تحقیقات تولیدات دامی

سال دهم/شماره اول/بهار ۱۴۰۰ (۷۹-۶۵)

Animal Production Research

دانشگاه گیلان

مقاله پژوهشی

اثر اندازه ذرات گندم و سطوح مختلف مکمل آنزیمی بر عملکرد، صفات لاشه و ریخت‌شناسی روده باریک بلدرچین ژاپنی

سیامک مشاهیری[۱]، حسن درمانی کوهی[۲*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۱۰ - تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۵/۲۸)

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر اندازه ذرات گندم و سطوح مختلف آنزیم بر عملکرد، صفات لاشه و ریخت‌شناسی روده بلدرچین ژاپنی انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل ۳×۳ در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با نه تیمار، چهار تکرار و ۲۰ پرنده در هر تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل: سه اندازه ذرات گندم (۲، ۳ و ۳/۵ میلی‌متر) و سه سطح مکمل آنزیمی (صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ ppm) بودند. صفات مورد اندازه‌گیری شامل: عملکرد، صفات لاشه و ریخت‌شناسی روده باریک بود. نتایج نشان داد که مکمل آنزیمی به‌طور معنی‌داری خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک را کاهش داد ($P<۰/۰۱$). اثر اندازه ذرات گندم نیز بر خوراک مصرفی، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$). اثر متقابل اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی نیز به‌طور معنی‌داری، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک را در کل دوره پرورش (۷ تا ۳۵ روزگی) تحت تأثیر قرار داد ($P<۰/۰۱$). استفاده از مکمل آنزیمی به‌طور معنی‌داری سبب کاهش در وزن نسبی کبد، سنگدان و پیش‌معده شد ($P<۰/۰۱$). وزن نسبی سینه تحت تاثیر مکمل آنزیمی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۱$). مکمل آنزیمی هم‌چنین به‌طور معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) موجب افزایش طول پرز بخش ژژنوم شد. با توجه به نتایج حاصل از آزمایش، استفاده از گندم با اندازه ذرات دو میلی‌متر به همراه مکمل آنزیمی در سطح ۴۰۰ ppm در جیره بر پایه گندم توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آنزیم، اندازه ذرات، بلدرچین ژاپنی، ریخت‌شناسی روده

* نویسندهٔ مسئول: h.darmani@guilan.ac.ir

doi: 10.22124/ar.2021.16417.1528

مقدمه

پرورش بلدرچین به دلیل داشتن ویژگی‌های بی‌نظیری مانند رشد سریع، بلوغ زودرس، تولید بالای تخم، مساحت کمتر برای پرورش، بازدهی مناسب، کیفیت پروتئین مناسب، دوره کوتاه انکوباسیون، مقاومت به بسیاری از بیماری‌های متداول جوجه‌های گوشتی، کیفیت بالای گوشت و تخم تولیدی مورد توجه قرار گرفته است. بلدرچین دارای مقاومت خوبی نسبت به شرایط محیطی بوده و در محیط‌های مختلف به راحتی سازگار می‌شود (Kaur *et al*., 2007). دانه ذرت به طور متداول دانه غله اصلی در جیره جوجه‌های گوشتی و بلدرچین است که اساساً به منظور تامین نیازمندی انرژی استفاده می‌شود. به هر حال، قیمت دانه ذرت به خاطر وارداتی بودن نسبتاً گران بوده و در مواقعی ممکن است امکان دسترسی به آن وجود نداشته باشد. اگرچه، دانه گندم به خاطر در دسترس‌تر بودن و قیمت ارزان‌تر می‌تواند 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 است (ملکوتی و خادمی ۱۳۸۳). دانه گندم حاوی سطوح نسبتاً بالایی از پلی-ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای است. در این ارتباط، آرابینوزایلان‌ها بیشترین سهم از پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای دانه گندم را به خود اختصاص می‌دهند (Meng *et al*., 2005). به دلیل این که آنزیم‌های اختصاصی هضم پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای دانه گندم به وسیله طیور ترشح نمی‌شوند، این پلی‌ساکاریدها در وضعیت معمول قابل هضم نبوده و بنابراین می‌توانند انرژی قابل سوخت و ساز گندم را تحت تأثیر قرار دهند (Annison and Choct, 1991). آرابینوزیلان‌های محلول قادر هستند تا ۱۰ برابر وزن خود آب جذب نموده و محلول‌هایی با چسبندگی بسیار بالا را شکل دهند (Ravindran *et al*., 1999). افزایش ویسکوزیته و چسبناکی محتویات گوارشی، سرعت عبور خوراک و میزان خوراک مصرفی را کاهش می‌دهد. این امر می تواند کاهش عملکرد پرنده را به دنبال داشته باشد. هم‌چنین با افزایش گرانروی محتویات گوارشی، میزان هضم و جذب مواد مغذی از راه کاهش واکنش بین آنزیم-سوبسترا در روده کاهش می‌یابد (McNab and Boorman, 2002). جیره‌هایی که مصرف آنها باعث افزایش چسبندگی روده می‌شود وزن دستگاه گوارش را افزایش و بازده لاشه را کاهش می‌دهند (Brenes *et al*., 1993).

در سال‌های اخیر، تحقیقات زیادی در زمینه افزایش ارزش تغذیه‌ای دانه گندم از راه استفاده از آنزیم‌های تجاری صورت گرفته است. یکی از آنزیم‌های متداول مورد استفاده در جیره‌های بر پایه گندم، زایلاناز است که اساساً بر بخش آرابینوزایلان دانه گندم اثر و موجب آزادسازی مواد مغذی محبوس در داخل دیواره سلولی شده و به این ترتیب آن‌ها را در دسترس حیوان قرار می‌دهد (Classen and Bedford, 1991; Jaroni *et al*., 1999). اگرچه بهبود عملکرد طیور با مصرف مکمل زایلاناز به خوبی مشخص شده است، اما در مواردی پاسخ‌های مشاهده شده متناقض است که می‌تواند وابسته به عواملی مانند نوع آنزیم زایلاناز استفاده شده، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دانه گندم، نژاد و سن پرنده‌ها باشد (Bedford, 2002; Bedford and Schulze, 1998).

