{b}	۵/۹۷^{b}
۳/۵	۴/۲۹^{b}	۵/۰۴^{b}	۵/۹۲^{b}	۴/۳۹^{b}	۵/۹۶^{b}
SEM	۰/۰۲۶	۰/۰۵۸	۰/۱۰۸	۰/۱۴۱	۰/۰۸۹
	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۲
اندازه ذرات گندم (میلی‌متر) × مکمل آنزیمی (ppm)					
صفر ×۲	۴/۴۰	۵/۷۰	۶/۵۳	۴/۶۶	۶/۱۰
صفر ×۳	۴/۳۹	۵/۱۲	۵/۶۴	۴/۵۳	۵/۹۵
صفر × ۳/۵	۴/۲۱	۵/۰۷	۶/۰۷	۴/۵۰	۶/۰۱
۲× ۲۰۰	۴/۶۱	۵/۴۴	۶/۶۰	۴/۷۱	۶/۱۳
۳× ۲۰۰	۴/۳۴	۵/۳۹	۶/۱۰	۴/۴۲	۶/۰۶
۳/۵ × ۲۰۰	۴/۲۹	۵/۱۰	۵/۷۸	۴/۲۸	۶/۰۲
۲× ۴۰۰	۴/۶۰	۵/۳۷	۶/۵۰	۴/۷۵	۶/۱۴
۳× ۴۰۰	۴/۳۲	۵/۲۹	۶/۳۳	۴/۵۵	۶/۰۶
۳/۵ × ۴۰۰	۴/۲۵	۵/۲۵	۵/۹۶	۴/۳۹	۶/۰۰
SEM	۰/۰۶۰	۰/۰۲۶	۰/۰۳۹	۰/۰۰۷	۰/۰۸۴
	۰/۳۸	۰/۰۹۲	۰/۰۵۶	۰/۷۹۳	۰/۷۰۳

^{a,b} حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح اطمینان ۰/۰۵ است.

جدول ٤- اثر اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی در جیره‌های بر پایه گندم روی ضریب تبدیل خوراک جوجه بلدرچین‌های ژاپنی (گرم/گرم)

