نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۳۳۴-۳۲۴

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 324-334

اثر سطوح تریتیکاله و مکمل آنزیمی در جیره آغازین بر عملکرد، مورفولوژی دستگاه گوارش و متابولیت‌های خونی جوجه‌های گوشتی

حیدر زرقی[1*]- ابوالقاسم گلیان[2]- حسن کرمانشاهی[3]- احمدرضا راجی[4]- علیرضا هروی[5]

تاریخ دریافت:۸۹/۷/۱
تاریخ پذیرش:۹۰/۷/۲۵

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح تریتیکاله با و بدون افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز در جیره آغازین جوجه‌های گوشتی، آزمایشی با تعداد ۵۰۰ قطعه جوجه خروس یک روزه سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل (۲×۵) با ۵ تکرار و ۱۰ قطعه پرنده در هر واحد آزمایشی انجام شد. عوامل آزمایش شامل ۵ سطح تریتیکاله (صفر، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ درصد) و دو سطح افزودن مکمل آنزیمی (صفر و ۰/۰۵ درصد) بود. جیره‌های آزمایشی به نحوی فرموله شدند که از لحاظ انرژی و مواد مغذی مساوی باشند و از یک تا ۱۰ روزگی به صورت تغذیه آزاد در دسترس پرندگان مورد آزمایش قرار گرفتند. افزایش سطح تریتیکاله در جیره آغازین جوجه‌های گوشتی به ۱۶ درصد و بالاتر باعث کاهش معنی‌دار میانگین وزن ۱۰ روزگی و رشد روزانه و افزایش معنی دار ضریب تبدیل غذایی شد. با افزایش سطح تریتیکاله در جیره آغازین عوارض ضد تغذیه‌ای آن بر شرایط فیزیکی و مورفولوژی دستگاه گوارش مثل افزایش معنی دار ویسکوزیته محتویات روده و وزن نسبی اندام‌های گوارشی و کاهش ارتفاع ویلی‌ها مشاهده شد. افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز به جیره باعث بهبود معنی‌دار عملکرد تولیدی و کاهش اثرات ضد تغذیه‌ای تریتیکاله شد. تاثیر سطوح تریتیکاله و مکمل‌های آنزیمی بر متابولیت‌های خونی معنی‌دار نشد. نتایج این مطالعه نشان داد که می‌توان از تریتیکاله در جیره آغازین جوجه‌های گوشتی تا سطح ۸ درصد بدون بروز اثرات منفی بر شاخص‌های عملکرد تولیدی استفاده نمود.

واژه های کلیدی: آنزیم، تریتیکاله، جوجه‌های گوشتی، عملکرد، ویسکوزیته، متابولیت‌های خونی، مورفولوژی روده

مقدمه

یکی از محدودیت‌های طیور در هضم مواد خوراکی عدم تولید آنزیم‌های موثر بر هضم فیبر در دستگاه گوارش است. دیواره سلولی به صورت سد فیزیکی در برابر آنزیم‌های داخلی عمل کرده و بهره-وری از نشاسته و پروتئین محصور شده داخل سلول را کاهش می‌دهد (۲۳). ماده ضد تغذیه‌ای اصلی موجود در غلات شامل پلی-ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول (۳۹)، به ویژه پنتوزان‌ها است (۴). پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول، بخش عمده کربوهیدرات‌های دیواره سلولی غلات را تشکیل داده و در دانه‌های گندم، تریتیکاله و چاودار به طور غالب شامل آرابینوزایلان‌ها می‌باشند (۱۸). استفاده از تریتیکاله در تغذیه جوجه‌های گوشتی به دلیل تنوع بالای ترکیب مواد مغذی (۲۲)، و وجود پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول، به خصوص زایلان‌ها و آرابینوزایلان‌ها محدودیّت دارد (۳۵).

پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای قابلیت دسترسی مواد مغذی برای هضم و جذب را به واسطه افزایش ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش کاهش می‌دهند (۱۵ و ۲۹). تصور شده است که شرایط ایجاد شده باعث افزایش اندازه لایه ساکن سطح مخاطی دستگاه گوارش و کاهش فعالیت آنزیم‌های گوارشی به واسطه؛ ممانعت از نفوذ آنزیم-های گوارشی به داخل مجرای گوارشی، ایجاد تاخیر در مخلوط شدن اجزای خوراک با آنزیم‌های هضم کننده و نمک‌های صفراوی، ممانعت از باند شدن آنزیم با سوبسترا و در نتیجه کاهش واکنش بین آن‌ها و کاهش ارتباط بین اجزای هضم شده و موقعیّت‌های جذب روی لایه مخاطی روده می‌شود، که نهایتاً قابلیّت هضم و جذب مواد مغذی کاهش می‌یابد (۶، ۲۶ و ۴۰). افزایش وزن نسبی اندام‌های گوارشی نیز یکی از اثرات مشاهده شده در جریان افزایش پلی-ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای جیره است. با افزایش میزان پلی

۱،۲،۳،۴و۵- به ترتیب دانشجوی دکتری، استادان و دانشیاران گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email:hzarghi@yahoo.com)

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 افزایش تحریک فعّالیت ترشحی آن است (۳۳).

مکمل‌های آنزیمی کربوهیدراز برای رفع اثر ضد تغذیه‌ای مواد خوراکی مثل جو، گندم، یولاف و تریتیکاله در جیره طیور استفاده می‌شوند (۲۷). مطالعات نشان داده است، اثرات منفی آرابینوزایلان-های محلول را می‌توان با هیدرولیز آن‌ها توسط آنزیم‌ها دارای فعالیت زایلاناز برطرف نمود (۲۶). افزودن مکمل‌های آنزیمی حاوی زایلاناز به جیره مصرفی جوجه‌های گوشتی باعث تجزیه آرابینوزایلان‌ها به ترکیبات با وزن مولکولی کم و کاهش ویسکوزیته محتویات روده و بهبود هضم و جذب می‌شود (۴، ۷، ۸، ۱۳ و ۳۹). در سال‌های اخیر افزودن مکمل‌های آنزیمی به جیره حیوانات تک معده‌ای مثل طیور گسترش یافته است به طوری که برآورد می‌شود حدود ۶۵ درصد جیره‌های مورد استفاده در تغذیه طیور محتوی آنزیم هستند (۴۲).

اطلاعات در خصوص استفاده از تریتیکاله در جیره آغازین جوجه‌های گوشتی و اثر استفاده از مکمل‌های آنزیمی بر رفع اثرات ضد تغذیه‌ای آن در مقایسه با سایر غلات محدود است. تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر استفاده از سطوح مختلف تریتیکاله با و بدون افزودن مکمل آنزیمی (زایلاناز- بتاگلوکاناز) در جیره آغازین جوجه‌های گوشتی روی عملکرد، وضعیت دستگاه گوارش و متابولیت‌های خونی انجام شد.