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 می‌شود (Goodband *et al*., 2002; Svihus *et al*., 2002). از دیگر مزایای کاهش اندازه ذرات خوراک به طور معمول سهولت در ترکیب نمودن اجزای خوراک است (Koch, 1996; Goodband *et al*., 2002). به علاوه، ذرات ریز خوراک کیفیت و استحکام پلت را افزایش می‌دهند (Amerah *et al*., 2007a). تحقیقات نشان داده‌اند که اندازه مطلوب ذرات آسیاب شده تحت تأثیر نوع دانه غله است. دانه‌های مختلف در شرایط آسیابی یکسان، اندازه ذرات متفاوتی را تولید می‌کنند که علت آن، متفاوت بودن خصوصیات فیزیکی بخش اندوسپرم دانه غلات است (Lentle *et al*., 2006). با این‌حال، مطالعات مربوط به اندازه ذرات خوراک محدود و یافته‌های حاصل از آن متناقض است (Amerah *et al*., 2007a). بنابراین هدف از این مطالعه، بررسی اثر اندازه ذرات خوراک و مکمل آنزیمی روی عملکرد بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه شده با جیره حاوی دانه گندم بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با استفاده از ۷۲۰ قطعه بلدرچین ژاپنی طی روزهای ۷ تا ۳۵ دوره پرورش به صورت فاکتوریل ۳×۳ در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی شامل سه سطح اندازه ذرات گندم (۲، ۳ و ۳/۵ میلی‌متر) و سه سطح (صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ ppm) مکمل آنزیمی در نه تیمار با چهار تکرار و ۲۰ پرنده در هر تکرار 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. بیشترین سطح استفاده از آنزیم مربوطه بر اساس پیشنهاد شرکت سازنده بود. تعیین اندازه دانه گندم با استفاده از الک‌های مخصوصی صورت گرفت که در داخل دستگاه آسیاب قرار داده شد. جیره پایه مورد استفاده در آزمایش (جدول ۱) بر اساس سطوح پیشنهادی جداول استاندارد غذایی طیور 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 هفتم پرورش، جوجه بلدرچین‌ها توزین و بر اساس میانگین وزنی یکسان به واحدهای آزمایشی اختصاص داده شدند. در پایان دوره آزمایش (روز ۳۵)، افزایش وزن بدن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک، صفات لاشه و ریخت‌شناسی روده جوجه بلدرچین‌های تغذیه شده با تیمارهای جیره‌ای متفاوت مورد بررسی قرار گرفتند. اندازه‌گیری‌های صفات مرتبط با لاشه شامل گوشت ناحیه سینه، ران و بال (درصد از وزن زنده) و ریخت‌شناسی روده باریک روی دو قطعه جوجه بلدرچین و در انتهای دوره پرورش بعد از کشتار انجام شد.

روش اندازه‌گیری طول روده: در روز ۳۵ دوره پرورش، دو پرنده از هر تیمار کشتار شد. طول قسمت‌های مختلف روده کوچک شامل دوازدهه یا دئودنوم (از سنگدان تا ورودی مجاری صفراوی-پانکراس)، ژژنوم (از ورودی مجاری صفراوی-پانکراس تا زائده مکل)، ایلئوم (از زائده مکل تا محل اتصال روده به سکوم)، بعد از جداسازی از روده‌بند (مزانتر) با خط‌کش اندازه‌گیری شد.

نحوه انجام آزمایش بافت‌شناسی: آزمایش بافت‌شناسی با استفاده از روش ذکر شده در منابع (حیدری صادق،۱۳۹۴؛ Meng *et al*., 2005) انجام شد. پس از تثبیت بافت، برای آبگیری آن، از الکل با خلوص متوسط تا بالا استفاده شد (۵۰ درصد تا ۱۰۰ درصد). جهت شفاف کردن بافت و باز پس گرفتن الکل از محلول‌های گزیلول ۲، ۱، ۳ (تکرار در غلظت یکسان محلول) استفاده شد. چون موادی نظیر چربی در شفاف کردن از بین می‌روند، بنابراین جهت پر نمودن محل آن‌ها (حفرات و مجاری خالی) از پارافین ذوب‌شده در دمای ۴۵ تا ۶۰ درجه سلسیوس استفاده شد. برای نگهداری نمونه‌ها و برش زدن، نمونه‌ها در توده‌ای از پارافین قرار داده شدند. قالب‌ها شامل دو قطعه فلز L شکل بودند که با قرار دادن آن‌ها در کنار هم، حالت مکعبی به خود گرفته و بافت در آن،

جدول ۱- اجزا و ترکیب شیمیایی جیره غذایی پایه

Table 1. Ingredients and chemical compositions of basal diet

Ingredients	Amount (%)	Chemical composition	Value
Corn grain	40.43	Metabolizable energy (kcal/kg)	2900
Wheat grain	20	Crude protein (%)	24
Soybean meal	34.26	Calcium (%)	0.80
Soybean oil	1.41	Phosphorus (%)	0.30
Limestone	1.32	Sodium (%)	0.15
Dicalcium phosphate	0.97	Lysine (%)	1.30
Salt	0.36	Arginine (%)	1.39
Vitamin premix[1]	0.25	Methionine (%)	0.50
Mineral premix[2]	0.25	Methionine + Cysteine (%)	0.75
DL- methionine	0.17	Tryptophan (%)	0.26
L- lysine HCl	0.21	-	-

[1] Vitamin premix provide Vitamin A 9000 IU/g. Vitamin E 18 IU/g. Vitamin K_3 2 mg, Vitamin B_1 1.8 mg, Vitamin B_2 6.6 mg. Vitamin B_3 30 mg. Vitamin B_6 3 mg, Vitamin B_7 0.1 mg, Vitamin B_{12} 0.015 mg, Choline chloride 500 mg, Ca pantothenate 10 mg and Folic acide 1 mg in one kilogram diet.

[2] Mineral premix provide Mn (Mno4) 100 mg, Zn (ZnO) 100 mg, Cu (CuSo4) 10 mg, I (CaI) 1 mg, Se 0.2 mg and Fe (FeSo4) 50 mg in one kilogram diet.

قالب‌گیری شد. برش از بلوک‌های تهیه شده با دستگاه میکروتوم انجام شد. برش‌ها به ضخامت پنج میکرون تهیه شده و بعد آن‌ها در ظرف آبی با دمای ۴۰ تا ۴۵ درجه سلسیوس شناور شده و به وسیله لام، نمونه‌های شناور روی لام قرار داده شدند. جهت ذوب پارافین‌های روی لام، آن‌ها را در اتوکلاو ۵۰ تا ۶۰ درجه سلسیوس قرار داده و آماده رنگ‌آمیزی شدند.

چون منظور از رنگ‌آمیزی، متمایز ساختن اجزای داخلی سلول و بافت‌ها بود، در این آزمایش از رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین استفاده شد (هماتوکسیلین به رنگ آبی جهت رنگ‌آمیزی هسته و ائوزین به رنگ قرمز جهت رنگ‌آمیزی سیتوپلاسم). بعد از تهیه لام‌ها، جهت مشاهده ویلی‌ها و کریپت‌ها، نمونه‌ها با میکروسکوپ نوری و با بزرگ‌نمایی x ۱۰ مشاهده شدند. سپس عکس‌برداری از نمونه‌ها انجام شد.

داده‌های حاصل از آزمایش حاضر با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون توکی در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

افزایش وزن بدن: نتایج مربوط به اثر اندازه مختلف ذرات گندم بر افزایش وزن بدن (گرم) بلدرچین‌های ژاپنی در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج این آزمایش نشان داد که اثر اندازه ذرات گندم بر افزایش وزن بدن بلدرچین‌های ژاپنی در کل دوره پرورش معنی‌دار بود، به طوری‌که، بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه شده با گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متر، بیش‌ترین افزایش وزن بدن را نشان دادند که تفاوت آن با گندم با اندازه ذرات ۳ و ۳/۵ میلی‌متر معنی-دار بود ($P<۰/۰۱$). اثر استفاده از سطوح مختلف آنزیم بر افزایش وزن بدن بلدرچین‌های ژاپنی در کل دوره پرورش معنی‌دار نبود (جدول ۲). افزایش وزن بدن تحت تاثیر اثر متقابل اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی قرار نگرفت ($P>۰/۰۵$، جدول ۳).

