



تولیات دامی

دوره ۱۹ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۶

صفحه‌های ۱۷۴-۱۵۹

اثر شکل فیزیکی خوراک، رقم جو و افزودن آنزیم بر قابلیت هضم ایلئومی مواد مغذی و انرژی قابل متابولیسم جیره جوجه‌های گوشتی

علی محمد هوشمندی^{۱*}، محمد بوجارپور^۲، اکبر یعقوبفر^۳، سمیه سالاری^۴، حسن رکنی^۵

۱. دانشجوی دکتری تخصصی تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز-ایران

۲. دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز-ایران

۳. استاد پژوهشی گروه تغذیه و فیزیولوژی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور.

۴. استادیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز-ایران

۵. استادیار پژوهشی بخش پژوهش‌های تغذیه دام و طیور سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران-ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۲/۱۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۱۲/۰۹

چکیده

تأثیر شکل فیزیکی خوراک، رقم جو و افزودن آنزیم بر قابلیت هضم ایلئومی مواد مغذی و انرژی قابل متابولیسم جیره جوجه‌های گوشتی با استفاده از ۹۷۲ قطعه جوجه گوشتی سویه راس در یک آزمایش فاکتوریل ۳×۲×۲ با سه رقم جو (فجر، ریحانه و یوسف)، دو شکل فیزیکی خوراک (آردی و پلت) و دو سطح آنزیم (صفر و ۰/۰۵ گرم در کیلوگرم) در قالب یک طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار و ۲۷ قطعه جوجه در هر تکرار، بررسی شد. جیره‌های حاوی جو رقم ریحانه در مقایسه با سایر ارقام قابلیت هضم ایلئومی پروتئین و چربی، انرژی خالص، انرژی قابل متابولیسم ظاهری و انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت بالاتری داشتند ($P < 0/05$). پلت نمودن جیره‌ها، انرژی خالص، انرژی قابل متابولیسم ظاهری و انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت را کاهش ($P < 0/05$) و افزودن آنزیم به جیره‌ها مقدار این شاخص‌ها و همچنین قابلیت هضم پروتئین و چربی را افزایش داد ($P < 0/05$). با توجه به این نتایج، استفاده از آنزیم در جیره حاوی جو رقم ریحانه به شکل پلت در تغذیه جوجه‌های گوشتی، قابلیت هضم و انرژی‌زایی جیره را افزایش می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: انرژی قابل متابولیسم، جوجه گوشتی، رقم جو، شکل فیزیکی خوراک، قابلیت هضم ایلئومی

مقدمه

در تغذیه جوجه‌های گوشتی دانه غلات (ذرت) و کنجاله‌های گیاهی (سویا) بخش عمده جیره را به خود اختصاص می‌دهند. در ایران دانه ذرت بطور گسترده‌ای به عنوان منبع انرژی در جیره‌ی جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که به علت قیمت بالای آن، استفاده از جایگزین‌های دیگر مانند جو و یا گندم می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های خوراک شود [۴]. استفاده از جو به دلیل داشتن مواد ضدتغذیه‌ای موجود در آن مانند پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول موجب محدودیت استفاده از این مواد در جیره جوجه‌های گوشتی و کاهش قابلیت هضم مواد مغذی خوراک می‌شود [۱۹].

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی متفاوت ارقام جو می‌تواند باعث تغییر در قابلیت دسترسی انرژی و دیگر مواد مغذی این ماده خوراکی شده به طوری که عملکرد پرنده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین شناخت تفاوت‌های ارقام جو و برآورد میزان انرژی آن در فرمولاسیون جیره به منظور افزایش کارایی اهمیت بسزایی دارد [۲، ۲۸]. جهت کاهش اثرات پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول موجود در غلاتی مانند جو، استفاده بهینه از انرژی نهفته در آن و افزایش قابلیت هضم آن می‌توان از روش‌های مختلف فرآوری از جمله آسیاب کردن، پلت نمودن و افزودن آنزیم استفاده نمود. تأثیر این فرایندها به فاکتورهایی مانند شکل فیزیکی خوراک، ترکیب جیره، نوع غلات، سختی آندوسپرم، روش آسیاب کردن، کیفیت پلت و اندازه ذرات بستگی دارد [۳ و ۳۰].

امروزه جیره‌نویسی طیور بر اساس سیستم انرژی قابل متابولیسم می‌باشد [۲۱]، اما اخیراً تحقیقاتی راجع به امکان استفاده از سیستم انرژی خالص برای جوجه‌های گوشتی صورت گرفته است. براساس این یافته‌ها از طریق ترکیبات

شیمیایی مواد خوراکی می‌توان میزان انرژی خالص را پیش‌بینی نمود [۲۷ و ۲۹]. با توجه به بررسی‌های بعمل آمده، در زمینه تأثیر شکل فیزیکی خوراک، رقم جو ایرانی و افزودن آنزیم بر قابلیت هضم ایلئومی مواد مغذی، انرژی قابل متابولیسم و انرژی خالص در جوجه‌های گوشتی تحقیقی صورت نگرفته است، هدف از این آزمایش بررسی تأثیر شکل فیزیکی خوراک، رقم جو و افزودن آنزیم بر قابلیت هضم ایلئومی مواد مغذی و انرژی قابل متابولیسم جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی با روش فاکتوریل ۳×۲×۲ با سه رقم جو (فجر، ریحانه و یوسف)، دو شکل فیزیکی جیره (آردی و پلت) و دو سطح آنزیم (صفر و ۰/۰۵ گرم در کیلوگرم) با ۱۲ تیمار، سه تکرار و ۲۷ قطعه جوجه در هر تکرار و در مجموع ۹۷۲ قطعه جوجه گوشتی سویه راس (مخلوط دو جنس) اجرا شد.

جیره‌ها بر اساس احتیاجات توصیه شده توسط کاتالوگ سویه راس برای دوره‌های آغازین (۲۱-۱ روزگی) و رشد (۴۲-۲۱ روزگی) تنظیم شد (جدول ۱). سطح ارقام جو مورد استفاده در جیره‌های غذایی جوجه-های گوشتی در سنین یک تا ۲۱ روزگی ۱۵ درصد و در سنین ۲۲ تا ۴۲ روزگی ۲۸ درصد بود. در این آزمایش از مولتی‌آنزیم ناتوزیم پی ۵۰ (محصول شرکت بیوپروتون استرالیا) استفاده شد که میزان فعالیت آنزیم‌های سلولاز، زایلاناز، بتاگلوکاناز، آلفا آمیلاز، پکتیناز، فیتاز، لپاز و پروتئاز آن بترتیب ۴۲۰۰۰۰۰، ۷۰۰۰۰۰۰، ۴۹۰۰۰۰۰، ۴۹۰۰۰۰، ۴۹۰۰۰۰، ۱۰۵۰۰۰۰، ۲۱۰۰۰۰ و ۲۱۰۰۰۰۰ واحد در هر کیلوگرم بود.