مواد و روش‌ها

پرندگان، جایگاه و شرایط پرورش

۵۰۰ قطعه جوجه خروس گوشتی سویه راس ۳۰۸ یک روزه از موسسه جوجه کشی تجاری تهیه شد. جوجه‌ها به طور تصادفی به ۵۰ گروه ۱۰ قطعه‌ای با وزن گروهی یکسان تقسیم و به واحدهای پن بندی شده منتقل شدند. هر پن توسط مانع توری به ارتفاع یک متر محصور، دارای یک متر مربع مساحت و مجهز به یک دان‌خوری سینی برای ۳-۱ روزگی و یک دان‌خوری سطلی آویز و یک آب‌خوری کله قندی (گنبدی شکل) بود. دمای سالن پرورش در زمان ورود جوجه‌ها در دامنه ۳۲-۳۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد و پس از ۷۲ ساعت هر روز ۰/۵-۰/۴ درجه سانتی‌گراد دمای سالن کاهش یافت. همچنین در ۳ روز نخست ۲۴ ساعت روشنایی و سپس برنامه ۲۳ ساعت نور و ۱ ساعت خاموشی تا پایان آزمایش اعمال شد. در کل دوره آزمایش، جوجه ها به آب و خوراک دسترسی مداوم داشتند.

طرح و جیره‌های آزمایشی

اعمال تیمارهای آزمایشی شامل جیره‌های حاوی پنج سطح تریتیکاله (صفر، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ درصد) با و بدون افزودن مکمل آنزیمی (صفر و ۰/۰۵ درصد، حداکثر میزان توصیه شده توسط شرکت سازنده)، در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل (۲×۵)،۱۰ تیمار با ۵ تکرار و ۱۰ قطعه پرنده در هر واحد آزمایشی انجام شد. مکمل آنزیمی[1] مورد استفاده دارای حداقل ۴۰۰ واحد فعالیّت بتاگلوکانازی و ۱۲۰۰ واحد فعالیّت آرابینوزایلانازی در گرم بود. جیره-های آزمایشی با مقادیر انرژی و پروتئین یکسان و بر اساس حداقل مقادیر مواد مغذی توصیه شده توسط راهنمای شرکت راس ۳۰۸ سال ۲۰۰۷ 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 ۱ ارائه شده است و از ۱ تا ۱۰ روزگی به صورت تغذیه آزاد در دسترس پرندگان مورد آزمایش قرار گرفتند.

رکورد گیری

در طول دوره آزمایش خوراک وارد شده و در پایان دوره آزمایش خوراک برگشتی و وزن گروهی جوجه‌های هر واحد آزمایشی اندازه گیری شد. قبل از وزن کشی به منظور حصول یکنواختی نسبی محتوای گوارشی، به پرندگان ۴ ساعت گرسنگی تحمیل شد. رشد و خوراک مصرفی روزانه به صورت گرم در روز به ازای 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 از هر واحد آزمایشی یک قطعه پرنده (۵ قطعه از هر تیمار) که به میانگین وزنی پن نزدیک بود، جهت کشتار انتخاب شد. پرندگان انتخاب شده توزین و پس از خونگیری از قلب به حجم ۳ میلی لیتر با جابه‌جایی مهره گردن کشتار شدند و بلافاصله، محوطه شکمی باز و اندام‌های مختلف دستگاه گوارش آن‌ها جدا و وزن شدند. محتویات روده ناحیه ژژونوم و ایلئوم پرندگان کشتار شده برای اندازه گیری ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش جمع آوری شدند. پس از زدودن آلودگی‌ها از سطح روده یک قطعه‌ی بافتی (حدود ۱/۵ سانتی متر) از قسمت میانی ژژونوم (ناحیه وسط بین مجاری ورودی صفری و زائده مکل) برای مطالعات بافت شناسی نمونه برداری شد. نمونه‌های تهیه شده با محلول سالین ۰/۹ درصد به منظور زدوده شدن محتویات آن شستشو داده شدند و سپس داخل محلول فرمالین ۱۰ درصد به منظور ثابت شدن نمونه‌های بافتی قرار گرفتند و بعد از ۲۴ ساعت محلول ثابت کننده تعویض و تا زمان انجام آزمایشات بافت شناسی نگهداری شدند.

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

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده جیره‌های آزمایشی[1]

اجزای جیره	جیره‌ها (درصد تریتیکاله داخل جیره)				
	۰	۸	۱۶	۲۴	۳۲
	---------- (٪) ----------				
ذرت	۵۴/۶۲	۴۷/۸۱	۴۰/۷۹	۳۴/۱۸	۲۷/۳۴
تریتیکاله	۰/۰۰	۸/۰۰	۱۶/۰۰	۲۴/۰۰	۳۲/۰۰
کنجاله سویا	۳۸/۴۵	۳۷/۱۵	۳۵/۸۵	۳۴/۵۵	۳۳/۲۸
روغن سویا	۲/۴۱	۲/۴۶	۲/۵۲	۲/۵۶	۲/۶۳
ترئونین	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۴
دی-ال- متیونین	۰/۳۴	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵
لیزین هیدروکلراید	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۳۴	۰/۳۷
سنگ آهک	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۳۱	۱/۳۱	۱/۳۱
دی-کلسیم فسفات	۱/۷۸	۱/۷۸	۱/۷۸	۱/۷۸	۱/۷۸
مکمل ویتامینی-معدنی[2]	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
نمک	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۳۲	۰/۳۳
آنالیز محاسباتی					
انرژی قابل متابولیسم (kcal/ kg)	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰
پروتئین خام، ٪	۲۲/۰۰	۲۲/۰۰	۲۲/۰۰	۲۲/۰۰	۲۲/۰۰
کلسیم، ٪	۱/۰۱	۱/۰۱	۱/۰۱	۱/۰۱	۱/۰۱
فسفر قابل دسترس، ٪	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸
سدیم، ٪	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
لیزین، ٪	۱/۳۷	۱/۳۷	۱/۳۷	۱/۳۷	۱/۳۷
متیونین، ٪	۱/۶۷	۱/۶۷	۱/۶۷	۱/۶۷	۱/۶۷
متیونین + سیستئین، ٪	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳
ترئونین، ٪	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰
آنالیز آزمایشگاهی					
ماده خشک، ٪	۹۰/۵۰	۹۰/۹۰	۸۹/۵۰	۸۹/۴۰	۹۰/۰۰
پروتئین خام، ٪	۲۳/۰۵	۲۳/۵۰	۲۳/۸۳	۲۳/۵۶	۲۳/۸۱
فیبر خام، ٪	۴/۵۰	۴/۵۰	۴/۸۰	۴/۷۰	۴/۹۰
کلسیم، ٪	۱/۲۰	۱/۳۰	۱/۲۰	۱/۰۸	۱/۰۴
فسفر کل، ٪	۰/۶۲	۰/۶۷	۰/۶۵	۰/۵۹	۰/۷۱

۱- هر یک از پنج جیره به دو قسمت تقسیم و به یک قسمت آن مقدار ۰/۰۵ درصد مکمل آنزیمی (دارای حداقل فعالیت بتاگلوکانازی ۴۰۰ واحد و آرابینوزایلانازی ۱۲۰۰ واحد در گرم) اضافه شد و به قسمت بدون آنزیم ۰/۰۵ درصد سبوس گندم اضافه شد.

۲- هر کیلو گرم جیره حاوی ۱۱۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۸۰۰ واحد بین المللی ویتامین D_3، ۳۶ میلی گرم ویتامین E، ۵ میلی گرم ویتامین K_3، ۱/۵۳ میلی گرم تیامین، ۷/۵ میلی گرم ریبوفلاوین، ۱۲/۲۴ میلی گرم اسید پانتوتنیک، ۳۰/۴ میلی گرم نیاسین، ۱/۵۳ میلی گرم پیریدوکسین، ۱/۶ میلی گرم کوبالامین، ۱۱۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید،۱۶۰ میلی‌گرم منگنز، ۸۴/۵ میلی‌گرم روی، ۲۵۰ میلی‌گرم آهن، ۲۰ میلی‌گرم مس، ۱/۶ میلی‌گرم ید، ۰/۴۷۵ میلی‌گرم کبالت و ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم می‌باشد.