در توافق با نتایج این آزمایش، نتایج یک تحقیق بیانگر آن است که پرندگانی که از دانه کامل گندم در ترکیب جیره استفاده کرده بودند نسبت به گندم آسیاب شده از وزن بدن پایین‌تری برخوردار بودند (Banfield *et al*., 2002). مطالعات نشان داده است که کاهش اندازه ذرات دانه باعث شکسته شدن لایه بیرونی و بنابراین شکستن اندوسپرم آن می‌شود. خرد کردن دانه سبب افزایش تعداد ذرات خوراک شده و بنابراین نواحی سطحی دانه را نسبت به حجم آن افزایش می‌دهد، که این خود منجر به افزایش قابل دسترسی ترکیبات مغذی دانه برای آنزیم‌های هضمی شده و راندمان هضمی را افزایش می دهد، که نتیجه آن بهبود عملکرد پرنده است (Goodband *et al*., 2002).

مصرف خوراک: نتایج مربوط به اثر اندازه مختلف ذرات گندم بر مصرف خوراک بلدرچین های ژاپنی در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج این آزمایش نشان داد که اثر اندازه مختلف ذرات گندم بر مقادیر مصرف خوراک بلدرچین-های ژاپنی مورد آزمایش در کل دوره پرورش معنی‌دار بود، به طوری‌که بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه شده با گندم دارای اندازه ذرات ۲ میلی‌متر کم‌ترین مصرف خوراک را نشان دادند، که اختلاف آنها با تیمارهای ۳ و ۳/۵ میلی-متر معنی دار بود ($P<۰/۰۱$).

اثر متقابل اندازه ذرات گندم و سطوح مختلف آنزیم (جدول ۳) نیز به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) مصرف خوراک را در کل دوره پرورش تحت تأثیر قرار داد، به طوری‌که تیمار گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متری و مکمل آنزیمی ۴۰۰ ppm منجر به بهبود ضریب تبدیل خوراک شد.

نتایج Yasar (2003) نشان داد که دانه کامل گندم در جیره باعث افزایش معنی‌دار خوراک مصرفی نسبت به گندم آسیاب شده شد، که دلیل آن را کاهش قابلیت دسترسی انرژی قابل سوخت و ساز دانه کامل گندم در مقایسه با گندم آسیاب شده گزارش نمودند.

اثر استفاده از سطوح مختلف آنزیم (جدول ۲) بر متوسط خوراک مصرفی بلدرچین‌های ژاپنی در کل دوره پرورش معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$)، به نحوی‌که بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه شده با جیره حاوی ۴۰۰ ppm مکمل آنزیمی، مقادیر خوراک مصرفی پایین‌تری را در مقایسه با بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه شده با جیرهای بدون آنزیم و ۲۰۰ ppm مکمل آنزیمی نشان دادند. خوراک مصرفی روزانه در جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های بدون آنزیم نسبت به پرندگانی که جیره‌های حاوی آنزیم دریافت کردند، بیشتر بود (Esteve-Garcia *et al*., 1997;

Gutiriez del Alamo *et al*., 2008) که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد.

ضریب تبدیل خوراک: اثر اندازه مختلف ذرات گندم بر مقادیر ضریب تبدیل خوراک بلدرچین‌های ژاپنی در کل دوره پرورش معنی‌دار بود (جدول ۲). جوجه بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره بر پایه گندم دارای اندازه ۳/۵ میلی-متر بیشترین ضریب تبدیل خوراک را از خود نشان دادند ($P<۰/۰۱$). بهترین ضریب تبدیل خوراک مربوط به بلدرچین‌های ژاپنی تغذیه شده با گندم دارای اندازه ذرات ۲ میلی‌متر بود که تفاوت آن نسبت به گندم دارای اندازه ذرات ۳ و ۳/۵ میلی‌متر معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$). اثر افزودن سطوح مختلف آنزیم به جیره روی مقادیر ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$). افزودن سطوح مختلف آنزیم به جیره‌ها به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) موجب کاهش مقادیر ضریب تبدیل خوراک و افزایش کارآیی استفاده از خوراک در کل دوره پرورش شد.

اثر متقابل اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) ضریب تبدیل خوراک را طی دوره آزمایش تحت تأثیر قرار داد (جدول ۳)، به طوری‌که در زمان استفاده از گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متری و مکمل آنزیمی ۴۰۰ ppm، بهبود در ضریب تبدیل خوراک مشاهده شد.

مطالعات نشان داده است که افزودن آنزیم به جیره‌های بر پایه گندم، ضریب تبدیل خوراک را به طور معنی‌داری بهبود می‌بخشد (کریمی و همکاران، ۱۳۸۱؛ *et al*., 1996 Mathlouti *et al*., 2003; Allen)، که این بهبود می‌تواند با کاهش ویسکوزیته مواد گوارشی در دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم (Wu and Ravindran, 2004)، افزایش هضم مواد مغذی و کاهش قابلیت دسترسی مواد مغذی برای تخمیر باکتریایی در روده باریک (Santos *et al*., 2004)، بهبود استفاده از انرژی قابل سوخت و ساز و قابلیت هضم پروتئین و کربوهیدرات‌ها (Mohammed, 1995) و کاهش درگیری قابل توجه با میکروفلور روده در پاسخ به مکمل آنزیمی (Dusel *et al*., 1998) مرتبط باشد.

اثر اندازه ذرات گندم و سطوح مختلف آنزیم روی صفات مربوط به لاشه: اثر سطوح مختلف آنزیم (جدول ۴) روی بازده لاشه و درصد چربی محوطه بطنی، ران‌ها، بال‌ها، قلب، طحال و بورس از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. به هر حال، این اثر روی مقادیر وزن نسبی سنگدان، کبد و پیش‌معده معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). جوجه بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی مکمل آنزیمی دارای وزن نسبی کبد، سنگدان و پیش‌معده پایین‌تری نسبت به گروه‌های تغذیه شده با جیره‌های بدون مکمل آنزیمی بودند. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود بین تیمارهای آنزیمی از لحاظ وزن نسبی سینه تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۱$). بیش‌ترین درصد وزن سینه مربوط به تیمار حاوی ۴۰۰ ppm مکمل آنزیمی و کم‌ترین درصد وزن سینه مربوط به تیمار بدون مکمل آنزیمی است.

جدول ۲- آثار اصلی اندازه ذرات گندم و سطوح مختلف آنزیم در جیره‌های بر پایه گندم روی صفات عملکردی جوجه بلدرچین ژاپنی در سنین ۸ تا ۳۵ روزگی

Table 2. The main effects of wheat particle size and different levels of enzyme on wheat-based diets on growth performance of Japanese quail between the ages of 8 and 35 days

Main effects	Average gain (g/bird/day)	Feed intake (g/bird/day)	Feed conversation ratio
Enzyme level (ppm)			
0	6.08	17.67[a]	3.40[a]
200	6.07	17.77[a]	3.30[ab]
400	6.07	16.59[b]	3.13[b]
SEM	0.026	0.640	0.134
P-value	0.098	0.006	0.003
Wheat particle size (mm)			
2	6.28[a]	16.54[b]	3.03[b]
3	5.96[b]	17.63[a]	3.36[a]
3.5	5.97[b]	17.86[a]	3.45[a]
SEM	0.089	0.703	0.216
P-value	0.002	0.003	0.001

[a-b] Means within a column with different letters are significantly different ($P<0.05$).