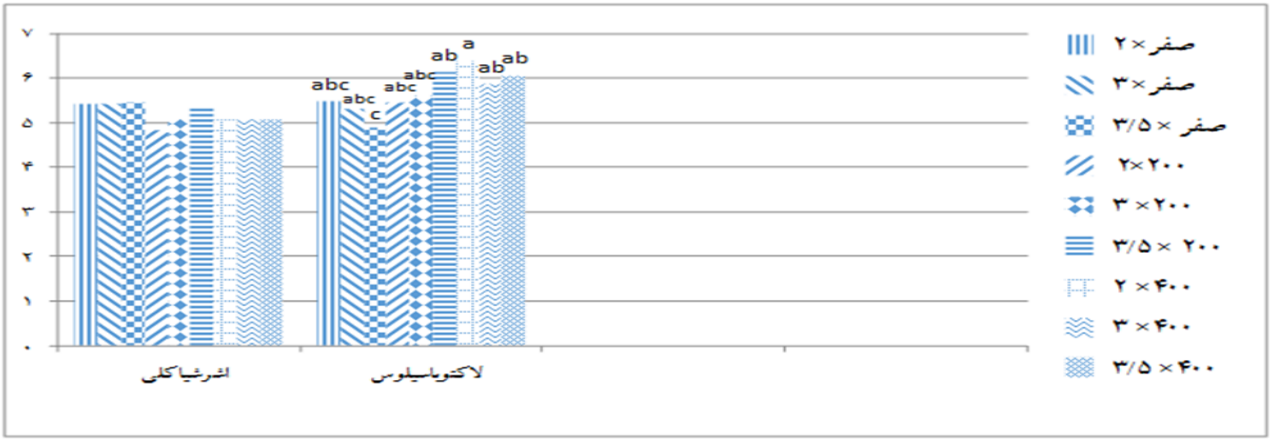
اثرات اصلی	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	کل دوره (۷ تا ۳۵ روزگی)
سطح مکمل آنزیمی (ppm)					
صفر	۱/۷۶^{a}	۲/۴۹^{a}	۳/۷۳^{a}	۵/۷۵^{a}	۳/۴۰^{a}
۲۰۰	۱/۶۱^{ab}	۲/۳۹^{ab}	۳/۷۰^{ab}	۵/۵۳^{ab}	۳/۳۰^{ab}
۴۰۰	۱/۴۶^{b}	۲/۱۴^{b}	۳/۳۹^{b}	۴/۸۰^{b}	۳/۱۳^{b}
SEM	۰/۰۲۳	۰/۰۳۱	۰/۰۳۴	۰/۲۴۱	۰/۱۳۴
	۰/۰۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۱	۰/۰۰۳
اندازه ذرات گندم (میلی‌متر)					
۲	۱/۴۳^{b}	۲/۲۴^{b}	۳/۴۱^{b}	۴/۶۰^{b}	۳/۰۳^{b}
۳	۱/۶۸^{a}	۲/۲۸^{a}	۳/۶۴^{a}	۵/۶۹^{a}	۳/۳۶^{a}
۳/۵	۱/۷۲^{a}	۲/۵۰^{a}	۳/۷۸^{a}	۵/۷۸^{a}	۳/۴۵^{a}
SEM	۰/۰۲۵	۰/۰۲۲	۰/۰۳۵	۰/۴۱۶	۰/۲۱۶
P- value	۰/۰۰۲	۰/۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱
اندازه ذرات گندم (میلی‌متر) × مکمل آنزیمی (ppm)					
صفر ×۲	۱/۶۲^{ab}	۲/۳۴^{ab}	۳/۳۷^{bcd}	۴/۱۷^{b}	۳/۱۵^{bcd}
صفر ×۳	۱/۸۴^{ab}	۲/۳۷^{ab}	۳/۸۲^{bcd}	۵/۱۹^{ab}	۳/۵۱^{bcd}
صفر × ۳/۵	۱/۸۵^{a}	۲/۷۷^{a}	۳/۹۲^{a}	۵/۹۵^{a}	۳/۷۵^{a}
۲× ۲۰۰	۱/۳۶^{b}	۲/۳۴^{ab}	۳/۶۳^{abcd}	۴/۳۷^{ab}	۳/۱۱^{cd}
۳× ۲۰۰	۱/۶۲^{ab}	۲/۳۵^{ab}	۳/۷۵^{ab}	۴/۷۳^{ab}	۳/۳۶^{abcd}
۳/۵ × ۲۰۰	۱/۸۳^{a}	۲/۴۷^{ab}	۳/۸۰^{abc}	۵/۰۳^{ab}	۳/۴۴^{abc}
۲× ۴۰۰	۱/۳۰^{b}	۲/۰۲^{b}	۳/۲۱^{d}	۴/۱۳^{b}	۳/۰۳^{d}
۳× ۴۰۰	۱/۴۸^{b}	۲/۱۴^{b}	۳/۳۰^{cd}	۴/۵۴^{b}	۳/۱۲^{bcd}
۳/۵ × ۴۰۰	۱/۵۸^{ab}	۲/۲۷^{ab}	۳/۶۷^{abcd}	۴/۹۶^{ab}	۳/۲۴^{bcd}
SEM	۰/۰۱۳	۰/۰۱۴	۰/۰۲۱	۰/۱۶۶	۰/۲۵۴
P- value	۰/۰۰۱	۰/۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۳	۰/۰۰۱

^{a,b} حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح اطمینان ۰/۰۵ است.



