

اثر مکمل فیتاز بر انرژی قابل سوخت و ساز و قابلیت هضم مواد مغذی سورگوم، ذرت و گندم

جواد پوررضا^۱ و محمدرضا عبادی^۲

چکیده

در طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل انرژی قابل سوخت و ساز و قابلیت هضم مواد مغذی سه واریته سورگوم (کم، متوسط و پر تان) با و بدون مکمل فیتاز تعیین و با ذرت و گندم مقایسه شد. سه واریته سورگوم مورد مطالعه از بین ۳۶ واریته مختلف سورگوم بر اساس میزان تانن انتخاب و همراه با ذرت و گندم در شرایط محیطی یکسان کشت شدند. مکمل فیتاز در سه سطح صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ واحد به هر کیلوگرم از غلات مورد مطالعه اضافه شد. انرژی قابل سوخت و ساز و قابلیت هضم ظاهري و حقیقی با استفاده از خروس‌های بالغ لگهورن و به روش سیبالد تعیین گردید. نتایج نشان داد که غلات مورد مطالعه از لحاظ انرژی قابل سوخت و ساز ظاهري و حقیقی و قابلیت هضم ظاهري و حقیقی ماده خشک، نیتروژن و فسفر با هم متفاوت بودند. سورگوم متوسط تانن، بیشترین انرژی قابل سوخت و ساز ظاهري و حقیقی و سورگوم، پرتانن کمترین انواع انرژی قابل سوخت و ساز را داشتند. قابلیت هضم ظاهري و حقیقی ماده خشک ذرت بیشتر از سایر غلات مورد مطالعه بود ($0.001 < p < 0.0001$). اختلاف بین غلات مورد مطالعه از لحاظ قابلیت هضم ظاهري و حقیقی فسفر و نیز قابلیت هضم حقیقی سورگوم به دست آمد ($0.001 < p < 0.0001$). تمام شاخص‌های اندازه‌گیری شده در سورگوم پرتانن کمترین بود. افزودن ۵۰۰ واحد فیتاز باعث بهبود معنی‌دار نیتروژن معنی‌دار نبود. تمام شاخص‌های اندازه‌گیری شده در سورگوم پرتانن کمترین بود. افزودن ۵۰۰ واحد فیتاز باعث بهبود معنی‌دار (۰.۰۰۱ $< p < 0.0001$) انرژی قابل سوخت و ساز ظاهري، قابلیت هضم ظاهري و حقیقی ماده خشک و قابلیت هضم ظاهري نیتروژن شد. اگرچه افزودن مکمل فیتاز باعث بهبود قابلیت هضم ظاهري و حقیقی فسفر و قابلیت هضم حقیقی نیتروژن شد ولی اختلافات معنی‌دار نبود. اختلاف بین سطوح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ واحد فیتاز در بهبود شاخص‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود و نتایج نشان داد که مقدار ۵۰۰ واحد مکمل فیتاز برای بهبود ارزش غذایی غلات کافی بود. هزار واحد آنزیم فیتاز در اکثر شاخص‌ها موجب کاهش معنی‌دار گردید.

واژه‌های کلیدی: فیتاز، قابلیت هضم ظاهري و حقیقی، انرژی قابل سوخت و ساز، سورگوم، ذرت، گندم

مقدمه

بخصوص طیور گوشتی است که باید توسط غذا تأمین شود.

ذرت به خاطر انرژی بالايی که در بین سایر غلات دارد (۲۴)،

۱. استاد علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. استادیار مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی، اصفهان

سورگوم که در ایران کشت می‌شوند نشان داد که دامنه تغییرات در این ارقام بسیار زیاد است به طوریکه میزان پروتئین ارقام از ۹ تا ۱۴، چربی خام از ۱/۳۸ تا ۵/۸۴، دیواره سلولی بدون همی سلولز از ۳، تا ۱۸/۸ و تانن از ۰/۰۲ تا ۱ درصد در نوسان بوده و راندمان انرژی خام (TME/GE) از ۹۴ درصد در ارقام کم و متوسط تانن به کمتر از ۷۶ درصد در ارقام پرتانن کاهش می‌یابد (۲). همچنین با جایگزینی ارقام مختلف سورگوم به جای ذرت در جیره مرغان تخم‌گذار و گوشتی نتایج نشان دهنده وجود عواملی به جز تانن در سورگوم بوده که باعث کاهش عملکرد در طیور هنگام استفاده کامل از دانه سورگوم به جای ذرت می‌شود (۳ و ۴).

تأثیر آنزیم‌های اگزوژنوس بر افزایش قابلیت هضم مواد غذی غلات از جمله نشاسته، انرژی، پروتئین، اسیدهای آمینه و املاح معدنی بوضوح نشان داده شده است (۱، ۲۱ و ۲۲). این آنزیم‌ها با کاهش آثار منفی پلی‌ساقاریدهای غیر نشاسته‌ای (۶ و ۱۵) و فیتات (۲۰ و ۲۲) و افزایش کارایی آنزیم‌های گوارشی و نیز جلوگیری از کاهش جذب (۱۶)، تأثیرات خود را در افزایش قابلیت استفاده از غلات مختلف که به عنوان منابع انرژی در جیره طیور به کار می‌روند بر جای می‌گذارند.