اثر شکل فیزیکی خوراک، رقم جو و افزودن آنزیم بر قابلیت هضم ایلنومی مواد مغذی و انرژی قابل متابولیسم جیره جوجه‌های گوشتی

قبل از شروع آزمایش، ترکیبات شیمیایی رقم‌های جو مورد استفاده بر اساس روش‌های استاندارد [۶]، اندازه‌گیری شد. میزان پلیساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول و نامحلول نیز با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی مگازایم [۲۰] اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره های آزمایشی

| مواد خوراکی (درصد) | یک تا ۲۱ روزگی | ۲۲-۴۲ روزگی |
|--|----------------|-------------|
| دانه ذرت | ۴۳ | ۴۳ |
| جو | ۱۵ | ۲۸ |
| کنجاله سویا ۴۸٪ | ۳۷/۵ | ۲۲/۷۳ |
| روغن سویا | ۱/۱ | ۳/۵ |
| پوسته صدف | ۱/۴ | ۱/۲ |
| دی کلسیم فسفات | ۰/۸ | ۰/۸ |
| نمک | ۰/۲ | ۰/۲ |
| مکمل ویتامینی ^۱ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ |
| مکمل معدنی ^۱ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ |
| متیونین | ۰/۲ | ۰/۰۷ |
| لیزین | ۰/۳ | ۰ |
| مجموع | ۱۰۰ | ۱۰۰ |
| مواد مغذی محاسبه شده | | |
| انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در هر کیلوگرم) | ۳۱۰۰ | ۳۲۲۰ |
| پروتئین (درصد) | ۲۳ | ۱۹ |
| کلسیم (درصد) | ۱ | ۰/۸۵ |
| فسفر غیر فیتات (درصد) | ۰/۵ | ۰/۴۲ |
| متیونین (درصد) | ۰/۵۱ | ۰/۳۴ |
| لیزین (درصد) | ۱/۴۴ | ۰/۸۸ |
| مواد مغذی تجزیه شده | | |
| ماده خشک (درصد) | ۹۳/۵۹ | ۹۳/۶۷ |
| پروتئین خام (درصد) | ۲۴/۸۲ | ۱۸/۳۹ |
| چربی خام (درصد) | ۲/۵ | ۲/۳ |
| الیاف خام (درصد) | ۳/۴ | ۵ |

برای تهیه ۱۲ جیره آزمایشی از سه رقم جو، دو شکل آردی و پلت و دو سطح آنزیم استفاده شد
 ا به ازای هر کیلوگرم جیره، ویتامین A: ۱۱۰۰۰ IU، ویتامین D_۳: ۱۸۰۰ IU، ویتامین E: ۳۶ میلی‌گرم، ویتامین K: ۵ میلی‌گرم، تیامین: ۱/۵۳ میلی‌گرم، ریبوفلاوین: ۷/۵ میلی‌گرم، پانتوتنات کلسیم: ۱۲/۴۰ میلی‌گرم، نیاسین: ۳۰/۴ میلی‌گرم، پیریدوکسین: ۱/۵۳ میلی‌گرم، اسید فولیک: ۱/۲۶ میلی‌گرم، ویتامین B_{۱۲}: ۱/۶ میلی‌گرم، بیوتین: ۵ میلی‌گرم، کلرید کولین: ۱۱۰۰ میلی‌گرم، آنتی اکسیدانت: ۱۰۰ میلی‌گرم، Mn: ۱۶/۳ میلی‌گرم، Zn: ۸۴/۵ میلی‌گرم، Fe: ۲۵۰ میلی‌گرم، Cu: ۲۰ میلی‌گرم، I: ۱/۶ میلی‌گرم، Co: ۰/۴۸ میلی‌گرم و Se: ۲۰ میلی‌گرم.

جدول ۲. ترکیب شیمیایی (درصد) و انرژی خام (کیلوکالری در کیلوگرم) ارقام جو

| رقم | انرژی خام | TNSP ³ | SNSP ² | INSP ¹ | فیبر نامحلول در شوینده خنثی | فیبر نامحلول در شوینده اسیدی | چربی خام | پروتئین خام | فیبر خام | ماده خشک |
|--------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------|----------|-------------|----------|----------|
| فجر | ۴۳۰۰/۷۹ | ۱۸/۵۱ | ۴/۲۵ | ۱۴/۲۵ | ۳۲/۷۵ | ۸/۷۵ | ۱/۳۵ | ۱۱/۴۱ | ۸/۰ | ۹۳/۸۹ |
| ریحانه | ۴۳۱۹/۷۶ | ۱۶/۴۳ | ۲/۹۷ | ۱۳/۴۶ | ۳۳/۷۵ | ۸/۰۰ | ۱/۷۵ | ۱۳/۵۶ | ۷/۴۰ | ۹۴/۰۳ |
| یوسف | ۴۲۴۸/۰۵ | ۱۷/۸۹ | ۴/۱۱ | ۱۳/۷۸ | ۲۴/۲۰ | ۷/۲۰ | ۰/۹ | ۱۲/۸۷ | ۶/۴۰ | ۹۴/۲۵ |

INSP¹: پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای نامحلول، SNSP²: پلی ساکارید های غیر نشاسته ای محلول، TNSP³: مجموع پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای

غلظت مارکر در هر کیلوگرم / مارکر در هر کیلوگرم خوراک
×۱۰۰ (مواد هضمی

رابطه ۲)

انرژی خام در هر کیلو گرم = انرژی قابل متابولیسم ظاهری
غلظت / غلظت مارکر در هر کیلوگرم خوراک) - خوراک
انرژی خام در هر × (مارکر در هر کیلوگرم مواد هضمی
(کیلو گرم مواد هضمی).

رابطه ۳)

= انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت
- انرژی قابل متابولیسم ظاهری هر کیلوگرم خوراک
غلظت - . غلظت ازت در هر کیلوگرم خوراک) × ۸,۳۴
غلظت مارکر در هر / (مارکر در هر کیلوگرم خوراک
غلظت ازت در هر کیلو گرم / کیلوگرم مواد هضمی
(مواد هضمی

پس از محاسبه قابلیت هضم مواد مغذی و انرژی
متابولیسمی ظاهری برای کل جیره، با کسر قابلیت هضم یا
انرژی متابولیسمی سایر بخش ها از قابلیت هضم و انرژی
متابولیسمی کل مقادیر، قابلیت هضم و انرژی متابولیسمی
ماده خوراکی مورد نظر با استفاده از روابط ۴، ۵ و ۶
محاسبه شد [۳۱].

رابطه ۴)

قابلیت هضم = قابلیت هضم مواد مغذی ارقام آزمایشی
قابلیت هضم جیره - (قابلیت هضم جیره پایه) - جیره پایه
(سطح جایگزینی / تست)

جهت اندازه گیری قابلیت هضم مواد مغذی و انرژی
قابل متابولیسم از روش نمونه برداری از محتویات ایلتوم
استفاده شد و از اکسید کروم به عنوان مارکر غیر قابل
هضم به میزان سه گرم در کیلوگرم جیره استفاده شد. طول
دوره آزمایش در مرحله اندازه گیری قابلیت هضم شش روز
بود که از سن ۳۸ روزگی آغاز شد (سه روز دوره عادت
پذیری، دو روز مصرف خوراک حاوی اکسید کروم و روز
آخر کشتار). پرندگان هر تیمار (سه قطعه پرندۀ از هر
تیمار) بیهوش و محتویات ایلتوم - بلافاصله پس از کشتار -
از ابتدای زائده مکل تا دو سانتیمتری سکوم جمع آوری و
تا زمان تجزیه شیمیایی در فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد
نگهداری شد [۱۷]. نمونه های مواد هضمی در آن (۶۰
درجه سانتی گراد، ۷۲ ساعت) خشک، توزین و توسط
آسیاب آزمایشگاهی آسیاب شد. قابلیت هضم ظاهری
ازت، چربی و انرژی متابولیسم ظاهری با استفاده از
داده های به دست آمده از تجزیه شیمیایی خوراک و مواد
هضمی ایلتومی محاسبه شد. مقادیر درصد قابلیت هضم
مواد مغذی، انرژی قابل متابولیسم ظاهری و انرژی قابل
متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت در جیره ها به
ترتیب با استفاده از روابط ۱، ۲ و ۳ محاسبه شدند [۳۰].

