دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

تعیین ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل متابولیسم جو جوانه‌زده در جوجه‌های گوشتی

موسی‌الرضا راسته[1] و بهروز دستار[2]

۱- کارشناس ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- استاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، (نویسنده مسوول: dastar@gau.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۲۲

چکیده

این آزمایش به‌منظور تعیین ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل متابولیسم جو جوانه‌زده با استفاده از جوجه‌های گوشتی انجام شد. برای این منظور پس از تعیین ترکیب شیمیایی جو و جو جوانه‌زده چهار تیمار آزمایشی شامل یک جیره پایه حاوی جو و جایگزینی سطوح ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد جو جوانه‌زده در جیره پایه تهیه شد. برای اندازه‌گیری انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح نشده (AME) و تصحیح شده بر مبنای ازت (AMEn) از روش جمع‌آوری فضولات و همچنین استفاده از نشانگر اکسید کروم استفاده شد. نتایج آزمایش نشان داد جو جوانه‌زده نسبت به جو دارای انرژی خام (۴۱۳۲ در برابر ۴۰۶۵ کیلوکالری/ کیلوگرم) و پروتئین خام (۱۱/۸۱ در برابر ۱۰/۸۷ درصد) بالاتر و مقدار بتاگلوکان کمتر (۱/۰۵۳ در برابر ۳/۱۸ درصد) بود. با افزایش نسبت جایگزینی جو جوانه‌زده، مقادیر AME و AMEn در هر دو روش اندازه‌گیری افزایش یافت، اما این افزایش در روش استفاده از نشانگر معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). میزان انرژی قابل متابولیسم جو جوانه‌زده در این آزمایش به روش برون‌یابی رگرسیون محاسبه شد. مقدار AME جو جوانه‌زده در روش جمع‌آوری فضولات و استفاده از نشانگر به ترتیب ۳۳۱۵/۰۵ و ۳۱۰۷/۹۵ کیلوکالری در کیلوگرم و مقدار AMEn جو جوانه‌زده در روش جمع‌آوری فضولات و استفاده از نشانگر به ترتیب ۳۳۰۴/۶۳ و ۳۱۱۰/۹۵ کیلوکالری در کیلوگرم تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: جو جوانه‌زده، انرژی قابل متابولیسم، جوجه گوشتی

مقدمه

دانه غلات و محصولات فرعی آنها از مهم‌ترین منابع خوراکی تأمین‌کننده کربوهیدرات‌ها و در نتیجه انرژی در جیره طیور می‌باشند که می‌توانند بیش از نیمی از جیره را تشکیل دهند. دانه جو با توجه به مناسب بودن شرایط اقلیمی و وضع آب و خاک کشورمان جهت توسعه کشت آن یکی از مواد خوراکی است که می‌تواند در تغذیه طیور مورد استفاده قرار گیرد. جو دارای غلظت بالایی از نشاسته، پروتئین، ویتامین و دیگر ترکیبات تغذیه‌ای مهم می‌باشد که باعث می‌شود به‌عنوان یک ماده خوراکی مهم تغذیه‌ای تلقی شود (۸). جو همچنین دارای مقدار زیادی پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای می‌باشد. در سال‌های اخیر توجه زیادی به اثرات منفی پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای بر ارزش غذایی دانه غلات شده است. مقدار پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در غلات مختلف، متفاوت است. در ذرت و سورگوم، مقدار این ترکیبات بسیار کمتر است ولی جو، گندم، چاودار و تریتیکاله مقادیر قابل توجهی از این ترکیبات را دارا هستند (۵،۲). پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول با غشاء گلیکوکالیکس[1] لایه مخاطی روده واکنش داده و باعث افزایش ضخامت لایه مخاطی شده و در نتیجه سبب کاهش میزان جذب مواد مغذی در روده می‌شوند (۳). پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای به دلیل ساختمان ویژه‌ای که دارند قادر به جذب آب زیادی (تا ده برابر وزن خود) هستند به نحوی که وجود آنها در جیره باعث افزایش ویسکوزیته محتویات هضمی در روده‌ها شده و مانع از تأثیر آنزیم‌های گوارشی روی مواد مغذی می‌گردند. لذا این ترکیبات با مداخله در هضم و جذب مواد مغذی، باعث کاهش عملکرد در حیوانات تک‌معده‌ای بخصوص پرندگان می‌شوند (۴). جهت بهبود ارزش غذایی دانه جو و کاهش اثرات نامطلوب تغذیه‌ای آن، از فرآیندهای مختلف فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی استفاده می‌شود تا بتوان از این محصول زراعی در جیره طیور بیشتر و با کارایی بهتر استفاده نمود. خیساندن جو در آب سال‌های زیادی است که مطرح شده است، اما هنوز مشخص نیست که کدام یک از اجزاء جو توسط آب تحت تاثیر قرار می‌گیرد. گزارش شده است که میزان بتاگلوکان و ویسکوزیته با اعمال ۲۲ ساعت خیساندن دانه جو کاهش می‌یابد. همچنین آنزیم‌های برون‌زادی باعث کاهش مقدار بتاگلوکان در طی خیساندن دانه جو می‌شود (۱۷). کل بتاگلوکان محلول جو پس از خیساندن کاهش می‌یابد و همچنین ۵۳ ساعت خیساندن همراه با استفاده از آنزیم در حین خیساندن باعث کاهش معنی‌داری در میزان بتاگلوکان نامحلول می‌شود و تأثیری که جوانه‌زنی جو بر ارزش غذایی جو دارد دقیقاً مشابه تأثیر افزودن آنزیم به جیره می‌باشد (۱۸).

