نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد 8، شماره 2، تابستان 1395، ص. 312-298

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 8, No. 2, Summer 2016, p. 298-312

اثر جایگزینی تریتیکاله و مکمل آنزیمی (زایلاناز-بتاگلوکاناز) در جیره رشد بر عملکرد، وزن نسبی اندام‌های گوارشی، چسبندگی محتویات و ریخت شناسی روده جوجه‌های گوشتی

حیدر زرقی[1*] - ابولقاسم گلیان[2] - حسن کرمانشاهی[2]

تاریخ دریافت: 1392/09/23
تاریخ پذیرش: 1393/09/24

چکیده

به منظور بررسی اثر جایگزینی تریتیکاله با و بدون مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز در جیره رشد جوجه‌های گوشتی آزمایشی با تعداد 500 قطعه جوجه خروس 11 روزه سویه تجاری راس 308 در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل (2×5) با 5 تکرار و 10 قطعه جوجه در هر واحد آزمایشی انجام شد. تیمارها شامل 5 سطح جایگزینی تریتیکاله (صفر، 10، 20، 30 و 40 درصد) و دو سطح آنزیم (صفر و 0/05 درصد) بودند. جیره‌های آزمایشی به نحوی فرموله شدند که از لحاظ انرژی و مواد مغذی مساوی باشند و از 11 روزگی تا پایان 24 روزگی به صورت تغذیه آزاد در دسترس پرندگان قرار گرفتند. افزایش سطح جایگزینی تریتیکاله در جیره به 40 درصد باعث کاهش شدید و معنی دار میانگین وزن 24 روزگی، خوراک مصرفی و رشد روزانه و افزایش معنی دار ضریب تبدیل غذایی شد، همچنین عوارض ضد تغذیه‌ای آن بر شرایط فیزیکوشیمیایی و ریخت شناسی دستگاه گوارش مانند افزایش چسبندگی محتویات روده، وزن نسبی اندام‌های گوارشی، کاهش ارتفاع ویلی‌ها و عمق کریپت‌ها و افزایش عرض ویلی‌ها بروز کرد. افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز باعث بهبود معنی دار عملکرد تولیدی و کاهش معنی دار اثرات ضد تغذیه‌ای سطوح بالای تریتیکاله در جیره شد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که می‌توان از تریتیکاله در جیره رشد جوجه‌های گوشتی حداکثر تا سطح 30 درصد بدون بروز اثرات منفی بر شاخص‌های عملکرد تولیدی استفاده نمود.

واژه های کلیدی: آنزیم، تریتیکاله، جوجه‌های گوشتی، چسبندگی، ریخت شناسی، عملکرد.

مقدمه

بخش عمده جیره طیور را غلات (ذرت و گندم) در بر می‌گیرد، که به عنوان منابع نشاسته‌ای به منظور تامین احتیاجات انرژی به کار می‌روند. امّا برای مصرف این مواد خوراکی بین انسان و حیوانات تک معده‌ای رقابت وجود دارد (37). به دلیل محدویت کشت ذرت در ایران در حال حاضر حدود 50 درصد ذرت دانه‌ای مورد نیاز از طریق واردات تامین می‌شود (11)، بنابراین انگیزه جایگزینی برخی اقلام خوراکی به جای ذرت در جیره غذایی طیور که کشت آن با شرایط آب و هوایی و زراعی ایران سازگار باشد وجود دارد.

تریتیکاله هیبرید بین گندم و چاودار می‌باشد، در سال 1876 برای نخستین بار در اسکاتلند کشت شد. کار روی تریتیکاله در کانادا از سال 1950 آغاز و در سال 1972 نخستین واریته تجاری بهاره آن توسط دانشگاه مانیتوبا معرفی شد. تریتیکاله در مقایسه با گندم دارای پتانسیل عملکرد بالاتر و در برخورد با شرایط نامساعد آب و هوایی، کم آبی، خاک‌های ضعیف (کم حاصلخیز) و بیماری‌ها از آن مقاومتر است، بنابراین می‌تواند محصول مناسبی برای بهره‌وری بهینه از اراضی کم آب و فقیر باشد (1).

استفاده از تریتیکاله در تغذیه جوجه‌های گوشتی به دلیل وجود پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای، به خصوص زایلان و آرابینوزایلان محدودیت دارد (4). افزودن مواد خوراکی حاوی پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای به جیره جوجه‌های گوشتی می‌تواند وضعیت فیزیکوشیمیایی شیرابه گوارشی را تغییر داده و کارکردهای هضمی این دستگاه را تحت تاثیر قرار دهند (15، 38 و 49).

معمولاً اثرات منفی پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول بیشتر به ماهیت چسبنده پلیمرهای آن مرتبط است که این موضوع خود به اندازه و ساختمان مولکولی پلیمر بستگی دارد. اثرات متقابل

1و 2 - به ترتیب استادیار و استادان گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
(*- نویسنده مسئول: (Email: h.zarghi@um.ac.ir

پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای بر دستگاه گوارش به صورت تغییرات فیزیکو شیمیایی در محتویات دستگاه گوارش و تغییرات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در بافت پوششی روده بروز می‌کند (7). هضم پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای به دلیل عدم وجود آنزیم‌های هضم کننده آن‌ها در دستگاه گوارش طیور محدود است، همچنین این ترکیبات قابلیت دسترسی مواد مغذی برای هضم و جذب را به واسطه افزایش چسبندگی محتویات دستگاه گوارش کاهش می‌دهند (13 و 36). با افزایش میزان پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای داخل جیره وزن نسبی اندام‌های گوارشی و لوزالمعده افزایش می‌یابد، این افزایش در پاسخ به تغییر شرایط محیط داخل دستگاه گوارش تحت تاثیر پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای و تحریک فعالیت مکانیکی و ترشحی آن است. بعلاوه بیلان مصرف پروتئین برای ترمیم لایه مخاطی دستگاه گوارش افزایش می‌یابد (7). افزایش حجم و چسبندگی محتویات روده نرخ انتشار سوبستراها و فعالیت آنزیم‌های گوارشی را کاهش داده و اثرات متقابل بین آن‌ها را به سطح موکوسی محدود می‌کند (21 و 32). همچنین افزایش چسبندگی محتویات روده سبب کاهش نرخ عبور مواد هضمی، کاهش مصرف خوراک، کاهش هضم و جذب مواد مغذی و نهایتاً کاهش عملکرد در جوجه‌های گوشتی می‌شود (17).

استفاده از مکمل‌های آنزیمی نظیر زایلاناز و بتاگلوکاناز در جیره مصرفی به منظور تجزیه آرابینوزایلان‌ها و بتاگلوکان‌های موجود در غلات می‌تواند باعث بهبود عملکرد خوراک و ثبات در پاسخ پرنده به این نوع جیره‌ها باشد (7). در سال‌های اخیر افزودن مکمل‌های آنزیمی به جیره حیوانات تک معده‌ای مثل طیور گسترش یافته است به طوری که برآورد می‌شود حدود 65 درصد جیره‌های مورد استفاده در تغذیه طیور محتوی آنزیم هستند (48).

مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر جایگزینی تریتیکاله با و بدون افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز در جیره رشد جوجه‌های گوشتی بر عملکرد و سلامت دستگاه گوارش انجام شد.

مواد و روش‌ها

پرندگان، جایگاه و شرایط پرورش

آزمایش با استفاده از 500 قطعه جوجه گوشتی سویه تجاری راس308 در سن 11 تا 24 روزگی انجام شد. جوجه‌ها که تا سن 10 روزگی تحت شرایط تجاری با جیره بر مبنای ذرت و سویا پرورش یافته بودند، در روز نخست آزمایش به طور تصادفی به 50 گروه 10 قطعه‌ای با وزن گروهی یکسان تقسیم و به واحدهای پن بندی شده منتقل شدند. میانگین وزن جوجه‌ها در شروع آزمایش13± 159 گرم بود. هر پن توسط مانع توری به ارتفاع یک متر محصور، دارای یک متر مربع مساحت و مجهز به یک دان‌خوری سطلی آویز و یک آب‌خوری کله قندی (گنبدی شکل) بود. دمای سالن پرورش در زمان شروع آزمایش (سن 11 روزگی) در دامنه 28-26 درجه سانتی‌گراد تنظیم، پس از 24 ساعت به تدریج (روزانه 0/5-0/4 درجه) تا رسیدن دمای سالن به دامنه 22-20 درجه سانتی‌گراد کاهش داده شد. در طول دوره آزمایش رطوبت نسبی سالن در دامنه 60-50 درصد و برنامه نوری 23 ساعت روشنایی و 1 ساعت خاموشی اعمال شد. در کل دوره آزمایش، جوجه ها به آب و خوراک دسترسی مداوم داشتند.

تیمارها و جیره‌های آزمایشی

اعمال تیمارهای آزمایشی شامل جیره‌های حاوی پنج سطح تریتیکاله (صفر، 10، 20، 30 و 40 درصد) با و بدون افزودن مکمل آنزیمی (صفر و 0/05 درصد؛ "حداکثر میزان توصیه شده توسط شرکت سازنده")، در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل(2×5)،10 تیمار با 5 تکرار و 10 قطعه پرنده در هر واحد آزمایشی انجام شد. مکمل آنزیمی[1] مورد استفاده دارای حداقل 400 واحد فعالیّت بتاگلوکانازی و 1200 واحد فعالیّت آرابینوزایلانازی در گرم بود. جیره‌های آزمایشی با مقادیر انرژی و پروتئین یکسان و بر اساس حداقل مقادیر مواد مغذی توصیه شده توسط راهنمای سویه تجاری راس 308 (2007) به نحوی تنظیم شدند که از لحاظ میزان انرژی و سایر مواد مغذی با هم برابر باشند. درصد اجزاء تشکیل دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره های آزمایشی در جدول 1 ارائه شده است و از 11 تا 24 روزگی به صورت تغذیه آزاد در دسترس پرندگان مورد آزمایش قرار گرفتند.