اندازه‌گیری ویسکوزیته محتویات روده

محتویات روده جمع آوری شده از هر پرنده به دو زیر نمونه تقسیم و حدود ۱/۵ گرم از هر نمونه به داخل میکروتیوپ ریخته و نمونه‌ها با سرعت g × ۱۲۷۰۰ به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ شدند. پس از سانتریفوژ بخش بالایی را برداشته و ویسکوزیته آن با استفاده از دستگاه ویسکومتر دیجیتال بروکفیلد[1] (مدل DV- II) بر حسب سانتی پوآز[2] ([3]cps) تعیین شد. میانگین بدست آمده از دو زیر نمونه به عنوان

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

عدد ویسکوزیته محتویات در نظر گرفته شد و برای بررسی‌های آماری مورد استفاده قرار گرفت.

اندازه‌گیری متابولیت‌های خونی

نمونه‌های خونی را به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۴ درجه یخچال قرار داده و پس از تفکیک لخته، نمونه سرم خون جدا و به منظور حصول سرم با کیفیت بهتر با سرعت g × ۵۰۰۰ دور به مدت ۳ دقیقه سانتریفوژ شدند. نمونه سرم خون در مجاورت یخ به آزمایشگاه بیوشیمی منتقل و غلظت متابولیت‌های خونی شامل تری گلیسرید، کلسترول، لیپوپروتئین‌ها با دانسیته پایین و لیپوپروتئین‌ها با دانسیته بالا با استفاده از دستگاه اتوآنالیزر[1] به کمک روش آنزیمی و با استفاده از کیت شرکت زیست شیمی تعیین شد.

تهیه و فرآوری نمونه‌های بافتی

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، ۱- آب‌گیری با قرار دادن نمونه‌ها در محلول‌های الکل اتیلیک با درجات صعودی، ۲- شفاف سازی با قرار دادن نمونه‌ها در محلول زایلان (زایلان جایگزین الکل می‌شود) و ۳- 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[2] نیمه اتومات به فاصله ۶۰ میکرومتر دو برش با ضخامت ۷-۶ میکرومتر تهیه شد. برش‌های تهیه شده داخل آب با دمای ۴۰ 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[3] (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[4] روی حداقل ۹ 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 (۲۱). همچنین مساحت ظاهری ویلی با ضرب میانگین عرض هر ویلی در ارتفاع آن تعیین شد (۲۵).

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 (۱۹۹۰) تعیین شد (۵).

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[5] و رویه مدل عمومی خطی GLM مورد تجزیه آماری قرار گرفتند (۳۶). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال (P<۰/۰۵) انجام شد. داده‌ها که به صورت نسبی بودند پس از تبدیل ($arcSin \sqrt{\frac{x}{100}}$) مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. مدل ریاضی طرح آماری به شرح زیر بود.

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

که: Y_{ijk} = مقدار صفت مورد نظر، μ = میانگین کل، α_i = اثر سطح i تریتیکاله، β_j= اثر افزودن مکمل آنزیمی (استفاده یا عدم استفاده از آنزیم)، $(\alpha\beta)_{ij}$= اثر متقابل سطح تریتیکاله× افزودن مکمل آنزیمی و ε_{ijk}= خطای آزمایش در هر مشاهده.

نتایج و بحث

میانگین وزن جوجه‌ها در ۱ روزگی۲ ± ۴۳/۴ گرم بود. میانگین وزن زنده در پایان دوره آزمایش، 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، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ درصد) با و بدون مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز در جدول۲ نشان داده شده است.

1 - Model Selectra E, Vitalab
2 - Model Leica RM 2145
3 - Hematoxylin and Eosin
4 - Model U- TV0.5 XC-2, Olympus corporation, BX41
5 - SAS Institute, 2003

اثر سطح تریتیکاله و اثر متقابل سطح تریتیکاله × مکمل آنزیمی روی میزان خوراک مصرفی روزانه معنی دار نشد، ولی اثر مکمل آنزیمی بر میزان خوراک مصرفی روزانه معنی دار (P <۰/۰۱) شد. اثر سطح تریتیکاله و مکمل آنزیمی بر میانگین وزن ۱۰ روزگی، رشد روزانه و ضریب تبدیل غذایی معنی داری بود (P<۰/۰۱) ولی اثر متقابل سطح تریتیکاله × مکمل آنزیمی بر روی شاخص‌های فوق معنی دار نشد.

افزایش سطح تریتیکاله در جیره از صفر تا ۳۲ درصد باعث کاهش معنی دار میانگین وزن ۱۰ روزگی و رشد روزانه و افزایش معنی دار ضریب تبدیل غذایی شد. میانگین وزن ۱۰ روزگی و رشد روزانه در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های۱۶، ۲۴ و ۳۲ درصد تریتیکاله به طور معنی دار کمتر از پرندگان تغذیه شده با جیره بر مبنای ذرت و سویا بود. همچنین میانگین وزن ۱۰ روزگی و رشد روزانه در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های ۲۴ و ۳۲ درصد تریتیکاله در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره ۸ درصد تریتیکاله به طور معنی‌دار کمتر شد. ضریب تبدیل غذایی در پرندگانی که با جیره‌های حاوی ۱۶، ۲۴ و ۳۲ درصد تریتیکاله تغذیه شده بودند به طور معنی دار بیشتر از پرندگان تغذیه شده با جیره بر مبنای ذرت و سویا بود. همچنین ضریب تبدیل در پرندگان تغذیه شده با جیره ۳۲ درصد تریتیکاله به طور معنی دار بیشتر از پرندگان تغذیه شده با جیره ۸، ۱۶ و ۲۴ درصد تریتیکاله بود.

افزودن مکمل آنزیمی به جیره‌های آزمایشی باعث بهبود معنی‌دار شاخص‌های عمکردی شد به طوری که با افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز- بتاگلوکاناز به جیره پرندگان مورد آزمایش؛ میانگین وزن ۱۰ روزگی، رشد و خوراک مصرفی روزانه به ترتیب به میزان ۹/۶، ۴/۴ و ۱۲/۴ درصد افزایش و ضریب تبدیل غذایی به میزان ۷ درصد کاهش نشان داد.