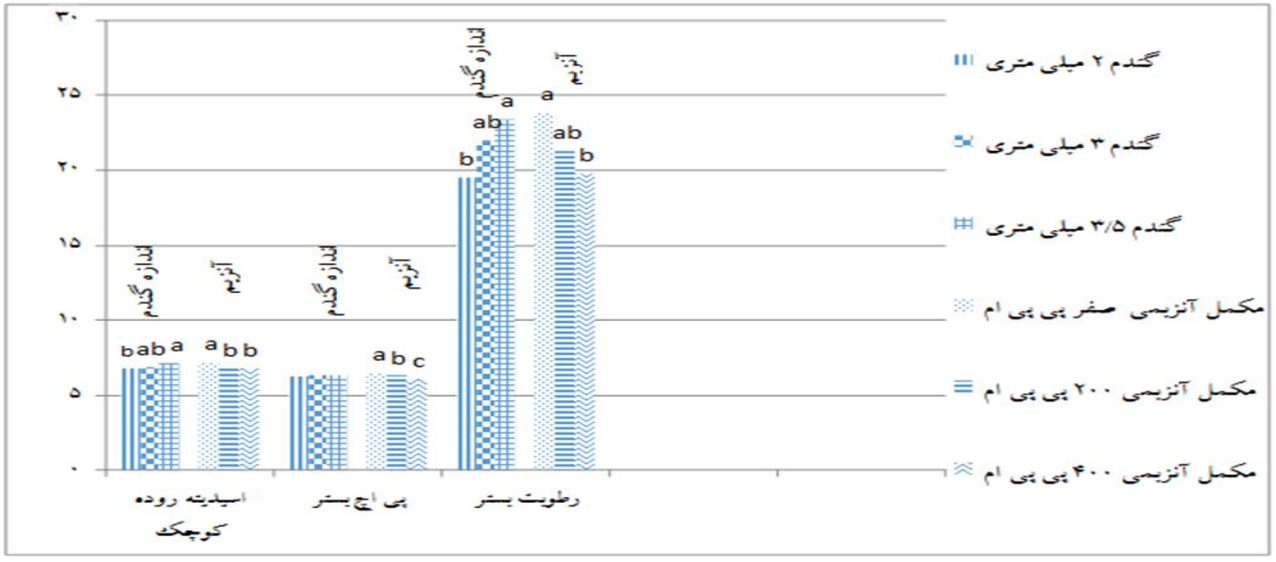
	اشرشیاکلی		لاکتوباسیلوس	
	اندازه گندم	آنزیم	اندازه گندم	آنزیم
SEM	۰.۷۵	۰.۱۶۸	۰.۰۴	۰.۰۷

شکل ۱. اثرات اصلی اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی در جیره‌های بر پایه گندم برجمعیت میکروبی (log_{10} CFU/g) ایلئوم روده کوچک جوجه بلدرچین‌های ژاپنی