جوانه‌زنی جو باعث افزایش میزان انرژی قابل متابولیسم می‌شود. پیر و لیسون (۱۲) نشان دادند که یک

1- Glycocalyx

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

روز پس از جوانه‌زنی جو میزان انرژی قابل متابولیسم در حدود ۴ مگاژول بر کیلوگرم افزایش یافت، اما با افزایش زمان جوانه‌زنی مقدار انرژی به‌صورت خطی کاهش یافت. فنگلر و همکاران (۶) با تغذیه جو جوانه‌زده به جوجه‌های لگهورن گزارش کردند ضریب تبدیل غذایی و قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و چربی در آنها افزایش پیدا کرد. آنها همچنین نشان دادند که با افزایش زمان جوانه‌زنی، ارزش غذایی دانه جو افزایش نمی‌یابد، به‌طوری‌که ۴۸ ساعت جوانه‌زنی بهترین زمان می‌باشد. در تحقیقی که توسط ثابت‌مقدم و همکاران (۱۳) انجام گرفت نشان دادند که جوانه‌زنی جو باعث افزایش مقدار انرژی قابل متابولیسم می‌گردد. با توجه به اینکه در هنگام استفاده از جو در تغذیه طیور معمولاً از آنزیم‌های تجاری استفاده می‌شود که عمدتاً وارداتی هستند این آزمایش به‌منظور بررسی اثر جوانه‌زنی بر ترکیب و مقدار انرژی قابل متابولیسم دانه جو انجام شد.

مواد و روش‌ها

دانه‌های جو و جو جوانه‌زده (رقم ریحان) از مزرعه نمونه ارتش واقع در کیلومتر ۱۵ جاده آق‌قلا-گرگان تهیه شدند. نحوه جوانه‌زنی جو بدین صورت بود که ابتدا دانه‌های جو برای ۴۸ ساعت در آب خیسانده شد. سپس برای مدت ۷۲ ساعت در دمای ۱۷ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۰ تا ۸۰ درصد قرار گرفت تا فرآیند جوانه‌زنی انجام شود. در نهایت دانه جوانه‌زده در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا به رطوبت کمتر از ۸ درصد برسد. مقادیر ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر، چربی خام، فیبر خام دانه‌های جو و جو جوانه‌زده بر اساس روش‌های معمول (۱) تعیین شد. مقدار انرژی خام با استفاده از بمب کالریمتر آدیاباتیک مدل RARR-1261 ساخت کشور آمریکا و مقدار بتاگلوکان جو و جو جوانه‌زده با استفاده از کیت آنزیمی شرکت مگازیم کشور ایرلند (Megazyme International Irland Ltd) تعیین گردید.

در این تحقیق از جوجه‌های گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ که به مدت ۴۲ روز با جیره‌های متعادل تغذیه شده بودند، استفاده گردید. در سن ۴۲ روزگی پس از ۸ ساعت گرسنگی جوجه‌ها توزین شدند و ۴۸ جوجه از میان ۲۸۰ قطعه جوجه که دارای وزن یکسانی بودند انتخاب و در ۲۴ واحد آزمایشی توزیع شدند. در این آزمایش ۴ تیمار وجود داشت که برای هر تیمار ۶ تکرار در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره جو و جایگزینی سطوح ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد جو جوانه‌زده به جای جو بود (جدول ۱). به تمام این جیره‌ها اکسید کرومیک به میزان ۰/۳ درصد به‌عنوان نشانگر غیرقابل‌هضم افزوده شد. جوجه‌های گوشتی به مدت ۷ روز از تیمارهای آزمایشی (جدول ۱) تغذیه شدند که ۴ روز اول (۴۶-۴۲ روزگی) به‌منظور دوره عادت پذیری و ۳ روز بعدی (۴۹-۴۶ روزگی) نیز به‌عنوان دوره رکورد برداری در نظر گرفته شدند. روش کار بدین صورت بود که در طی ۳ روز دوره رکوردبرداری هر روز کل فضولات هر واحد آزمایشی جداگانه جمع‌آوری و توزین می‌شدند. از فضولات جمع‌آوری هر واحد آزمایش یک نمونه تهیه شد که برای خشک شدن به مدت ۴۸ ساعت در آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس مقادیر انرژی قابل متابولیسم ظاهری (AME) و انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای ازت (AME_n) جو و جو جوانه‌زده به دو روش جمع‌آوری فضولات (با توجه به مقدار کل فضولات دفعی) و روش نشانگر (با توجه به غلظت اکسید کروم در فضولات دفعی) تعیین شدند. در طول آزمایش همواره آب و خوراک به صورت آزاد در اختیار پرندگان قرار داشت.