رکورد گیری

در طول دوره آزمایش خوراک مصرفی و وزن جوجه‌های هر واحد آزمایشی اندازه گیری شد. قبل از وزن کشی به منظور حصول یکنواختی نسبی محتوای گوارشی، به پرندگان 4 ساعت گرسنگی تحمیل شد. رشد و خوراک مصرفی روزانه به صورت گرم در روز به ازائ هر قطعه و ضریب تبدیل غذایی به صورت گرم خوراک مصرفی به گرم رشد روزانه محاسبه شد. تلفات هر روز ضمن ثبت تاریخ و شماره پن وزن شده و محاسبه خوراک مصرفی روزانه بر اساس تعداد جوجه زنده در هر روز (روز جوجه) تصحیح شد.

کشتار و نمونه برداری

در روز پایانی آزمایش (24 روزگی) از هر واحد آزمایشی یک قطعه پرنده (5 قطعه از هر تیمار) که به میانگین وزنی پن نزدیک بود، جهت کشتار انتخاب شد. پرندگان انتخاب شده توزین با جابه‌جایی مهره گردن کشتار، بلافاصله محوطه شکمی باز و اندام‌های مختلف دستگاه گوارش آن‌ها جدا شدند.

1 - Endofeed W, GNC Bioferm Inc., Saskatoon, Canada.

جدول1- اجزاء و ترکیب جیره‌های آزمایشی[1]

Tale1- Ingredients and composition of the experimental diets[1]

اجزای جیره (%) Ingredients (%)	سطح تریتیکاله جیره (%) Triticale level in diet (%)				
	zero	10	20	30	40
ذرت Corn	57.00	48.62	40.10	31.72	23.31
تریتیکاله Triticale	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00
کنجاله سویا (44% پروتئین خام) Soybean meal (CP=44%)	36.25	34.57	32.96	31.26	29.60
روغن سویا Soybean oil	3.06	3.07	3.10	3.10	3.10
دی-ال-ترئونین DL- threonine	0.00	0.01	0.03	0.05	0.06
دی-ال-متیونین DL-methionine	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24
ال- لیزین هیدروکلراید L-lysine HCl	0.08	0.12	0.14	0.18	0.22
کربنات کلسیم Calcium carbonate	1.05	1.05	1.08	1.08	1.08
دی-کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
مکمل ویتامینی[2] Vitamin premix[2]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
مکمل معدنی[3] Mineral premix[3]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
نمک طعام Salt	0.28	0.29	0.31	0.32	0.34
ترکیب محاسباتی Calculated composition					
انرژی قابل سوخت و ساز (kcal/ kg) Metabolizable energy (kcal/ kg)	3000	3000	3000	3000	3000
پروتئین خام، % Crude protein	21.01	21.01	21.01	21.01	21.01
کلسیم، % Calcium	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
فسفر قابل دسترس، % Available phosphorus	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
سدیم، % Sodium	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
لیزین، % Lysine	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
متیونین، % Methionine	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
متیونین + سیستین، % Methionine + Cysteine	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
ترئونین، % Threonine	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79

[1] هر یک از پنج جیره به دو قسمت مساوی تقسیم و به یک قسمت آن مقدار 0/5 گرم در کیلو گرم مکمل آنزیمی (دارای بتاگلوکاناز 400 واحد و آرابینوزایلاناز 1200 واحد در گرم) و به قسمت بدون آنزیم 0/5 گرم در کیلوگرم سبوس گندم اضافه شد تا 10 جیره آزمایشی تهیه شود.

[2] مکمل ویتامینه در هر کیلوگرم جیره مواد زیر را تأمین می‌کرد: ویتأمین A، 9000 واحد بین‌المللی؛ ویتامین D_3، 2000 واحد بین‌المللی؛ ویتأمین E، 18 واحد بین‌المللی؛ ویتأمین K_3، 2 میلی‌گرم؛ ویتأمین B_{12}، 1/5 میلی‌گرم؛ تیامین، 1/8 میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین؛ 6/6 میلی‌گرم؛ نیاسین، 10 میلی گرم؛ اسید فولیک، 0/1 میلی‌گرم؛بیوتین، 0/15 میلی‌گرم؛ پریدوکسین، 3 میلی‌گرم؛اسید پنتوتنیک،30 میلی گرم ؛کولین کلراید، 050 میلی‌گرم

[3] مکمل مواد معدنی در هر کیلوگرم جیره مواد زیر را تأمین می‌کرد: روی، 84/7 میلی‌گرم؛ منگنز، 100 میلی‌گرم؛ سلنیوم، 0/2 میلی‌گرم؛ ید، 1 میلی‌گرم؛ مس، 10 میلی‌گرم؛ آهن، 50 میلی‌گرم.

[1]Each one of five diets was divided into two equal portion and enzyme cocktail "containing arabinoxylanases 1200 U/g and β-glucanases 400 U/g" was added to one part and wheat bran to another part at rate of 0.5 g/kg to provide the ten experimental diets.

[2]Vitamin permix Supplied the following, per kilogram of diet: vitamin A, 9000 IU; vitamin D_3, 2000 IU; vitamin E, 18 mg; vitamin K_3, 2 mg; vitamin B_{12}, 1.5 mg; thiamine, 1.8 mg; riboflavin, 6.6 mg; niacin, 10 mg; pyridoxine, 3 mg; biotin, 0.15 mg; folic acid, 0.1 mg; panthotenic acid, 30 mg; choline chloride, 500 mg; etoxycoin, 0.125 mg;

[3]Mineral permix Supplied the following per kilogram of diet: Zn, 84.7 mg; Mn, 100 mg; Cu, 10 mg; Se, 0.2 mg; I, 1mg; Fe, 50 mg.

در ابتدا یک قطعه‌ی بافتی (حدود 1/5 سانتی متر) از قسمت میانی ژژونوم روده (ناحیه وسط بین مجاری ورودی صفرا و زائده مکل) پرندگان تغذیه شده با جیره‌های صفر، 20 و 40 درصد تریتیکاله با و بدون آنزیم، برای مطالعات بافت شناسی نمونه برداری شد. نمونه‌های تهیه شده با محلول سالین 0/9 درصد به منظور زدوده شدن محتویات آن شستشو داده شدند و سپس داخل محلول فرمالین 10 درصد به منظور ثابت شدن نمونه‌های بافتی قرار گرفتند.

در مرحله بعد محتویات روده (ناحیه ژژونوم و ایلئوم) برای سنجش میزان چسبندگی (ویسکوزیته) جمع آوری شدند. همچنین وزن اندام‌های مختلف گوارشی به منظور تعیین وزن نسبی آنها (درصد از وزن زنده) پس از تخلیه کامل محتویات تعیین شد.

اندازه‌گیری چسبندگی محتویات روده

محتویات روده جمع آوری شده از هر پرنده به دو زیر نمونه تقسیم و حدود 1/5 گرم از هر نمونه به داخل میکروتیوپ ریخته و نمونه‌ها با سرعت g × 12700 به مدت 5 دقیقه سانتریفوژ شدند. پس از سانتریفوژ 0/5 میلی لیتر از بخش بالایی را برداشته و چسبندگی آن با استفاده از دستگاه ویسکومتر دیجیتال بروکفیلد[1] (مدل DV- II، شماره اسپیندل CP-40، گردش آب 40 درجه سانتی‌گراد در مخزن دستگاه و تنظیم چرخش بهینه اسپیندل روی 40rpm با توجه به ثبات گزارش خروجی دستگاه و بر حسب سانتی پوآز[2] (cps[3]) تعیین شد. میانگین حاصل از دو زیر نمونه به عنوان عدد چسبندگی محتویات در نظر گرفته شد (33).

فرآوری نمونه‌های بافتی

محلول ثابت کننده ظرف محتوی نمونه‌های بافتی بعد از 24 ساعت تعویض و سپس تا زمان انجام آزمایشات بافت شناسی نگهداری شدند. نمونه‌های بافتی در آزمایشگاه بافت شناسی از محلول فرمالین خارج شدند و با قرار دادن داخل دستگاه فرآوری خودکار فرآیند شستشو از محلول ثابت کننده اضافی، آبگیری، شفاف سازی و آغشتگی روی آن‌ها طی سه مرحله؛ 1- آب‌گیری با قرار دادن نمونه‌ها در محلول‌های الکل اتیلیک با درجات صعودی 2- شفاف سازی با قرار دادن نمونه‌ها در محلول زایلان (زایلان جایگزین الکل می‌شود) و 3- پارافینه کردن با قرار دادن نمونه‌ها در داخل پارافین مایع به منظور اشباع سازی نمونه با پارافین انجام شد. پس از خارج نمودن نمونه‌ها از دستگاه تهیه بلوک‌های بافتی با استفاده از قالب‌های لوکهارت و پارافین انجام شد. از بلوک‌های پارافینی با استفاده از دستگاه میکروتوم[4] نیمه اتومات به فاصله 60 میکرومتر دو برش با ضخامت 7-6 میکرومتر تهیه شد. برش‌های تهیه شده داخل آب با دمای 40 درجه سانتی گراد شناور شدند تا پس از صاف شدن چین و چروک‌های احتمالی به راحتی روی لام قرار گیرند. لام‌های حاوی برش روی صفحه گرم قرار گرفتند تا ضمن خشک شدن پارافین اضافی ذوب و خارج شود. رنگ آمیزی بافت‌های پایدار شده روی لام پس از پارافین گیری با زایلان و آب دهی با درجات نزولی الکل اتیلیک به کمک روش رنگ آمیزی هماتوکسیلن و ائوزین[5] (H&E) انجام شد. قبل از انجام مطالعات میکروسکوپی به منظور مصونیت بیشتر نمونه‌های بافتی تهیه شده بر روی آن‌ها لامل چسبانده شد.