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که می‌توان از تریتیکاله در جیره آغازین جوجه‌های گوشتی تا سطح حداکثر ۸ درصد بدون بروز اثرات منفی بر عملکرد تولیدی استفاده نمود. منتها افزایش سطح تریتیکاله به ۱۶ درصد و بالاتر باعث بروز اثرات منفی آن بر روی میانگین شاخص‌های عملکرد تولیدی (وزن ۱۰ روزگی، رشد روزانه و ضریب تبدیل غذایی) شد. اسمیت و همکاران (۳۸)، گزارش کردند در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه تریتیکاله در دامنه سنی صفر تا ۲ و ۲ تا ۳ هفتگی راندمان تبدیل غذایی در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره بر پایه ذرت ۴ تا ۵ درصد کاهش یافته است. استفاده از دانه‌ها با ویسکوزیته بالا مثل چاودار، جو، یولاف، تریتیکاله و گندم در جیره‌های آغازین باعث افزایش ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش پرندگان می‌شود. این شرایط باعث کاهش انتشار مواد مغذی و قابلیّت هضم و جذب و نتیجتاً کاهش عملکرد می‌شود (۷، ۸ و ۲۰). افزودن مکمل آنزیمی به جیره‌ها باعث بهبود معنی دار میانگین وزن ۱۰ روزگی، رشد روزانه و ضریب تبدیل غذایی شد. با توجه به نتایج بدست آمده در این آزمایش می‌توان گفت که احتمالاً اثر ضد تغذیه‌ای پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول موجود در تریتیکاله با افزودن آنزیم برطرف شده است. نتایج بدست آمده در این تحقیق با گزارش سایر محققان مبنی بر این که افزودن مکمل‌های آنزیمی باعث بهبود رشد و ضریب تبدیل غذایی در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی تریتیکاله (۳۰ و ۳۵) و گندم (۴۱)، می‌شود، مطابقت دارد.

جدول ۲ - اثر سطح تریتیکاله و مکمل آنزیمی جیره بر میانگین شاخص‌های عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی در سن ۱۰-۱ روزگی

	شاخص‌های عملکرد تولیدی			
تیمار	وزن ۱۰ روزگی	رشد روزانه	خوراک مصرفی روزانه	ضریب تبدیل غذایی
سطح تریتیکاله (٪)	(g)	---------- (g/b/d) ----------		(g:g)
۰	۲۰۹/۲^{a}	۱۶/۶^{a}	۲۳/۴	۱/۴۱^{c}
۸	۲۰۴/۳^{ab}	۱۶/۲^{ab}	۲۳/۷	۱/۴۷^{c}
۱۶	۱۹۵/۲^{bc}	۱۵/۱^{bc}	۲۳/۰	۱/۵۳^{b}
۲۴	۱۹۱/۷^{c}	۱۴/۸^{c}	۲۲/۶	۱/۵۳^{b}
۳۲	۱۸۸/۴^{c}	۱۴/۵^{c}	۲۳/۴	۱/۶۳^{a}
خطای استاندارد	۳/۸۰	۰/۳۷	۰/۳۵	۰/۰۳
مکمل آنزیمی				
بدون آنزیم	۱۸۸/۷^{b}	۱۴/۵^{b}	۲۲/۷^{b}	۱/۵۷^{a}
با آنزیم	۲۰۶/۸^{a}	۱۶/۳^{a}	۲۳/۷^{a}	۱/۴۶^{b}
خطای استاندارد	۲/۴۰	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۰۲

a...c- میانگین های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P <۰/۰۵)

استفاده از مکمل آنزیمی باعث افزایش معنی داری در میزان مصرف خوراک شد، دلیل این امر شاید به واسطه افزایش سرعت عبور محتویات گوارشی در اثر کاهش ویسکوزیته شیرابه گوارشی توسط مکمل آنزیمی باشد که آن هم به نوبه خود باعث افزایش میزان دریافت خوراک می‌گردد (۲).

داده‌های مربوط به وزن نسبی اندام‌های مختلف دستگاه گوارش (گرم به ازای ۱۰۰ گرم وزن زنده)، ویسکوزیته محتویات روده (ژژونوم و ایلئوم) در سن ۱۰ روزگی جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های آغازین (۰ تا ۱۰ روزگی) حاوی سطوح مختلف تریتیکاله با و بدون مکمل آنزیمی بتاگلوکاناز- زایلاناز در جدول۳ نشان داده شده است.

تاثیر سطح تریتیکاله، مکمل آنزیمی و اثر متقابل مکمل آنزیمی× سطح تریتیکاله بر وزن نسبی کل دستگاه گوارش معنی دار (P<۰/۰۱) شد. وزن نسبی کل دستگاه گوارش در پرندگان تغذیه شده با جیره ۳۲ درصد تریتیکاله از پرندگان تغذیه شده با جیره‌های بر مبنای ذرت و سویا و یا ۸ درصد تریتیکاله به طور معنی دار بیشتر بود.

جدول ۳- اثر سطح تریتیکاله، مکمل آنزیمی و سطح تریتیکاله × مکمل آنزیمی جیره بر میانگین وزن نسبی اندام‌های دستگاه گوارش و ویسکوزیته محتویات روده جوجه‌های گوشتی در سن ۱۰ روزگی

تیمار		وزن نسبی						ویسکوزیته	
		اندام‌های قدامی[1]	روده کوچک	ایلئوم	روده بزرگ	کل دستگاه گوارش	لوزالمعده	ژژنوم	ایلئوم
اثرات اصلی		----------	----------	درصد وزن زنده	----------	----------		---- cps[2] ----	
سطح تریتیکاله									
۰		۵/۲۷^{c}	۶/۸۹	۲/۳۵^{b}	۱/۱۳	۱۳/۰۱^{b}	۰/۵۱	۳/۴۵^{c}	۵/۱۸^{c}
۸		۵/۳۹^{bc}	۷/۲۷	۲/۳۱^{b}	۱/۱۸	۱۳/۵۲^{b}	۰/۵۴	۴/۶۴^{b}	۶/۹۶^{b}
۱۶		۶/۴۹^{ab}	۶/۹۵	۲/۲۵^{b}	۱/۰۶	۱۳/۹۵^{ab}	۰/۶۴	۴/۸۵^{b}	۷/۵۸^{b}
۲۴		۶/۷۲^{a}	۷/۰۲	۲/۴۰^{b}	۱/۱۳	۱۴/۱۸^{ab}	۰/۶۱	۴/۸۶^{b}	۷/۲۹^{b}
۳۲		۷/۳۲^{a}	۷/۷۷	۲/۹۴^{a}	۱/۳۰	۱۵/۷۳^{a}	۰/۶۴	۶/۲۹^{a}	۹/۴۳^{a}
خطای استاندارد		۰/۳۱	۰/۲۳	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۴۸	۰/۰۴	۰/۲۹	۰/۴۵
مکمل آنزیمی									
بدون آنزیم		۶/۴۶	۷/۶۸^{a}	۲/۷۸^{a}	۱/۲۶^{a}	۱۴/۹۱^{a}	۰/۶۵^{a}	۵/۳۷^{a}	۸/۰۵^{a}
با آنزیم		۶/۰۲	۶/۶۷^{b}	۲/۱۲^{b}	۱/۰۵^{b}	۱۳/۲۴^{b}	۰/۵۳^{b}	۴/۲۷^{b}	۶/۴۱^{b}
خطای استاندارد		۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱۹	۰/۲۸
اثرات متقابل									
تریتیکاله	× آنزیم								
۰	-	۵/۴۶	۶/۹۹^{bcd}	۲/۴۶^{bc}	۱/۲۴^{b}	۱۳/۴۰^{b}	۰/۵۴^{cd}	۳/۶۶^{d}	۵/۴۹^{d}
	+	۵/۰۸	۶/۷۹ ^{bcd}	۲/۲۴^{cd}	۱/۰۳^{bc}	۱۲/۶۱^{b}	۰/۵۰^{d}	۳/۲۴^{d}	۴/۸۶^{d}
۸	-	۵/۲۹	۶/۹۳ ^{bcd}	۲/۱۷^{cd}	۱/۳۰^{b}	۱۲/۹۹^{b}	۰/۵۱^{d}	۵/۰۵^{bc}	۷/۵۹^{bc}
	+	۵/۴۸	۷/۶۰ ^{b}	۲/۴۵^{bc}	۱/۰۶^{bc}	۱۴/۰۴^{b}	۰/۵۶^{bcd}	۴/۲۱^{cd}	۶/۳۳^{cd}
۱۶	-	۶/۷۹	۷/۶۸ ^{bc}	۲/۴۹^{cb}	۱/۱۹^{bc}	۱۴/۸۳^{ab}	۰/۷۳^{ab}	۵/۶۱^{b}	۸/۴۲^{b}
	+	۶/۲۰	۶/۵۲ ^{cd}	۲/۰۱^{cd}	۰/۹۳^{c}	۱۳/۰۶^{b}	۰/۵۴^{cd}	۴/۱۰^{cd}	۶/۱۵^{cd}
۲۴	-	۷/۳۹	۷/۷۰^{b}	۲/۷۹^{b}	۱/۲۴^{b}	۱۵/۵۴^{ab}	۰/۷۰^{abc}	۵/۸۸^{b}	۸/۸۲^{b}
	+	۶/۰۵	۶/۳۳ ^{cd}	۲/۰۲^{cd}	۱/۰۲^{bc}	۱۲/۸۲^{b}	۰/۵۲^{cd}	۳/۸۴^{cd}	۵/۷۷^{cd}
۳۲	-	۷/۳۷	۹/۴۱^{a}	۳/۹۷^{a}	۱/۶۱^{a}	۱۷/۷۹^{a}	۰/۷۶^{a}	۷/۴۷^{a}	۱۱/۲۱^{a}
	+	۷/۲۸	۶/۱۳^{d}	۱/۹۱^{d}	۰/۹۹^{bc}	۱۳/۶۸^{b}	۰/۵۲^{cd}	۵/۱۱^{bc}	۷/۶۶^{bc}
خطای استاندارد		۰/۴۴	۰/۳۲	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۶۸	۰/۰۶	۰/۴۲	۰/۶۳