مقادیر انرژی قابل متابولیسم با استفاده از معادلات ذیل تعیین شدند.

معادله ۱: انرژی قابل متابولیسم ظاهری به روش جمع‌آوری فضولات

$$AME_{(kcal/g)}=\frac{(FI\times GE_f)-(E\times GE_e)}{FI}$$

معادله ۲: انرژی قابل متابولیسم ظاهری به روش نشانگر

$$AME_{(kcal/kg)}=GE_{diet}-\left[GE_{excreta\ digesta}\times\left(\frac{M_{diet}}{M_{excreta\ digesta}}\right)\right]$$

معادله ۳: انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده بر مبنای ازت به روش جمع‌آوری فضولات

$$AMEn_{(kcal/g)}=\frac{[(FI\times GE_f)-(E\times GE_e)-(NR\times K)]}{FI}$$

معادله ۴: انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده بر مبنای ازت به روش نشانگر

$$AMEn_{(kcal/kg)}=GE_{diet}-\left[GE_{excreta\ digesta}\times\left(\frac{M_{diet}}{M_{excreta\ digesta}}\right)\right]-۸/۲۲\times\left\{N_{diet}-\left[N_{excreta\ digesta}\times\left(\frac{M_{diet}}{M_{excreta\ digesta}}\right)\right]\right\}$$

معادله ۵: ابقاء ازت $NR=(F_i\times Nf)-(E\times Ne)$

در این معادلات: GE: انرژی خام، AME: انرژی قابل متابولیسم، AMEn: انرژی قابل متابولیسم تصحیح شده بر مبنای ازت، M: درصد اکسید کروم، N: مقدار ازت، FI: مصرف خوراک (گرم ماده خشک)، E: میزان فضولات دفعی (گرم ماده خشک)، NR: ابقاء ازت (گرم ماده خشک)، K: عدد ثابت (۸/۲۲)، Nf: درصد ازت خوراک، Ne: درصد ازت فضولات.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

جدول ۱- ترکیب تیمارهای آزمایشی (بر حسب درصد هوا خشک)

اجزاء خوراک	جیره جو	جیره‌های حاوی جو جوانه‌زده		
		۳۳ درصد	۶۶ درصد	۱۰۰ درصد
جو	۹۶/۲۴	۶۴/۱۶	۳۲/۰۸	---
جو جوانه‌زده	---	۳۲/۰۸	۶۴/۱۶	۹۶/۲۴
سنگ آهک	۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۲۹
دی کلسیم فسفات	۱/۳۱	۱/۳۱	۱/۳۱	۱/۳۱
مکمل ویتامینی[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
نمک	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶
اکسید کروم	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳
ترکیبات شیمیایی				
انرژی خام (Kcal/kg)	۳۹۱۲/۵۳	۳۹۳۳/۹۹	۳۹۵۵/۴۶	۳۹۷۶/۹۳
پروتئین خام (درصد)	۱۰/۳۷	۱۰/۶۹	۱۱/۰۹	۱۱/۳۶

۱: مکمل ویتامینی در هر کیلوگرم از خوراک مقادیر زیر را تامین می‌نمود. IU ۳۵۰۰۰۰۰ ویتامین A، IU ۹۰۰۰ ویتامین E، IU ۱۰۰۰۰۰۰ ویتامین D_3، ۱۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K3، ۹۰۰ میلی‌گرم ویتامین B1، ۳۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین B2، ۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B3، ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین B6، ۷/۵ میلی‌گرم ویتامین B12، ۵۰۰ میلی‌گرم ویتامین B9، ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B5، ۰/۱ میلی‌گرم ویتامین بیوتین و ۲۵۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین.

۲: هر کیلوگرم از مکمل معدنی تأمین‌کننده مواد زیر بود: ۳۹۶۸۰ میلی‌گرم منگنز، ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم روی، ۴۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۴۰۰ میلی‌گرم ید، ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم.