هدف از انجام آزمایش مطالعه اثر فیتاز بر قابلیت هضم مواد غذی سه واریته سورگوم و مقایسه آنها با ذرت و گندم بود.

مواد و روش‌ها

مرحله اول این پژوهش شامل کاشت و برداشت ارقام سورگوم در شرایط یکسان بود، و مرحله دوم ارزیابی نمونه‌های سورگوم با استفاده از خروس‌های لگهورن بود.

۳ رقم سورگوم کم تانن، متوسط تانن و پرتانن جهت کاشت و تولید بذر تحت شرایط زراعی یکسان انتخاب شد. جهت مقایسه ارزش غذایی ارقام سورگوم ذکر شده با ذرت و گندم، یک نمونه از ذرت و گندم کشت شده در شرایط زراعی یکسان همراه با ارقام سورگوم به آزمایشگاه ارسال شد. در این مطالعه تأثیر آنزیم فیتاز بر ارزش غذایی و بهبود

یکی از اساسی‌ترین اجزای جیره طیور بوده و اغلب بیش از ۶۰ درصد از ترکیب غذا را شامل می‌شود.

با توجه به شباهت ترکیب مواد غذایی و انرژی دانه سورگوم با ذرت به نظر می‌رسد این گیاه بتواند به عنوان جایگزین بخشی و یا تمامی ذرت، گندم و جو مصرفی در جیره دام و طیور به کار برده شود. یکی از خصوصیات این گیاه توانایی در تولید پلی فنل‌های ناهمگن بنام «تانن» (Tannin) است که بیشتر در پوشش دانه (Pericarp) متراکم بوده و معمولاً با رنگ دانه مرتبط است (۱۴). هرچند این ماده باعث جلوگیری از رشد قارچ‌ها، جوانهزنی قبل از برداشت و مقاومت گیاه در برابر پرندگان مهاجم می‌شود ولی به عنوان یک عامل ضد تغذیه‌ای برای حیوانات، بخصوص تک معده‌ای‌ها محسوب می‌گردد (۱۱ و ۱۴) به نحوی که باعث کاهش قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین و اسیدهای آمینه می‌شود (۷) و از فعالیت آنزیم‌های هضمی نیز ممانعت می‌کند (۱۳ و ۱۸).

اساساً غلات به خاطر ارزش انرژی حاصل از نشاسته آنها در جیره طیور استفاده می‌شوند. اما محققین معتقدند که نشاسته سورگوم کمتر از ذرت تحت تأثیر هضم آنزیمی قرار گرفته و قابلیت هضم نشاسته با ترکیب نشاسته، اثر متقابل نشاسته و پروتئین و عوامل ضد تغذیه‌ای مثل بازدارنده‌های فیتات، لکتین و تانن‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد. آنها همچنین بیان کرده‌اند ذرات نشاسته در ذرت معمولی و سورگوم از نظر اندازه، شکل و ترکیب خیلی شبیه هستند و تفاوت اصلی در نوع و چگونگی توزیع پروتئین در اطراف نشاسته درون آردینه است (۸) سورگوم سه‌م بیشتری از آردینه محیطی Peripheral endosper) را نسبت به ذرت دارا می‌باشد و این نواحی خیلی غلیظ و متراکم بوده و به نفوذ آب و هضم مقاوم می‌باشد. همچنین سلول‌های جانبی مقدار زیادی پروتئین دارند که نسبت به تجزیه آنزیمی و مکانیکی مقاوم هستند. این نواحی همچنین باعث می‌شوند که پوشش حفاظی برای سلول‌های زیرین که حاوی نشاسته زیاد می‌باشند، ایجاد کنند (۸ و ۱۲).

تعیین ترکیب شیمیایی و انرژی قابل هضم ارقام مختلف

۱۱- سورگوم پر تانن + آنزیم زایلاناز + ۱۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز

۱۲- ذرت + آنزیم زایلاناز + ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز

۱۳- ذرت + آنزیم زایلاناز + ۱۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز

۱۴- گندم + آنزیم زایلاناز + ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز

۱۵- گندم + آنزیم زایلاناز + ۱۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز

جهت تعیین انرژی قابل سوخت و ساز ارقام سورگوم، ذرت و گندم در تیمارهای اعمال شده از روش سیبالد (۲۸) در ۴ یا ۵ تکرار استفاده شد. انواع انرژی‌های قابل سوخت و ساز با استفاده از رابطه‌های ارائه شده توسط سیبالد (۲۸) محاسبه شدند.

جهت اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهري و حقیقی ماده خشک، نیتروژن و فسفر غلات مورد آزمایش از مدفوع جمع‌آوری شده در روش تعیین انرژی قابل سوخت و ساز استفاده شد.