۱-اندام‌های قدامی شامل چینه دان، پیش معده و سنگدان

۲-1/100 dyne second per square centimeter = Centipoises

a...c- میانگین های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P <۰/۰۵)

با افزودن مکمل آنزیمی به جیره‌های مصرفی وزن نسبی کل دستگاه گوارش به طور معنی دار کاهش یافت. بیشترین وزن نسبی دستگاه گوارش را پرندگان تغذیه شده با جیره ۳۲ درصد تریتیکاله بدون افزودن مکمل آنزیمی داشتند که در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره‌های بر مبنای ذرت و سویا با و بدون آنزیم، ۸ درصد تریتیکاله با و بدون آنزیم، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ درصد تریتیکاله با آنزیم اختلاف معنی دار بود. وزن نسبی اندام‌های قدامی دستگاه گوارش[1] تحت تاثیر مکمل آنزیمی و اثر متقابل سطح تریتیکاله× مکمل آنزیمی قرار نگرفت ولی اثر سطح تریتیکاله بر روی آن معنی دار شد (P<۰/۰۱). وزن نسبی اندام‌های قدامی دستگاه گوارش در پرندگانی که با جیره‌های حاوی ۱۶، ۲۴ و ۳۲ درصد تریتیکاله تغذیه شده بودند به طور معنی داری بیشتر از پرندگان تغذیه شده با جیره‌های بر مبنای ذرت و سویا و یا ۸ درصد تریتیکاله بود. وزن نسبی روده کوچک، روده بزرگ و لوزالمعده تحت تاثیر سطح تریتیکاله واقع نشد ولی اثر مکمل آنزیمی بر روی وزن نسبی آن‌ها معنی دار بود (P <۰/۰۱). همچنین اثر متقابل سطح تریتیکاله × مکمل آنزیمی بر وزن نسبی روده کوچک و بزرگ (P <۰/۰۱) و لوزالمعده (P<۰/۰۵) معنی دار شد. با افزودن مکمل آنزیمی به جیره‌های مصرفی وزن نسبی روده کوچک، روده بزرگ و لوزالمعده به طور معنی دار کاهش یافت. در پرندگان تغذیه شده با جیره ۳۲ درصد تریتیکاله بدون مکمل آنزیمی وزن نسبی روده کوچک، روده بزرگ و لوزالمعده بالاترین مقدار بود. وزن نسبی روده کوچک و روده بزرگ در پرندگان تغذیه شده با جیره ۳۲ درصد تریتیکاله در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با سایر تیمارهای تغذیه‌ای به طور معنی دار بیشتر بود. همچنین در پرندگان تغذیه شده با جیره-های ۱۶ و ۲۴ درصد تریتیکاله بدون آنزیم در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با همین سطوح تریتیکاله با آنزیم به طور معنی داری بیشتر بود. وزن نسبی لوزالمعده در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های ۱۶، ۲۴ و ۳۲ درصد تریتیکاله بدون آنزیم در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره‌های ذرت و سویا، ۸ درصد تریتیکاله با و بدون آنزیم و ۱۶، ۲۴ و ۳۲ درصد تریتیکاله با آنزیم به طور معنی دار بیشتر بود. سطح تریتیکاله، مکمل آنزیمی و اثر متقابل مکمل آنزیمی× سطح تریتیکاله بر وزن نسبی ایلئوم معنی دار (P<۰/۰۱) شد. وزن نسبی ایلئوم با افزایش سطح تریتیکاله به طور عددی افزایش یافت به طوری که وزن نسبی آن در پرندگان تغذیه شده با ۳۲ درصد تریتیکاله به طور معنی دار بیشتر از پرندگان تغذیه شده با سطوح ۸، ۱۶ و ۲۴ درصد تریتیکاله و یا جیره بر مبنای ذرت و سویا بود. با افزودن مکمل آنزیمی به جیره‌های مصرفی وزن نسبی ایلئوم به طور معنی دار کاهش یافت.

نتایج مربوط به ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش نشان داد که ویسکوزیته محتویات روده تحت تاثیر سطح تریتیکاله، مکمل آنزیمی و اثر متقابل سطح تریتیکاله × مکمل آنزیمی واقع است (P<۰/۰۱). با افزایش سطح تریتیکاله در جیره ویسکوزیته محتویات روده افزایش یافت. ویسکوزیته محتویات روده در پرندگان تغذیه شده با جیره ۳۲ درصد تریتیکاله به طور معنی دار از پرندگان تغذیه شده با جیره‌های بر مبنای ذرت و سویا، ۸، ۱۶ و ۲۴ درصد تریتیکاله بیشتر بود همچنین در پرندگانی که با جیره ۱۶ و ۲۴ درصد تریتیکاله تغذیه شده بودند ویسکوزیته محتویات روده به طور معنی داری بیشتر از پرندگان تغذیه شده با جیره بر مبنای ذرت و سویا بود. مکمل آنزیمی زایلاناز-بتاگلوکاناز باعث کاهش معنی‌دار ویسکوزیته محتویات روده (ژژونوم و ایلئوم) جوجه‌ها شد. بالاترین ویسکوزیته محتویات روده را پرندگان تغذیه شده با جیره ۳۲ درصد تریتیکاله بدون مکمل آنزیمی نشان داد و در مقابل کمترین ویسکوزیته مربوط به گروه تغذیه شده با جیره بر مبنای ذرت و سویا با و بدون مکمل آنزیمی بود. بیشترین تاثیر کاهندگی آنزیم بر ویسکوزیته محتویات روده در پرندگانی که با جیره‌های ۲۴ و ۳۲ درصد تریتیکاله تغذیه شده بودند مشاهده شد. به طوری که با افزودن مکمل آنزیمی به جیره‌های مصرفی ویسکوزیته محتویات روده در مقایسه با گروه دریافت کننده همین سطوح تریتیکاله بدون آنزیم شدیداً کاهش نشان داد.