نتایج بدست آمده از آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی، با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفت (۱۴). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ($P<0/05$) انجام شد. برای برون‌یابی رگرسیون معادلات مربوط به اندازه‌گیری انرژی قابل متابولیسم از نرم‌افزار Curve Fit استفاده شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی دانه جو و جو جوانه‌زده در جدول ۲ گزارش شده است. با بررسی نتایج مشاهده می‌شود دانه جو در مقایسه با جو جوانه‌زده میزان پروتئین خام (۱۰/۷۸ در برابر ۱۱/۸۱ درصد)، فیبر خام (۵/۵۹ در برابر ۶/۸۴ رصد)، عصاره اتری (۲/۷۲ در برابر ۲/۹۲ درصد) و انرژی خام (۴۰۶۵ در برابر ۴۱۳۲ کیلوکالری) کمتری دارد ولی میزان خاکستر (۲/۵۹ در برابر ۲/۵۲ درصد) و بتاگلوکان (۳/۱۸ در برابر ۱/۰۵۳ درصد) آن نسبت به جو جوانه‌زده بیشتر می‌باشد. در این آزمایش جوانه‌زنی جو باعث افزایش ۹/۵۵ درصدی پروتئین خام شد. تیان و همکاران (۱۹) گزارش کردند که جوانه‌زنی یولاف سبب افزایش پروتئین آن به مقدار ۱۷/۸۲ درصد می‌شود. آنها افزایش پروتئین را به از دست رفتن وزن خشک دانه‌های یولاف به واسطه انجام تنفس در طی فرایند جوانه‌زنی نسبت داند. بنابراین دانه‌های جوانه‌زده براساس واحد وزن محتوی دانه‌های بیشتری است و بنابراین دارای میزان ازت کل بالاتری نسبت به دانه خام در همان واحد وزن می‌باشند. جوانه‌زنی جو همچنین باعث کاهش ۶۶/۸۸ درصدی میزان بتاگلوکان شد. گزارش شده است که در طی مرحله جوانه‌زنی فعالیت آنزیم‌های آلفاآمیلاز، بتاآمیلاز و بتاگلوکاناز افزایش می‌یابد (۹). این افزایش میزان بتاگلوکاناز حدود ۸۰ درصد بتاگلوکان در جو اولیه را تجزیه می‌کند و باعث کاهش بتاگلوکان می‌شود (۲۳). میزان فیبر خام جو نیز در زمان جوانه‌زنی افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد عامل اصلی افزایش فیبر ناشی از مصرف قندهای حاصل از تجزیه نشاسته طی فرایند جوانه‌زنی باشد (۷). مقدار خاکستر جو جوانه‌زده کمتر از خاکستر جو بود. وایس و لورنز (۲۲) نیز نشان دادند که مقدار خاکستر در طی فرآیند مالت‌سازی کاهش پیدا می‌کند.

جدول ۲- ترکیب شیمیای دانه جو و جو جوانه‌زده (بر حسب درصد هوا خشک)

	جو	جو جوانه‌زده
انرژی خام (Kcal/kg)	۴۰۶۵	۴۱۳۲
ماده خشک	۹۳/۰۷	۹۵/۶۷
پروتئین خام	۱۰/۷۸	۱۱/۸۱
فیبر خام	۵/۵۹	۶/۸۴
عصاره اتری	۲/۹۲	۲/۹۷
خاکستر	۲/۵۹	۲/۵۲
کل بتاگلوکان	۳/۱۸	۱/۰۵۳

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

مقدار AME و AMEn تیمارهای آزمایشی به روش جمع‌آوری کل فضولات و روش استفاده از نشانگر در جدول ۳ گزارش شده‌است. با افزایش سطح جو جوانه‌زده میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری در هر دو روش افزایش یافت. در عین حال، اختلاف بین مقادیر AME و AMEn تیمارهای آزمایشی در روش استفاده از نشانگر معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). مقدار AME دانه جو در روش جمع‌آوری فضولات ۳۲۲۱/۷۰ کیلوکالری و در روش استفاده از نشانگر ۲۷۶۸/۱۶ کیلوکالری بود. مقدار AMEn دانه جو در روش جمع‌آوری فضولات ۳۲۲۱/۵۸ کیلوکالری و در روش استفاده از نشانگر ۲۷۷۵/۷۴ کیلوکالری بود. مقادیر AME و AMEn دانه جو جوانه‌زده بر اساس روش‌های برون‌یابی رگرسیون محاسبه شد. مقدار AME جو جوانه‌زده در روش جمع‌آوری فضولات و استفاده از نشانگر به ترتیب ۳۳۱۵/۰۵ و ۳۱۰۷/۹۵ کیلوکالری در کیلوگرم و مقدار AMEn جو جوانه‌زده در روش جمع‌آوری فضولات و استفاده از نشانگر به ترتیب ۳۳۰۴/۶۳ و ۳۱۱۰/۹۵ کیلوکالری در کیلوگرم تعیین شدند.