ماده خشک، پروتئين و فسفر با استفاده از روش انجمان رسمی تجزیه‌های شیمیایی (AOAC) (اندازه‌گیری شدند (۵). برای اندازه‌گیری پروتئين از دستگاه ماکروکجلدال، انرژي از بمب کالریمتر و فسفر و تانن از دستگاه اسپکتوفتومتر استفاده شد. تانن به روش نورسنجدی فولین دنیس (Folin Denis) (۵) براساس احیای اسید فسفو مولبیدیک و اسید فسفو تنگستیک در محلول قلیایی بوده که حاصل آن محلول آبی رنگ می‌باشد. شدت رنگ در طول موج ۷۶۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد.

آزمایش در چارچوب طرح کاملاً تصادفي و به روش فاکتوریل 5×3 انجام شد و داده‌ها به وسیله برنامه کامپیوتری SAS (۲۶) تجزیه و تحلیل و مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج

ترکیب شیمیایی واریته‌های سورگوم، گندم و ذرت در جدول ۱ ارائه شده است. غیر از سورگوم پر تانن که پروتئین کمتر و فیر بیشتری داشت، اختلاف چشمگیری در ترکیب شیمیایی سورگوم‌های کم و متوسط تانن، وجود نداشت بلکه این

قابلیت هضم مواد مغذی ارقام سورگوم انتخابی در مقایسه با ذرت و گندم مورد بررسی قرار گرفت. به دلیل این که فیتاز در قسمت جرم دانه وجود دارد، بنابراین زایلاناز ممکن است با هضم زایلان بیرونی دانه باعث شود که فیتاز بیشتری در معرض فیتاز قرار گیرد، به همین دلیل به تمام غلات مورد مطالعه آنزیم زایلاناز به میزان ۳۶۰۰ واحد در Natuphos ۵۰۰ کیلوگرم غله اضافه شد. آنزیم فیتاز از نوع ۲۵۰۰ FTU/g فعالیت آنزیمی بود (هر واحد آنزیمی فیتاز عبارت است از مقدار آنزیمی که یک میکرومول فسفات معدنی را در یک دقیقه از فیتاز سدیم ۰/۰۰۰۱۵ مول در لیتر در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و pH=۵/۸ آزاد کند). فیتاز در سه سطح صفر تا ۵۰۰ و ۱۰۰۰ واحد به هر کیلوگرم هر غله اضافه شد، (هر واحد آنزیمی زایلاناز عبارت است از مقدار آنزیمی که یک میکرومول معادل زایلوز را در یک دقیقه از سوبیسترای زایلان در ۳۷ درجه سانتی‌گراد و pH=۴/۸ آزاد کند) گریندازیم ۱۵۰۰۰ دارای ۳۶۰۰۰ FXU/g فعالیت آنزیمی زایلاناز ۱۵۰۰۰ BGU/g آنژیم زایلاناز در این آزمایش استفاده شد.

پانزده تیمار آزمایش عبارت بودند از:

۱- سورگوم کم تانن

۲- سورگوم متوسط تانن

۳- سورگوم پر تانن

۴- ذرت

۵- گندم

۶- سورگوم کم تانن + آنزیم زایلاناز + ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز

۷- سورگوم کم تانن + آنزیم زایلاناز + ۱۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز

۸- سورگوم متوسط تانن + آنزیم زایلاناز + ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز

۹- سورگوم متوسط تانن + آنزیم زایلاناز + ۱۰۰۰ واحد آنزیم فیتاز

۱۰- سورگوم پر تانن + آنزیم زایلاناز + ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز

جدول ۱. ترکیب شیمیایی واریته‌های سورگوم، گندم و ذرت بر اساس ماده خشک (%)

ماده غذایی	ماده خشک	پروتئین خام	فیرخام	چربی خام	کلسیم	فسفر کل	تانن
سورگوم کم تانن	۸۹/۶	۱۱/۴	۳/۵	۲/۹	۰/۰۶۷	۰/۳۶	۰/۰۹
سورگوم متوسط تانن	۹۰/۸	۱۱/۸	۳/۰	۲/۲	۰/۰۷۲	۰/۴۱	۰/۱۹
سورگوم پر تانن	۹۱/۷	۱۰/۰	۹/۰	۲/۹	۰/۱۰۲	۰/۳۳	۰/۳۷
گندم	۹۲/۲	۱۴/۵	۳/۴	۱/۰۴	۱/۰۴	۰/۳۸	۰/۰۷
ذرت	۹۱/۲	۸/۸	۳/۷	۲/۶	۰/۰۸۵	۰/۲۸	۰/۱۱

سوخت و ساز ظاهری، قابلیت هضم ظاهری فسفر و قابلیت هضم حقیقی نیتروژن و فسفر کاهش غیر معنی‌داری با ۱۰۰۰ واحد آنژیم فیتاز نسبت به ۵۰۰ واحد نشان دادند (جدول ۲). آثار متقابل آنژیم و نوع غله غیر از انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی همگی معنی‌دار ($P < 0.05$) بودند (جدول ۲).