اندازه‌گیری فراسنجه‌های بافت شناسی

بررسی وضعیت ظاهری ویلی‌های روده و مورفومتری روده با استفاده از میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین[6] روی حداقل 9 عدد ویلی سالم برای هر نمونه بافتی انجام شد. شاخص‌های مورد سنجش در مورفومتری روده شامل ارتفاع ویلی از انتهایی ویلی تا دهانه کریپت‌ها، عرض ویلی‌ها شامل میانگین عرض در یک سوم و دو سوم ارتفاع ویلی‌ها، عمق کریپت غدد لیبرکوهن از قاعده ویلی‌ها تا ماهیچه مخاطی، ضخامت لایه ماهیچه‌ای از لایه زیر مخاطی تا لایه سروزی روده بودند (27). همچنین مساحت ظاهری ویلی با ضرب میانگین عرض هر ویلی در ارتفاع آن تعیین شد (26).

تعیین ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (ماده خشک، پروتئین خام، فیبر خام، کلسیم و فسفر) در آزمایشگاه آنالیز مواد خوراکی طبق روش‌های متداول AOAC (5) تعیین شد.

آنالیز آماری داده‌ها

داده‌ها برای اثرات اصلی، سطوح تریتیکاله و افزودن مکمل آنزیمی و برای اثرات متقابل، سطوح تریتیکاله× افزودن مکمل آنزیمی آنالیز شدند. نتایج بدست آمده از آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با روش فاکتوریل، با استفاده از نرم افزار آماری SAS[7] و رویه مدل عمومی خطی GLM مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. مقایسه

1 - Model LVDVII + CP, Brookfield Engineering Labs, Inc., Stoughton, MA 02072.
2 -Centipoises
3 - 1/100 dyne second per square centimeter

4 - Model Leica RM 2145
5 - Hematoxylin and Eosin
6 - Model U- TV0.5 XC-2, Olympus corporation, BX41
7 - SAS Institute, 2003

میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال (P<0/05) انجام شد. داده‌ها که به صورت نسبی بودند بر اساس فرمول شماره 1 تبدیل شده و سپس مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند (44).

$$X = Degrees\ (arcSin \sqrt{\frac{x}{100}}) \quad (1)$$

مدل ریاضی طرح آماری به شرح زیر بود.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

که: Y_{ijk} = مقدار هر مشاهده، μ = میانگین جامعه آماری، α_i = اثر سطح تریتیکاله، β_j= اثر افزودن مکمل آنزیمی، $(\alpha\beta)_{ij}$= اثر متقابل سطح تریتیکاله× افزودن مکمل آنزیمی و ε_{ijk}= اثر خطای آزمایش.

نتایج و بحث

با توجه به این که کلیه میانگین‌ها مربوط به اثرات اصلی و اثرات متقابل توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد (P<0/05) مقایسه شدند، در بیان نتایج تنها به معنی‌دار بودن و یا معنی‌دار نبودن اختلاف‌ها اشاره شده است.

جدول2- اثر سطح تریتیکاله و مکمل آنزیمی در جیره بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در سن 24-11 روزگی[1]

Table 2- The effect of dietary triticale level and enzyme supplementation on growth performance of broiler chickens during 11-24d of age[1]

اثرات Effects		وزن 24 روزگی Weight at 24d	افزایش وزن Weight gain	خوراک مصرفی Feed intake	ضریب تبدیل غذایی Feed conversion ratio
سطح تریتیکاله (%) Triticale levels (%)		(g)	(g/b/d)		(g/g)
0.0		720[a]	42.32[a]	68.50[a]	1.62[b]
10.0		701[a]	40.35[a]	65.80[a]	1.64[b]
20.0		735[a]	42.83[a]	69.00[a]	1.61[b]
30.0		703[a]	40.59[a]	67.19[a]	1.66[b]
40.0		522[b]	27.53[b]	56.58[b]	2.38[a]
SEM		14.86	0.96	1.36	0.04
P-Value		**	**	**	**
آنزیم (g/kg diet) Enzyme supplementation (g/kg diet)					
0.0		643[b]	36.20[b]	63.20[b]	1.92[a]
0.5		709[a]	41.20[a]	67.63[a]	1.64[b]
SEM		9.40	0.61	0.86	0.02
P-Value		**	**	**	**
سطح تریتیکاله * آنزیم Triticale levels * Enzyme supplementation					
0.0	0.0	720[ab]	42.50[ab]	68.50[a]	1.61[b]
	0.5	720[ab]	42.10[ab]	68.50[a]	1.63[b]
10.0	0.0	724[ab]	41.40[ab]	66.20[a]	1.60[b]
	0.5	678[b]	39.30[b]	65.50[a]	1.67[b]
20.0	0.0	711[ab]	41.30[ab]	67.10[a]	1.62[b]
	0.5	758[a]	44.30[a]	70.80[a]	1.60[b]
30.0	0.0	711[ab]	40.70[ab]	67.20[a]	1.65[b]
	0.5	695[ab]	40.50[ab]	67.20[a]	1.65[b]
40.0	0.0	350[c]	15.20[c]	47.00[b]	3.10[a]
	0.5	695[ab]	39.80[b]	66.20[a]	1.66[b]
SEM		21.02	1.36	1.92	0.05
P-Value		**	**	**	**

[1] میانگین هر ستون (اصلی و یا متقابل) با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P< 0/05)

ns اختلاف غیر معنی‌دار، * (P<0/05)، ** (P<0/01)

[1]Mean within the same column (main and or interaction) with no common superscript are significantly different (P < 0.05)

ns difference non-significant, *(P<0.05), **(P<0.01)

شاخص‌های عملکرد تولیدی

شاخص های عملکرد تولیدی شامل؛ میانگین وزن زنده در پایان دوره آزمایش (24 روزگی)، رشد و خوراک مصرفی روزانه هر قطعه و ضریب تبدیل غذایی در طول دوره آزمایش در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف تریتیکاله (صفر، 10، 20، 30 و 40 درصد) با و بدون مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز در جدول2 گزارش شده است. پایین‌ترین میانگین وزن و رشد روزانه و بالاترین ضریب تبدیل را پرندگان تغذیه شده با جیره 40 درصد سطح تریتیکاله بدون مکمل آنزیمی داشتند که در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره‌های شاهد، 10 و 20 درصد سطح تریتیکاله با و بدون افزودن مکمل آنزیمی و 30 و 40 درصد سطح تریتیکاله با مکمل آنزیمی تفاوت‌ها معنی داری بود.

جایگزینی تریتیکاله در جیره رشد جوجه‌های گوشتی تا سطح 30 درصد اثر منفی بر عملکرد تولیدی نداشته است. ولی با افزایش سطح تریتیکاله جیره به 40 درصد، شاخص‌های عملکرد تولیدی تحت تاثیر واقع شده و افت کرده است. تریتیکاله دارای حدود 12/5 درصد بر اساس ماده خشک پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای از نوع بتاگلوکان و آرابینوزایلان است (40). این ترکیبات موجب کاهش ارزش تغذیه‌ای تریتیکاله به واسطه افزایش چسبندگی محتویات دستگاه گوارش و در نتیجه کاهش قابلیت دسترسی مواد مغذی برای هضم و جذب می شوند (13). افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز به جیره‌ها باعث بهبود معنی داری در شاخص‌های عملکرد تولیدی پرندگان مورد آزمایش مثل میانگین وزن در پایان آزمایش، رشد روزانه و ضریب تبدیل غذایی شده است. نتایج بدست آمده با گزارش فلورس و همکاران (24) مطابقت دارد ایشان با افزودن آنزیم به جیره‌های حاوی 60 درصد تریتیکاله بهبود معنی داری را در ضریب تبدیل غذایی و اضافه وزن جوجه های در دوره سنی 7 تا 24 روزگی مشاهده کردند. پور رضا و همکاران (34) گزارش کردند با افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز در سطوح 0/01، 0/02، 04/ و 0/08 درصد به جیره جوجه‌های گوشتی فرموله شده بر مبنای تریتیکاله - سویا در دامنه سنی صفر تا 21 روزگی؛ وزن بدن، رشد، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی بهبود یافت و مناسب‌ترین سطح افزودن مکمل آنزیمی به جیره را 0/02 درصد توصیه کردند. پیترسون و امان (42)، گزارش کردند افزودن مکمل‌های آنزیمی حاوی بتاگلوکاناز و پنتوزاناز به جیره جوجه‌های گوشتی حاوی تریتیکاله باعث بهبود رشد و ضریب تبدیل به طور معنی دار می‌شود. فریزین و همکاران (25)، نیز بهبود قابلیت هضم در جیره‌های فرموله شده بر پایه غلات را با استفاده از مکمل‌های آنزیمی تایید کردند. بدفورد و همکاران (9)، گزارش کردند، افزودن آنزیم‌های آرابینوزایلاناز به جیره جوجه‌های گوشتی بر پایه چاودار به طور قابل ملاحظه‌ای میزان رشد و ضریب تبدیل غذایی را بهتر می‌کند.گارسیا و همکاران (28) با افزودن آنزیم به جیره جوجه‌های گوشتی در مراحل سنی صفر تا 4، 5 تا 8، 9 تا 15 و 16 تا 21 روزگی گزارش نمودند که رشد و ضریب تبدیل در تمامی دوره‌های آزمایشی تحت تاثیر مکمل آنزیمی واقع شده و بهبود می‌یابد. ونگ و همکاران (51) با افزودن مکمل آنزیمی به جیره جوجه‌های گوشتی بر پایه گندم در سطوح صفر، 0/02، 0/04، 0/06، 0/08و 0/1 درصد در دامنه سنی 7 تا 21 روزگی دریافتند که مکمل آنزیمی در مرحله رشد جوجه‌های گوشتی باعث بهبود شاخص‌های عملکردی مثل رشد روزانه و ضریب تبدیل غذایی شد.