جدول ۳- آثار متقابل اندازه ذرات گندم و سطوح مختلف آنزیم در جیره‌های بر پایه گندم روی صفات عملکردی جوجه بلدرچین ژاپنی در سنین ۸ تا ۳۵ روزگی

Table 3. The interaction effects of wheat particle size and different levels of enzyme on wheat-based diets on growth performance of Japanese quail between the ages of 8 and 35 days

Wheat particle size (mm) × Enzyme level (ppm)	Average gain (g/bird/day)	Feed intake (g/bird/day)	Feed conversation ratio
2 × 0	6.10	16.97^{abc}	3.15^{bcd}
3 × 0	5.95	18.13^{ab}	3.51^{ab}
3.5 × 0	6.01	17.91^{abc}	3.75^{a}
2 × 200	6.13	16.66^{abc}	3.11^{cd}
3× 200	6.06	18.46^{a}	3.44^{abc}
3.5 × 200	6.02	18.19^{ab}	3.36^{abcd}
2× 400	6.06	16^{c}	3.03^{d}
3× 400	6.00	16.32^{bc}	3.12^{bcd}
3. 5× 400	6.14	17.47^{abc}	3.24^{bcd}
SEM	0.084	0.888	0.254
P-value	0.073	0.001	0.001

[a-d] Means within a column with different letters are significantly different (P<0.05).

نتایج آزمایش حاضر در رابطه با کاهش وزن نسبی اندام‌های گوارشی در پاسخ به مکمل آنزیمی در مطابقت با گزارش محققین پیشین است (Wang *et al*., 2005; Sayyazadeh *et al*., 2006). Selle *et al.* (2003) افزایش در وزن نسبی بافت سینه را نسبت به شاهد در پاسخ به افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز و فیتاز در جیره بر پایه گندم، گزارش کردند. بر اساس گزارش Brenes *et al.* (1993)، افزودن آنزیم، ویسکوزیته محتویات روده را کاهش داد که خود باعث کاهش در وزن نسبی چینه‌دان، پیش‌معده و سنگدان شد. ملک زادگان و همکاران (۱۳۸۹) تاثیر معنی‌داری را برای سطوح مختلف مکمل آنزیمی روی درصد وزن لاشه گزارش نکردند. بنا بر مطالعه Nadeem *et al.* (2005)، استفاده از آنزیم‌های تجزیه‌کننده پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای در جیره‌های حاوی سطوح بالای این ترکیبات، تأثیری روی وزن نسبی قلب، سنگدان و ساق پا نداشت، ولی وزن نسبی کبد را به طور معنی‌داری کاهش داد. به هر حال، در آزمایش دیگری (Brenes et al., 1993)، افزودن آنزیم به جیره مرغ‌های تخم‌گذار منجر به کاهش در وزن نسبی دستگاه گوارش، لوزالمعده و کبد شد.

اندازه مختلف ذرات گندم فاقد تأثیر معنی‌دار بر مقادیر وزن نسبی بازده لاشه، درصد چربی محوطه بطنی، ران‌ها، بال‌ها، قلب، طحال، سنگدان، کبد، پیش‌معده و بورس فابریسیوس بود (جدول ۴). نتایج این مطالعه با گزارشات Abdollahi *et al*. (2011) و Serranom *et al.* (2013) که نشان دادند وزن نسبی اندام‌های مختلف دستگاه گوارش تحت تاثیر ذرات خوراک قرار نمی‌گیرد، مطابقت دارد.

افزایش وزن اندام‌های گوارشی در پرندگان تغذیه شده با سطوح بالای گندم می‌تواند در نتیجه پاسخ این اندام‌ها به حضور پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای در گندم باشد. افزایش سطح پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای منجر به افزایش ویسکوزیته ماده هضمی و کاهش قابلیت هضم مواد مغذی می‌شود که در نتیجه آن، فعالیت حرکتی و ترشحی اندام‌های هضمی افزایش می‌یابد. این نتایج در مطابقت با یافته‌های محققان پیشین است (Svihus and Hetland, 2001; Gonzalez alvarado *et al*., 2008)

اثر اندازه ذرات گندم و سطوح مختلف آنزیم روی طول روده بلدرچین‌های ژاپنی: افزودن سطوح مختلف آنزیم به جیره دارای تأثیر معنی‌داری بر طول نسبی ایلئوم بود (P<۰/۰۱)، به طوری‌که جوجه بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی مکمل آنزیمی دارای طول نسبی ایلئوم پایین‌تری نسبت به گروه‌های تغذیه شده با جیره‌های بدون آنزیم بودند (جدول ۶). به هر حال، اثر اصلی مکمل آنزیمی فاقد تأثیر معنی‌دار بر مقادیر طول نسبی دئودنوم و ژژنوم بود.

جدول ۴- آثار اصلی اندازه ذرات گندم و سطوح مختلف آنزیم در جیره‌های بر پایه گندم روی خصوصیات لاشه جوجه بلدرچین ژاپنی

Table 4. The main effects of wheat particle size and different levels of enzyme on wheat-based diets on carcass characteristics of Japanese quail

Main effects	Carcass efficiency[1]	Breast[2]	Thighs[2]	Wings[2]	Heart[1]	Spleen[1]	Bursa of fabricius[1]	Gizzard[1]	Liver[1]	Proventriculus[1]	Abdominal fat[1]
Enzyme level (ppm)											
0	61. 99	41.01^{b}	25.55	7.13	0.84	0.07	0.12	2.16^{a}	2.69^{a}	0.43^{a}	0.57
200	61.16	41.07^{b}	25.72	7.64	0.87	0.07	0.11	2.01^{b}	2.53^{ab}	0.39^{ab}	0.71
400	60.68	43.05^{a}	25.95	7.70	0.86	0.06	0.10	2.02^{b}	2.38^{b}	0.37^{b}	0.59
SEM	0. 941	0.166	0.081	0.191	0.025	0.0007	0.0005	0.015	0.049	0.002	0.104
P-value	0. 21	0.006	0.82	0.76	0.67	0.36	0.39	0.01	0.01	0.05	0.30
Wheat particle size (mm)											
2	60. 84	41.79	25.55	7.53	0.84	0.07	0.09	2.02	2.47	0.40	0.63
3	60. 89	41.95	26 .43	7.46	0.89	0.06	0.10	2.10	2.60	0.40	0.61
3.5	62. 09	41.40	25 .25	7.48	0.84	0.07	0.11	2.07	2.54	0.39	0.63
SEM	1	0.157	0.666	0.010	0.041	0.0005	0.0001	0.003	0.009	0.0008	0.01
P-value	0.17	0.72	0.17	0.95	0.29	0.52	0.29	0.42	0.43	0.87	0.97

[1] Percentage of live weight; [2] Percentage of live weight; [a-c] Means within a column with different letters are significantly different (P<0.05).