نتایج مستقل اثر مکمل فیتاز بر هر یک از غلات مورد مطالعه از لحاظ انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری و حقیقی و قابلیت هضم ظاهری و حقیقی ماده خشک، نیتروژن و فسفر در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. افزودن ۵۰۰ واحد فیتاز باعث افزایش معنی‌دار ($P < 0.009$) انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری (۱۳/۱ درصد) ذرت شد، در صورتی که مقدار ۱۰۰۰ واحد فیتاز نه تنها بهبودی در انرژی قابل سوخت ظاهری و حقیقی ایجاد نکرد بلکه باعث کاهش آنها نسبت به گروه شاهد و ۵۰۰ واحد فیتاز شد.

تأثیر مکمل فیتاز بر قابلیت هضم ظاهری و حقیقی ماده خشک ذرت معنی‌دار بود ($P < 0.001$). قابلیت هضم ظاهری و حقیقی نیتروژن و قابلیت هضم حقیقی فسفر تحت تأثیر معنی‌دار ($P < 0.001$) مکمل فیتاز قرار گرفتند ولی تنها ۵۰۰ واحد فیتاز باعث افزایش قابلیت هضم موارد فوق شد (جدول ۳).

انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری گندم تحت تأثیر ۵۰۰ واحد مکمل فیتاز (۳/۴ درصد) افزایش معنی‌دار ($P < 0.03$) نشان داد. افزایش سطح فیتاز باعث افزایش معنی‌دار بیشتر انرژی قابل سوخت و ساز نشد.

سورگوم‌ها پروتئین بیشتری نسبت به ذرت داشتند.

انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری و حقیقی تحت تأثیر معنی‌دار ($P < 0.001$) نوع غله قرار گرفت (جدول ۲). سورگوم متوسط تانن بیشترین انرژی قابل سوخت و ساز و سورگوم پر تانن کمترین انرژی قابل سوخت و ساز را داشتند. بین ذرت، گندم و سورگوم کم تانن از لحاظ انرژی قابل سوخت و ساز اختلاف معنی‌دار دیده نشد.

قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و نیتروژن تحت تأثیر معنی‌دار ($P < 0.001$) نوع غله قرار گرفتند. ذرت بیشترین ضریب قابلیت هضم ماده خشک و سورگوم پر تانن کمترین قابلیت هضم ماده خشک را داشتند. بین گندم و سورگوم‌های کم و متوسط تانن از لحاظ قابلیت هضم ماده خشک اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۲). قابلیت هضم ظاهری نیتروژن در گندم بیشتر از سایر غلات بود و سورگوم پر تانن کمترین ضریب قابلیت هضم ظاهری نیتروژن را داشت. تأثیر غلات مختلف بر قابلیت هضم ظاهری فسفر معنی‌دار نبود (جدول ۲). اثر نوع غله بر قابلیت هضم حقیقی ماده خشک معنی‌دار بود ($P < 0.001$). ذرت بیشترین و سورگوم پر تانن کمترین قابلیت هضم حقیقی ماده خشک را داشت (جدول ۲). اثر نوع غله بر قابلیت هضم حقیقی نیتروژن و فسفر معنی‌دار نبود.

انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری، قابلیت هضم ظاهری و حقیقی ماده خشک و نیتروژن تحت تأثیر معنی‌دار آنژیم فیتاز قرار گرفتند ($P < 0.001$). هر یک از شاخص‌های فوق الذکر با افزودن ۵۰۰ واحد مکمل فیتاز بهبود نشان دادند. بین سطوح آنژیم فیتاز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و حتی انرژی قابل

جدول ۲. اثر آنرژیم فیتاز بر انرژی ماده خشک، نیتروژن و فسفر ذرت، گندم و سورگوم.

فسفر	نیتروژن	ماده خشک	قابلیت هضم ظاهری (درصد)	آنرژی قابل سوخت و ساز (کلیه کالاری در کیلوگرم)		آثار اصلی
				قابلیت هضم حقيقی (درصد)	حقیقی	
۴۱/۵	۹۰/۷	۸۷/۸ ^a	۳۰/۴	۶۴/۱ ^c	۷۷/۰ ^a	۳۷۴۳ ^b
۴۱/۴	۹۲/۲	۸۷/۸ ^b	۲۹/۸	۷۷/۳ ^a	۷۷/۰ ^b	۳۷۴۱ ^b
۳۴/۵	۹۱/۶	۸۷/۸ ^a	۲۰/۴	۶۹/۶ ^b	۷۳/۰ ^b	۳۷۴۵ ^b
۳۳/۶	۹۱/۷	۸۷/۹ ^a	۲۴/۷	۷۰/۷ ^b	۷۲/۲ ^b	۳۷۴۱ ^a
۳۰/۸	۸۸/۵	۷۷/۴ ^c	۱۹/۴	۷۳/۳ ^c	۷۹/۷ ^c	۳۹۹۳ ^a
۱۴/۷	۹/۹	۷۰/۳	۱۷/۶	۵/۰	۲/۲	۱۵۷۱
NS	NS	***	NS	***	***	***
۳۷/۷ ^{ab}	۹۱/۵ ^{ab}	۸۰/۱ ^b	۲۴/۵ ^{ab}	۷۷/۱ ^b	۷۷/۸ ^b	۳۷۳۶ ^b
۴۱/۸ ^a	۹۳/۷ ^a	۸۳/۷ ^a	۲۰/۸ ^a	۷۱/۴ ^a	۷۰/۸ ^a	۳۷۱۶ ^b
۲۹/۵ ^b	۸۸/۸ ^b	۸۱/۷ ^{ab}	۱۰/۴ ^b	۷۹/۸ ^a	۷۹/۱ ^{ab}	۳۷۰۹ ^a
۱۴/۷	۹/۹	۷۰/۳	۱۷/۷	۵/۰	۲/۲	۱۵۷۱
***	**	***	**	**	*	*
**	**	**	*	*	***	***