با افزایش سطح تریتیکاله جیره به 40 درصد، میزان خوراک مصرفی پرندگان شدیداً تحت تاثیر واقع شده و افت کرده است ولی با افزودن مکمل آنزیمی میزان خوراک مصرفی افزایش یافته و به سطح سایر گروه‌های آزمایشی رسیده است. این امر می‌تواند به واسطه بهبود شرایط فیزیکوشیمیایی محتویات روده (کاهش چسبندگی شیرابه گوارشی) و افزایش سرعت عبور در اثر افزودن مکمل آنزیمی به جیره باشد که باعث بهبود اشتها و افزایش مصرف خوراک می‌گردد (18، 28، 29 و 30). هاردون و همکاران (29) گزارش کردند وقتی جیره دریافتی محتوی پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای بالایی است چسبندگی محتویات دستگاه گوارش افزایش و سرعت عبور کاهش می‌یابد. لازارو و همکاران (39) با افزودن مکمل آنزیمی کربوهیدراز (858 واحد بتاگلوکاناز و 864 واحد زایلاناز در هر گرم) به میزان 0/05 درصد به جیره بر پایه چاودار جوجه‌های گوشتی در دامنه سنی یک تا 25 روزگی مشاهده کردند که متوسط زمان مورد نیاز برای دفع مارکر خورانده شده همراه با جیره (دفع 1 درصد مارکر خورانده شده از 0/98 ساعت به 0/78 ساعت و دفع 50 درصد مارکر خورانده شده از 6/5 ساعت به 4/2 ساعت) کاهش یافت.

بهبود شاخص‌های عملکرد تولیدی در اثر جایگزینی مکمل‌های آنزیمی در جیره طیور تحت تاثیر عواملی به مراتب بیشتر از ارزش غذایی قندهایی است که از دیواره سلولی گیاهی آزاد می‌شود. در واقع سوبستراهای اصلی مورد نظر که توسط این آنزیم‌ها تجزیه می‌شود مواد ضد تغذیه‌ای و یا موادی هستند که فرآیندهای هضم و جذب را کاهش می‌دهند (40). آنزیم‌های بتا-گلوکاناز و زایلاناز به طور موثر با تجزیه دیواره‌های سلولی گیاهی و سلول‌های لایه آلورن منجر به آزاد سازی مواد مغذی اندوسپرم دانه‌ها می‌شوند. این مکانیسم می‌تواند منجر به بهبود ارزش غذایی خوراک شود. زرقی و همکاران (54) گزارش کردند استفاده از مکمل آنزیم بتاگلوکاناز-زایلاناز باعث بهبود انرژی قابل متابولیسم تریتیکاله به میزان 157 کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک در جوجه‌های گوشتی می‌شود. همچنین مکمل‌های آنزیمی با تجزیه پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول در آب به

مونو و الیگوساکاریدها و کاهش چسبندگی محتویات روده (6) باعث بهبود جذب مواد مغذی و کاهش زمان عبور محتویات هضمی در مجرای معده‌ای - روده‌ای (18 و 25) می‌شوند.

وزن نسبی اندام‌های مجرای گوارش

داده‌های مربوط به وزن نسبی اندام‌های مختلف دستگاه گوارش (گرم به ازای 100 گرم وزن زنده) در سن 24 روزگی در جدول 3 نشان داده شده است. بیشترین وزن نسبی اندام‌های دستگاه گوارش را پرندگان تغذیه شده با جیره 40 درصد سطح تریتیکاله بدون مکمل آنزیمی داشتند که در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره بر مبنای ذرت و سویا، 10، 20 و 30 درصد سطح تریتیکاله با و بدون مکمل آنزیمی و 40 درصد سطح تریتیکاله با مکمل آنزیمی اختلاف معنی دار بود.

جدول 3- اثر سطح تریتیکاله و مکمل آنزیمی در جیره بر میانگین وزن نسبی اندام‌های دستگاه گوارش و چسبندگی محتویات روده جوجه‌های گوشتی در سن 24 روزگی[1]

Table 3- Effect of dietary triticale levels and enzyme supplementation on digestive organ relative weight of broiler chicks measured at 24 d of age[1]

اثرات		دستگاه گوارش	سنگدان	روده کوچک	روده بزرگ	بورس	لوزالمعده	چسبندگی محتویات Gut viscosity	
Effects		GIT[2]	Gizzard	S.Intestine	L.Intestine	Burs	Pancreas	ژژونوم Jejunum	ایلئوم Ileum
سطح تریتیکاله		..... (g/100g of live body weight)						..... CPS[3]	
Triticale levels (%)									
0.0		8.93^{c}	2.45^{b}	4.64^{b}	0.74^{b}	0.18^{c}	0.31^{c}	2.50	2.50^{b}
10.0		9.20^{bc}	2.71^{ab}	4.54^{b}	0.83^{b}	0.24^{abc}	0.32^{c}	2.64	2.95^{b}
20.0		9.84^{ab}	2.67^{ab}	5.17^{a}	0.82^{b}	0.21^{bc}	0.37^{bc}	2.50	3.15^{b}
30.0		9.64^{abc}	2.76^{ab}	5.00^{ab}	0.78^{b}	0.24^{ab}	0.42^{ab}	2.19	3.43^{a}
40.0		10.44^{a}	3.02^{a}	5.32^{a}	1.01^{a}	0.29^{a}	0.45^{a}	2.50	4.94^{a}
SEM		0.29	0.14	0.17	0.04	0.02	0.02	0.41	0.40
P-Value		**	*	*	**	**	**	ns	**
آنزیم (g/kg diet)									
Enzyme supplementation (g/kg diet)									
0.0		9.65	2.77	4.58	0.85	0.23	0.42^{a}	2.71	3.76^{a}
0.5		9.66	2.67	5.01	0.83	0.23	0.33^{b}	2.21	3.02^{b}
SEM		0.18	0.08	0.11	0.02	0.01	0.01	0.26	0.25
P-Value		ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	*
آنزیم * سطح تریتیکاله									
Triticale levels * Enzyme supplementation									
0.0	0.0	8.56^{c}	2.41^{b}	4.43	0.69^{b}	0.18	0.32^{d}	2.86	2.36
	0.5	9.30^{bc}	2.49^{b}	4.85	0.79^{b}	0.17	0.31^{d}	2.15	2.64
10.0	0.0	9.10^{bc}	2.79^{b}	4.38	0.80^{b}	0.21	0.35^{bcd}	3.05	3.62
	0.5	9.31^{bc}	2.63^{b}	4.69	0.86^{b}	0.27	0.30^{d}	2.22	2.28
20.0	0.0	9.52^{bc}	2.54^{b}	5.00	0.86^{b}	0.21	0.41^{bc}	2.50	3.66
	0.5	10.17^{ab}	2.81^{b}	5.33	0.78^{b}	0.21	0.34^{cd}	2.50	2.64
30.0	0.0	9.38^{bc}	2.61^{b}	5.00	0.70^{b}	0.25	0.43^{b}	2.24	3.82
	0.5	9.90^{b}	2.90^{b}	5.00	0.85^{b}	0.23	0.41^{bc}	2.13	3.05
40.0	0.0	11.26^{a}	3.51^{a}	5.43	1.17^{a}	0.30	0.90^{a}	2.90	5.34
	0.5	9.63^{bc}	2.54^{b}	5.21	0.84^{b}	0.27	0.31^{d}	2.07	4.53
SEM		0.42	0.20	0.23	0.06	0.03	0.03	0.59	.56
P-Value		*	*	ns	**	ns	**	ns	ns

[1] میانگین هر ستون (اصلی و یا متقابل) با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P< 0/05)

ns اختلاف غیر معنی‌دار، * (P<0/05)، ** (P<0/01)

[1]Mean within the same column (main and or interaction) with no common superscript are significantly different (P < 0.05)

ns difference non-significant, *(p<0.05), **(P<0.01)

[2]GIT: Gastrointestinal tract, [3]CPS: Centipoises= 1/ 100 dyne second per square centimeter.