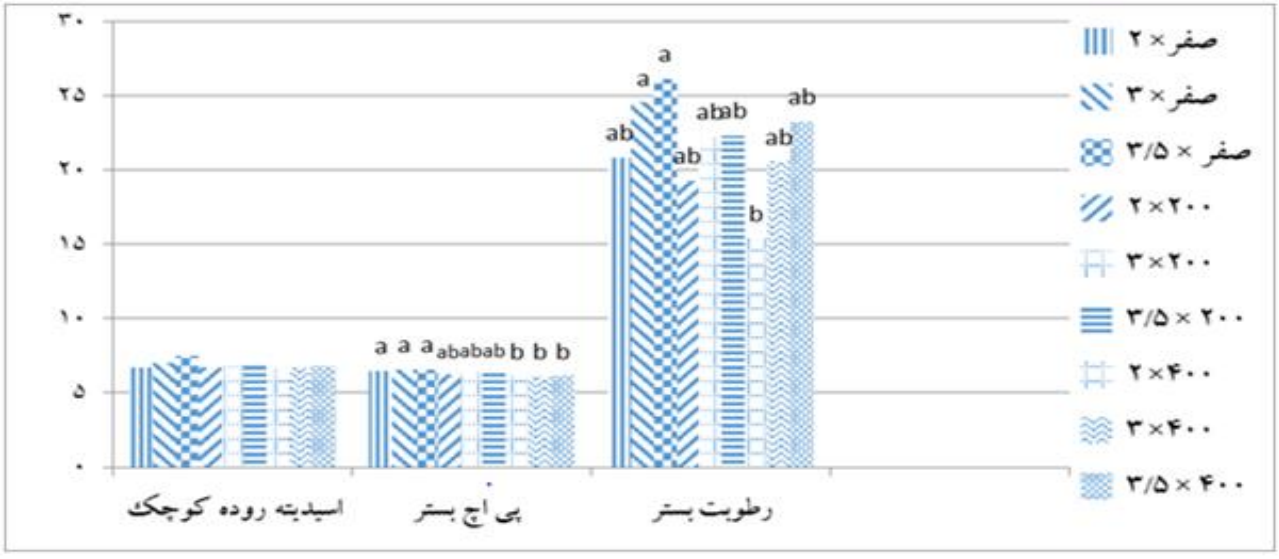
	اشرشیاکلی	لاکتوباسیلوس
SEM	۰.۰۳۸	۰.۰۶۸

شکل ۲. اثرات متقابل اندازه ذرات گندم (۲، ۳ و ۳/۵ میلی‌متر) و مکمل آنزیمی (۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام) در جیره‌های بر پایه گندم برجمعیت میکروبی (log_{10} CFU/g) ایلئوم روده کوچک جوجه بلدرچین‌های ژاپنی



	اسیدیته روده کوچک		پی اچ بستر		رطوبت بستر	
	اندازه گندم	آنزیم	اندازه گندم	آنزیم	اندازه گندم	آنزیم
SEM	۰.۱۷۹	۰.۱۴۲	۰.۱۱۳	۰.۰۸۸	۰.۰۵۴	۰.۰۷۸

بستر و درصد رطوبت بستر دوره پایانی در جوجه pHاسیدیته روده کوچک، شکل ۳. اثرات اصلی اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی بر بلدرچین‌های ژاپنی



	اسیدیته روده کوچک	پی اچ بستر	رطوبت بستر
SEM	۰.۱۸۶	۰.۷۵	۰.۰۶۳

شکل ٤. اثرات متقابل اندازه ذرات گندم (۲، ۳ و ۳/۵ میلی‌متر) و مکمل آنزیمی (۰، ۲۰۰ و ٤۰۰ پی‌پی‌ام) بر اسیدیته روده کوچک، pH بستر و درصد رطوبت بستر دوره پایانی در جوجه بلدرچین‌های ژاپنی

نتیجه‌گیری

در مجموع، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که اثر متقابل بین اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی در جیره بر پایه دانه گندم بر مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک، جمعیت لاکتوباسیلوس ایلئوم روده، pH و رطوبت بستر معنی دار شد. پرندگان دریافت‌کننده گندم با اندازه ذرات ۲ و۳ میلی‌متر و مکمل آنزیمی ۴۰۰ ppm ضریب تبدیل خوراک بهتری نسبت به پرندگان دریافت کننده گندم با اندازه ذرات ۳/۵ میلی‌متر و بدون مکمل آنزیمی داشتند. استفاده از مکمل آنزیمی با اندازه‌های مختلف گندم در جیره باعث افزایش جمعیت باکتری لاکتوباسیلوس ایلئوم نسبت به عدم استفاده از مکمل آنزیمی در اندازه ۳/۵ میلی متر گندم در جیره شد.تیمارهای حاوی اندازه‌های متفاوت گندم وسطح مکمل آنزیمی ۴۰۰ ppm باعث کاهش pH بستر نسبت به پرندگان دریافت کننده گندم با اندازه های مختلف و بدون مکمل آنزیمی شد. استفاده همزمان از گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متر و مکمل آنزیمی در سطح ۴۰۰ ppm منجر به کاهش درصد رطوبت بستر نسبت به تیمارهایی با اندازه ذرات گندم ۳ و ۳/۵ میلی متر و بدون مکمل آنزیمی شد. با توجه به مطالب ذکر شده، استفاده از دانه گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متر به همراه مکمل آنزیمی در سطح ۴۰۰ ppm در کل دوره‌ی پرورش جوجه بلدرچین‌ها توصیه می گردد.