نوع غله

فرت

گندم

سورگوم

کم تانن

متوسط تانن

پر تانن

انحراف معیار

احتمال

اُثر متعاقب

غله × آنرژیم

p<0.05 : *

p<0.01 : **

p<0.001 : ***

Not Significant : NS

جدول ۳۰ اثر متابیل مکمل فیتاز و غلات مورد مطالعه بر انرژی قابل سوزت و ساز و قابلیت هضم ظاهری (درصد)

قابلیت هضم حینی (درصد)		قابلیت هضم ظاهری (درصد)		انرژی قابل سوزت و ساز (کیلوکالری در کیلوگرم)		فیتاز (واحد در کیلوگرم)		غله	
فسفر	نیتروژن	فسفر	نیتروژن	ماده خشک	نیتروژن	ماده خشک	نیتروژن	ظاهری	حینی
۵/۱ ^{ab}	۸۳/۶ ^b	۸۷/۶ ^a	۸۷/۶ ^a	۳۲/۳ ^b	۵۷/۶ ^b	۷/۶/۹ ^a	۷/۶/۹ ^a	۳۴۳۶ ^b	۳۷۷۳ ^b
۵/۱ ^a	۱۰/۰ ^a	۹/۱/۰ ^a	۹/۱/۰ ^a	۴۰/۵ ^a	۷۴/۲ ^a	۷۹/۱ ^a	۷۸/۸ ^a	۲۰۵۵ ^c	۲۰۵۵ ^c
۲۲/۱ ^b	۹/۰/۷ ^{ab}	۸۲/۰ ^b	۸۲/۰ ^b	۳۷/۸ ^{ab}	۶۷/۰ ^{ab}	۸۲/۰ ^b	۶۱/۲ ^c	۳۷۸۸ ^c	۳۷۸۸ ^c
**	***	***	***	***	***	***	**	***	***
۴۰/۰	۸۷/۷	۸۷/۰	۸۷/۰	۲۴/۰ ^b	۷۴/۰ ^b	۷۱/۷	۷۱/۷	۳۷۹۸ ^b	۳۷۹۸ ^b
۳۷/۰	۹/۰/۲	۸۲/۰	۸۲/۰	۳۵/۰ ^a	۸۰/۰ ^a	۷۲/۷	۷۲/۷	۳۷۸۳ ^a	۳۷۸۳ ^a
۴۰/۹	۹۲/۶	۸۲/۴	۸۲/۴	۳۲/۱ ^{ab}	۷۷/۰ ^a	۷۱/۸	۷۱/۸	۳۷۸۹ ^a	۳۷۸۹ ^a
NS	NS	NS	NS	***	NS	NS	NS	۰/۰۵ ^c	۰/۰۵ ^c
۵/۱ ^a	۹/۰/۰ ^a	۹/۱/۰ ^a	۹/۱/۰ ^a	۲۷/۱	۷۷/۹ ^a	۷۷/۹ ^a	۷۸/۷ ^a	۳۴۹۷ ^c	۳۴۹۷ ^c
۲۲/۸ ^b	۹/۲/۰ ^a	۸۵/۰ ^{ab}	۸۵/۰ ^{ab}	۳۷/۲	۷۰/۰ ^a	۷۱/۰ ^b	۷۱/۰ ^b	۳۴۲۸ ^c	۳۴۲۸ ^c
۷۰/۰ ^{ab}	۸۷/۰ ^{ab}	۸۷/۰ ^{ab}	۸۷/۰ ^{ab}	۲۵/۰	۷۰/۰ ^b	۷۰/۰ ^b	۷۱/۰ ^b	۳۴۱۱ ^c	۳۴۱۱ ^c
***	***	***	NS	***	NS	NS	NS	۰/۰۰	۰/۰۰
۳۷/۷	۹۲/۷	۸۲/۰ ^a	۸۲/۰ ^a	۲۴/۰ ^b	۷۱/۰ ^{ab}	۷۷/۰ ^a	۷۷/۰ ^a	۳۷۸۳ ^c	۳۷۸۳ ^c
۳۷/۰	۸/۰/۰	۸/۰/۰	۸/۰/۰	۲۷/۶ ^a	۷۰/۰ ^a	۷۰/۰ ^b	۷۰/۰ ^b	۳۶۵۰ ^c	۳۶۵۰ ^c
۳۱/۶	۸/۰/۴	۸۲/۰ ^b	۸۲/۰ ^b	۲۰/۰ ^a	۶۷/۰ ^b	۶۷/۰ ^a	۶۷/۰ ^a	۳۵۷۵ ^c	۳۵۷۵ ^c
NS	NS	NS	NS	***	NS	NS	NS	۰/۰۰	۰/۰۰
۳۰/۱	۹/۰/۸	۷/۰/۰ ^a	۷/۰/۰ ^a	۲۱/۰ ^a	۷۲/۰ ^a	۷۰/۰ ^b	۷۰/۰ ^b	۲۰۶۴ ^a	۲۰۶۴ ^a
۴۰/۰	۸/۰/۰	۷/۰/۰ ^b	۷/۰/۰ ^b	۱۷/۰ ^a	۲۰/۰ ^b	۱۷/۰ ^a	۱۷/۰ ^a	۲۴۴۹ ^b	۲۴۴۹ ^b
۱۹/۰	۸/۰/۲	۷۰/۰ ^{ab}	۷۰/۰ ^{ab}	۱۹/۰ ^a	۲۰/۰ ^{ab}	۲۰/۰ ^a	۲۰/۰ ^a	۲۱۱۳ ^a	۲۱۱۳ ^a
NS	NS	**	NS	**	NS	**	NS	***	***