نتایج آزمایش نشان داد، به طور کلی با افزایش سطح تریتیکاله وزن نسبی اندام‌های مختلف دستگاه گوارش افزایش می‌یابد، وزن نسبی اندام‌های گوارشی در جوجه‌های تغذیه شده با جیره 40 درصد سطح تریتیکاله بیشترین و در جوجه‌های تغذیه شده با جیره بر مبنای ذرت و سویا کمترین مقدار بود. افزایش وزن نسبی اندام‌های گوارشی همراه با افزایش سطح تریتیکاله در جیره تحت تاثیر افزایش فعالیت این اندام‌ها در پاسخ به افزایش سطح پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای جیره است. نتایج بدست آمده با گزارش برنز و همکاران (10) مطابقت دارد به طوری که ایشان افزایش وزن پانکراس را به مصرف بالای مواد دارای پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای توسط پرنده و پی آمد آن افزایش نیاز به ترشح آنزیم نسبت دادند. المیرال و همکاران (2) و گارسیا و همکاران (28) گزارش نمودند با افزودن مکمل آنزیمی به جیره وزن نسبی پانکراس و روده کوچک کاهش می‌یابد. ونگ و همکاران (51) با افزودن مکمل آنزیمی به جیره بر پایه گندم جوجه‌های گوشتی در دامنه سنی 7 تا 21 روزگی گزارش کرد که وزن نسبی اندام‌های گوارشی و لوزالمعده به خصوص در مرحله رشد جوجه‌های گوشتی تحت تاثیر مکمل آنزیمی کاهش می‌یابد. کاهش وزن پانکراس در اثر افزودن آنزیم به جیره می‌تواند تحت تاثیر از بین رفتن آثار منفی پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای توسط مکمل آنزیمی باشد.

چسبندگی محتویات روده

داده‌های مربوط به چسبندگی محتویات روده (ژژونوم و ایلئوم) در سن 24 روزگی در جدول 3 نشان داده شده است. بالاترین چسبندگی محتویات روده را پرندگان تغذیه شده با جیره 40 درصد سطح تریتیکاله بدون آنزیم نشان داد و در مقابل کمترین چسبندگی محتویات روده مربوط به گروه تغذیه شده با جیره بر مبنای ذرت و سویا بود.

در مطالعه حاضر چسبندگی محتویات ایلئوم در جوجه‌هایی که با جیره حاوی سطوح بالای تریتیکاله تغذیه شده بودند شدیداً افزایش یافته است. در دیواره سلولی اندوسپرم بسیاری از غلات، کربوهیدرات‌های ساختمانی وجود دارند (آرابینوزایلان در گندم، چاودار و تریتیکاله و بتا-گلوکان در جو و یولاف) که دارای وزن مولکولی بالایی هستند و در روده کوچک پرنده محلول می‌باشند (6، 14، 52 و 53). در اثر این خاصیت محتویات روده به صورت محلولی چسبنده درآمده که مانع از حرکت آزادنه سایر مواد محلول می‌شود. به نظر می‌رسد اثرات ضد تغذیه‌ای آرابینوزایلان‌ها با ماهیت پلیمری پلی‌ساکاریدها و ویژگی چسبنده آن‌ها مرتبط باشد. چسبندگی محتویات روده با افزایش مقدار پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول به صورت هندسی افزایش می‌یابد (23). اثرات ضد تغذیه غلات چسبنده (جو، گندم، چاودار، یولاف و تریتیکاله) با افزایش ویسکوزیته محتویات روده در اثر بتا-گلوکان و آرابینوزایلان محلول موجود در این غلات همراه است (6 و 13). تحت این شرایط ظرفیت جذب آب محتویات روده افزایش یافته و منجر به افزایش ویسکوزیته محتویات و نهایتاً محدودیت جذب مواد مغذی می‌شود. تحت شرایط عملی این می‌تواند منجر به کاهش ضریب تبدیل غذایی، رشد و همچنین افزایش رطوبت مدفوع شود.

نتایج این آزمایش نشان می‌دهد چسبندگی محتویات دستگاه گوارش با افزودن آنزیم‌های زایلاناز و بتا-گلوکاناز برطرف و در نتیجه عملکرد حیوان نیز بهبود یافته است. مطالعات نشان داده است، اثرات منفی آرابینوزایلان‌های محلول را می‌توان با هیدرولیز آن‌ها توسط آنزیم‌های دارای فعالیت زایلاناز برطرف نمود (33). آنزیم‌ها قادر به تجزیه پلیمرهای چسبنده (پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول) هستند، بنابراین استفاده از آنها در جیره‌های حاوی غلات چسبنده مفید است (34). تحقیقات موید این مطلب است که افزودن آنزیم از طریق تجزیه بتاگلوکان‌ها و آرابینوزایلان‌ها ارزش غذایی مواد خوراکی مثل جو، چاودار، تریتیکاله و گندم مورد استفاده در تغذیه طیور را افزایش و چسبندگی مواد هضمی در دستگاه گوارش جوجه‌ها را کاهش می‌دهد (9، 20، 22 و 52). با افزودن مکمل‌های آنزیمی حاوی زایلاناز به جیره مصرفی جوجه‌های گوشتی چسبندگی محتویات دستگاه گوارش کاهش یافته و قابلیت هضم مواد مغذی (نشاسته، پروتئین و چربی) و انرژی قابل سوخت و ساز افزایش می‌یابد (3 و 9). بهبود معنی‌دار عملکرد پرندگان تغذیه شده با جیره بر پایه جو یا چاودار حاوی آنزیم بتاگلوکاناز یا آرابینوزایلاناز به دلیل هیدرولیز کامل پلی‌ساکاریدها و جذب قندهای آزاد شده نیست بلکه در نتیجه تبدیل پلی‌ساکاریدها به پلیمرهای کوچک، گرانروی مواد هضمی کاهش می‌یابد (8). در مطالعه‌ی بدفورد و همکاران (9)، رابطه بین گرانروی مواد هضمی در روده، وزن مولکولی پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای و عملکرد پرنده‌هایی که با چاودار تغذیه شده بودند به خوبی نشان داده شد است. افزودن مکمل‌های آنزیمی حاوی زایلاناز به جیره مصرفی جوجه‌های گوشتی بر پایه گندم باعث تجزیه آرابینوزایلان‌ها به ترکیبات با وزن مولکولی کم، کاهش چسبندگی محتویات روده و در نتیجه بهبود هضم و جذب مواد مغذی می‌شود (3، 16 و 46). از آن جا که عمل هضم یک فرآیند دینامیک است و متکی بر انتشار آنزیم‌ها، سوبسترا و محصول می‌باشد، بدون شک هر تداخلی در حرکت آزادانه مولکول‌ها کارآیی کل این فرآیند را کاهش میدهد. مطالعات آزمایشگاهی نشان داده است که محلول با چسبندگی بالا سرعت انتشار قندها و نمک‌ها را کاهش می‌دهد (30).

ریخت شناسی روده

میانگین ارتفاع، عرض و مساحت ظاهری ویلی، عمق کریپت، نسبت ارتفاع ویلی به عمق کریپت و ضخامت لایه عضلانی بافت ناحیه ژژونوم روده کوچک جوجه‌های گوشتی در سن 24 روزگی که با جیره‌های حاوی سطوح مختلف تریتیکاله با و بدون مکمل آنزیمی در دوره رشد (11 تا 24 روزگی) تغذیه شده بودند در جدول 4 نشان داده شده است. با افزایش سطح تریتیکاله در جیره ارتفاع ویلی‌ها و عمق کریپت‌ها کاهش و ضخامت لایه عضلانی افزایش یافت معنی داری نشان داد. به طوری که در پرندگان تغذیه شده با جیره 40 درصد سطح تریتیکاله ارتفاع ویلی‌ها و عمق کریپت‌ها به طور معنی‌دار از پرندگان تغذیه شده با جیره بر مبنای ذرت و سویا و جیره 20 درصد سطح تریتیکاله کمتر و ضخامت لایه عضلانی به معنی داری بیشتر بود. با افزودن مکمل آنزیمی به جیره مصرفی ارتفاع ویلی‌ها افزایش و عمق کریپت‌ها کاهش معنی داری داشت. نسبت ارتفاع ویلی‌ها به عمق کریپت‌ها در پرندگان تغذیه شده با جیره های حاوی آنزیم نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره‌های بدون آنزیم به طور معنی داری بیشتر بود. اگرچه اثر سطح تریتیکاله، اثر افزودن مکمل آنزیمی و اثر متقابل بین آنها بر سطح ویلی‌ها معنی دار نبود ولی با افزایش سطح تریتیکاله در جیره مصرفی سطح ویلی‌ها کاهش نشان می‌دهد و این اثر با افزودن مکمل آنزیمی بر طرف شده به طوری که پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی 40 درصد تریتیکاله دارای کمترین سطح ویلی بودن و با افزایش آنزیم سطح ویلی‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است (36650 میکرومتر مربع در مقایسه با 28930 میکرومتر مربع).