جدول ۵- آثار متقابل اندازه ذرات گندم و سطوح مختلف آنزیم در جیره‌های بر پایه گندم روی خصوصیات لاشه جوجه بلدرچین ژاپنی

Table 5. The interaction effects of wheat particle size and different levels of enzyme on wheat-based diets on carcass characteristics of Japanese quail

Wheat Particle size (mm) × Enzyme level (ppm)	Carcass efficiency[1]	Breast[2]	Thighs[2]	Wings[2]	Heart[1]	Spleen[1]	Bursa of Fabricius[1]	Gizzard[1]	Liver[1]	Proventriculus[1]	Abdominal fat[1]
2 × 0	60.61	40.82^{ab}	26.08	7.03	0.86	0.079	0.10	2.25	2.10	0.43	0.60
3 × 0	63.03	41.60^{ab}	25.78	7.18	0.85	0.066	0.12	2.22	2.62	0.47	0.49
3.5 × 0	62.35	40.97^{ab}	24.80	7.19	0.81	0.083	0.11	2.28	2.64	0.40	0.62
2 × 200	60.67	40.75^{ab}	25.08	7.74	0.88	0.066	0.10	2.08	2.55	0.38	0.73
3× 200	60.47	40.56^{ab}	26.57	7.47	0.87	0.071	0.09	2.08	2.86	0.37	0.70
3.5 × 200	62.33	39.38^{b}	25.51	7.70	0.86	0.077	0.11	1.96	2.68	0.35	0.71
2× 400	61.26	43.46^{a}	25.50	7.81	0.78	0.063	0.11	1.89	2.16	0.38	0.57
3× 400	59.18	40.79^{ab}	26.93	7.73	0.94	0.060	0.09	2.06	2.53	0.35	0.65
3. 5× 400	61.60	42.53^{a}	25.44	7.55	0.84	0.067	0.10	2.23	2.58	0.39	0.56
SEM	1.67	0.416	0.208	0.014	0.002	0.001	0.0008	0.002	0.005	0.0008	0.083
P-value	0.16	0.01	0.732	0.911	0.275	0.928	0.097	0.069	0.243	0.276	0.91

[1] Percentage of live weight; [2] Percentage of live weight; [a-b] Means within a column with different letters are significantly different (P<0.05).

در تحقیق Petterson and Aman (1989)، روده کوچک جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی گندم بدون مکمل آنزیمی به میزان ۳ درصد طویل‌تر از روده جوجه‌های تغذیه شده با جیره مشابه اما حاوی مکمل آنزیمی بود. به طور کلی، جوجه‌ها جهت سازش با مصرف جیره‌های ویسکوز و غنی از الیاف به افزایش وزن و حجم دستگاه گوارش می‌پردازند (Hakansson *et al*., 1978; Viveros *et al*., 1994; Iji *et al*., 2001c). طولانی شدن زمان ماندگاری مواد هضمی چسبنده در روده منجر به تورم دستگاه گوارش و طول نسبی روده کوچک می‌شود (Rubio *et al*., 1990). اثر اندازه ذرات گندم فاقد تأثیر معنی‌دار بر مقادیر طول نسبی دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم بود (جدول ۶).

بر اساس نتایج Yu *et al.* (1998) و Yin *et al.* (2001)، افزودن مکمل آنزیمی به جیره‌های بر پایه گندم و جو، طول نسبی دئودنوم و ژژنوم بلدرچین‌های ژاپنی را تحت تاثیر قرار نداد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. به هر حال، در آزمایش Sieo *et al.* (2005)، استفاده از آنزیم زایلاناز در جیره‌های بر پایه گندم با غلبه بر آثار نامطلوب پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای منجر به کاهش در طول نسبی روده کوچک شد. طول نسبی قسمت‌های متفاوت روده کوچک (جدول ۷) تحت تاثیر اثر متقابل اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی قرار نگرفت.

جدول ۶- آثار اصلی اندازه ذرات گندم و سطوح مختلف آنزیم در جیره‌های بر پایه گندم بر طول روده (mm) جوجه بلدرچین ژاپنی

Table 6. The main effects of wheat particle size and different levels of enzyme on wheat-based diets on length of intestine (mm) of Japanese quail

Main effects	Duodenum	Jejunum	Ileum
Enzyme level (ppm)			
0	52.39	111.61	103.69[a]
200	46.56	104.57	101.10[ab]
400	46.15	100.78	90.71[b]
SEM	0.225	0.256	0.590
P-value	0.08	0.10	0.01
Wheat particle size (mm)			
2	48.22	100.93	101.13
3	48.75	107.42	94.71
3.5	48.13	108.61	99.66
SEM	0.085	0.465	0.618
P-value	0.97	0.28	0.17

[a-b] Means within a column with different letters are significantly different ($P<0.05$).

جدول ۷- آثار متقابل اندازه ذرات گندم و سطوح مختلف آنزیم در جیره‌های بر پایه گندم بر طول روده (mm) بلدرچین ژاپنی

Table 7. The interaction effects of wheat particle size and different levels of enzyme on wheat-based diets on length of intestine (mm) of Japanese quail

Wheat Particle size (mm) × Enzyme level (ppm)	Duodenum	Jejunum	Ileum
2 × 0	48.94	105.19	101.91
3 × 0	55.52	112.87	107.47
3.5 × 0	52.70	116.76	97.94
2 × 200	50.64	106.91	99.86
3× 200	46.80	107.10	101.69
3.5 × 200	45.24	106.71	105.51
2× 400	45.07	102.70	101.63
3× 400	46.93	103.30	91.77
3. 5× 400	46.45	108.35	95.55
SEM	0.251	0.348	0.516
P-value	0.497	0.424	0.433

اثر اندازه ذرات گندم و سطوح مختلف آنزیم روی ریخت-شناسی روده جوجه بلدرچین‌های ژاپنی: آثار اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی بر ریخت‌شناسی ژژنوم جوجه بلدرچین‌ها در جدول ۸ ارائه شده است. اثر افزودن مکمل آنزیمی به جیره روی طول پرز و عمق کریپت سلول‌های روده کوچک معنی‌دار شد ($P<۰/۰۱$)، به طوری‌که افزودن مکمل آنزیمی به جیره‌ها موجب افزایش طول پرز و کاهش عمق کریپت شد.

اثر اندازه ذرات گندم نیز روی طول پرز و عمق کریپت سلول‌های روده کوچک معنی‌دار شد. بیشترین طول پرز مربوط به جوجه بلدرچین‌های تغذیه شده با گندم دارای اندازه ذرات ۲ میلی‌متر بود (شکل ۱)، که تفاوت آن نسبت به گندم دارای اندازه ذرات ۳ و ۳/۵ میلی‌متر معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$). پرندگان تغذیه شده با جیره بر پایه گندم با اندازه ذرات ۳/۵ میلی‌متر بیشترین عمق کریپت را نشان دادند که تفاوت آن در مقایسه با گندم دارای ذرات با اندازه ۲ میلی‌متر معنی‌دار بود (شکل ۱، $P<۰/۰۵$).