افزایش وزن نسبی اندام‌های گوارشی همراه با افزایش سطح تریتیکاله در جیره احتمالاً تحت تاثیر افزایش فعالیت این اندام‌ها در پاسخ به افزایش سطح پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول جیره باشد که باعث افزایش ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش می‌شود. در مطالعه حاضر ویسکوزیته محتویات روده به خصوص ایلئوم در جوجه‌هایی که با جیره حاوی سطوح بالای تریتیکاله تغذیه شده بودند شدیداً افزایش یافته است. تحقیقات نشان داده است که ویسکوزیته در اثر پکتین محلول و بتاگلوکان حتی در مقادیر کم به طور مشخص باعث افزایش ویسکوزیته روده می‌شود (۲۹). بالا بودن میزان پلی ساکاریدهای محلول در تریتیکاله در مقایسه با ذرت باعث افزایش ویسکوزیته محتویات روده و کاهش ارتباط آنزیم‌ها با مواد مغذی و تغییر معنی دار در ساختمان و وظایف روده می‌شود (۴۴)، و آداپته شدن به این تغییرات باعث افزایش فعالیت‌های ترشحی روده می-گردد. به طوری که این موضوع ممکن است باعث افزایش اندازه دستگاه گوارش و لوزالمعده شود. این افزایش اندازه روده و دستگاه گوارش یک پاسخ آداپته شدن به افزایش نیاز آنزیمی است (۱۲). پارتریج و وایت (۳۳)، پیشنهاد کردند که اندازه لوزالمعده در پاسخ به فیبر محلول افزایش می‌یابد. برنس و همکاران (۱۲)، افزایش وزن پانکراس را به مصرف بالای مواد دارای پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای و افزایش نیاز به آنزیم نسبت دادند و گزارش کردند با

۱- اندام‌های قدامی شامل چینه دان، پیش معده و سنگدان

افزودن آنزیم‌های برون زادی ویسکوزیته محتویات روده کاهش یافته که باعث کاهش وزن نسبی و طول اندام‌های گوارشی مثل چینه دان، سنگدان، پیش معده، دئودنوم، ژژونوم و ایلئوم می‌شود. آقایی و همکاران (۱)، کاهش وزن پانکراس را در پرندگان تغذیه شده با جیرهای حاوی مکمل آنزیمی به تعدیل آثار منفی پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای توسط مکمل آنزیمی نسبت دادند. المیرال و همکاران (۳)، نشان دادند که وزن پانکراس در جوجه‌های گوشتی که با جیره بر اساس غلات چسبنده مثل جو تغذیه شده بودند بالاتر از پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی غلات با چسبندگی کم بود. کاهش وزن نسبی ایلئوم در جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی آنزیم، می‌تواند در پاسخ به اثر مثبت آنزیم‌ها در کاهش ویسکوزیته محتویات روده و به دنبال آن کاهش حضور مواد هضم نشده در بخش انتهایی روده کوچک باشد که منجر به تعدیل بار میکروبی در ناحیه ایلئوم جوجه‌های گوشتی می‌شود (8–۸). کاهش وزن نسبی روده بزرگ مشاهده شده در این آزمایش با مصرف آنزیم احتمالاً به دلیل بهبود قابلیت هضم و جذب مواد مغذی در روده کوچک و کاهش انتقال مواد مغذی به روده بزرگ و کاهش تخمیر در آن باشد (۱۲ و ۴۳).

قابلیت هضم پایین مواد مغذی و مشکلات تغذیه‌ای تریتیکاله ممکن است بیشتر به پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای آن مربوط باشد (۸). به طوری که گزارش شده است استفاده از تریتیکاله در تغذیه طیور به دلیل وجود پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای، به خصوص زایلان‌ها و آرابینوزایلان‌ها محدودیّت دارد. این ترکیبات موجب کاهش ارزش تغذیه‌ای تریتیکاله به واسطه افزایش ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش و نتیجتاً کاهش قابلیت دسترسی مواد مغذی برای هضم و جذب می‌شود (۱۵). ویسکوزیته محتویات روده تحت تاثیر سطح غلات چسبنده در جیره واقع است، به طوری که با افزایش میزان دانه‌های چسبنده در جیره مقدار ویسکوزیته محتویات روده افزایش می‌یابد (۷ و ۱۰). کاهش ویسکوزیته محتویات روده یکی از اهداف اصلی افزودن مکمل‌های آنزیمی به جیره‌های حاوی مواد خوراکی با سطح پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای بالا است. به طوری که بسیاری از مولفان (۱۱، ۳۱، ۳۷ و ۴۱) اثرات مفید آنزیم‌های تجزیه کننده پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای بر کاهش ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش را تشریح کرده‌اند. این آنزیم‌ها پلی-ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای را هیدرولیز کرده و با کاهش ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش باعث بهبود هضم و جذب مواد مغذی می-گردند (۷ و ۳۹). طبق نتایج مورگان و همکاران (۳۲)، استفاده از مکمل آنزیمی در جیره طیور بر مبنای گندم باعث کاهش ویسکوزیته روده می‌شود. کلاسن و بدفورد (۱۷)، نشان دادند که استفاده از مکمل آنزیمی حاوی پنتوزاناز در جیره بر مبنای گندم باعث کاهش ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش به طور معنی دار می‌شود.

میانگین ارتفاع، عرض و مساحت ظاهری ویلی‌ها، عمق کریپت‌ها و ضخامت لایه عضلانی بافت ژژونوم جوجه‌های گوشتی در سن ۱۰ روزگی که با جیره‌های حاوی سطوح مختلف تریتیکاله با و بدون مکمل آنزیمی در دوره آغازین (صفر تا ۱۰ روزگی) تغذیه شده بودند، در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج آزمایش نشان داد تاثیر سطح تریتیکاله، مکمل آنزیمی و اثر متقابل آن‌ها بر روی عرض و مساحت ظاهری ویلی، عمق کریپت و ضخامت لایه عضلانی بافت روده کوچک معنی دار نبود ولی اثر سطح تریتیکاله و مکمل آنزیمی بر میانگین ارتفاع ویلی‌ها معنی داری شد ($P <$ ۰/۰۵). با افزایش سطح تریتیکاله در جیره ارتفاع ویلی‌ها کاهش یافت به طوری که در پرندگان تغذیه شده با جیره ۳۲ درصد تریتیکاله ارتفاع ویلی‌ها به طور معنی دار از پرندگان تغذیه شده با جیره بر مبنای ذرت و سویا کمتر بود. با افزایش مکمل آنزیمی ارتفاع ویلی‌ها افزایش معنی داری را نشان داد. در بررسی بافت شناسی با افزایش سطح تریتیکاله در جیره لایه مخاطی آسیب دیده (ویلی‌ها کوتاه‌تر، ضخیم‌تر و آسیب دیده‌تر) مشاهده شد که در نمونه‌های حاصل از پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی آنزیمی شدت آسیب کمتر بود.