رابطه ۱)

مقدار ماده مغذی در () - ۱۰۰ = قابلیت هضم مواد مغذی
غلظت () × مقدار ماده مغذی در ماده هضمی / جیره

اثر شکل فیزیکی خوراک، رقم جو و افزودن آنزیم بر قابلیت هضم ایلئومی مواد مغذی و انرژی قابل متابولیسم جیره جوجه‌های گوشتی

نتایج و بحث

قابلیت هضم ایلئومی پروتئین و چربی در جیره حاوی جو رقم ریحانه به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر ارقام بود ($P < 0.05$). افزودن آنزیم به جیره‌ها، قابلیت هضم ایلئومی پروتئین و چربی را افزایش داد ($P < 0.05$ ؛ جدول ۳). قابلیت هضم ایلئومی پروتئین در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های پلت با رقم ریحانه و یا جیره حاوی رقم ریحانه و آنزیم بیشتر بود ($P < 0.05$). قابلیت هضم ایلئومی چربی در پرندگان تحت تاثیر شکل فیزیکی جیره قرار نگرفت. قابلیت هضم ایلئومی چربی در پرندگان تغذیه شده با جیره های حاوی جو رقم ریحانه و آنزیم بیشتر از سایر پرندگان بود ($P < 0.05$). قابلیت هضم ایلئومی چربی در جیره‌های حاوی آنزیم که پلت شدند در مقایسه با سایر جیره‌ها (به استثنای جیره های آردی حاوی آنزیم) بیشتر بود ($P < 0.05$ ؛ جدول ۳).

میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری و انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت (جدول ۴) در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی جو رقم ریحانه و یوسف بیشتر از رقم فجر و در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های پلت در مقایسه با جیره‌های آردی کمتر بود ($P < 0.05$). میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری و انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت، با افزودن آنزیم به جیره‌ها افزایش یافت ($P < 0.05$).

میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری و انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت در جیره‌های پلت حاوی جو رقم فجر از سایر جیره‌ها (به استثنای جیره‌های آردی حاوی جو رقم فجر) کمتر بود ($P < 0.05$). افزودن آنزیم به جیره‌های حاوی جو رقم ریحانه و فجر میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری و انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت را افزایش داد ($P < 0.05$). میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری و انرژی قابل متابولیسم

رابطه ۵)

انرژی قابل = انرژی قابل متابولیسم ظاهری ارقام آزمایشی انرژی قابل متابولیسم - متابولیسم ظاهری جیره پایه انرژی قابل متابولیسم ظاهری جیره - ظاهری جیره)) پایه ((سطح جایگزینی)/تست

رابطه ۶)

انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح = ارقام آزمایشی انرژی قابل متابولیسم ظاهری - شده برای ازت جیره پایه انرژی قابل - تصحیح شده برای ازت جیره پایه)) / متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت جیره تست ((سطح جایگزینی

میزان انرژی خالص ارقام جو به کمک رابطه ۷، برآورد شد [۱۲، ۱۱].

رابطه ۷)

$NE = ((AMEn \times (0.6 \times CP + 0.9 \times EE + 0.75 \times NFE)) / (CP + EE + NFE))$
داده ها با نرم افزار Excel پردازش و با رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹) [۲۴] برای مدل آماری (رابطه ۸) تجزیه و میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شدند.

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + F_j + E_k + CF_{ij} + CE_{ik} + FE_{jk} + CFE_{ijk} + e_{ijkl}$$

رابطه ۸)

در این رابطه، Y_{ijkl} مقدار هر مشاهده، μ اثر میانگین جامعه آماری، C_i اثر رقم جو نام، F_j اثر شکل فیزیکی زام خوراک، E_k اثر سطح کام آنزیم، CF_{ij} اثر متقابل ارقام جو و شکل فیزیکی خوراک، CE_{ik} اثر متقابل ارقام جو و سطح آنزیم، FE_{jk} اثر متقابل شکل فیزیکی خوراک و سطح آنزیم، CFE_{ijk} اثر متقابل ارقام جو، شکل فیزیکی خوراک و سطح آنزیم و e_{ijkl} اثر اشتباه آزمایشی است.

ظاهری تصحیح شده برای ازت در جیره‌های پلت حاوی آنزیم و یا آردی حاوی آنزیم از جیره‌های دیگر بیشتر بود ($P < 0/05$).
 آردی یا پلت فاقد آنزیم حاوی جو رقم فجر از سایر جیره-ها کمتر بود ($P < 0/05$). افزودن آنزیم به جیره‌های پلت حاوی جو رقم ریحانه میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری و انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت را افزایش داد ($P < 0/05$).

جدول ۳. تاثیر شکل فیزیکی جیره، رقم جو و افزودن آنزیم بر قابلیت هضم ایلئومی پروتئین و چربی (درصد) در جوجه‌های گوشتی

| عوامل آزمایشی | قابلیت هضم پروتئین | قابلیت هضم چربی |
|-----------------------|---------------------|--------------------|
| رقم جو | | |
| فجر | ۶۵/۶۵ ^c | ۶۴/۲۸ ^b |
| ریحانه | ۷۸/۸۱ ^a | ۶۸/۰۳ ^a |
| یوسف | ۷۶/۳۶ ^b | ۶۴/۹۸ ^b |
| SEM | ۰/۲۹ | ۰/۶۱ |
| P-value | < ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۵ |
| شکل فیزیکی جیره | | |
| آردی | ۷۳/۸۳ | ۶۶/۱۹ |
| پلت | ۷۳/۳۹ | ۶۵/۳۴ |
| SEM | ۰/۲۳ | ۰/۵ |
| P-value | ۰/۲ | ۰/۲۴ |
| سطح آنزیم | | |
| بدون آنزیم | ۷۲/۵۶ ^b | ۶۳/۴۹ ^b |
| با آنزیم | ۷۴/۶۵ ^a | ۶۸/۰۴ ^a |
| SEM | ۰/۲۳ | ۰/۵ |
| P-value | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ |
| رقم × شکل فیزیکی جیره | | |
| فجر × آردی | ۶۶/۱۸ ^d | ۶۵/۰۳ |
| فجر × پلت | ۶۵/۱۲ ^d | ۶۳/۵۳ |
| ریحانه × آردی | ۷۸/۵۱ ^{ab} | ۶۹/۰۱ |
| ریحانه × پلت | ۷۹/۱۱ ^a | ۶۷/۰۵ |
| یوسف × آردی | ۷۶/۷۸ ^{bc} | ۶۴/۵۳ |
| یوسف × پلت | ۷۵/۹۳ ^c | ۶۵/۴۳ |
| SEM | ۰/۶۶ | ۱/۴۳ |
| P-value | < ۰/۰۰۰۱ | ۰/۱۲ |

اثر شکل فیزیکی خوراک، رقم جو و افزودن آنزیم بر قابلیت هضم ایلنومی مواد مغذی و انرژی قابل متابولیسم جیره جوجه‌های گوشتی

ادامه جدول ۳. تاثیر شکل فیزیکی جیره، رقم جو و افزودن آنزیم بر قابلیت هضم ایلنومی پروتئین و ...