جدول 4- اثر سطح تریتیکاله و مکمل آنزیمی در جیره بر ریخت شناسی ژژنوم جوجه‌های گوشتی در سن 24 روزگی[1]

Table 4- Effect of dietary triticale level and enzyme supplementation on jejunal morphology of broiler chicks measured at 24 d of age[1]

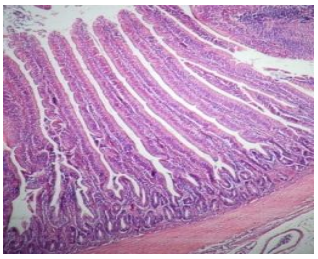
اثرات Effects		ارتفاع ویلی VH[2]	عرض ویلی VW[3]	عمق کریپت CD[4]	ضخامت لایه عضلانی MT[5]	VH/CD	سطح ویلی VSA[6]
سطح تریتیکاله (%)			.....	µm			µm^2
Triticale levels (%)							
0.0		598^a	62	137^a	47^b	4.59	37610
20.0		527^a	58	123^{ab}	65^a	4.36	31790
40.0		414^b	79	110^b	63^a	3.72	32790
SEM		34.4	5.5	4.2	2.1	0.31	3190
P-Value		**	ns	**	**	ns	ns
آنزیم (کیلو گرم /گرم)							
Enzyme supplementation (g/kg diet)							
0.0		461^b	64	128^a	57	3.62^b	28850
0.5		565^a	69	119^b	59	4.83^a	39270
SEM		28.10	4.5	3.4	1.7	0.25	2600
P-Value		*	ns	*	ns	**	ns
آنزیم * سطح تریتیکاله							
Triticale levels * Enzyme supplementation							
0.0	0.0	582	56	140^{ab}	47	4.15	33070
	0.5	614	68	134^{ab}	47	4.57	42150
20.0	0.0	455	53	145^a	64	3.21	24570
	0.5	599	64	100^c	65	5.98	39000
40.0	0.0	346	82	99^c	60	3.51	28930
	0.5	483	75	122^b	65	3.94	36650
SEM		48.60	7.7	5.9	3.0	0.43	4510
P-Value		ns	ns	**	ns	ns	ns

[1]میانگین هر ستون (اصلی و یا متقابل) با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P< 0/05)
ns اختلاف غیر معنی‌دار، * (P<0/05)، ** (P<0/01)

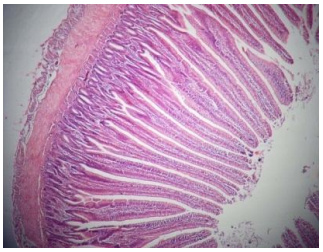
[1]Mean within the same column (main and or interaction) with no common superscript are significantly different (P < 0.05)
ns difference non-significant, *(p<0.05), **(P<0.01).
[2] VH: Villus height; [3] VW: villus width; [4] CD: crypt depth; [5] MT: muscular thickness; [6] VSA: villus surface area.

در بررسی بافت شناسی با افزایش سطح تریتیکاله در جیره لایه مخاطی آسیب دیده (ویلی‌ها کوتاه‌تر، ضخیم‌تر و آسیب دیده‌تر) مشاهده می‌شود که با افزودن مکمل آنزیمی از شدت آسیب کاسته شده است (شکل1). با افزایش مکمل آنزیمی ارتفاع ویلی‌ها و نسبت

ارتفاع ویلی‌ها به عمق کریپت‌ها افزایش معنی داری یافته است این موضوع می تواند تحت تاثیر وجود میزان بالای پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای در تریتیکاله در مقایسه با ذرت، افزایش چسبندگی محتویات روده و تاثیر شرایط محیطی روده بر ساختار لایه مخاطی باشد. نتایج مربوط به ریخت شناسی مخاط روده در این آزمایش با مشاهدات جارونی و همکاران (33) مطابقت دارد ایشان گزارش نمودند، در مطالعه میکروسکوپی روی لایه مخاطی دستگاه گوارش پرندگان تغذیه شده با جیره بر مبنای ضایعات گندم و یا جو نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره بر مبنای ذرت و سویا، ویلی‌ها کوتاه‌تر، ضخیم‌تر و آسیب دیده‌تر به نظر می‌رسند. همچنین با نتایج ویورس و همکاران (50) همخوانی دارد این محققین گزارش کردند در پرندگان تغذیه شده با جیره بر مبنای جو در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره بر مبنای ذرت ارتفاع ویلی‌ها و عمق کریپت‌ها کاهش یافت و با افزایش آنزیم بتاگلوکاناز به جیره مصرفی شرایط مورفولوژی روده به طرف جیره بر مبنای ذرت تغییر نمود. مکمل‌های آنزیمی با تعدیل اثرات منفی پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای بر لایه مخاطی روده مثل آتروفی ویلی‌ها و بزرگ شدن اندام‌های گوارشی را کاهش می‌دهند (50). گارسیا و همکاران (28) و ویورس و همکاران (50) گزارش نمودند با افزودن مکمل‌های آنزیمی به جیره ارتفاع و سطح ویلی‌ها افزایش می‌یابد. سیلوا و اسمیزارد (45) گزارش کردند تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌های حاوی چاودار منجر به افزایش تخریب و باز سازی انتروسیت‌ها می‌شود. نشان داده شده است که حضور محتویات روده با چسبندگی بالا در موش موجب افزایش تقسیم انتروسیت‌ها می‌شود (35).

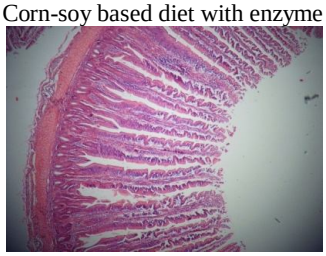


جیره بر مبنای ذرت و سویا
Corn-soy based diet

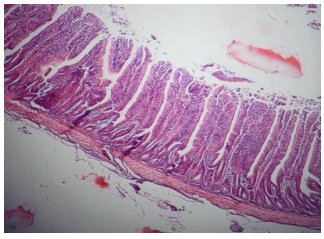


جیره بر مبنای ذرت و سویا با آنزیم
Corn-soy based diet with enzyme

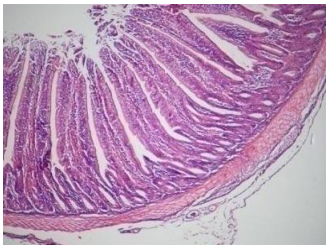
جیره بر مبنای ذرت، سویا و 20 درصد تریتیکاله
Corn-soy-20% triticale based diet



جیره بر مبنای ذرت، سویا و 20 درصد تریتیکاله با آنزیم
Corn-soy-20% triticale based diet with enzyme



جیره بر مبنای ذرت، سویا و 40 درصد تریتیکاله
Corn-soy-40% triticale based diet



جیره بر مبنای ذرت، سویا و 40 درصد تریتیکاله با آنزیم
Corn-soy-40% triticale based diet with enzyme

شکل1- اثر سطح تریتیکاله و مکمل آنزیمی در جیره رشد بر مورفولوژی روده کوچک جوجه‌های گوشتی در سن 24 روزگی

Figure 1- Effect of dietary triticale levels and enzyme supplementation on morphological observations of jejunum in broiler chicks slaughtered at 24 d of age

همچنین گزارش شده است افـزایش چسـبندگی محتویـات روده باعث تحریک رشد باکتری‌های بی هوازی در آن شده و میکروب‌ها از قسمت پایانی دستگاه گوارش به طرف نواحی بالایی نفوذ مـی‌نماینـد (11)، در نتیجه افـزایش جمعیّـت باکتریـایی تحریـک مخـاط روده و افزایش ضخامت آن بروز می‌کند. تصور می‌شود که شرایط ایجاد شده باعث افزایش اندازه لایه ساکن سطح مخاطی دستگاه گوارش و مـانع از فعالیت گوارشی به واسطه؛ ممانعت از نفوذ آنزیم‌هـای گوارشـی بـه داخل مجرای گوارشی، ممانعت از باند شدن آنزیم با سوبسـترا، ایجـاد تاخیر در مخلوط شدن اجزای خوراک بـا آنـزیم‌هـای هضـم کننـده و نمـک‌هـای صـفراوی و کـاهش ارتبـاط بـین اجـزای هضـم شـده و موقعیّت‌های جذب روی لایه مخاطی روده می‌شود، در مجموع قابلیّت هضم و جذب مواد مغذی کاهش مـی‌یابـد (3، 33، 42 و 47). بعـلاوه میکروارگانیسم‌ها، نمک‌های صفراوی را دکنژوگه کرده باعث کـاهش فعالیّت هضم مواد مغذی به خصوص چربی‌ها می‌شوند (33). همچنین جمعیّت میکروبی روده با رقابت بر روی مصرف مـواد مغـذی و ایجـاد بیماری‌های روده‌ای، مثل تاثیر گندم و جو بر بروز نکروتیک اینترتیس (30) و یـا کوکسـیدیوز (41)، روی رانـدمان غـذایی میزبـان تـاثیر می‌گـذارد. محققـان بـروز ایـن مشـکلات را بـه افـزایش چسـبندگی محتویات دستگاه گوارش نسبت داده‌اند (8).

اثر زیستی حاصل از آزاد سازی الیگوساکاریدها در دستگاه گوارش در جریان افزودن آنـزیم‌هـای تجزیـه کننـده پلـی‌سـاکاریدهای غیـر نشاسته‌ای به جیره‌های حاوی غلات چسبنده مـی‌توانـد باعـث تـاثیر مثبت بر ارزش غذایی خوراک شـود. ایـن الیگوسـاکاریدها در جریـان تجزیه کربوهیدرات‌های دیواره سلولی و ذخیره‌ای توسط مکمـل‌هـای آنزیمی تولید می‌شوند. الیگوساکاریدهای تولید شده نسـبت بـه هضـم آنزیمی درون ریز مقاوم هستند، لـذا در روده بـزرگ بـه عنـوان یـک پری‌بیوتیک ایفای نقش کـرده و از رشـد و نمـو بـاکتری‌هـای مفیـد دسـتگاه گـوارش مثـل بیفیـدوباکتریوم و لاکتوباسـیلوس پشـتیبانی می‌کنند. همچنین همزمان باعث توقف رشد باکتری‌های مضر دستگاه گـوارش مثـل سـالمونلا، کلسـتریدیوم، کمپلوبـاکتر و ایشرشـیاکلی می‌شـوند (7). چاکـت و همکـاران (15) و دان (19) گـزارش نمـودن افزودن مکمل‌های آنزیمی به جیره باعث کـاهش جمعیّـت میکروبـی بیمـاری زا در مجـاری گوارشـی مـی‌شـود. در نتیجـه اثـرات منفـی میکروب‌های بیماری‌زا مثل افزایش آتروفـی ویلـی‌هـا، بـزرگ شـدن اندام‌ها و افزایش وزن نسبی دستگاه گوارش را بر طرف می‌کننـد (11 و 48).