جدول ۳- مقدار AME تیمارهای مختلف آزمایش (بر حسب کیلوکالری/ کیلوگرم)

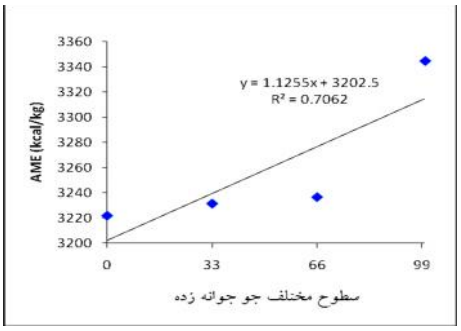
تیمارهای آزمایشی	AME (Kcal/kg)		AME_n(Kcal/kg)	
	جمع‌آوری فضولات	استفاده از نشانگر	جمع‌آوری فضولات	استفاده از نشانگر
جو	۳۲۲۱/۷۰	۲۷۶۸/۱۶^{b}	۳۲۲۱/۵۸	۲۷۷۵/۷۴^{c}
۳۳ درصد جو جوانه‌زده	۳۲۳۱/۳۲	۲۸۲۶/۳۹^{b}	۳۲۳۱/۱۸	۲۸۳۶/۸۶^{bc}
۶۶ درصد جو جوانه‌زده	۳۲۳۶/۴۴	۲۸۷۸/۸۴^{b}	۳۲۶۹/۹۹	۲۹۵۳/۲۲^{b}
۱۰۰ درصد جو جوانه‌زده	۳۳۴۴/۳۳	۳۱۳۰/۲۵^{a}	۳۳۱۰/۲۴	۳۱۴۲/۵۲^{a}
خطای استاندارد	۴۲/۳۹	۵۷/۴۸	۴۲/۳۸	۵۲/۷۲

میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

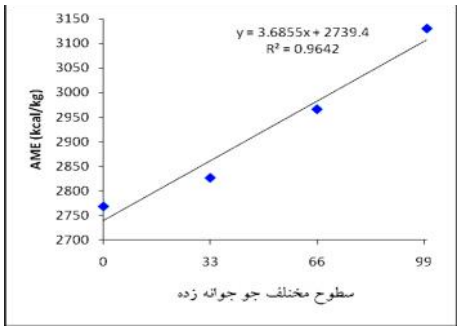
جانمحمدی و همکاران (۱۱) انرژی قابل متابولیسم چهار رقم جو را بین ۲۵۸۵/۸ تا ۳۲۲۲/۵ بدست آوردند. قیصری و همکاران (۷) میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری جو را ۲۱۹۹ بدست آوردند که بسیار پایین‌تر از مقدار بدست آمده در این تحقیق بود. این اختلافات می‌تواند ناشی از تفاوت رقم‌های دانه جو و یا شرایط کاشت و وضعیت آب و هوای منطقه باشد. جوانه‌زنی جو باعث افزایش معنی‌دار AME شد به‌طوری‌که مقدار AME اندازه‌گیری شده به روش استفاده از نشانگر از ۲۷۶۸/۱۶ به ۳۰۳۱/۲۵ کیلو کالری بر کیلوگرم افزایش یافت. اثر ضد تغذیه‌ای پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای بر انرژی قابل متابولیسم ظاهری به دلیل جلوگیری از هضم نشاسته، پروتئین و چربی در روده است (۵). جوانه‌زنی باعث کاهش این اثرات ضدتغذیه‌ای در جو می‌شود (۱۸). ثابت مقدم و همکاران (۱۳) نیز افزایش معنی‌دار انرژی قابل متابولیسم ظاهری جو را در زمان جوانه‌زنی آن نشان دادند. پیر و لیسون (۱۲) نیز نشان دادند که یک روز پس از جوانه‌زنی جو میزان انرژی قابل متابولیسم حدود ۴ مگاژول بر کیلوگرم افزایش می‌یابد. همچنین گزارش شده است که ۴۸ ساعت پس از جوانه‌زنی جو مقدار انرژی قابل متابولیسم حدوداً ۱/۱ مگاژول بر کیلوگرم افزایش می‌یابد (۱۰) ویلامید و همکاران (۲۱) نیز گزارش کردند که دلیل اصلی کاهش انرژی قابل متابولیسم در انواع جو وجود بتاگلوکان به‌عنوان مهم‌ترین کربوهیدرات غیرنشاسته‌ای می‌باشد و این پلی ساکارید غیرنشاسته‌ای باعث افزایش ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش می‌گردد. انرژی قابل متابولیسم ظاهری در روش استفاده از نشانگر پایین‌تر از روش جمع‌آوری فضولات بود. تیلمن و والدروپ (۲۰) دو روش جمع‌آوری کل فضولات و استفاده از نشانگر را برای اندازه‌گیری انرژی قابل متابولیسم مواد خوراکی در جوجه‌های گوشتی مورد مقایسه قرار دادند. آنها گزارش کردند که نیازی به جمع‌آوری کل فضولات در طی دوره آزمایش نیست. میانگین انرژی قابل متابولیسم ظاهری که به روش جمع‌آوری فضولات تعیین شدند، به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از روش نشانگر بود. قیصری و همکاران (۷) گزارش کردند که انرژی قابل متابولیسم در استفاده از دو روش جمع آوری فضولات و استفاده از نشانگر با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند. از آنجایی که شرایط آزمایش در هر دو روش یکسان بودند، احتمالاً دلیل این اختلاف می‌تواند به علت وجود خطا در اندازه‌گیری مصرف خوراک و یا جمع آوری کل فضولات از سینی‌جمع آوری باشد. تعیین انرژی قابل متابولیسم از طریق روش استفاده از نشانگر در خوراک و فضولات نسبت به روش جمع‌آوری کل فضولات خطای کمتری دارد (۱۵).