| عوامل آزمایشی | قابلیت هضم پروتئین | قابلیت هضم چربی |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------|
| رقم × سطح آنزیم | ۶۴/۶۱ ^e | ۶۲/۰۱ ^d |
| فجر × بدون آنزیم | ۶۶/۶۹ ^d | ۶۶/۵۴ ^b |
| فجر × با آنزیم | ۷۷/۳۹ ^b | ۶۵/۵۲ ^{bc} |
| ریحانه × بدون آنزیم | ۸۰/۲۳ ^a | ۷۰/۵۴ ^a |
| ریحانه × با آنزیم | ۷۵/۶۹ ^c | ۶۲/۹۳ ^{cd} |
| یوسف × بدون آنزیم | ۷۷/۰۲ ^{bc} | ۶۷/۰۴ ^b |
| یوسف × با آنزیم | ۰/۴۸ | ۱/۰۶ |
| SEM | | |
| P-value | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ |
| شکل فیزیکی جیره × سطح آنزیم | | |
| آردی × بدون آنزیم | ۷۳/۳۵ | ۶۵/۳۶ ^b |
| آردی × با آنزیم | ۷۴/۳۰ | ۶۷/۰۲ ^{ab} |
| پلت × بدون آنزیم | ۷۱/۷۸ | ۶۱/۶۲ ^c |
| پلت × با آنزیم | ۷۴/۹۹ | ۶۹/۰۶ ^a |
| SEM | ۲/۰۴ | ۰/۸۷ |
| P-value | ۰/۷ | < ۰/۰۰۰۱ |
| رقم × شکل فیزیکی جیره × سطح آنزیم | | |
| فجر × آردی × بدون آنزیم | ۶۵/۷۰ ^e | ۶۴/۰۲ ^{cde} |
| فجر × آردی × با آنزیم | ۶۶/۶۷ ^e | ۶۶/۰۳ ^{bcd} |
| فجر × پلت × بدون آنزیم | ۶۳/۵۲ ^f | ۶۰/۰۰ ^f |
| فجر × پلت × با آنزیم | ۶۶/۷۲ ^e | ۶۷/۰۶ ^{bcd} |
| ریحانه × آردی × بدون آنزیم | ۷۷/۶۹ ^{bc} | ۶۸/۰۲ ^{abc} |
| ریحانه × آردی × با آنزیم | ۷۹/۳۴ ^b | ۷۰/۰۰ ^{ab} |
| ریحانه × پلت × بدون آنزیم | ۷۷/۰۹ ^c | ۶۳/۰۳ ^{def} |
| ریحانه × پلت × با آنزیم | ۸۱/۱۳ ^a | ۷۱/۰۸ ^a |
| یوسف × آردی × بدون آنزیم | ۷۶/۶۶ ^c | ۶۴/۰۳ ^{cde} |
| یوسف × آردی × با آنزیم | ۷۶/۹۱ ^c | ۶۵/۰۲ ^{cde} |
| یوسف × پلت × بدون آنزیم | ۷۴/۷۲ ^d | ۶۱/۸۲ ^{ef} |
| یوسف × پلت × با آنزیم | ۷۷/۱۴ ^c | ۶۹/۰۵ ^{ab} |
| SEM | ۰/۵۸ | ۱/۲۳ |
| P-value | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ |

a-f: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف متفاوت معنی دار است.

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جدول ۴. تاثیر شکل فیزیکی جیره، رقم جو و افزودن آنزیم بر میزان انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در هر کیلوگرم) جوجه‌های گوشتی

| عوامل آزمایشی | انرژی قابل متابولیسم ظاهری | انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت |
|-----------------------|----------------------------|---|
| رقم جو | | |
| فجر | ۲۸۴۸ ^b | ۲۸۳۳ ^b |
| ریحانه | ۳۰۲۰ ^a | ۳۰۰۱ ^a |
| یوسف | ۲۹۹۰ ^a | ۲۹۷۱ ^a |
| SEM | ۱۲/۵۹ | ۱۲/۵۷ |
| P-value | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ |
| شکل فیزیکی جیره | | |
| آردی | ۲۹۶۸ ^a | ۲۹۵۱ ^a |
| پلت | ۲۹۳۷ ^b | ۲۹۱۹ ^b |
| SEM | ۱۰/۲۸ | ۱۰/۲۷ |
| P-value | ۰/۰۴ | ۰/۰۴ |
| سطح آنزیم | | |
| بدون آنزیم | ۲۸۸۳ ^b | ۲۸۶۵ ^b |
| با آنزیم | ۳۰۲۲ ^a | ۳۰۰۴ ^a |
| SEM | ۱۰/۲۸ | ۱۰/۲۷ |
| P-value | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ |
| رقم × شکل فیزیکی جیره | | |
| فجر × آردی | ۲۸۸۷ ^{ab} | ۲۸۷۱ ^{ab} |
| فجر × پلت | ۲۸۰۹ ^b | ۲۷۹۳ ^b |
| ریحانه × آردی | ۳۰۱۷ ^a | ۲۹۹۸ ^a |
| ریحانه × پلت | ۳۰۲۳ ^a | ۳۰۰۳ ^a |
| یوسف × آردی | ۳۰۰۰ ^a | ۲۹۸۱ ^a |
| یوسف × پلت | ۲۹۷۹ ^a | ۲۹۶۰ ^a |
| SEM | ۴۳/۴۷ | ۴۳/۳۵ |
| P-value | < ۰/۰۰۷ | < ۰/۰۰۸ |
| رقم × سطح آنزیم | | |
| فجر × بدون آنزیم | ۲۷۰۹ ^c | ۲۶۹۳ ^c |
| فجر × با آنزیم | ۲۹۸۷ ^{ab} | ۲۹۷۱ ^{ab} |
| ریحانه × بدون آنزیم | ۲۹۸۳ ^b | ۲۹۶۴ ^b |
| ریحانه × با آنزیم | ۳۰۵۷ ^a | ۳۰۳۷ ^a |
| یوسف × بدون آنزیم | ۲۹۵۶ ^b | ۲۹۳۸ ^b |
| یوسف × با آنزیم | ۳۰۲۲ ^{ab} | ۳۰۰۴ ^{ab} |
| SEM | ۲۳/۳۵ | ۲۳/۲۸ |
| P-value | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ |

اثر شکل فیزیکی خوراک، رقم جو و افزودن آنزیم بر قابلیت هضم ایلنومی مواد مغذی و انرژی قابل متابولیسم جیره جوجه‌های گوشتی

ادامه جدول ۴. تاثیر شکل فیزیکی جیره، رقم جو و افزودن آنزیم بر میزان انرژی قابل متابولیسم ...

| عوامل آزمایشی | انرژی قابل متابولیسم ظاهری | انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت |
|-----------------------------------|----------------------------|---|
| شکل فیزیکی جیره × سطح آنزیم | | |
| آردی × بدون آنزیم | ۲۹۲۳ ^{bc} | ۲۹۰۵ ^{bc} |
| آردی × با آنزیم | ۳۰۱۳ ^{ab} | ۲۹۹۵ ^{ab} |
| پلت × بدون آنزیم | ۲۸۴۲ ^c | ۲۸۲۵ ^c |
| پلت × با آنزیم | ۳۰۳۱ ^a | ۳۰۱۳ ^a |
| SEM | ۳۵/۱۶ | ۳۴/۷۷ |
| P-value | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۱ |
| رقم × شکل فیزیکی جیره × سطح آنزیم | | |
| فجر × آردی × بدون آنزیم | ۲۷۹۷ ^d | ۲۷۸۱ ^d |
| فجر × آردی × با آنزیم | ۲۹۷۷ ^{bc} | ۲۹۶۱ ^{bc} |
| فجر × پلت × بدون آنزیم | ۲۶۲۱ ^e | ۲۶۰۶ ^e |
| فجر × پلت × با آنزیم | ۲۹۹۷ ^{abc} | ۲۹۸۱ ^{abc} |
| ریحانه × آردی × بدون آنزیم | ۲۹۸۸ ^{abc} | ۲۹۶۹ ^{abc} |
| ریحانه × آردی × با آنزیم | ۳۰۴۶ ^{ab} | ۳۰۲۷ ^{ab} |
| ریحانه × پلت × بدون آنزیم | ۲۹۷۷ ^{bc} | ۲۹۵۹ ^{bc} |
| ریحانه × پلت × با آنزیم | ۳۰۶۸ ^a | ۳۰۴۸ ^a |
| یوسف × آردی × بدون آنزیم | ۲۹۸۳ ^{bc} | ۲۹۶۵ ^{abc} |
| یوسف × آردی × با آنزیم | ۳۰۱۷ ^{ab} | ۲۹۹۸ ^{ab} |
| یوسف × پلت × بدون آنزیم | ۲۹۲۹ ^c | ۲۹۱۱ ^c |
| یوسف × پلت × با آنزیم | ۳۰۲۸ ^{ab} | ۳۰۰۹ ^{ab} |
| SEM | ۲۵/۱۸ | ۲۵/۱۵ |
| P-value | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ |

a-c: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف متفاوت معنی دار است.