اثر متقابل اندازه ذرات گندم و مکمل آنزیمی نیز به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) طول پرز را تحت تأثیر قرارداد (جدول ۹)، به طوری‌که استفاده از گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متر و مکمل آنزیمی ۴۰۰ ppm بیشترین طول پرز را از خود نشان داد ($P<۰/۰۱$). کم‌ترین عمق کریپت مربوط به تیمار گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متری و مکمل آنزیمی ۴۰۰ ppm بود ($P<۰/۰۱$).

مکمل آنزیمی علاوه بر کاهش وزن و طول اندام‌های هضمی، طول پرزهای روده کوچک را افزایش داد (Viveros *et al*., 1994). Montagne *et al*. (2003) گزارش کردند که طول پرز و عمق کریپت شاخص‌های مهمی در مورد سلامت دستگاه گوارش و ظرفیت جذب غشای مخاطی روده کوچک در جوجه‌های گوشتی هستند. افزایش طول پرز و عمق کریپت در روده کوچک باعث افزایش سطح تماس و به دنبال آن افزایش سطح جذب مواد مغذی می‌شود (Gabrie *et al*., 2007). در واقع هر چه ارتفاع پرزها بیشتر باشد، ظرفیت جذبی روده باریک بیشتر خواهد بود. پرز بلندتر موجب ممانعت از عبور سریع‌تر خوراک به بخش‌های پایینی، کاهش رطوبت محتویات روده و بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌شود (Deschepper *et al*., 2003).

تعداد محدودی از مطالعات، تغییرات ایجاد شده در ریخت‌شناسی روده را با نوع غله مصرفی در جیره بررسی کردند که نتایج آن‌ها ضد و نقیض بوده و مطالعات مربوط به بلدرچین بسیار محدود است. سطح جذبی روده باریک در مقابل تغییرات جیره غذایی از خود واکنش نشان می‌دهد. استفاده از غلات با گرانروی بیشتر در جیره جوجه‌های گوشتی جوان سبب ایجاد کریپت عمیق‌تر در ژوژنوم در ۱۴ روزگی شده است (Iji *et al*., 2001c). کریپت محل فعال پرزهای روده بوده و کریپت عمیق‌تر نشان‌دهنده تغییر و تبدیل بافتی سریع‌تر و تقاضای بیشتر برای جایگزینی بافت جدید است (Iji *et al*., 2001c; Zhu *et al*., 2002; Luo *et al*., 2009). علاوه بر این، بالا بودن خصوصیات چسبندگی در غلاتی مثل دانه گندم از راه غیرمستقیم با افزایش در فعالیت باکتریایی در دستگاه گوارش بر ریخت‌شناسی دیواره روده مؤثر است (Mathlouthi *et al*., 2002).

عمق کریپت بیش‌تر مشاهده شده در جیره‌های حاوی گندم و جو بدون مکمل آنزیمی ناشی از تقاضای مخاط روده به تکثیر سلول و جایگزینی بافت جدید است (Mathlouthi *et al*., 2002a; Wu *et al*., 2004; Thomas *et al*., 2005). افزایش تخریب و ساخت مجدد بافت روده نیازمندی آن را به مواد مغذی جهت نگهداری افزایش می‌دهد که خود به بازدهی پایین‌تر در حیوان منتهی می‌شود (Zhu *et al*., 2002). گزارش شده است که مکمل‌های آنزیمی می‌توانند سرعت تکثیر سلولی را در کریپت کمتر کنند (Silva and Smithard, 2002; Wu *et al*., 2004). کاهش عمق کریپت می‌تواند به عنوان یک راه سودمند و مناسب جهت کاهش هزینه نگهداری بافت روده در پرنده‌ها در نظر گرفته شود. تغییر و تبدیل کمتر سلولی ممکن است هم‌چنین منجر به بلوغ بیشتر سلول-های رود شود (Weiser, 1973).

نتیجه‌گیری کلی

در این آزمایش، استفاده از گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متر منجر به افزایش وزن بدن و بهبود ضریب تبدیل خوراک شد. استفاده از مکمل آنزیمی در سطح جیره‌ای ۴۰۰ ppm در جیره بر پایه گندم منجر به کاهش مصرف خوراک و بهبود ضریب تبدیل خوراک شد. استفاده هم‌زمان از گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متری و مکمل

آنزیمی ۴۰۰ ppm در جیره منجر به بهبود ضریب تبدیل خوراک شد. مکمل آنزیمی هم‌چنین به طور معنی‌داری موجب افزایش طول پرز بخش ژژنوم شد. با توجه به مطالب ذکر شده، استفاده از گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متر به همراه مکمل آنزیمی در سطح ۴۰۰ ppm در جیره بر پایه گندم در کل دوره پرورش توصیه می‌شود.

جدول ۸- آثار اصلی اندازه ذرات گندم و سطوح مختلف آنزیم در جیره‌های بر پایه گندم روی ریخت‌شناسی ژژنوم جوجه بلدرچین ژاپنی

Table 8. The main effects of wheat particle size and different levels of enzyme on wheat-based diets on jejunum morphology of Japanese quail

Main effects	Villus height (µm)	Crypt depth (µm)
Enzyme level (ppm)		
0	373.04[b]	77.29[a]
200	465.63[a]	65.83[b]
400	479.79[a]	57.91[c]
SEM	0.600	0.259
P-value	0.001	0.001
Wheat particle size (mm)		
2	516.79[a]	62.91[b]
3	426.67[b]	66.87[b]
3.5	375[c]	71.25[a]
SEM	0.741	0.214
P-value	0.001	0.001

[a-c] Means within a column with different letters are significantly different ($P<0.05$).

جدول ۹- آثار متقابل اندازه ذرات گندم و سطوح مختلف آنزیم در جیره‌های بر پایه گندم روی ریخت‌شناسی ژژنوم جوجه بلدرچین ژاپنی

Table 9. The interaction effects of wheat particle size and different levels of enzyme on wheat-based diets on jejunum morphology of Japanese quail

Wheat Particle size (mm) × Enzyme level (ppm)	Villus height (µm)	Crypt depth (µm)
2 × 0	450[abc]	70[bc]
3 × 0	366.25[bc]	68.75[bcd]
3.5 × 0	318.75[c]	87.50[a]
2 × 200	558.75[a]	63.75[bcd]
3× 200	432.50[abc]	72.50[ab]
3.5 × 200	406.25[bc]	62.50[bcd]
2× 400	567.50[a]	53.75[d]
3× 400	480[ab]	55[cd]
3. 5× 400	402.50[bc]	60[bcd]
SEM	0.631	0.312
P-value	0.001	0.001

[a-c] Means within a column with different letters are significantly different ($P<0.05$).