نمودار مقدار AME به دو روش جمع آوری کل فضولات و استفاده از نشانگر در برابر سطوح مختلف جو جوانه‌زده در تیمارهای آزمایشی به ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]



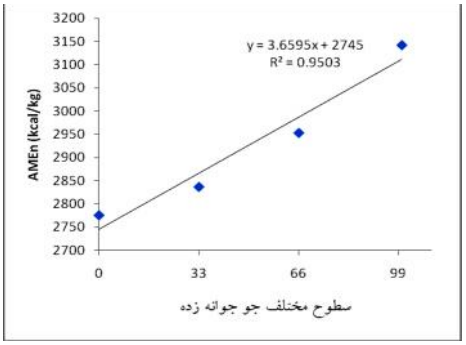
شکل ۱- مقدارAME به روش جمع‌آوری کل فضولات در برابر سطوح مختلف جو جوانه‌زده



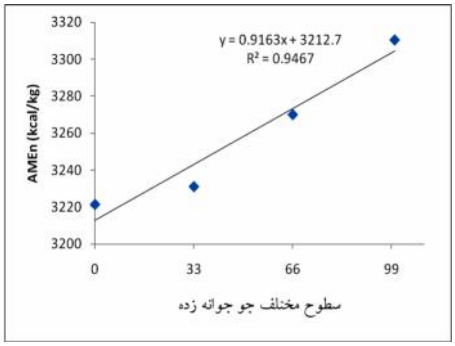
شکل ۲- مقدار AME به روش استفاده از نشانگر در برابر سطوح مختلف جو جوانه‌زده

مقدار AMEn دانه جو با استفاده از روش جمع‌آوری کل فضولات برابر ۳۲۲۱/۵۸ کیلوکالری و به روش استفاده از نشانگر ۲۷۷۵/۷۴ کیلوکالری بدست آمد. جانمحمدی و همکاران (۱۱) میزان انرژی قابل متابولیسم چهار رقم جو را از ۲۶۱۳/۵ تا ۳۲۴۳/۱ گزارش کردند که این مقدار تفاوت به دلیل اختلاف رقم می‌باشد. در آزمایش حاضر مقادیر AMEn تیمارهای آزمایشی بیشتر از مقادیر AME بود که این نتایج با نتایج جانمحمدی و همکاران (۱۱) مطابقت دارد. این اختلاف نشان‌دهنده وجود تعادل منفی ازت در جوجه‌های گوشتی بوده است. قیصری و همکاران (۷) مقدار AMEn دانه جو را با استفاده از نشانگر ۲۱۲۴ کیلوکالری/کیلوگرم بدست آوردند که بسیار پایین‌تر از مقدار آزمایش حاضر است. این اختلاف می‌تواند به دلیل سن و نوع پرنده باشد. همچنین این محققان روش‌های مختلف را با هم مقایسه کردند که نشان دادند مقدار AMEn در روش جمع‌آوری فضولات بالاتر از روش استفاده نشانگر می‌باشد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. شریفی و همکاران (۱۶) مقدار AMEn دانه جو را ۲۸۸۵ کیلوکالری در کیلوگرم گزارش کردند. در جداول احتیاجات غذایی طیور (۸) مقدار AMEn دانه جو برابر ۲۹۶۶ کیلوکالری در کیلوگرم بیان شده است که به مقدار اندازه‌گیری شده در این تحقیق نزدیک می‌باشد. جوانه‌زنی جو باعث افزایش معنی‌دار ۱۱/۶۷ درصدی AMEn شد. این افزایش می‌تواند از یک طرف به دلیل کاهش میزان بتاگلوکان جو در زمان جوانه‌زنی و از طرف دیگر افزایش میزان پروتئین در زمان جوانه‌زنی باشد. میزان پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای به ویژه بتاگلوکان محلول و پنتوز آنها در مقدار AMEn دانه جو نقش مؤثری دارند. از آنجائیکه میزان بتاگلوکان دانه جو از ۳/۱۸ به ۱/۰۵۳ درصد در جو جوانه‌زده رسیده است به نظر می‌رسد دلیل اصلی افزایش انرژی، کاهش بتاگلوکان باشد. نتایج بدست آمده با گزارش یعقوبفر (۲۴) مبنی بر این که میزان انرژی متابولیسم تعیین شده تحت تأثیر روش اندازه‌گیری قرار می‌گیرد مطابقت دارد.