منابع

ملکوتی، م. و خادمی، ز. (۱۳۸۳). روش های نـوین تغذیـه گنـدم، انتشارات سنا، تهران. ص ص. ۱-۵.

Amerah, A.M., Ravindran, V., Lentle, R.G. and Thomas, D.G. (2007). Feed particle size: implications on the digestion and performance of poultry. *Poultry Science*. 63: 439-455.

Amerah, A.M., Ravindran, V., Lentle, R.G. and Thomas, D.G. (2008). Influence of feed particle size on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters fed wheat- and corn-based diets. *Poultry Science*. 87: 2320–2328.

Annison, G. and Choct, M. (1991). Anti-nutritive activities of creals non-starch polysaccharides in broiler diets and strategies minimizing their effects. *World's Poultry Science Journal*. 47: 232-242.

AOAC. (2005). Official Methods of Analysis. 18th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.

Banfield, M.J., Kwakkel, R.P., and Forbes, J.M. (2002). Effects of wheat structure and viscosity on coccidiosis in broiler chickens. Elsevier. *Animal Feed Science and Technology*. 98: 37-48.

Celi, P., Cowieson, A.J., Fru-Nji, F., Steinert, R.E., Kluenter, A.M. and Verlhac, V. (2017). Gastrointestinal functionality in animal nutrition and health: new opportunities for sustainable animal production. *Animal and Feed Science Technology*. 234: 88–100.

Choct, M., Kocher, A., Waters, D.L.E., Pettersson, D. and Ross, G. (2004). A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. *British Journal of Nutrition*. 92: 53–61.

Córdova-Noboa, H.A., Oviedo-Rondón, E.O., Ortiz, A., Matta, Y., Hoyos, S., Buitrago, G.D., Martinez J,D., Yanquen, J., Peñuela, L., Sorbara, J.O.B. and Cowieson, A.J. (2020). Corn drying temperature, particle size, and amylase supplementation influence growth performance, digestive tract development, and nutrient utilization of broilers. *Poultry Science*. 99: 5681-5696.

Costa, C.C., Goulart, D.F., Figueiredo, C.F., Oliveira, S. and Silva, J.H.V. (2008). Economic and environmental impact of using exogenous enzymes on poultry feeding. *International Journal of Poultry Science*. 7(4): 311-314.

Davasgaium, M.M. and Boodoo, A.A. (1998). Use of bagasse as a potential source of litter material for broiler production. *Proceedings of the Annual Meeting of Agricultural Scientists*. Réduit. pp.15-20.

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: 925-938.

Gabriel, I., Mallet, S. and Leconte, M. (2003). Differences in the digestive tract characteristics of broiler chickens fed on complete pelleted diet or on whole wheat added to pelleted protein concentrate. *British Poultry Science*. 44: 283-290.

Goodband, R.D., Tokach, M.D. and Nelssen, J.L. (2002). The effects of diet particle size on animal performance. MF-2050 Feed Manufacturing, Department of Grain Science and Industry, Kansas State University, Manhattan, KS, USA, pp.6.

Gous, R.M. and Iji, P.A. (2001). Evaluating the route of administration of an exogenous microbial enzyme for broiler chickens. *Journal Applied Poultry Reserch*. 10: 150-153.

Hadorn, R. and Wiedmer, H. (2001). Effect of an enzyme complex in a wheat-based - diet on performance of male and female broilers. *Journal Applied Poultry Reserch*. 10: 340-346.