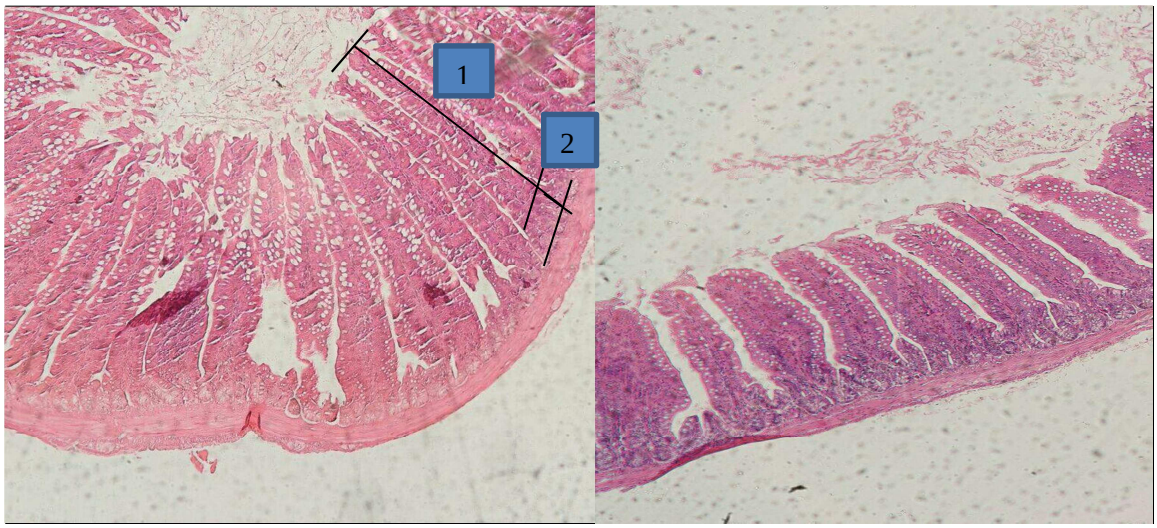

Fig. 1. Jejunum cross-section (×10 magnification) obtained from 35-day-old broiler chicks. Left image related to treatment of wheat particle size (2 mm in diameter) and enzyme supplementation at 400 ppm and right image related to treatment with 3.5 mm wheat particle size without enzyme supplementation. 1: villus height (µm) and 2: crypt depth (µm)

شکل ۱- تصاویر لام های تهیه‌شده از تیمارها در ۳۵ روزگی از بخش ژژنوم با بزرگ‌نمایی x ۱۰. تصویر سمت چپ مربوط به تیمار حاوی گندم با اندازه ذرات ۲ میلی‌متر و مکمل آنزیمی ۴۰۰ ppm و تصویر سمت راست مربوط به تیمار حاوی گندم با اندازه ذرات ۳/۵ میلی‌متر و بدون مکمل آنزیمی (۱: طول پرز و ۲: عمق کریپت به میکرومتر)

فهرست منابع

حیدری صادق ب. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر جدایه باکتری‌های اسید دوست روده گونه سبزقبا بر عملکرد، فراسنجه های خونی و جمعیت میکروبی روده بلدرچین ژاپنی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه بیرجند. ص. ۶۷-۶۹.

کریمی ا.، اسکات ت.، کامیاب ع.، نیکخواه ع.، و مرادی م. ۱۳۸۱. اثر عمل آوری، سطح آنزیم و افزودن آنتی بیوتیک به جیره گندم دار بر روی مقدار انرژی قابل متابولیسم ظاهری، عملکرد و توسعه دستگاه گوارشی جوجه‌های گوشتی نر. علوم کشاورزی ایران، ۳۳(۳): ۴۲۱-۴۳۱.

ملک زادگان ا.، زاغری م.، شیوازاد م.، و خلجی س. ۱۳۸۹. تأثیر افزودن یک مولتی آنزیم تجاری حاوی فیتاز میکروبی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در جیره‌هایی با کمبود فسفر. چهارمین کنگره علوم دامی ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

ملکوتی م.، و خادمی ز. ۱۳۸۳. روش های نوین تغذیه گندم. انتشارات سنا، تهران.

Abdollahi M. R., Ravindran V., Wester T. J., Ravindran G. and Thomas D. V. 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.

Allen G. M., Bedford M. R. and McCracken K. J. 1996. Effect of rate of wheat inclusion and enzyme supplementation on diet metabolisability and broiler performance. British Poultry Science, 37: S44-S45.

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.

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.

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

Bedford M. R. 2002. The role of carbohydrases in feedstuff digestion. In Poultry feedstuffs, (McNab, J.M. and Boorman, K.N. editors). CAB International, Wallingford, UK, pp. 319-336.

Bedford M. R. and Schulze H. 1998. Exogenous enzymes for pigs and poultry. Nutrition Research Reviews, 11: 91-114.

Brenes A., Guenter W., Marquardt R. and Rotter B. A. 1993. Effect of B-glucanase- pentosanase enzyme supplementation on the performance of chickens and laying hens feed wheat, barley, naked oats and rye diets. Canadian Journal of Animal Science, 73: 941-951.

Brenes A., Smith M., Guenter W. and Marquardt R. R. 1993. Effect of enzyme supplementation on the performance and digestive tract size of broiler chickens fed wheat- and barley-based diets. Poultry Science, 72: 1731-1739.

Classen H. l. and Bedford M. R. 1991. The use of enzymes to improve the nutritivevalue of poultry feed. In recent advances in animal nutrition. eds.W. Haresign and D. J. A. Cole). Butterworth, London, pp. 79-102.

Deschepper K., Lippens M., Huyghebaert G. and Molly K. 2003. The effect of aromabiotic and GALI D'OR on technical performances and intestinal morphology of broilers. In: Proccedings of 14th. European Symposium on Poultry Nutrition. August Lillehammer. Norway. P. 189.

Dusel G., Kluge H. and Jeroch H. 1998. Xylanase supplementation of wheat–based rations for broilers: Influence of wheat characteristics. Journal of Applied Poultry Research, 7: 119-131.

Esteve-Garcia E., Brufau J., Perez-Vendrell A., Miquel A. and Duven K. 1997. Bioefficacy of enzyme preparations containing β-glucanase and xylanase activities in broiler diets based on barley or wheat, in combination with flavomycin. Poultry Science, 76: 1728-1737.

Gabrie I., Mallet S., Leconte M., Travel A. and Lalles J. 2007. Effects of whole wheat feeding on the development of the digestive tract of broiler chickens. Animal Feed Science and Technology, 142: 144-162.

Gonzalez-Alvarado J. M., Jiménez-Moreno E., Valencia D. G., Lazaro R. and Mateos G. G. 2008. Effects of fiber source and heat processing of the cereal on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers fed diets based on corn or rice. Poultry Science, 87: 1779-1795.

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, p. 6.

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

Gutiriez del Alamo A., Vetstegen M. W. A., Pen Hartog L. A., Perez de Ayala P. and Villamide M. J. 2008. Effect of wheat cultivar and enzyme addition to broiler chicken diets on nutrient digestibility, performance, apparent metabolisable energy content. Poultry Science, 87: 759-769.

Hakansson J., Eriksson S. and Svensson S. A. 1978. The influence of feed energy level on feed consumption, growth and development of different organs of chicks. Reprort No. 57. Uppsala: Swedish University of Agriculture. Science. Pp. 1-54.

Iji P. A., Saki A. A. and Tivey D. R. 2001a. Intestinal development and body growth of broiler chicks on diets supplemented with non-starch polysaccharides. Animal Feed Science and Technology, 89: 175-188.

Iji P. A., Saki A. A. and Tivey D. R. 2001b. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannan oligosaccharide. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81: 1192-1186.

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: 1664-1674.