نمودار مقدار AMEn به دو روش جمع‌آوری کل فضولات و استفاده از نشانگر در برابر سطوح مختلف جو جوانه‌زده در جیره‌های آزمایشی به ترتیب در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است.



شکل ۳- مقدار AMEn به روش جمع‌آوری کل فضولات در برابر سطوح مختلف جو جوانه‌زده



شکل ۴- مقدار AMEn به روش استفاده از نشانگر در برابر سطوح مختلف جو

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

جوانه‌زنی جو باعث افزایش مقدار انرژی خام و پروتئین خام جو و همچنین کاهش میزان بتاگلوکان آن شد. با جوانه‌زنی جو میزان AME و AMEn در هر دو روش جمع‌آوری فضولات و استفاده از نشانگر افزایش یافت به‌طوری‌که میزان AME در روش جمع‌آوری فضولات از ۳۲۰۲/۵ به ۳۳۱۵/۰۵ کیلوکالری در کیلوگرم و در روش استفاده از نشانگر از ۲۷۳۹/۴ به ۳۱۰۷/۹۵ کیلوکالری در کیلوگرم و همچنین مقدار AMEn در روش جمع‌آوری فضولات از ۳۲۱۲/۷ به ۳۳۰۴/۶۳ کیلوکالری در کیلوگرم و در روش استفاده از نشانگر از ۲۷۴۵ به ۳۱۱۰/۹۵ کیلوکالری در کیلوگرم افزایش یافت. اختلاف زیادی بین روش جمع‌آوری کل فضولات و یا استفاده از نشانگر اکسید کرم برای تعیین انرژی قابل متابولیسم ظاهری نمونه‌های مورد آزمایش مشاهده شد. با توجه به احتمال بروز خطاهای غیر قابل اجتناب در تعیین انرژی قابل متابولیسم به روش جمع‌آوری کل فضولات، در صورت استفاده از این روش باید دقت آزمایش را بالا برد و یا بهتر است از نشانگرها برای تعیین انرژی قابل متابولیسم مواد خوراکی استفاده شود.