Hetland, H., Svihus, B. and Olaisen, V. (2002). Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility and duodenal particle size distribution in broiler chickens. *British Poultry Science*. 43: 416-423.

Huff, W.E., Malone, G.W. and Chaloupka, G.W. (1984). Effect of litter treatment on broiler performance and certain litter quality parameters. *Poultry Science*. 63:2167– 2171.

Ikegami, S., Tsuchihashi, F., Harada, H., Tsuchihashi, N., Nishide, E. and Innami, S. (1990). Effect of viscous indigestible polysaccharides on pancreatic–biliary secretion and digestive organs in rats. *Journal of Nutrition*. 120: 353-360.

Izat, A.L., Tidwell, N.M., Thomas, R.A., Reiber, M.A., Adams, M.H., Colberg, M. and Waldroup, PW. (1990). Effects of buffered propionic acid in diets on the performance of broiler chicken and on microflora of the intestine and carcass. *Poultry Science*. 69: 818-826.

Kheravii, S.K., Swick, R.A., Choct, M. and Wu, S.B. (2018). Nutrient digestibility response to sugarcane bagasse addition and corn particle size in normal and high Na diets for broilers. *Poultry Science*. 97: 1170-1176.

Lazaro, R., Garcia, M., Medel, P. and Mateos, G.G. (2003). Influence of enzymes on performance and digestive parameters of broilers fed rye-based diets. *Poultry Science*. 82: 132-140.

Lentle, R.G., Ravindran, V., Ravindran, G. and Thomas, D.V. (2006). Influence of feed particle size on the efficiency of broiler chickens fed wheat based diets. *Journal of Poultry Science*. 43: 135-142.

Mathlouthi, N., Mallet, S., Saulnier, L., Quemener, B. and Larbier, M. (2002). Effects of xylanase and b-glucanase addition on performance, nutrient digestibility, and physic-chemical conditions in the small intestine contents and caecal micro flora of broiler chickens fed a wheat and barley-based diet. *Animal Research*. 51: 395-406.

McNab, J. M. and Boorman K. N. 2002. Poultry feedstuffs. CABI Publishing.

Meng, X., Slominski, B.A., Nyachoti, C.M., Campbell, L.D., and Guenter, W. 2005. Degradation of cell wall polysaccharides combinations of carbohydrase enzyme and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. *Poultry Science*. 84: 37-47.

Mohamed, I., Mosaad, A., Kaney, F. and Karwarie, R. (2014). Growth performance, blood parameters, immune response and carcass traits of broiler chicks fed on graded levels of wheat instead of corn without or with enzyme supplementation. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*. 40:95-111.

Nian, F., Guo, Y.M., Ru, Y.J., Li, F.D. and Peron, A. (2011). Effect of exogenous xylanase supplementation on the performance, net energy and gut microflora of broiler chickens fed wheat-based diets. *Journal of Animal. Sciences*. 24:400-406.

Oyeagu, C.E., Mlambo, V., Muchenje, V. and Marume, U. (2019). Effect of dietary supplementation of Aspergillus xylanase on broiler chickens performance. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 9(4): 693-708.

Pacheco, W.J., Stark, C.R., Ferket, P.R. and Brake, J. (2013). Evaluation of soybean meal source and particle size on broiler performance, nutrient digestibility, and gizzard development. *Poultry Science*. 92: 2914-2922.

Santos, J.A.A., Ferket, P.R., Grimes, J.L. and Edens, F.W. (2004). Dietary pentosanase supplementation of diets containing different qualities of wheat on growth performance and metabolizable energy of turkey poults. *International Journal of Poultry Science*. 3: 33-45.

SAS Institute. (2004). SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc.

Yasar, S. (2003). Performance, gut size and ileal digesta viscosity of broiler chickens fed with a whole wheat added diet and the diets with different wheat particle sizes. *International Journal of Poultry Science*. 2: 75-82.