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

هضم پروتئین و چربی، محتوای انرژی قابل متابولیسم و میزان انرژی خالص با پلت نمودن ارقام جو کاهش و با افزودن آنزیم به ارقام، افزایش یافت ($P < 0/05$; جدول ۵). پلت نمودن جو رقم فجر در مقایسه با سایر ارقام، قابلیت هضم پروتئین و چربی، محتوای انرژی قابل متابولیسم و میزان انرژی خالص را کاهش داد ($P < 0/05$);

قابلیت هضم پروتئین و چربی در جو ریحانه بیشتر از ارقام فجر و یوسف بود ($P < 0/05$). محتوای انرژی قابل متابولیسم (ظاهری و ظاهری تصحیح شده برای ازت) و انرژی خالص در ارقام جو ریحانه و یوسف بیشتر از جو فجر بود ولی نسبت انرژی خالص: انرژی قابل متابولیسم در جو فجر بیشتر از دو رقم دیگر بود ($P < 0/05$). قابلیت

تحقیقات نشان داده است که علاوه بر فیبر محلول، فیبر نامحلول نیز بر قابلیت هضم تاثیر می‌گذارد. فیبر نامحلول در دستگاه گوارش پرنده هضم نمی‌شود و باعث کاهش انرژی قابل متابولیسم ظاهری می‌شود. از طرفی فیبر نامحلول با بهبود سلامت دستگاه گوارش و توسعه بخش‌های هضم کننده، قابلیت هضم اجزای غیر فیبری را افزایش می‌دهد [۲۳].

دلیل اصلی تفاوت در انرژی قابل متابولیسم رقم‌های مختلف جو، وجود بتاگلوکان به عنوان مهمترین کربوهیدرات غیر نشاسته‌ای می‌باشد. بتاگلوکان‌ها قسمت عمده پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای یولاف و جو را تشکیل می‌دهند [۱۶]. میزان پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای موجود در غلات، معمولاً با انرژی آنها نسبت معکوس دارد بگونه‌ای که مقدار آن می‌تواند میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده بر مبنای ازت مواد خوراکی را تحت تاثیر قرار دهد. بعضی از فاکتورهای داخلی در جو موجب تفاوت در ارزش تغذیه‌ای این ماده خوراکی می‌شود که هنوز ناشناخته‌اند، به طوری که مواد خوراکی با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی یکسان، انرژی متابولیسمی متفاوتی دارند که موجب عملکرد متفاوت در جوجه‌های گوشتی می‌شوند [۱۶].

محققان با بررسی ترکیب شیمیایی و انرژی قابل متابولیسم ظاهری ارقام مختلف جو در جوجه‌های گوشتی گزارش نمودند که میزان انرژی قابل متابولیسم جو تحت تاثیر رقم قرار گرفت [۱]. تحقیقات نشان می‌دهد که حتی غلات با بتاگلوکان یکسان بدلیل تفاوت در مقادیر وزن مولکولی آنها می‌توانند از لحاظ ویسکوزیته با یکدیگر تفاوت داشته باشند [۱۰]. آنالیز داده‌های مرتبط با گندم و جو نشان داد که فیبر کل، فیبر محلول جیره، بتاگلوکان‌ها و میزان نشاسته با توجه به منبع غله دارای اختلاف معنی‌داری هستند [۲۵].

جدول ۵). افزودن آنزیم به ارقام جو ریحانه و فجر، قابلیت هضم پروتئین و چربی، میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری و انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت را افزایش داد ($P < 0/05$)؛ جدول ۵). افزودن آنزیم به ارقام جو پلت و یا آردی قابلیت هضم چربی را افزایش داد. پلت نمودن ارقام جو بدون افزودن آنزیم، میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری، انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت و میزان انرژی خالص را کاهش داد ($0/05 < P$ ؛ جدول ۵).

پلت نمودن و یا افزودن آنزیم، نسبت انرژی خالص به انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده بر مبنای ازت را تحت تاثیر قرار نداد، اما رقم تاثیر معنی‌داری بر این نسبت داشت، بطوریکه رقم فجر در مقایسه با سایر ارقام از راندمان انرژی بالاتری برخوردار بود ($P < 0/05$). جو رقم فجر آردی یا پلت (با یا بدون آنزیم) در مقایسه با سایر ارقام نسبت انرژی خالص به انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده بر مبنای ازت را بطور معنی‌داری افزایش داد ($0/05 < P$ ؛ جدول ۵).

جیره‌های حاوی جو رقم فجر، قابلیت هضم و انرژی قابل متابولیسم پایتتری داشت. جو رقم ریحانه کمترین و جو رقم فجر بیشترین میزان پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول و نامحلول را دارا بودند (جدول ۲). گزارش شده است که فیبر محلول غلاتی همانند جو، قابلیت هضم مواد مغذی را کاهش می‌دهد [۱۸]. ارزیابی نمونه‌های مختلف گندم، نشان داد که پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول باعث تفاوت در قابلیت هضم شده است [۲۳]. در مقابل گزارش شده است که ویسکوزیته عامل اصلی کاهش قابلیت هضم در جیره‌های بر پایه گندم نیست [۸]. محققان با ارزیابی انرژی قابل متابولیسم ظاهری هشت رقم مختلف جو دامنه‌ی آن را بین $2/7$ تا $2/9$ کیلوکالری در گرم گزارش نمودند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد [۲۸].

اثر شکل فیزیکی خوراک، رقم جو و افزودن آنزیم بر قابلیت هضم ایلنومی مواد مغذی و انرژی قابل متابولیسم جیره جوجه‌های گوشتی

نتایج این آزمایش نشان داد که پلت نمودن قابلیت هضم پروتئین و چربی و میزان انرژی قابل متابولیسم را کاهش می‌دهد (جدول ۳ و ۴). بررسی تاثیر فرآیند حرارتی و مکمل آنزیمی بر خصوصیات هضمی و عملکرد جوجه‌های گوشتی نشان داد که فرآیند حرارتی جو ویسکوزیته را افزایش داد. حرارت ممکن است سبب افزایش واکنش میلارد و کاهش قابلیت هضم گردد [۱۵].