p<۰/۰۵ : *
p<۰/۰۱ : **
p<۰/۰۰۱ : ***

(شروعه دار) Not Significant : NS

سایر محققین (۲ و ۲۵) گزارش شده است و نتایج به دست آمده در این آزمایش مؤید آن است. در آزمایشی پوررضا و ادريس (۱۹) نشان دادند که مصرف سورگوم پرتانن رشد را کاهش و ضریب تبدیل غذا را افزایش داد. این کاهش عملکرد می‌تواند به دلیل قابلیت هضم کمتر مواد مغذی و در نتیجه کاهش انرژی قابل سوخت و ساز سورگوم‌های پرتانن باشد و نتایج آزمایش حاضر آن را تأیید می‌کند.

نتایج نشان داد که سورگوم، بشرط این که میزان تانن آن کم و یا متوسط باشد با غلات دیگری مثل ذرت و گندم رقابت می‌کند. چنین نتایحی قبلًاً توسط عبادی و همکاران (۲) و پوررضا و ادريس (۱۹) گزارش شده و یافته‌های آزمایش حاضر با آنها مطابقت دارد.

اثر آنزیم فیتاز بر انواع انرژی قابل سوخت و ساز، قابلیت هضم ظاهری و حقیقی ماده خشک، نیتروژن و فسفر معنی‌دار بود. مقدار ۵۰۰ واحد مکمل فیتاز باعث بهبود معیارهای فوق الذکر شد. افزایش در میزان انرژی قابل سوخت و ساز و قابلیت هضم فسفر و نیتروژن غلات مختلف به دلیل افزودن آنزیم فیتاز توسط سایر محققین (۲ و ۱۷) گزارش شده است. نتایج به دست آمده در این آزمایش با یافته‌های فارل و مارتین (۹)، راویندران و همکاران (۲۳) و پوررضا و کلاسن (۲۰) مبنی بر بهبود در انرژی قابل سوخت و ساز، افزایش قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین و فسفر در اثر افزودن مکمل فیتاز به جیره‌های حاوی غلات مختلف مطابقت دارد.

بین ۵۰۰ و ۱۰۰۰ واحد مکمل فیتاز از لحاظ انرژی قابل سوخت و ساز و قابلیت هضم ظاهری و حقیقی ماده خشک، نیتروژن و فسفر اختلاف معنی‌داری به دست نیامد، بلکه در مواردی از جمله انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی و قابلیت هضم ظاهری و حقیقی فسفر، ۱۰۰۰ واحد مکمل فیتاز باعث کاهش نسبت به غلات بدون آنزیم و ۵۰۰ واحد آنزیم شد. در آزمایشاتی (۲۰ و ۲۲) کاهش در عملکرد، انرژی قابل سوخت و ساز و ابعای فسفر به دلیل سطوح بالای آنزیم گزارش شده است. اثرات متقابل غله و مکمل فیتاز نشان داد که آنزیم فیتاز

انواع انرژی قابل سوخت و ساز سورگوم متوسط تانن تحت تأثیر معنی‌دار سطوح فیتاز قرار نگرفتند. قابلیت هضم ظاهری و حقیقی ماده خشک و نیتروژن با ۱۰۰۰ واحد فیتاز نسبت به ۵۰۰ واحد کاهش معنی‌دار (۰۰۲<P>) نشان دادند. هزار واحد فیتاز قابلیت هضم ظاهری نیتروژن را نسبت به ۵۰۰ واحد به طور معنی‌داری کاهش داد. قابلیت هضم حقیقی نیتروژن و فسفر تحت تأثیر معنی‌دار هیچ یک از سطوح آنزیم قرار نگرفتند (جدول ۳).