نتیجه گیری کلی

می‌توان از تریتیکاله در جیره رشد جوجه‌های گوشتی تا سطح 30 درصد بدون بروز اثرات منفی بر شاخص‌های عملکرد تولیدی اسـتفاده نمود. با افزایش سطح تریتیکاله به بیش از 30 درصـد عملکـرد افـت کرده و نشانه‌هایی ضد تغذیه‌ای تریتیکالـه مثـل افـزایش چسـبندگی محتویات روده، افزایش وزن نسـبی دسـتگاه گـوارش و آسـیب لایـه مخاطی بروز می‌کند. در صورت استفاده از تریتیکاله در جیره‌های رشد جوجه‌های گوشتی به خصوص در سطوح بالاتر از 30 درصـد توصـیه می‌شود، جیره با آنزیم‌های اختصاصی مکمل شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله مولفین از معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد و معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی که امکان اجرای این پـژوهش را فراهم نمودند، قدردانی می‌نمایند.

منابع

1- AAFRD. 2005. Triticale Production and Utilization Manual 2005: Spring and Winter Triticale for Grain, Forage and Value-added. Alberta Agriculture, Food and Rural Development.
2- Almirall, M., M. Francesch., A. M. Perez-Vendrell., J. Brufau., and E. Esteve-Garcia. 1995. The differences in intestinal viscosity produced by barley and β-glucanase alter digesta enzyme activities and ileal nutrient digestibilities more in broiler chicks than in cocks. Journal of Nutrition, 125: 947–955.
3- Annison, G., and M. Choct. 1991. Anti-nutritive activities of cereal non-starch polysaccharides in broiler diets and strategies minimizing their effects. Worlds Poultry Science Journal, 47: 232-242.
4- Antoniou, T.C., and R. R. Marquardt. 1981. Influence of rye pentosans on the Growth of Chicks. Poultry Science, 60: 1898-1904.
5- AOAC. 1984. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists (Virginia, USA, Association of official analytical chemists). 14th Ed.
6- Bedford M. R., and H. L. Classen. 1992. Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosan concentration is affected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and food conversion efficiency of broiler chicks. Journal of Nutrition, 122: 560-569.
7- Bedford, M., and G. Partrige. 2010. Enzymes in farm animal nutrition. 2nd Edition. CAB International Publisher.

8- Bedford, M. R. 1996. The effect of enzymes on digestion. Journal of Applied Poultry Research, 5:370–378.(9)
9- Bedford, M. R., H. L. Classen., and G. L. Campbell. 1991. The effect of pelleting, salt, and pentosanase on the viscosity of intestinal contents and the performance of broilers fed rye. Poultry Science, 70:1571–1577.
10- Brenes, A., M. Smith, W. Guenter, and R. R. Marquardt. 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.
11- Campbell, G. L., and M. R. Bedford. 1992. Enzyme applications for mono-gastric feeds: A review. Canadian Journal of Animal Science, 72:449–466.
12- Chizari A., and M. Hajiheidary. 2010. The effects of market factors and government policies on maize marketing in Iran. African Journal of Agriculture Research, 5(12), 1351-1359.
13- Choct, M., and G. Annison. 1992. Anti-nutritive effect of wheat pentosans in broiler chickens: Roles of viscosity and gut microflora. British Poultry Science, 33: 821-834.
14- Choct, M., G. Annison., and R. P. Trimble. 1992. Soluble wheat pentosans exhibit different anti-nutritive activities in intact and cecectomized broiler chickens. Journal of Nutrition, 122: 2457–2465.
15- Choct, M., R. J. Huges., R. P. Trimble., K. Angkanaporn., and G. Annison. 1995. Non-starch polysaccharide-degrading enzymes increase the performance of broiler chickens fed wheat and low apparent metabolisable energy. Journal of Nutrition, 125: 485–492.
16- Choct, M., R. J. Hughes., and M. R. Bedford. 1999. Effects of a xylanase on individual bird variation, starch digestion throughout the intestine, and ileal and cecal volatile fatty acid production in chickens fed wheat. British Poultry Science, 40: 419–422.
17- Choct, M., R. J. Hughes., J. Wang., M. R. Bedford., A. J. Morgan., and G. Annison. 1996. Increased small intestinal fermentation is partly responsible for the anti-nutritive activity of nonstarch polysaccharides in chickens. British Poultry Science, 37: 609–621.
18- Danicke, S., O. Simon., H. Jeroch., and M. Bedford. 1997. Interactions between dietary fat type and xylanase supplementation when rye-based diets are fed to broiler chickens. 1. Physico-chemical chyme features. British Poultry Science, 38: 537–545.
19- Dunn, N. 1996. Combating the pentosans in cereals. World Poultry12(1):24–25.(19)
20- Dusel, G., H. Kluge., and H. Jeroch. 1998. Xylanase Supplementation of Wheat-Based Rations for Broilers: Influence of Wheat Characteristics. Journal of Applied Poultry Research, 7: 119-131.
21- Edwards, C. A., I. T. Johnson., and N. W. Read. 1988. Do viscous polysaccharides slow absorption by inhibiting diffusion or convection? European Journal of Clinical Nutrition, 42: 306–312.
22- Engberg, R. M., M. S. Hedemann., S. Steenfeldt., and B. B. Jensen. 2004. Influence of whole wheat and xylanase on broiler performance and microbial composition and activity in the digestive tract. Poultry Science, 83: 925-938.
23- Fengler, A., and R. R. Marquardt. 1988. Water-soluble pentosans from rye: II. Effects on rate of dialysis and on the retention of nutrients by the chick. Cereal Chemistry, 65: 298–302.
24- Flores, M. R., J. I. R. Castanon., and J. M. McNab. 1994. Effect of enzyme supplementation of wheat and triticale based dietes for broilers. Animal Feed Science and Technology, 49: 237-243.
25- Friesen O. D., W. Guenter., R. R. Marquardt., and B. Rotter. 1992. The effect of enzyme supplementation on the apparent metabolizable energy and nutrient digestibility of wheat, barley, oat and rye for broiler chicks. Poultry Science, 71: 1710-1721.
26- Ganjali, H., A. R. Raji., and H. Zarghi. 2015. Effect of post hatch delayed access to feed on performance, GIT physical and histological development and yolk absorption in young broiler chicks. Biomedical Pharmacology Journal, 8(2):945-955.
27- Geyra, A., Z. Uni., and D. Sklan. 2001. Enterocyte dynamics and mucosal development in the posthatch chick. Poultry Science, 80: 776–782.
28- Gracia, M. I., M. A. Latorre., M. Garcia., R. Lazaro., and G. G. Mateos. 2003. Heat processing of barley and enzyme supplementation of diets for broilers. Poultry Science, 82: 1281-129.
29- Hadorn, R., and H. Wiedmer. 2001. Effect of an Enzyme Complex in a Wheat-Based Diet on Performance of Male and Female Broilers. Journal Applied Poultry Research, 10: 340-346
30- Hofshagen, M., and M. Kaldhusdal. 1992. Barley inclusion and avoparcin supplementation in broiler diets. Effect on small intestinal bacterial flora and performance. Poultry Science, 71: 959-969.
31- Iji, P. A., A. Saki., and D. R. Tivey. 2001. Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. British Poultry Science, 42:505–513.
32- Ikegami, S., F. Tsuchihashi., H. Harada., N. Tsuchihashi., E. Nishide., and S. Innami. 1990. Effect of viscous indigestible polysaccharides on pancreatic-biliary secretion and digestive organs in rats. Journal of Nutrition, 120: 353–360.
33- Jaroni, D., S. E. Scheideler., M. M. Beck., and C. Wyatt. 1999. The effect of dietary wheat middlings and enzyme supplementation II: Apparent nutrient digestibility, digestive tract size, guts viscosity and gut morphology in two