منابع

1. AOAC. 2000. Official methods of analysis of AOAC International. 17th edn. AOAC Int., Gaithersburg, MD.
2. Bedford, M.R. and H.L. Classen. 1992. Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase concentration is effected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and feed conversion efficiency in broiler chicks. Journal of Nutrition. 122: 560-569.
3. Choct, M. 1997. Feed non-starch polysaccharides: Chemical structure and nutritional significance. Feed Milling International. June issue. 13-26 pp.
4. Choct, M. and G. Annison. 1990. Anti-nutritive activity of wheat pentosan in broiler diets. British Poultry Science. 31: 811-821.
5. Choct, M. and G. Annison. 1992. The inhibition of nutrient digestion by wheat pentosans. British Journal of Nutrition. 67: 123 -132.
6. Fengler, A.I., F.X. Aherne and A.R. Robblee. 1990. Influence of germination of cereals on viscosity of their aqueous extracts and nutritive value. Journal of Animal Feed Science and Technology. 28: 243-253.
7. Gheisari, A.A., Pourabadeh, A.H., Pourreza, J., Mahlougi, M. and R. Bahadoran. 2007. Determination of chemical composition and evaluation of apparent and true metabolisable energy of different barley cultivars in broiler chicks. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 41: 405-415. (In Persian)
8. Golian, A. and M. Salar Moini. 1997. Nutrient Requirements of Poultry. Sazemen Eghtesadi Qusar. 193 pp. (In Persian)
9. Gupta, M., N. Abu-Ghannam and E. Gallaghar. 2010. Barley for brewing: Characteristic changes during malting and application of its by-products. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 9: 318-328.
10. Hughes, R.J. and R.J. Van Barneveld. 2004. Effects of germination of grains on apparent metabolisable energy values and performance of broiler chickens. Proceedings of the 16th Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia. 47- 50 pp.
11. Janmohammadi, H., A. Taghizadeh and N. Pirany. 2009. Chemical composition and metabolizable energy content of some barley varieties of east Azarbyjan using adult Leghorn roosters. Animal Science Reserches. 19: 105-115. (In Persian)
12. Peer, D.J. and S. Leeson. 1985. Feeding value of hydroponically sprouted barley for poultry and pigs. Journal of Animal Feed Science and Technology. 13: 183-190.
13. Sabet Moghaddam, A., M. Mehdipour and B. Dastar. 2009. The determining of digestible energy and digestibility coefficients of protein, calcium and phosphorus of malt (Germinated Barley) in broilers. International Journal of Poultry Science. 8: 788-791.
14. SAS Institute, Inc. 2001. SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst.Inc., Cary, NC.
15. Sibbald, I.R. 1982. Measurement of bioavailable energy in poultry feedstuffs: A review. Canadian Journal of Animal Science. 62: 983-1048.
16. Sharifie, S.D., F. Shariatmadari, A. Yagoub Far and M.A. Mousavi. 2000. Determination of chemical composition and metabolizable energy coctent of poultry feedstuffs produced in Kermansha Province and their comparative study with NRC and Canadian tables. Pajouhesh-VA-Sazandagi. 2000. 48: 95-97. (In Persian)
17. Svihus, B., C.E. Newman, R.K. Newman and I. Selmer-Olsen, I. 1996. Changes in extract viscosity, amino acid content, and soluble and insoluble β-glucan and dietary fibre content of barley during different high moisture storage conditions. Animal Feed Science and Technology. 64: 257-272.
18. Svihus, B., R.K. Newman and C.W. Newman. 1997. Effect of soaking, germination and enzyme treatment of whole barley on nutritional value and digestive tract parameters of broiler chickens. British Poultry Science. 38: 390-396.
19. Tian, B., B. Xie, J. Shi, J. Wua, Y. Cai, T. Xu, S, Xue and Q. Deng. 2010. Physicochemical changes of oat seeds during germination. Food Chemistry. 119: 1195-1200.
20. Tillman, P.B. and P.W. Waldroup. 1988. Assessment of extruded grain amaranth as a feed ingredient for broilers. 1-Apparent ME Values. Poultry Science. 67: 641-646.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

21. Villamide, M.J., J.M. Fuente, P. Perea de Ayala and A. Fores. 1997. Energy evaluation of eight cultivars for poultry: Effect of dietary enzyme addition. Poultry Science. 76: 834-840.
22. Vis, R.B. and K. Lorenz. 1998. Malting and brewing with high β-glucan barley. LWT-Food Science and Technology. 31: 20-26.
23. Wang, J., G. Zhang, J. Chen and F. Wu. 2004. The changes of β-glucan content and β-glucanase activity in barley before and after malting and their relationships to malt qualities. Food Chemistry. 86: 223-228.
24. Yaghobfar, A. 2001. Effect of genetic line, sex of birds and the type of bioassay on the metabolisable energy value of maize. British Poultry Science. 42: 350-353.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

Determination of Chemical Composition and Metabolisable Energy of Germinated Barley in Broiler Chickens

Moosal Reza Rasteh[1] and Behrouz Dastar[2]

1- M.Sc., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resoources
2- Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resoources
(Corresponding author: dastar@gau.ac.ir)
Received: December 12, 2012 Accepted: October 14, 2013

Abstract

This experiment was conducted to measure chemical composition and metabolisable energy of germinated barley (GB) in broiler chickens. For this purpose, chemical composition of barley and GB was determined and then four experimental treatments consist of a barley basal diet and replacing 33, 66 and 100 percent of GB in the basal barley diet was prepared. Apparent metabolisable energy (AME) and nitrogen corrected apparent metabolizable energy (AMEn) was determined by total excreta collection and chromic oxide marker methods. Results indicated GB had higher gross energy (4132 vs 4065 kcal/kg) and crude protein (11.81 vs 10.78 percent) and lower β-glucan (1.053 vs 3.18 percent) than barley. Higher replacing GB in the barley basal diet led to increase of AME and AMEn in both of methods, but it was significant for marker chromic oxide method ($P<0.05$). The metabolisable energy for GB was determined by regression method. The AME value of GB by total excreta collection and chromic oxide methods was 3315.05 and 3107.95 kcal/kg, and the AMEn value for GB was 3304.63 and 3110.95 kcal/kg for those methods resppectively.

Keywords: Germinated barley, Metabolisable energy, Broiler chicken

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]