انواع انرژی قابل سوخت و ساز سورگوم پرتانن تحت تأثیر مکمل فیتاز بهبود نشان ندادند و حتی با ۵۰۰ واحد فیتاز کاهش نشان دادند. مکمل فیتاز تأثیر مثبتی بر قابلیت هضم ظاهری و حقیقی ماده خشک، نیتروژن و فسفر سورگوم پرتانن نداشت.

بحث

نوع غله بر میزان انرژی قابل سوخت و ساز مؤثر بود، اختلاف در انرژی قابل سوخت و ساز در غلات مختلف و حتی بین واریته‌های مختلف یک غله توسط سایر محققین (۱ و ۲۱) گزارش شده است. این اختلاف عمدتاً به دلیل تفاوت در قابلیت هضم مواد مغذی غلات مختلف مخالفة است. در آزمایش حاضر سورگوم متوسط تانن قابلیت هضم ظاهری و حقیقی بیشتری از لحاظ نیتروژن داشت و انرژی قابل سوخت و ساز این را می‌توان با این موضوع مرتبط دانست. بهبود در انرژی قابل سوخت و ساز به دلیل مکمل فیتاز به اثر مثبت آن بر قابلیت هضم پروتئین، اسیدهای آمینه، نشاسته و چربی ربط داده شده است (۲۰، ۲۱ و ۲۲) سورگوم پرتانن در مقایسه با سایر غلات مورد مطالعه کمترین قابلیت هضم ظاهری و حقیقی ماده خشک، نیتروژن و فسفر را داشت که به وسیله فیبرخام بالای آن توجیه‌پذیر است و به همین دلیل از انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری و حقیقی کمتری نیز برخوردار بود. به نظر می‌رسد تانن و فیبر بالای سورگوم پرتانن عامل اصلی کاهش انرژی قابل سوخت و ساز و قابلیت هضم آن باشد. اثر منفی تانن بر قابلیت هضم مواد مغذی و انرژی سورگوم توسط

حاوی بازدارنده‌هایی غیر از فیتاز و پلی‌ساقاریدهای غیرنشاسته و هم‌چنین تانن هستند، مکمل فیتاز قادر به بهبود ارزش غذایی آنها نیست. احتمالاً برای افزایش ارزش غذایی سورگوم باید از روش‌های دیگری مثل تانن‌زدایی استفاده کرد تا مکمل فیتاز.

سپاسگزاری

از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان به خاطر تأمین بودجه طرح تشكیر و سپاسگزاری می‌شود. از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان به دلیل کشت و تهیه ارقام سورگوم، ذرت و گندم مورد مطالعه قدردانی می‌گردد. از خانم زهرا اصلانی به خاطر تایپ مقاله قدردانی می‌شود.

انرژی قابل سوخت و ساز و قابلیت هضم ذرت و گندم را بهبود بخشدید ولی اثر مثبتی بر بهبود انرژی قابل سوخت و ساز و قابلیت هضم انواع سورگوم نداشت. نتایج به دست آمده با محدود گزارش‌هایی (۲۷ و ۱۰) که تأثیر مثبت فیتاز بر بهبود انرژی قابل سوخت و ساز سورگوم را نشان دادند مغایرت دارد. شاید عدم تأثیر مثبت فیتاز بر انرژی قابل سوخت و ساز و قابلیت هضم مواد مغذی سورگوم به دلیل نوع پروتئین‌های آن باشد که ممکن است با ذرت و گندم متفاوت باشد. کاهش قابلیت هضم و جذب مواد مغذی و انرژی زایی سورگوم به دلیل وجود تانن احتمالاً به حدی است که میزان بهبود در هضم و افزایش انرژی به دلیل آنزیم فیتاز نتواند آن را خنثی و بر آن غلبه کند. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که ارزش غذایی غلات از جمله گندم و ذرت در اثر مکمل فیتاز بهبود می‌یابد. برای نیل به این بهبود مقدار ۵۰۰ واحد فیتاز کافی است و مقادیر بیشتر آن تأثیرگذار نیست. در غلاتی مثل سورگوم که