Kaur S., Mandal A. B., Singh K. B. and Kadam M. M. 2007. The response of Japanese quails (heavy body weight line) to dietary energy levels and graded essential amino acid levels on growth performance and immuno-competence. Livestock Science, 117: 255-260.

Koch K. 1996. Hammermills and rollermills. MF-2048 Feed Manufacturing, Department of Grain Science and Industry, Kansas State University, Manhattan, KS, USA, p. 8.

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., Saulnier L., Quemener B. and Larbier M. 2002. Xylanase, beta-glucanase, and other side enzymatic activities have greater effects on the viscosity of several feedstuffs than xylanase and beta -glucanase used alone or in combination. Journal of Agricultural and Food Chemistery, 50: 5121-5127.

Mathlouti N., Mohamed M. A. and Larbier M. 2003. Effect of enzyme preparation containing zylanase and β-glucanase on performance of laying hens fed wheat/barley or maiz/soybean meal-based diets. British Poultry Science, 44: 60-66.

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.

Mohammed A. H. 1995. Barley varieties, enzyme supplementation, and broiler performance. Journal of Applied Poultry Research, 4: 230-234.

Montagne L., Pluske J. and Hampson D. 2003. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. Animal Feed Science and Technology, 108: 95-117.

Nadeem M. A., Anjum M. I., Khan A. G. and Azim A. 2005. Effect of dietary supplementing of non-starch polysaccharide degrading enzymes on growth performance of broiler chicks. Pakistan Veterinary Journal, 25(4): 183-188.

Petterson D. and Aman P. 1989. Enzyme supplementation of a poultry diet containing rye and wheat. Britsih Journal of Nutrition, 62: 139-149.

Ravindran V., Selle P. and Bryden W. 1999. Effect of phytase supplementation individually and in combination with glycanase on nutritive value of wheat and barley. Poultry Science, 78: 1588-1595.

Rubio L. A., Brenes A. and Castano M. 1990. The utilization of raw and autocalved faba beans (Vicia faba L., var. minor) and faba bean fractios in diets for growing broiler chickens. Britsih Journal of Nutrition, 63: 419-433.

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.

Sayyazadeh H., Rahimi G. and Rezaei M. 2006. Influence of enzyme broiler supplementation of maize, wheat and barley-based diets on the performance of chickens. Pakistan Journal of Biological Science, 9(4): 616-621.

Selle P. H., Ravidran V., Ravidran G., Pittolo P. H. and Bryden W. L. 2003. Effects of nutrient specifications and xylanase plus phytase supplementation of wheat-based diets on growth performance and carcass traits of broilers. Asian Australasian Journal of Animal Science, 16: 1501-1509.

Serranom M. P., Frikha M., Corchero J. and Mateos G. G. 2013. Influence of feed form and source of soybean meal on growth performance, nutrient retention, and digestive organ size of broilers. Britsih Journal of Nutrition, 92: 693-708.

Sieo C. C., Abdullah N., Tan W. S. and Ho Y. W. 2005. Influence of beta-glucanase-producing Lactobacillus strains on intestinal characteristics and feed passage rate of broiler chickens. Poultry Science, 84: 734-741.

Silva S. S. P. and Smithard R. R. 2002. Effect of enzyme supplementation of a rye-based diet on xylanase activity in the small intestine of broilers, on intestinal crypt cell proliferation and on nutrient digestibility and growth performance of the birds. British Poultry Science, 43: 274-282.

Svihus B. and Hetland H. 2001. Ileal starch digestibility in growing broiler chickens fed on wheat-based diets improved by mash feeding, dilution with cellulose or whole wheat inclusion. British Poultry Science, 42: 633-637.

Svihus B., Hetland H., Choct M. and Sundby F. 2002. Passage rate through the anterior digestive tract of broiler chickens fed on diets with ground and whole wheat. British Poultry Science, 43: 662-668.

Thomas D. V., Ravindran V. and Thomas D. G. 2005. Performance, digestive tract measurements and gut morphology in broiler chickens fed diets containing maize, wheat or sorghum. Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium, 17: 61-62.

Viveros A., Brenes A., Pizzaro M. and Castano M. 1994. Effect of enzyme supplementation of a diet based on barley, an autoclave treatment, on apparent digestibility, growth performance and gut morphology of broilers. Animal Feed Science and Technology, 48: 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 wheatbased diets. Poultry Science, 84: 875-881.

Weiser M. M. 1973. Intestinal epithelial cell surface membrane glycoprotein synthesis. I: An indicator of cellular differentiation. Journal of Biological Chemistry, 248: 2536-2541.

Wu Y. B., Ravindran V., Thomas D. G., Birtles M. J. and Hendriks W. H. 2004. The Influence of method of whole wheat inclusion and xylanase supplementation on performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology of broilers. British Poultry Science, 45:385-394.

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.

Yin Y. L., Baidoo S. K., Schulze H. and Simmins P. H. 2001. Effects of supplementing diets containing hull–less barley varieties having different levels of non–starch polysaccharides with β–glucanase and xylanase on the physiological status of the gastrointestinal tract and nutrient digestibility of weaned pigs. Livestock Production Science, 71: 97-107.

Yu B., Hsu J. C. and Chiou P. W. S. 1998. Effects of β–glucanase supplementation of barley diets on growth performance of broilers. Animal Feed Science and Technology, 70: 353-361.

Zhu X. Y., Zhong T., Pandya Y. and Joerger R. D. 2002. 16S rRNA-based analysis of microbiota from the cecum of broiler chickens. Applied and Environmental Microbiology, 68: 124-137.

Animal Production Research

Vol. 10, No. 1, 2021 (65-79)

University of Guilan

Research paper

Effect of wheat particle size and different levels of enzyme supplement on performance, carcass traits, and small intestine morphology of Japanese quail

S. Mashahiri[1], H. Darmani Kuhi[2*]

1. MSc Student of Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

(Received: 29-04-2020 – Accepted: 18-08-2020)

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effect of wheat particle size and different levels of enzyme on performance, carcass traits, and small intestine morphology of Japanese quails. A 3 × 3 factorial arrangement in a completely randomized design was used in nine experimental treatments replicated four times with 20 birds per replicate. The investigated factors were three wheat grain particle sizes (2, 3, and 3.5 mm) and three levels of dietary enzyme supplement (0, 200, and 400 ppm). The measured traits included: performance, carcass traits, and small intestine morphology. The results showed that the dietary enzyme significantly reduced feed intake and feed conversion ratio (P<0.01). The effect of wheat particle size on feed intake, body weight, and feed conversion ratio were also significant (P<0.01). The interaction effect of wheat particle size and enzyme affected significantly feed intake and feed conversion ratio through the experimental period from 7-35 days of age (P<0.01). Relative weights of proventriculus, gizzard, and liver were significantly reduced by enzyme supplementation (P<0.05). The relative weight of the breast significantly increased by dietary enzyme addition (P<0.01). Enzyme supplementation also significantly increased the villi length of the jejunum (P<0.01). In conclusion, dietary inclusion of wheat grain at 2 mm diameter particle size supplemented by 400 ppm enzyme is recommended.

Keywords: Enzyme, Particle size, Japanese quails, Intestine morphology

[*]Corresponding author: h.darmani@guilan.ac.ir

doi: 10.22124/ar.2021.16417.1528