جدول ۵. تاثیر وارپته، آنزیم و شکل فیزیکی بر قابلیت هضم ایلنومی مواد مغذی، انرژی قابل متابولیسم و انرژی خالص (کیلوکالری در کیلوگرم) ارقام جو ایرانی در جوجه های گوشتی

| عوامل آزمایشی | قابلیت هضم پروتئین (درصد) | قابلیت هضم چربی (درصد) | انرژی قابل متابولیسم ظاهری | انرژی قابل متابولیسم ظاهر تصحیح شده برای ازت | انرژی خالص |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|--|--------------------|
| رقم جو | | | | | |
| فجر | ۶۳/۸ ^c | ۶۲/۵۱ ^b | ۲۷۷۳ ^b | ۲۷۵۸ ^b | ۲۰۰۲ ^b |
| ریحانه | ۷۶/۹ ^a | ۶۶/۲۶ ^a | ۲۹۴۵ ^a | ۲۹۲۶ ^a | ۲۰۱۳ ^a |
| یوسف | ۷۴/۵ ^b | ۶۳/۲۱ ^b | ۲۹۱۴ ^a | ۲۸۹۶ ^a | ۲۰۱۱ ^a |
| SEM | ۰/۲۹ | ۰/۶۱ | ۱۲/۵۹ | ۱۲/۵۸ | ۱۲/۱۴ |
| P-value | < ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۵ | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ |
| شکل فیزیکی جیره | | | | | |
| آردی | ۷۲/۰۹ ^a | ۶۴/۵۱ | ۲۸۹۳ ^a | ۲۸۷۶ ^a | ۲۰۰۹ ^a |
| پلت | ۷۱/۳۷ ^b | ۶۳/۴۸ | ۲۸۶۲ ^b | ۲۸۴۴ ^b | ۲۰۰۸ ^b |
| SEM | ۰/۲۳ | ۰/۴۹ | ۱۰/۲۸ | ۱۰/۲۷ | ۱۱/۱۶ |
| P-value | ۰/۰۴ | ۰/۰۳ | ۰/۰۴ | ۰/۰۴ | ۰/۰۴ |
| سطح آنزیم | | | | | |
| بدون آنزیم | ۷۰/۶۹ ^b | ۶۱/۷۲ ^b | ۲۸۰۸ ^b | ۲۷۹۱ ^b | ۲۰۰۴ ^b |
| با آنزیم | ۷۲/۷۸ ^a | ۶۶/۲۷ ^a | ۲۹۴۷ ^a | ۲۹۳۰ ^a | ۲۰۱۴ ^a |
| SEM | ۰/۲۳ | ۰/۴۹ | ۱۰/۲۸ | ۱۰/۲۷ | ۱۱/۱۶ |
| P-value | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ |
| رقم × شکل فیزیکی جیره | | | | | |
| فجر × آردی | ۶۴/۴۵ ^d | ۶۳/۳۵ | ۲۸۱۲ ^{ab} | ۲۷۹۷ ^{ab} | ۲۰۰۵ ^{ab} |
| فجر × پلت | ۶۳/۱۱ ^d | ۶۱/۶۷ | ۲۷۳۴ ^b | ۲۷۱۹ ^b | ۱۰۹۹ ^b |
| ریحانه × آردی | ۷۶/۷۸ ^{ab} | ۶۷/۳۳ | ۲۹۴۳ ^a | ۲۹۲۴ ^a | ۲۰۱۳ ^a |
| ریحانه × پلت | ۷۷/۱۰ ^a | ۶۵/۲۰ | ۲۹۴۷ ^a | ۲۹۲۹ ^a | ۲۰۱۳ ^a |
| یوسف × آردی | ۷۷/۰۵ ^{bc} | ۶۲/۸۵ | ۲۹۲۵ ^a | ۲۹۰۷ ^a | ۲۰۱۲ ^a |
| یوسف × پلت | ۷۳/۹۲ ^c | ۶۳/۵۸ | ۲۹۰۴ ^a | ۲۸۸۶ ^a | ۲۰۱۰ ^a |
| SEM | ۰/۶۷ | ۱/۴۵ | ۴۳/۴۷ | ۴۳/۳۶ | ۴۲/۴۶ |
| P-value | < ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۱ |

ادامه جدول ۵. تاثیر وارسته، آنزیم و شکل فیزیکی بر قابلیت هضم ایلنومی مواد مغذی، انرژی قابل متابولیسم و ...

| عوامل آزمایشی | قابلیت هضم پروتئین (درصد) | قابلیت هضم چربی (درصد) | انرژی قابل متابولیسم ظاهری | انرژی قابل متابولیسم ظاهر تصحیح شده برای ازت | انرژی خالص |
|-----------------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|--|---------------------|
| رقم × سطح آنزیم | | | | | |
| فجر × بدون آنزیم | ۶۲/۷۳ ^e | ۶۰/۲۴ ^d | ۲۶۳۴ ^c | ۲۶۱۹ ^c | ۲۰۱۲ ^{ab} |
| فجر × با آنزیم | ۶۴/۸۲ ^d | ۶۴/۷۸ ^b | ۲۹۱۲ ^{ab} | ۲۸۹۷ ^{ab} | ۱۹۲۰ ^c |
| ریحانه × بدون آنزیم | ۷۵/۵۱ ^b | ۶۳/۷۶ ^{bc} | ۲۹۰۸ ^b | ۲۸۹۰ ^b | ۲۰۱۱ ^{ab} |
| ریحانه × با آنزیم | ۷۸/۳۶ ^a | ۶۸/۷۷ ^a | ۲۹۸۲ ^a | ۲۶۹۳ ^a | ۲۰۱۶ ^a |
| یوسف × بدون آنزیم | ۷۳/۸۲ ^c | ۶۱/۱۶ ^{cd} | ۲۸۸۱ ^b | ۲۸۶۴ ^b | ۲۰۰۹ ^b |
| یوسف × با آنزیم | ۷۵/۱۵ ^{bc} | ۶۵/۲۷ ^b | ۲۹۴۷ ^{ab} | ۲۹۲۹ ^{ab} | ۲۰۱۳ ^{ab} |
| SEM | ۰/۵ | ۱/۰۷ | ۲۳/۳۷ | ۲۳/۳ | ۲۲/۱۱ |
| P-value | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ |
| شکل فیزیکی جیره × سطح آنزیم | | | | | |
| آردی × بدون آنزیم | ۷۱/۶۱ | ۶۳/۶۸ ^b | ۲۸۴۸ ^{bc} | ۲۸۳۱ ^{bc} | ۲۰۰۹ ^a |
| آردی × با آنزیم | ۷۲/۵۷ | ۶۵/۳۴ ^{ab} | ۲۹۳۹ ^{ab} | ۲۹۲۱ ^{ab} | ۲۰۱۳ ^a |
| پلت × بدون آنزیم | ۶۹/۷۶ | ۵۹/۷۶ ^c | ۲۷۶۷ ^c | ۲۷۵۱ ^c | ۲۰۰۱ ^b |
| پلت × با آنزیم | ۷۲/۹۸ | ۶۷/۲۰ ^a | ۲۹۵۶ ^a | ۲۹۳۸ ^a | ۲۰۱۴ ^a |
| SEM | ۲/۰۴ | ۰/۸۷ | ۳۵/۱۶ | ۳۴/۷۷ | ۳۳/۱۷ |
| P-value | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ |
| رقم × شکل فیزیکی جیره × سطح آنزیم | | | | | |
| فجر × آردی × بدون آنزیم | ۶۳/۹۶ ^e | ۶۲/۳۴ ^{def} | ۲۷۲۲ ^d | ۲۷۰۷ ^d | ۱۹۸۰ ^d |
| فجر × آردی × با آنزیم | ۶۴/۹۳ ^e | ۶۴/۳۵ ^{cde} | ۲۹۰۲ ^{bc} | ۲۸۸۷ ^{bc} | ۲۱۱۰ ^{abc} |
| فجر × پلت × بدون آنزیم | ۶۱/۵۰ ^f | ۵۸/۱۴ ^g | ۲۵۴۶ ^e | ۲۵۳۱ ^e | ۱۸۵۰ ^e |
| فجر × پلت × با آنزیم | ۶۴/۷۱ ^e | ۶۵/۲۰ ^{bcd} | ۲۹۲۲ ^{abc} | ۲۹۰۶ ^{abc} | ۲۱۳۰ ^{ab} |
| ریحانه × آردی × بدون آنزیم | ۷۵/۹۵ ^{bc} | ۶۶/۳۴ ^{abc} | ۲۹۱۳ ^{abc} | ۲۸۹۵ ^{abc} | ۲۱۱۰ ^{abc} |
| ریحانه × آردی × با آنزیم | ۷۷/۶۰ ^{ab} | ۶۸/۳۲ ^{ab} | ۲۹۷۲ ^{ab} | ۲۹۵۳ ^{ab} | ۲۱۵۰ ^{ab} |
| ریحانه × پلت × بدون آنزیم | ۷۵/۰۷ ^c | ۶۱/۱۷ ^{ef} | ۲۹۰۲ ^{bc} | ۲۸۸۴ ^{bc} | ۲۱۰۰ ^{bc} |
| ریحانه × پلت × با آنزیم | ۷۹/۱۲ ^a | ۶۹/۲۲ ^a | ۲۹۹۳ ^a | ۲۹۷۳ ^a | ۲۱۷۰ ^a |
| یوسف × آردی × بدون آنزیم | ۷۴/۹۲ ^c | ۶۲/۳۶ ^{def} | ۲۹۰۸ ^{bc} | ۲۸۹۰ ^{abc} | ۲۱۱۰ ^{abc} |
| یوسف × آردی × با آنزیم | ۷۵/۱۷ ^c | ۶۳/۳۴ ^{cdef} | ۲۹۴۲ ^{ab} | ۲۹۲۴ ^{ab} | ۲۱۳۰ ^{ab} |
| یوسف × پلت × بدون آنزیم | ۷۲/۷۱ ^d | ۵۹/۹۶ ^{fg} | ۲۸۵۴ ^c | ۲۸۳۷ ^c | ۲۰۰۷ ^c |
| یوسف × پلت × با آنزیم | ۷۵/۱۲ ^c | ۶۷/۱۹ ^{abc} | ۲۹۵۳ ^{ab} | ۲۹۳۵ ^{ab} | ۲۰۱۴ ^{ab} |
| SEM | ۰/۵۸ | ۱/۲۲ | ۲۵/۱۹ | ۲۵/۱۶ | ۲۵/۱۴ |
| P-value | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ | < ۰/۰۰۰۱ |