منابع مورد استفاده

۱. پوررض، ج. و ه. کلاسن. ۱۳۸۱. قابلیت استفاده از فسفر و پروتئین در جوجه‌های گوشتی نر تغذیه شده با واریته‌های مختلف گندم با و بدون مکمل فیتاز. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۶ (۳): ۲۱۳-۲۲۰.
۲. عبادی، م. ر.، ج. پوررض، م. خوروش، ک. ناظرعلد و ع. المدرس. ۱۳۷۶. ترکیب مواد مغذی و انرژی قابل سوخت و ساز ۳۶ رقم سورگوم دانه‌ای و مقایسه آن با دو رقم ذرت. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱ (۲): ۶۷-۷۶.
۳. عبادی، م. ر. ۱۳۷۶. تعیین ارزش چند واریته سورگوم دانه‌ای و ارزیابی اثرات جایگزین آن به جای ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، معاونت آموزش و تحقیقات، وزارت جهاد کشاورزی.
۴. عبادی، م. ر. ۱۳۷۸. بررسی آثار جایگزین سه رقم سورگوم دانه‌ای به جای ذرت در تغذیه مرغان تخم‌گذار. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، معاونت آموزش و تحقیقات، وزارت جهاد کشاورزی.
5. Association of Official Analytical Chemists. 1980. Official Methods of Analysis. 13th ed., Washington, D. C.
6. Bedford, M. R. and H. L. Classen. 1992. Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase 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. Nutr. 122: 560-569.
7. Douglas, J. H., T. W. Sullivan, P. L. Bond and F. J. Struwe. 1990. Nutrient composition and metabolizable energy values of selected grain sorghum varieties and yellow corn. Poult. Sci. 69:1147-1155.
8. Douglas, J. H., T. W. Sullivan, R. Abdul-Kagir and H. Rupnow. 1991. Influence of infra-red (Micronization) treatment on the nutritional value of corn and low and high tannin sorghum. Poult. Sci. 70:1534-1539.
9. Farrel, D. J. and E. A. Martin. 1988. Strategies to improve the nutritive value of rice bran in poultry diets. I. The addition of food enzymes to target the non-starch polysaccharide fractions in diets of chickens and ducks gave response. Brit. Poult. Sci. 39:549-554.

10. Farrel, D. J., J. du Preez, M. Bongarts, M. Betts, A. Sudaman, E. Thomson and W. Ball. 1992. The improvement in phosphorus availability when phytase is added to broiler diets. Proc. Aust. Poult. Sci. Symp. 4:116-119.
11. Ford, J. E. and D. Hewitt. 1979. Protein quality in cereals and pulses. 2. Influence of polyethylene glycol on the nutritional availability of methionine in sorghum, field beans and barley. Brit. J. Nutr. 42:317-323.
12. Francisco, T. G. and O. Bravo. 1994. Increasing the feeding value of sorghum. Free Manag. 45(5):6-12.
13. Griffiths, D. W. 1981. The polyphenolic content and enzyme inhibiting activity of testas from bean (*Vicia faba*) and pea (*Pisum* spp.) varieties. J. Sci. and Food Agric. 32:797-804.
14. Gualtieri, M. and S. Rapaccini. 1990. Sorghum grain in poultry feeding. World's Poult. Sci. J. 46:246-254.
15. Jeroch, D., S. Danicke and J. Brufau. 1995. The influence of enzyme preparations on the nutritional value for poultry. A review. J. Anim. Feed Sci. 4:263-285.
16. Johnson, R. J., J. Skerritt, G. Annison and P. J. Eason. 1992. Immune response of broiler chickens to wheat proteins. Proc. Aust. Poult. Sci. Symp. 10:128-131.
17. Kornegay, E. T., D. M. Denbow, Z. Yi and V. Ravindran. 1996. Response of broilers to graded levels of Natuphos. phytase added to corn-soybean-meal-based diet containing three levels of non-phytate phosphorus. Brit. j. Nutr. 75:839-852.
18. Longstoff, M. and J. M. Mc Nab. 1991. Inhibitory effects of hull polysaccharides and tannins of field beans (*Vicia faba* L.) on the digestion of amino acids, starch and lipid digestive enzyme activities in young chicks. Brit. J. Nutr. 65:199-216.
19. Pourreza, J. and M. A. Edriss. 1997. Effects of dietary sorghum of different tannin concentrations and tallow supplementation on the performance of broiler chicks. Brit. Poult. Sci. 38:512-517.
20. Pourreza, J. and H. L. Classen. 2001. Effects of supplemental phytase and xylanase on phytate phosphorus degradation, ileal protein and energy digestibility of a corn-soybean-wheat bran diet in broiler chicks. J. Agric. Sci. Technol. 3:19-25.
21. Ravindran V., S. Cabahug, G. Ravindran and W. L. Bryden. 1999. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. Poult. Sci. 78:699-706.
22. Ravindran, V., P. H. Selle and W. L. Bryden. 1999. Efcts of phytase supplementation, individually and in combination, with glycanase, on the nutritive value of wheat and barley. Poult. Sci. 78:1588-1595.
23. Ravindran, V., S. Cabahug, G. ravindran, P. H. Selle and W. L. Bryden. 2000. Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorus levels. Brit. Poult. Sci. 41:193-200.
24. National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 8th Revised ed., National Academy of Science, Washangton DC.
25. Nelson, T. S., E. L. Stephenson, A. Bargos, J. Floyd, and J. O. York. 1975. Effect of tannin content and dry matter digestion on energy utilization and average amino acid availability of hybrid sorghum grains. Poult. Sci. 54:1620-1623.
26. SAS. User's Guid, Statistics. Version 6., 4th ed., SAS Institute, Cary, NC.
27. Selle, P. H., V. Ravindran, P. H. Pittolo and W. L. Bryden. 1999. An evaluation of microbial phytase in sorghum-based broiler diets. Proc. Aust. Poult. Symp. 11:97-100.
28. Sibbald, I. R. 1986. The TME System of Feed Evaluation . Animal Research Centre, Ottawa, Ontario, Canada.