strains of leghorn hens. Poultry Science, 78:1664–1674.
34- Jeroch, H., S. Da¨nicke., and J. Brufau. 1995. The influence of enzyme preparations on the nutritional value of cereals for poultry. A review. Journal Animal Feed Science, 4: 263–285.
35- Johnson, I. T., J. M. Gee., and R. R. Mahoney. 1984. Effect of dietary supplements of guar gum and cellulose on intestinal cell proliferation, enzyme levels, and sugar transport in the rat. British Journal Nutrition, 52: 477-487.
36- Jozefiak D., A. Rutkowski and S. A. Martin. 2004. Carbohydrate fermentation in the avian ceca: a review. Animal Feed Science and Technology, 113: 1–15.
37- King, D., D. Ragland., and O. Adeola. 1997. Apparent and true metabolizable energy values of feedstuffs for ducks. Poultry Science, 76: 1418-1423.
38- Langhout, D. J., J. B. Schutte., P. Van Leeuwen., J. Wiebenga., and S. Tamminga. 1999. Effect of high- and low-methylated citrus pectin on the activity of the ileal microflora and morphology of the small intestinal wall of broiler chicks. British Poultry Science, 40: 340–347.
39- Lazaro, R., M. Garcia., P. Medel., and G. G. Mateos. 2003. Influence of enzymes on performance and digestive parameters of broilers fed rye-based diets. Poultry Science, 82: 132–140.
40- McNab, J. M., and K. N. Boorman. 2002. Poultry feedstuffs: supply, composition, and nutritive value. CAB International Publisher.
41- Morgan, A., M. Bedford., A. Tervila-Wilo., M. Hopeakoski-Nurminen., K. Autio., K. Poutanen., and T. Parkkonen. 1995. How enzymes improve the nutritional value of wheat. Zootechnica International. Apr.:44–48.
42- Petterson, D., and P. Aman. 1989. Enzyme supplementation of a poultry diet containing rye and wheat. British Journal Nutrition, 62: 139–149.
43- Pourreza, J., A. H. Samie., and E. Rowghani. 2007. Effect of supplementation enzyme on nutrient digestibility and performance of broiler chicks fed diets containing triticale. International Journal Poultry Science, 6 (2): 115-117.
44- SAS: User's guide: Statistics, .2003.Version 9.1.Vol. 2, S.A.S Institute Cary, NC.
45- Silva, S. S. P., and R. R. Smithard. 2002. Effect of enzyme supplementation of a rye-based diet on xylanase activity in the small intestine of broilers, on intestinal crypt proliferation and nutrient digestibility and growth performance of the birds. British Poultry Science, 43, 274–282.
46- Smits C. H. M., and G. Annison. 1996. Nonstarch plant polysaccharides in broiler nutrition toward a physiologically valid approach to their determination. World Poultry Science Journal, 52: 203-221.
47- Smits H. M, A. Veldman., M. W. A. Verstegen., and A. C. Beynen. 1997. Dietary carboxymethyl cellulose with high instead of low viscosity reduces macronutrient digestion in broiler chickens. Journal of Nutrition, 127: 483–487.
48- Van Beilen, J. B., and Z. Li. 2002. Enzyme technology: An overview. Current Opinion in Biotechnology, 13: 338-344.
49- Van der Klis, J. D., G. Kwakernaak., and W. de Wit. 1995. Effects of endoxylanase addition to wheat-based diets on physico-chemical chyme conditions and mineral absorption in broiler. Animal Feed Science and Technology, 51: 15-27.
50- Viveros, A, A. Brenes., M. Pizarro., and M. Caslano. 1994. Effect of enzyme supplementation of a diet based on barley and autoclave treatment, on apparent digestibility, growth performance, and gut morphology of broilers. Animal Feed Science and Technology, 48:237-251.
51- Wang, Z. R., S. Y. Qiao, W. Q. Lu., and D. F. Li. 2005. Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. Poultry Science, 84:875–881.
52- White, W. B., H. R. Bird., M. L Sunde., W. C. Burger., and J. A. Marlett. 1981. The viscosity interaction of barley beta-glucan with Trichoderma viride cellulase in the chick intestine. Poultry Science, 60: 1043–1048
53- White, W. B., H. R. Bird., M. L. Sunde., and J. A. Marlett. 1983. Viscosity of β-D-glucan as a factor in the enzymatic improvement of barley for chicks. Poultry Science, 62:853–862.
54- Zarghi, H., A. Golian., H. Kermanshahi., and H. Aghel. 2001. Effect of enzyme supplementation on metabolisable energy of corn, wheat and triticale grains in broiler chickens using total excreta collection or marker methods. Iranian Journal of Animal Science Research, 2 (3): 105-112.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 8, No. 2, Summer 2016, p. 298-312

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد 8، شماره 2، تابستان 1395، ص. 312-298

The Effect of Triticale and Enzyme Cocktail (Xylanase & β-Glucanase) Replacement in Grower Diet on Performance, Digestive Organ Relative Weight, Gut Viscosity and Gut Morphology of Broiler Chickens

H. Zarghi[1*]- A. Golian[2]- H. Kermanshahi[2]

Received: 14-12-2013
Accepted: 15-12-2014

Introduction Corn and wheat are the grains most routinely used in commercial poultry diets. For consumption of these cereals, there are a competition between humans and mono-gastric animals. Due to corn crop limitation in Iran, approximately 50% of the corn required for poultry nutrition is supplied through imports. Since triticale is more resistant to various diseases, dry weather and in similar culture and weather conditions can produce higher yield than wheat, triticale considered as a crop suitable for cultivation in inefficient lands and its culture in the world has being increased. The use of triticale in broiler feed has been limited because of the presence of soluble non-starch polysaccharides components. The purpose of this study was to evaluate the effects of different replacement levels of corn by triticale in grower diets with and without exogenous enzyme supplementation on growth performance, relative weight of digestive organs, jejunal morphology, and intestinal viscosity of broiler chickens.

Materials and Methods Five hundred 11 d old male broiler chicks (Ross 308), were assigned to a factorial arrangement (5×2) with a completely randomized design with 5 replicates of 10 chicks each. The factors included 5 levels of triticale replacement levels for corn (0, 10, 20, 30 and 40%) and 2 levels (zero and 0.5 g /kg of diet) of enzyme cocktail "Xylanase & β-Glucanase" in the broiler grower diets. The experimental diets were isocalric and isonitrogenous and fed ad-libitum from 11 to 24 d of age. The growth performance as mean body weight at 24 d of age, daily weight gain, daily feed intake, and feed conversion ratio were calculated. At 24d of age, one bird from each pen, close to the average pen weight was selected, weighed, and euthanized by cervical dislocation. The gastrointestinal (GI) tract organs were emptied and weighed. Approximately 1.5 g of wet weight of the fresh digesta was immediately placed in a micro centrifuge tube and centrifuged at 12.700 × g for 5 min. The supernatant viscosity was determined using a Brookfield digital viscometer (Model DV-II). About 0.5 cm in length of the jejunum midpoint was taken, fixed in 10% neutral buffered formalin solution. The tissue samples were treated in tissue processor apparatus, embedded in paraffin wax, transverse sections were cut (5µm thickness) by using a rotary microtome and stained with Hematoxylin and Eosin (H&E) to prepare intestinal slide. Morphological measurements of intestinal slide were performed by light Microscope on 9 vertically oriented villus. The investigated morphological traits contained villus height, villus width, crypt depth, muscular thickness, and the villus surface area.

Results and Discussion The weight in 24 d and daily weight gain and feed intake significantly decreased and feed conversion rate significantly increased with increasing dietary level of triticale to 40%. The dietary enzyme supplementation (xylanase and β-glucanase), significantly improved broiler growth performance, and reduced adverse effects of high levels (40%) of triticale in grower diet. The poor growth performance of birds fed grower diet with high (40%) level of triticale may be related to lower nutrient digestibility, or higher anti- nutrient factors in triticale as compared to corn. The relative weights of whole gastrointestinal tract, gizzard, small intestine, large intestine, and pancreas numerically increased with increased triticale level, the highest relative weight of digestive organs was observed in the birds fed diet with 40% triticale level and the lowest one was observed in the birds fed corn-soy based diet. The ileum chyme viscosity significantly increased with increase in the dietary triticale level to 30 and 40%. Enzyme supplementation to grower diet caused a reduction in the pancreas relative weights and ileum chyme viscosity. The significant increase in relative weight of digestive organs of the birds with high level of triticale in their diet may be due to the enhanced function of these parts, because of an increase in water soluble NSP and subsequent increase in chyme viscosity, which implying a feedback mechanism in gut motility and thus size of this organ. The higher NSPs in triticale compared to corn can increase digestive chyme viscosity and reduce endogenous enzyme-nutrient actions and their subsequent substrates, leading to significant modifications of the structure and function of intestine. Therefore; to adapt to

1, 2- Assistant professor and professors respectively, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
(*- Corresponding Author Email: h.zarghi@um.ac.ir)

these changes, the activities of the intestinal secretary mechanisms may be enhanced. Thus, this may lead to an increase in the size of the gastro intestinal tract and pancreas weight. The villus height (VH) and crypt depth (CD) significantly decreased and muscular thickens significantly increased with increased levels of triticale to 40% in diet. The birds fed 40% triticale showed shorter of the villi compared with the longer villi from birds fed the corn-soy diet. Villus hight and VH/CD significantly increased and CD significantly decreased in birds fed diet with enzyme supplementation compared to those fed diet without enzyme supplementation. Histological observations on the small intestine epithelium of birds fed corn-triticale-soy diet showed morphological changes in the jejunum (shortening, thickening, and atrophy of the villi). The birds examined in our study showed short, thick, and damaged villi, especially with the higher level (40%) of triticale in diet compared to those fed a corn-soy diet. The addition of enzymes supplementation to diet improved these histological alterations.

Conclusion This study revealed that 1) triticale can be used as an alternative source of grain in grower broiler chickens' diets. 2) Using up to 30% triticale in grower diet did not have any adverse effect on broiler chicken performance. 3) The exogenous enzyme supplementation (xylanase and β-glucanase), significantly affectsbroiler growth performance, and reduces anti-nutrient effects of high levels (40%) of triticale in broiler chickens' grower diet.

Key words: Broiler, Enzyme, Morphology, Performance, Triticale, Viscosity.