a-f: تفاوت میانگین ها در هر ستون با حروف متفاوت معنی دار است.

SEM: خطای استاندارد میانگین ها.

خالص نیز افزایش یافته است. نتایج اخیر نشان داد که پیش‌بینی انرژی خالص از طریق ترکیبات شیمیایی مواد خوراکی برای اهداف تولیدی از نظر اقتصادی قابل توجیه و قادر به ارزیابی دقیق مقدار انرژی قابل دسترس خوراک می‌باشد [۲۷]. در همین راستا معادلات پیش‌بینی منتشر شده برای تعیین انرژی خالص برای طیور مشخص نمود که انرژی خالص و انرژی قابل متابولیسم ظاهری حاصل از محصولات با پروتئین بالا و از منشاء حیوانی زمانی که با دانه غلات، محصولات فرعی غلات و سبزیجات با پروتئین بالا مقایسه می‌شوند بیشتر تخمین زده می‌شود [۱۱، ۱۳]. با توجه به اینکه توسعه سیستم انرژی خالص برای جوجه‌های گوشتی بایستی قبل از اجرا، معتبر باشد و از طرفی پیشنهادات در مورد بکارگیری معادلات پیشگویی انرژی ویژه غذاها از روی انرژی قابل متابولیسم آنها در طیور هنوز مورد پذیرش قرار نگرفته است [۱۴] لذا صحت بررسی تاثیر فرآوری ارقام جو بر میزان انرژی خالص نیاز به تحقیقات بیشتر در آینده دارد.

با توجه به نتایج حاصل، پلت نمودن قابلیت هضم و انرژی قابل متابولیسم را کاهش داده است اما افزودن آنزیم به جیره‌های آردی یا پلت با بهبود قابلیت هضم و افزایش انرژی زایی باعث استفاده بهتر از ارقام جو شده است. بنابراین، استفاده از جو رقم ریحانه همراه با آنزیم و به شکل پلت، در تغذیه جوجه‌های گوشتی باعث بهبود قابلیت هضم و افزایش انرژی زایی می‌شود.

منابع

۱. قیصری ع، پورآبادی ا، پوررضا ج، محلوچی م و بهادران ر (۱۳۸۶). تعیین ترکیب شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری ارقام مختلف جو در جوجه‌های گوشتی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۱: ۴۱۵-۴۰۵.

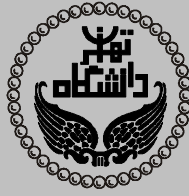
گزارش شده است که با پلت نمودن غلاتی مانند گندم و سورگوم، مصرف خوراک افزایش و به تبع آن سرعت عبور از روده افزایش می‌یابد که در نهایت باعث کاهش قابلیت هضم ایلئومی پروتئین و کاهش انرژی قابل متابولیسم ظاهری می‌شود. پلت نمودن نه تنها تاثیر مثبتی بر انرژی قابل متابولیسم ظاهری و ابقای انرژی ندارد بلکه انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده بر مبنای ازت را کاهش داده است [۵].

با افزودن آنزیم به جیره‌ها، قابلیت هضم ایلئومی پروتئین و چربی، میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری و انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده بر مبنای ازت افزایش یافت. افزودن آنزیم سبب کاهش تفاوت بین ارزش تغذیه‌ای ارقام جو می‌شود. استفاده از آنزیم‌های آگروزونوسی در جیره‌های حاوی گندم و جو، با کاهش ویسکوزیته، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی، سرعت رشد و ضریب تبدیل را بهبود بخشیده است [۲۶]. گزارش شده است که افزودن آنزیم بتاگلوکاناز به جیره‌های حاوی رقم-های مختلف جو، میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری، انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده بر مبنای ازت و قابلیت هضم ایلئومی پروتئین را افزایش داد [۲۲]. محققان اثرات مثبت آنزیم‌ها بر تجزیه پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، کاهش ویسکوزیته و بهبود استفاده از مواد مغذی و بهبود عملکرد طیور را گزارش نموده‌اند [۹، ۷].

میزان انرژی خالص محاسبه شده جو رقم فجر در مقایسه با سایر ارقام پایتتر بود (جدول ۳) که بنظر می‌رسد میزان پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای بالاتر و پروتئین پایتتر این رقم در مقایسه با سایر ارقام (جدول ۲)، انرژی خالص را کاهش داده است. پلت نمودن باعث کاهش قابلیت هضم مواد مغذی شده است و ممکن است این موضوع باعث کاهش انرژی خالص حاصل از پلت شده باشد که با افزودن آنزیم و بهبود قابلیت هضم، انرژی