نتایج بدست آمده در این آزمایش با مشاهدات جارونی و همکاران (۲۶)، و ویوروس و همکاران (۴۳)، 43–مطابقت دارد ایشان گزارش نمودند، در مطالعه میکروسکوپی 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. شرایط محیطی روده بر ساختار لایه مخاطی نیز تاثیر می‌گذارد، وجود میزان بالای پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای در تریتیکاله در مقایسه با ذرت باعث افزایش ویسکوزیته روده می‌شود. نشان داده شده است که حضور محتویات روده با ویسکوزیته بالا در موش موجب افزایش تقسیم انتروسیت‌ها به میزان ۸۰ درصد می‌شود (۲۸). سیلوا و اسمیزارد (۳۷)، گزارش کردند جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با چاودار در مقایسه با جوجه‌های تغذیه شده با جیره بر پایه ذرت میزان تخریب و باز سازی انتروسیت‌ها افزایش یافت که افزودن آنزیم زایلاناز باعث کاهش آن شد (۳۸). ویورس و همکاران (۴۳)، 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. همچنین افزایش ویسکوزیته محتویات روده باعث تحریک رشد باکتری‌های بی هوازی در آن شده و میکروب‌ها از قسمت پایانی دستگاه گوارش به طرف نواحی بالایی نفوذ می‌نمایند (۱۴)، در نتیجه افزایش جمعیّت باکتریایی تحریک مخاط روده و افزایش ضخامت آن بروز می‌کند. بعلاوه میکروارگانیسم‌ها، نمک‌های صفراوی را دکنژوگه کرده باعث کاهش فعالیّت هضم مواد مغذی به خصوص چربی‌ها می‌شوند (۲۶). جمعیّت

میکروبی روده روی راندمان غذایی میزبان با رقابت بر روی مصرف مواد مغذی و ایجاد بیماری های روده‌ای مثل تاثیر گندم و جو بر بروز نکروتیک اینترتیس (۲۴)، و یا کوکسیدیوز (۳۲)، تاثیر می‌گذارد. محققان بروز این بیماری‌ها را به افزایش ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش نسبت داده‌اند (۹). چاکت و همکاران (۱۶)، و دان (۱۹)، گزارش نمودن افزودن مکمل‌های آنزیمی به جیره باعث کاهش جمعیّت میکروبی در مجاری گوارشی می‌شود. در نتیجه اثرات منفی آن‌ها مثل افزایش آتروفی ویلی‌ها، بزرگ شدن اندام‌ها و افزایش وزن نسبی دستگاه گوارش را بر طرف می‌کند (۱۴ و ۴۳).

میانگین غلظت تری‌گلیسرید، کلسترول، لیپوپروتئین‌ها با دانسیته پایین و لیپوپروتئین‌ها با دانسیته بالا در سرم خون جوجه‌های گوشتی در سن ۱۰ روزگی که با جیره‌های حاوی سطوح مختلف تریتیکاله با و بدون مکمل آنزیمی در دوره آغازین (صفر تا ۱۰ روزگی) تغذیه شده بودند در جدول ۵ نشان داده شده است.

نتایج آزمایش نشان داد اگر چه با افزایش سطح تریتیکاله غلظت کلسترول و لیپوپروتئین‌ها با دانسیته بالا در سرم خون کاهش داشت ولی تاثیر سطح تریتیکاله، مکمل آنزیمی و اثر متقابل آن‌ها بر روی متابولیت‌های فوق معنی دار نبود. نتایج بدست آمده در این آزمایش مغایر با گزارش پیترسون و امان (۳۴)، و زرقی و گلیان (۴۵)، است. عدم بروز تفاوت در متابولیت‌های فوق تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی در این آزمایش احتمالاً به دلیل پایین بودن جذب چربی‌ها در جوجه‌ها با سن پایین است.

نتیجه گیری و پیشنهادها

۱- می‌توان از تریتیکاله در جیره آغازین جوجه‌های گوشتی به میزان محدود و حداکثر تا سطح ۸ درصد استفاده کرد.

جدول ٤- اثر سطح تریتیکاله و مکمل آنزیمی جیره بر مورفولوژی روده کوچک جوجه‌های گوشتی در سن ۱۰ روزگی

تیمار	سطح ویلی	ارتفاع ویلی	عرض ویلی	عمق کریپت	ضخامت لایه عضلانی
سطح تریتیکاله	μm^2	---------- μm ----------			
۰	۱۶۲۴۷	۳۶۱[a]	۴۵	۸۰	۳۸
۱۶	۱۴۴۳۲	۳۳۰[ab]	۴۴	۹۴	۴۰
۳۲	۱۴۸۴۴	۳۰۸[b]	۴۸	۹۰	۳۹
خطای استاندارد	۱۲۹۹	۱۲/۴	۳/۲	۶/۸	۳/۵
مکمل آنزیمی					
بدون آنزیم	۱۴۹۳۵	۳۱۱[b]	۴۸	۸۹	۴۱
با آنزیم	۱۵۴۱۴	۳۵۵[a]	۴۴	۸۷	۳۸
خطای استاندارد	۱۰۶۱	۱۰/۱	۲/۶	۵/۵	۲/۸

a, b- میانگین های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P < ۰/۰۵$)

جدول ٥- اثر سطح تریتیکاله و مکمل آنزیمی جیره بر متابولیت‌های خونی کلسترول، تری گلیسرید، لیپوپروتئین‌های با دانسیته بالا و لیپوپروتئین-های با دانسیته پایین جوجه‌های گوشتی در سن ۱۰ روزگی

تیمار	کلسترول	تری گلیسرید	لیپوپروتئین با دانسیته بالا	لیپوپروتئین با دانسیته پایین
سطح تریتیکاله	---------- mg/ dl ----------			
۰	۱۲۳	۱۰۸	۱۰۸	۲۰
۸	۱۱۷	۱۰۸	۱۰۵	۱۷
۱۶	۱۱۸	۱۰۳	۱۰۴	۲۱
۲۴	۱۲۰	۹۷	۱۰۸	۱۷
۳۲	۱۰۶	۱۲۴	۹۳	۱۸
خطای استاندارد	۷/۹	۱۰/۵	۷/۲	۱/۶
مکمل آنزیمی				
بدون آنزیم	۱۱۸	۱۰۵	۱۰۴	۱۹
با آنزیم	۱۱۶	۱۱۱	۱۰۳	۱۹
خطای استاندارد	۵/۰	۶/۶	۴/۵	۱/۰

a...c- میانگین های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P < ۰/۰۵$)

۲- افزایش سطح تریتیکاله در جیره‌های آغـازین بـه ۱۶ درصـد و بیشتر باعث افت عملکـرد و بـروز نشـانه‌هـایی ضـد تغذیـه‌ای تریتیکاله مثل افزایش ویسکوزیته محتویات روده، افزایش وزن نسبی دستگاه گوارش و آسیب لایه مخاطی شد.
۳- افزودن مکمل آنزیمی زایلانـاز- بتاگلوکانـاز بـه جیـره آغـازین جوجه‌های گوشتی باعث تعدیل اثرات ضد تغذیه‌ای تریتیکاله و بهبود شاخص‌های عملکرد شد.
۴- در صورت استفاده از تریتیکاله در جیره‌های آغازین جوجه‌هـای گوشتی به خصوص در سطوح بالاتر از ۸ درصد توصیه می‌شود، جیره با آنزیم‌های اختصاصی مکمل شود.