9. Choct M and G Annison (1992). The inhibition of nutrient digestion by wheat pentosans Br J of Nutr 67: 123- 132.
10. Colleoni-sirghie M, kovalenko IV, Briggs JL and white PJ (2003). Rheological and molecular properties of water soluble (1-3), (1-4) beta-d-glucans from high beta-glucan and traditional oat lines Carbohydrate polymers 52: 439-447.
11. De Groote G (1974 b). A comparison of a new net energy system with the metabolisable energy system in broiler diet formulation, performance and profitability. British Poultry Science. 15: 75-95.
12. DE Groote G (1974a). Utilization of metabolisable energy In: Energy Requireinens of Poultry (Morris, TR and Freeman, BM, Eds), Poultry Science Symposium No 9, British Poultry Science. Ltd, Edinburgh, pp 113-133.
13. Emmans GC (1994). Effective energy: a concept of energy utilization applied across species. British Journal of Nutrition 71:801-821.
14. Fraps GS and Carlyle EC (1939). The utilization of the energy of feed by growing chickens Texas Agricultural Experiment Station Bulletin No 571.
15. Garcia M, Lazaro R, Latorre MA, Gracia MI and Mateos GG (2008). Influence of enzyme supplementation and heat processing of barley on digestive traits and productive performance of broilers Poultry Science 87:940-948.
16. Henry RJ (1987). Pentosan and (1-3) (1-4) β -glucan concentration in endosperm and whole grain of wheat, barley, oat and rye. Journal of cereal science 6:253-258.
۲. یعقوب فرا و فضایی ح (۱۳۷۸). تعیین انرژی زایی جو بدون پوسته در تغذیه طیور. پژوهش و سازندگی: شماره ۴۵: ۱۲۳-۱۲۲
3. Abdollahi MR, Ravindran V, Wester TJ, Ravindran G and Thomas DV (2011). Influence of feed form and conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of starch and nitrogen in broiler starters fed wheat-based diet. Animal Feed Science and Technology 168: 88-99.
4. Alvarenga RR, Zangeronimo MG, Rodrigues PB, Pereira LJ, Wolp RC and Almeida EC (2013). Formulation of diets for poultry: The importance of prediction equations to estimate the energy values. Arch Zootec 62 (R): 1-11.
5. Amerah AM, Ravindran V, LentleRG and Thomas DG (2007b). Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilisation, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters. Poultry Science 86: 2615-2623
6. AOAC (1990) Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists vols 15th Ed.
7. Boguhn J and Rodehutsord M (2010). Effects of nonstarch polysaccharide-hydrolyzing enzymes on performance and amino acid digestibility in turkeys. Poultry Science 89:505-513.
8. Carré B, Idi A, Maisonnier S, Melcion JP, Oury FX, Gomez J and Pluchard P (2002). Relationships between digestibilities of food components and characteristics of wheats (*Triticum aestivum*) introduced as the only cereal source in a broiler chicken diet. British Poultry Science. 43: 404-415.

17. Kluth H, Mehlhorn K and Rodehutsord M (2005). Studies on the intestine section to be sampled in broiler studies on precaecal amino acid digestibility. *Arch Anim Nutr* 59:271–279.
18. Maisonnier S, Gomez J and Carré B (2001). Nutrient digestibility and intestinal viscosities in broiler chickens fed on wheat-based diets, as compared to guar gum added maize-diets. *British Poultry Science* 42, 102–110.
19. Marron L, Bedford MR and Mccracken KJ (2001). The effects of adding xylanase, vitamin C and copper sulphate to wheat-based diets on broiler performance. *British Poultry Science* 42: 493–500.
20. Meng XB, A. Slominski CM, Nyachoti LD and Guenter W (2005). Degradation of Cell Wall Polysaccharides by Combinations of Carbohydrase Enzymes and Their Effect on Nutrient Utilization and Broiler Chicken Performance. *Poultry Science* 84: 37–47.
21. NRC (1994). *Nutrient Requirements of Poultry 9ed* Washington: National Academy of Sciences
22. Ravindran V, Cabahug S, Ravindran G and Bryden WL (1999). Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility in feedstuffs for broilers. *Poultry Science* 78: 699-706.
23. Ravindran V, Tilman ZV, Morel PCH, Ravindran G and Coles GD (2007). Influence of β -glucanase supplementation on the metabolisable energy and ileal nutrient digestibility of normal starch and waxy barleys for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology* 134:45–55.
24. SAS Institute (2002). *SAS® User's Guide: Statistics Version 9 Edition* SAS Institute Inc, Cary, N.
25. Scott T A, and Hall J W (1998). Using acid insoluble ash marker ratio (diet: digesta) to predict digestibility of wheat and barley metabolizable energy and nitrogen retention in chicks. *Poultry Science* 77: 674-679.
26. Svihus B, Juvik E, Hetland H and Krogdahl A (2004). Causes for improvement in nutritive value of broiler chicken diets with whole wheat instead of ground wheat. *British Poultry Science* 45: 55–60.
27. Svihus B and Hetland H (2001). Ileal starch digestibility in growing broiler chickens fed on a wheat-based diet is improved by mash feeding, dilution with cellulose or whole wheat inclusion. *British Poultry Science* 42: 633–637.
28. Van Der Klis JD, wakernaak C K, Jansman A and M Blok (2010). Energy in poultry diets: Adjusted AME or net energy 21st Annual Australian. *Poultry Science Symposium* PP 44-49.
29. Wang ZR, Qiao SY, Lu WQ, and Li DF (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.
30. Yaghobfar A (2016). The efficiency of AMEn and TMEn utilization for NE in broiler diets. *Brazilian Journal of Poultry Science* 18: 47-56.
31. Yaghobfar A. and Boldaji F (2002). Influence of level of feed input and procedure on metabolisable energy and endogenous energy loss (EEL) with adult cockerels. *British Poultry Science* 43: 696–704



Journal of
Animal Production

(College of Abouraihan – University of Tehran)

Vol. 19 ■ No. 1 ■ Spring 2017

Effect of physical form, barley variety and enzyme addition on nutrient ileal digestibility and apparent metabolizable energy of broiler diets

Hooshmandi, A.M^{1}, Bojarpour, M.², Yaghobfar, A.³, Salari, S⁴, Rokni, H.⁵*

1. Ph.D. Student of poultry nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Animal and Food Sciences, Ramin Agriculture and National Resources University of Khuzestan, Ahvaz
2. Associate Professor, Department of Animal Science, Ramin Agricultural and Natural Resources University, Ahvaz, Iran
3. Professor, Department of Animal Nutrition, Animal Science Research Institute, Karaj, Iran
4. Assistant Professor, Animal Science Department, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahvaz, Iran
5. Assistant Professor, Applied Scientific Education Institute of Jihad Keshavarzi, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: February 28, 2016

Accepted: April 30, 2016

Abstract

This experiment was conducted to evaluate the effects of physical form, barley variety and enzyme addition on ileal digestibility, apparent metabolizable energy (AME) and energy efficiency of broiler chickens. The experiment was carried using a factorial experiment with a completely randomized design. Factors were barley variety (Fajr, Reyhaneh, and Yosef), diet form (mash or pellet) and enzyme level (0 and 0/05 g/kg dry matter). Here 927 one day-old Ross 308 broiler chickens were assigned to 12 treatments, 3 replicates and 27 chickens in each replicate. The results of experiment indicated that the digestibility of nutrients, AME, apparent metabolizable energy corrected to zero nitrogen retention (AMEn) and energy efficiencies (NE/AMEn) affected by barley variety ($p < 0/05$). Net Energy (NE) affected by main and interaction effects ($P < 0/05$). Diets containing Reyhaneh barley variety in comparison with other varieties, increased ileal digestible protein (IDP), ileal digestible fat (IDF), NE, AME and AMEn ($P < 0/05$). Although pelleting decreased ileal digestibility of nutrients ($p > 0/05$), NE, AME and AMEn ($p < 0/05$), addition of enzyme to diet increased these indicators ($P < 0/05$). According to these results, the use of pellet diet containing Reyhaneh variety with enzyme improved digestibility and energy efficiency and thus it's recommended to be used in poultry nutrition.

Keywords: Barley variety, Broiler chickens, ileal digestibility, metabolizable energy, physical form