تشکر و قدردانی

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

۱- آقایی، ع.، ج. پوررضا، ا. پوررضا و ع. ح. سمیع. ۱۳۸۴. جایگزینی یولاف به جای ذرت در جیره جوجه های گوشتی بـا و بـدون مکمـل آنـزیم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۹ (۲) ۱۲۷-۱۱۹.

2- Almirall, M., and E. Esteve-Garcia. 1994. Rate of passage of barley dietes with chormium oxide: Influence of age and poultry strain and effect of β-glucanase supplementation. Poul. Sci. 73: 1433-1440.
3- 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. J. Nutr. 125: 947–955.
4- Annison, G., and M. Choct. 1991. Anti-nutritive activities of cereal non-starch polysaccharides in broiler diets and strategies minimizing their effects. World Poul. Sci. J. 47:232-242.
5- AOAC. 1984. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists (Virginia, USA, Association of official analytical chemists). 14th Ed.
6- Austin, S. C., J. Wiseman, and A. Chesson. 1999. Influence of Non-Starch Polysaccharides Structure on the Metabolisable Energy of U.K. Wheat Fed to Poultry. J. of Cereal Sci. 29: 77–88.
7- 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. J. of Nutr. 122: 560-569.
8- Bedford, M. R. 1995. Mechanism of action and potentional environmental benefits from the use of feed enzymes. Anim. Feed Sci. Techno. 53: 145-155.
9- Bedford, M. R. 1996. The effect of enzymes on digestion. J. Appl. Poult. Rese. 5:370–378.
10- 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. Poul. Sci. 70:1571–1577.
11- Bergh, M. O., A. Razdan, and P. Aman. 1999. Nutritional influence of broiler chicken diets based on covered normal, waxy and high amylose barleys with or without enzyme supplementation. Anim. Feed Sci. Technol. 78 215–226.
12- 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 barlry-based diets. Poul. Sci. 72: 1731-1739.
13- Burnett, G. S. 1996. Studies of viscosity as the probable factor involved in the improvement of certain barleys for chickens by enzyme supplementation. Br. Poult. Sci. 7:55–75.
14- Campbell, G. L., and M. R. Bedford. 1992. Enzyme applications for monogastric feeds: A review. Can J. Anim. Sci. 72:449–466.
15- Choct, M., and G. Annison. 1992. The inhibition of nutrient digestion by wheat pentosans. Br. J. Nutr. 67: 123-132.
16- Choct, M., R. J. Hughes, J. Wang, M. R. Bedford, A. J. Morgan, and G. Annison. 1995. Feed enzymes eliminate the antinutritive effect by non-starch polysaccharides and modify fermentation in broilers. Proc. Aust. Poult. Sci. Symp. 7:121–125.
17- Classen, H. L, and M. R. Bedford. 1991. The use of enzymes to improve the nutritive value of poultry feeds. Pages 95–116 in: Recent Advances in Animal Nutrition, Butterworth- Heinemann Ltd., Oxford.
18- Classen, H. L. 1996. Cereal grain strach and exogenous enzymes in poultry diets. Anim. Feed Sci. Technol. 62: 21-27.

19- Dunn, N. 1996. Combating the pentosans in cereals. World Poult. 12(1):24–25.
20- 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 Chem. 65: 298–302.
21- Geyra, A., Z. Uni, and D. Sklan. 2001. Enterocyte dynamics and mucosal development in the posthatch chick. Poult. Sci. 80:776–782.
22- Hermes, J. C., and R. C. Johnson. 2004. Effects of feeding various levels of triticale var. Bogo in the diet of broiler and layer chickens. J. Appl. Poult. Res. 13: 667-672.
23- Hesselman, K., and P. Aman. 1986. The effect of β-glucanase on the utilization of starch and nitrogen by broiler chickens fed on barley of low or high viscosity. Anim. Feed Sci. Technol. 7:351–358.
24- Hofshagen, M., and M. Kaldhusdal 1992. Barley inclusion and avoparcin supplementation in broiler diets. Effect on small intestinal bacterial flora and performance. Poult. Sci. 71: 959-969.
25- 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. Br. Poult. Sci. 42:505–513.
26- 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. Poult. Sci. 78:1664–1674.
27- Joaquim, B., M. Francesch, and A. Perez-Vendrell. 2006. The use of enzymes to improve cereal diets for animal feeding. J. Sci. Food Agric. 86: 1705-1713.
28- 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. Br. J. Nutr. 52: 477-487.
29- Jozefiak, D., A. Rutkowski, and S. A. Martin. 2004. Carbohydrate fermentation in the avian ceca: a review. Anim. Feed Sci. and Technol. 113:1–15.
30- Jozefiak, D., A. Rutkowski, B. B. Jensen, and R. M. Engberg. 2007. Effects of dietary inclusion of triticale, rye and wheat and xylanase supplementation on growth performance of broiler chickens and fermentation in the gastrointestinal tract. Anim. Feed Sci. and Technol. 139:79–93.
31- 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. Poult. Sci. 82, 132–140.
32- 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.
33- Partridge, G., and C. Wyatt. 1995. More flexibility with new generation of enzymes. Worl. Poult. 11:17–21.
34- Pettersson, D., and P. Aman. 1993. Effect of feeding diets based on wheat bread or oat bran bread to broiler chickens. J. Cereal Sci. 17: 157-168.
35- Pourreza, J., A. H. Samie, and E. Rowghani. 2007. Effect of supplemental enzyme on nutrient digestibility and performance of broiler chicks fed on diets containing triticale. Int. J. Poult. Sci. 6: 115-117.
36- SAS: User's guide: Statistics. 2003. Version 9.1.Vol. 2, S.A.S Institute Cary, NC.
37- 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. Br. Poult. Sci. 43, 274–282.
38- Smith, R. L., L. S. Jensen, C. S. Hoveland, and W. W. Hanna. 1989. Use of pearl millet, sorghum, and triticale grain in broiler diets. J. Produ. Agri. 2: 78–82.
39- Smits, C. H. M., and G. Annison. 1996. Nonstarch plant polysaccharides in broiler nutrition toward a physiologically valid approach to their determination. World Poult. Sci. J. 52: 203-221.
40- 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. J. of Nutr. 127: 483–487.
41- Steenfeldt, S., A. Mullertz, and J. F. Jensen. 1998. Enzyme supplementation of wheat-based diets for broilers. 1. Effect on growth performance and intestinal viscosity. Anim Feed Sci. Technol. 75: 27-43.
42- Van Beilen, J. B., and Z. Li. 2002. Enzyme technology: an overview. Current Opinion in Biotechnology. 13: pp. 338-344.
43- Viveros, A., A. Brenes, M. Pizarro, and M. Castano. 1994. Effect of enzyme supplementation of a diet based on barley, and autoclave treatment, on apparent digestibility, growth performance and gut morphology of broilers. Anim. Feed Sci. Technol. 48:237–251.
44- 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. Poult. Sci. 84:875–881.
45- Zarghi, H., and A. Golian. 2009. Effect of triticale replacement and enzyme supplementation on performance and blood chemistry of broiler chickens. J. Anim. Veter. Advan. 8 (7): 1316-1321.